



Poziom



Ciśnienie



Przepływ



Temperatura

Analiza
Cieczy

Rejestracja

Komponenty
Systemów

Usługi



Rozwiązania

Pomiary poziomu cieczy i materiałów sypkich

Podręcznik metod i przyrządów pomiarowych
dla inżynierii przemysłowej

Spis treści

- Strona 3
Pomiary poziomu cieczy



- Strona 79
Pomiary poziomu
materiałów sypkich



Poziom



Ciśnienie



Przepływ



Temperatura



Analiza
Cieczy



Rejestracja



Komponenty
Systemów



Usługi



Rozwiązania

Pomiary poziomu cieczy

Krok po kroku

Podręcznik składa się z dwóch rozdziałów:
„Pomiary poziomu cieczy” i „Pomiary poziomu materiałów sypkich”.

Pierwszy rozdział jest poświęcony pomiarom poziomu cieczy.
Podręcznik zawiera informacje na temat szeregu metod ciągłego
pomiaru poziomu/detekcji rozdziału faz cieczy, jak również typów
przyrządów pomiarowych Endress+Hauser i ich przykładowych zastosowań.

Dostępny jest również drugi podręcznik, opisujący w ten sam sposób
zagadnienie sygnalizacji poziomu. Aby go otrzymać, prosimy o kontakt
z Endress+Hauser Polska.

Przegląd metod pomiaru

Na pierwszych stronach
podręcznika opisujemy zasady
fizyczne metod ciągłego
pomiaru poziomu cieczy
lub detekcji rozdziału faz.
Następnie, zapoznamy Państwa
z obszarami zastosowań metod
pomiaru i przedstawimy modele
przyrządów pomiarowych
Endress+Hauser.

Analiza zadania pomiarowego

Poprawnie zaprojektowany
pomiar lub właściwa decyzja
o użyciu przyrządu
pomiarowego powinny być
poprzedzone analizą zadania
pomiarowego. W tym kroku
przedstawiamy i wypełniamy
kartę zadania pomiarowego.
Pozwoli ona Państwu
lub doradcy technicznemu
Endress+Hauser na zebranie
w jednym miejscu niezbędnych
informacji o zadaniu.

Wybór metody pomiaru

Wybór ten będzie
uwarunkowany kryteriami,
opisanymi podczas analizy
zadania pomiarowego (rodzaj
zbiornika, sytuacja montażowa,
parametry procesowe itp.).
Należy wybrać metodę,
która spełnia, jeśli to możliwe,
wszystkie Państwa kryteria.
W tym podręczniku metody
pomiaru są klasyfikowane
zgodnie z kryterium
„bezkontaktowa”
i „kontaktowa”.
Preferowana metoda pomiaru
jest otoczona niebieską ramką.
Zawsze należy wziąć pod uwagę
wszystkie dostępne informacje
o zadaniu pomiarowym.

Wybór przyrządu pomiarowego

W tym kroku przejdziemy
do szczegółów wybranej
metody pomiaru. Tutaj wybiorą
Państwo właściwy przyrząd
pomiarowy Endress+Hauser.
Prosimy porównać parametry
procesowe z informacjami
technicznymi o przyrządzie
pomiarowym.

Montaż i użytkowanie

Po wybraniu właściwego
przyrządu, prosimy zapoznać się
z zaleceniami montażowymi,
znajdującymi się na końcu
sekcji podręcznika, poświęconej
wybranej metodzie pomiaru.
Zawierają one podstawowe
wskazówki bezpiecznego
montażu i użytkowania
przyrządu pomiarowego.
W odpowiednich kartach
katalogowych znajdą Państwo
pełne informacje techniczne
dotyczące wybranego przyrządu
Endress+Hauser.

A

B

C

Spis treści

1. Przegląd metod pomiaru poziomu cieczy	6
2. Karta zadania pomiarowego	12
3. Wybór metody pomiaru	14
■ Poziomy zbiornik magazynowy	14
■ Pionowy zbiornik magazynowy	16
■ Zbiornik buforowy	18
■ Zbiornik odbiorczy/zrzutowy	21
■ Zbiornik procesowy z mieszadłem	22
■ Rura wgłębna	24
■ Rura poziomowskazowa (bypass)	26
■ Przepompownia/Zbiornik przelewowy/Basen wody deszczowej	28
■ Pomiary poziomu/przepływu w kanałach grawitacyjnych	30
■ Detekcja rozdziału faz	32
4. Wybór przyrządu pomiarowego	34
■ Radar bezkontaktowy Micropilot	34
■ Radar falowodowy Levelflex	52
■ Przetwornik ultradźwiękowy Prosonic	58
■ Sonda pojemnościowa Liquicap	64
■ Sonda hydrostatyczna (ciśnienie/różnica ciśnień)	68
■ Pomiary radiometryczne	
Nie zostały one ujęte w tym podręczniku.	
Aby uzyskać szczegółowe informacje na ich temat, prosimy o kontakt z Endress+Hauser Polska.	

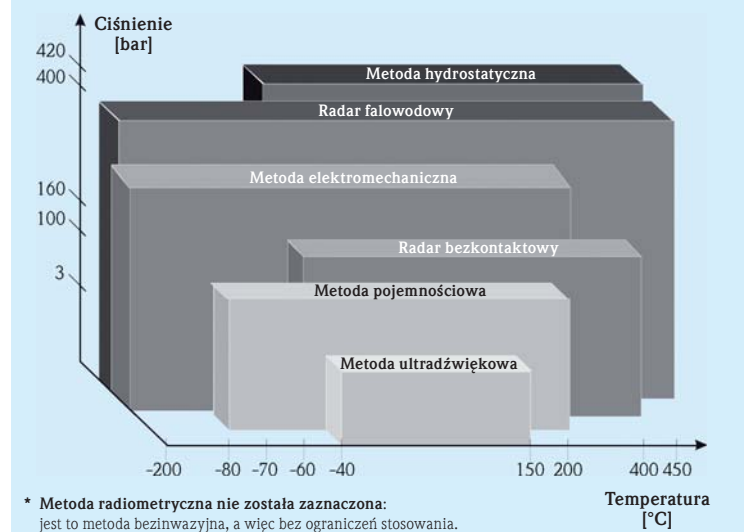


1. Przegląd metod pomiaru poziomu cieczy

Segmentacja

	Sygnalizacja poziomu	Pomiar ciągły poziomu
Ciecze	Metoda wibracyjna Metoda przewodnościowa Metoda pojemnościowa Sygnalizatory pływakowe Metoda ultradźwiękowa Metoda radiometryczna	Radar bezkontaktowy Radar falowodowy Metoda ultradźwiękowa Metoda hydrostatyczna Metoda pojemnościowa Metoda elektromechaniczna Metoda radiometryczna
Materiały sypkie	Metoda wibracyjna Metoda pojemnościowa Metoda elektromechaniczna Bariera mikrofalowa Metoda ultradźwiękowa Metoda radiometryczna	Radar falowodowy Radar bezkontaktowy Metoda ultradźwiękowa Metoda elektromechaniczna Metoda radiometryczna

Warunki procesowe*



Endress+Hauser oferuje rozwiązania techniczne, dopasowane do indywidualnych warunków technologicznych, Państwa wymagań i oczekiwań.

Państwa korzyściami są:

- bezpieczeństwo i spokojna praca,
- krótki okres zwrotu kosztów inwestycji w rozwiązanie techniczne Endress+Hauser,
- godne zaufania, dokładne i powtarzalne pomiary poziomu,
- wieloletnia opieka serwisowa Endress+Hauser nad Państwa urządzeniami.

„Płacę Państwo tylko za to, czego naprawdę potrzebuję“.

Jest to odpowiedzialna deklaracja Endress+Hauser.

Pod ręką mają Państwo pakiet najwyższej jakości produktów i usług, zróżnicowanych pod względem ich funkcjonalności i ceny.

Podział przyrządów pomiarowych pod względem ceny i funkcjonalności za pomocą struktury T/M/S

Większość rodzin produktów Endress+Hauser składa się z 3 segmentów.

- **Segment T** (TOP QUALITY, Najwyższa jakość)
Przyrządy, dedykowane do prostych zadań pomiarowych. Mała liczba wariantów technicznych pozwala nam ograniczać koszty produkcji, a więc ceny tych przyrządów są dla Państwa bardzo atrakcyjne.
- **Segment M** (MULTI-TALENTED, przyrządy uniwersalne) ułatwia elastyczne dopasowanie przyrządu pomiarowego do większości typowych zadań pomiarowych.
- **Segment S** (SOPHISTICATED, przyrządy wyrafinowane)
Przyrządy dedykowane do najtrudniejszych i odpowiedzialnych punktów pomiarowych. Nieodłącznymi cechami tych urządzeń są wysoka dokładność, bardzo dobre parametry niezawodnościowe i najszerszy zakres funkcji diagnostycznych.

1. Przegląd metod pomiaru poziomu cieczy



Metoda radarowa

Radar Micropilot wykorzystuje impulsy elektromagnetyczne o wysokiej częstotliwości, emitowane przez antenę i odbijane od powierzchni produktu. Efekt odbicia sygnału jest możliwy dzięki różnicy w stałej dielektrycznej (DC) między ośrodkiem gazowym a medium mierzonym w zbiorniku. Czas przelotu odbitego impulsu jest wprost proporcjonalny do pokonanej odległości. Jeżeli znane są wymiary zbiornika, to poziom może być obliczony na podstawie tej wielkości.

Micropilot S/M

Pomiar bezkontaktowy, brak części ruchomych i zużywających się. Możliwość stosowania metody w zróżnicowanych warunkach procesowych. Niezależność pomiaru od gęstości materiału, jego temperatury, przewodności i zapylenia. Brak tłumienia sygnału przez ciśnienie gazów w zbiorniku.

Temperatura procesowa:
-60 ... 400 °C
Ciśnienie procesowe:
-1 ... 160 bar



Radar falowodowy

Radar Levelflex wykorzystuje impulsy elektromagnetyczne o wysokiej częstotliwości, które są prowadzone wzdłuż falowodu. Gdy impulsy natrafią na powierzchnię medium, zmienia się impedancja falowa ośrodka i część emitowanych impulsów odbija się. Czas pomiędzy wysłaniem a powrotem impulsu jest mierzony i analizowany przez przetwornik. Określa on odległość do powierzchni mierzonej oraz poziom, korzystając z informacji o długości falowodu.

Levelflex M/Levelflex

Pomiar bezobsługowy, doskonały przy występowaniu dużej liczby elementów stałych, zakłócających pomiar bezkontaktowy, zaburzenia powierzchni i jej spienienia. Niezależność pomiaru od gęstości materiału, jego temperatury, przewodności i wilgotności. Brak tłumienia sygnału przez ciśnienie gazów w zbiorniku.

Temperatura procesowa:
-196 ... 450 °C
Ciśnienie procesowe:
-1 ... 400 bar



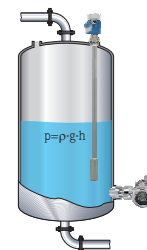
Metoda ultradźwiękowa

Przetwornik Prosonic wykorzystuje impulsy akustyczne, emitowane przez nadajnik i odbijane od powierzchni produktu. Czas przelotu odbitego sygnału ultradźwiękowego jest wprost proporcjonalny do przebytej odległości. Dysponując informacją o wymiarach zbiornika, przetwornik oblicza poziom cieczy.

Prosonic S/M/T

Pomiar bezkontaktowy i bezobsługowy, niezależny od właściwości produktu, np. stałej dielektrycznej, przewodności, gęstości lub wilgotności.

Temperatura procesowa:
-40 ... 150 °C
Ciśnienie procesowe:
-0,3 ... 3 bar



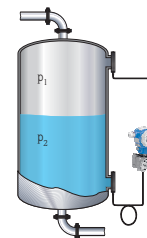
Metoda hydrostatyczna (pomiar ciśnienia słupa cieczy)

W zbiornikach beciśnieniowych metoda jest oparta na określeniu ciśnienia hydrostatycznego, które jest wywierane przez słup cieczy o bieżącej wysokości. Uzyskana w ten sposób wartość ciśnienia pozwala obliczyć poziom cieczy w zbiorniku.

Cerabar S/M/T, Deltapilot S/M

Niezależność pomiaru od stałej dielektrycznej, spienienia, wzburzenia, kształtu i budowy zbiornika. Unikatowy czujnik Contite jest odporny na kondensację, zawilgocenie, szoki temperaturowe i ciśnieniowe, gwarantując wieloletni, stabilny pomiar.

Temperatura procesowa:
-70 ... 400 °C



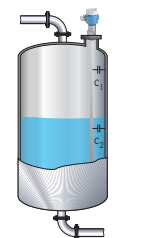
Metoda hydrostatyczna (pomiar różnicy ciśnień)

W zbiornikach ciśnieniowych ciśnienie hydrostatyczne słupa cieczy powoduje powstawanie różnicy ciśnienia. Prowadzi to do odkształcenia membrany czujnika pomiarowego, które jest proporcjonalne do ciśnienia hydrostatycznego.

Deltabar S/M

Niezależność pomiaru od stałej dielektrycznej, wzburzenia, spienienia, kształtu i budowy zbiornika. Wysoka odporność na przeciążenia.

Temperatura procesowa:
-70 ... 400 °C
Ciśnienie procesowe:
-1 ... 700 bar



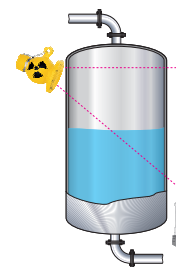
Metoda pojemnościowa

Metoda pojemnościowa jest oparta na pomiarze zmiany pojemności kondensatora. Sonda, izolator na sondzie i ściana zbiornika tworzą kondensator, którego pojemność zależy od ilości produktu w zbiorniku: pusty zbiornik posiada niższą pojemność elektryczną, natomiast zbiornik pełny - wyższą.

Liquicap M/T

Dokładne pomiary od końca sondy do krawędzi przyłącza technologicznego bez strefy martwej. Bardzo krótki czas odpowiedzi. Niezależność pomiaru od gęstości medium, wzburzenia cieczy i ciśnienia gazów w zbiorniku.

Temperatura procesowa:
-80 ... 200 °C
Ciśnienie procesowe:
-1 ... 100 bar



Metoda radiometryczna

Źródła promieniowania gamma, którymi są zwykle izotopy cezu lub sporadycznie kobaltu, emitują promieniowanie elektromagnetyczne o wysokiej częstotliwości, które ulega częściowej absorpcji na ścieżce pomiarowej do detektora. Efekty pomiarowe powstają wskutek zróżnicowania absorpcji promieniowania przechodzącego przez produkt w zbiorniku, co jest spowodowane zmianami jego poziomu. System pomiarowy składa się ze źródła promieniowania, umieszczonego w pojemniku roboczym i kompaktowego detektora scyntylacyjnego.

Gammapiilot M

Bezkontaktowy pomiar z zewnątrz zbiornika, który sprawdza się, gdy nie jest możliwe zastosowanie innej metody pomiaru (środowisko agresywne chemicznie, wysokie temperatury i ciśnienia, media ściernie, brak dostępu do wnętrza zbiornika).

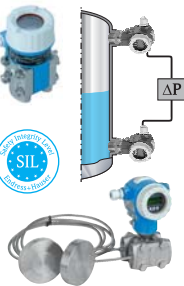
Temperatura procesu: bez ograniczeń
Ciśnienie procesu: bez ograniczeń

Prosimy o kontakt z Endress+Hauser Polska w celu konsultacji technicznej i uzyskania szczegółowych informacji o pomiarach radiometrycznych.

1. Przegląd metod pomiaru poziomu cieczy

	Radar bezkontaktowy	Radar falowodowy	Przetwornik ultradźwiękowy
			
			
Temperatura¹⁾	-60...400 °C	-196...450 °C	-40...150 °C
Ciśnienie procesowe	-1...160 bar	-1...400 bar	-0,3...3 bar
Zakres pomiarowy	do 70m	do 45m (większy - na życzenie)	do 70m
Dokładność	- Pasmo C²⁾: ±10/±1 mm - Pasmo K³⁾: ±3/±2/±1 mm	- Zakres ≤ 15m: ±2 mm⁴⁾ - Zakres > 15m: ±10 mm⁴⁾	±2 mm lub ±0,2 % ustawionego zakresu
Czynniki, które mogą pogorszyć jakość pomiaru	- Spienienie/wrzenie cieczy - Cechy zbiornika³⁾ - Osad przewodzący u nasady anteny - Duże nagromadzenie wilgoci w antenie	Osad na falowodzie	- Spienienie/wrzenie cieczy - Cechy zbiornika³⁾ - Strefa martwa czujnika⁵⁾ - Duże nagromadzenie osadów lub wilgoci na membranie czujnika
Czynniki, które mogą pogorszyć dokładność pomiaru	- Odbicia od stałych elementów konstrukcji wewnętrznej zbiornika - Odkryte ramiona mieszadeł o prędkości obrotowej powyżej 60 obr/min	- Odbicia od stałych przeszkód będących bardzo blisko sondy (innej niż koncentryczna) - Osad na falowodzie	- Duża pręężność par - Gradient temperatury w strefie lotnej nad lustrem cieczy - Odbicia od stałych elementów konstrukcji wewnętrznej zbiornika - Odkryte ramiona mieszadeł o prędkości obrotowej powyżej 60 obr/min
Ograniczenia zastosowań	- DC⁷⁾ < 1,4 - Montaż od dołu zbiornika	- DC⁷⁾ < 1,4 - Naprężenia boczne falowodu (np. pochodzące od pracującego mieszadła) - Nagromadzenie bardzo gęstej piany - Ramiona mieszadła obejmujące całą średnicę zbiornika	- Pręężność par > 50 mbar w 20 °C - Montaż od dołu zbiornika

¹⁾ Temperatura procesowa przy przyłączu przyrządu pomiarowego²⁾ Pasmo C: 6 GHz, pasmo K: 26 GHz³⁾ Np. dno cylindryczne lub stożkowe⁴⁾ Pomiar tylko do końca sondy⁵⁾ Pomiar możliwy poza strefą martwą czujnika⁶⁾ Tk = współczynnik temperaturowy⁷⁾ DC = stała dielektryczna medium

Sonda pojemnościowa	Metoda radiometryczna	Metoda hydrostatyczna (pomiar ciśnienia słupa cieczy)	Metoda hydrostatyczna (pomiar różnicy ciśnień)
			
			
-80...200 °C	Odporność na temperaturę i ciśnienie w zbiorniku	-70...400 °C	-70...400 °C
-1...100 bar			700 bar
do 10m (większy - na życzenie)	do 12m (większy - na życzenie)	do 100m	do 100m
- zakres ≤ 2m: ±5 mm⁴⁾ - zakres > 2m: ±2 % długości elektrody sondy⁴⁾	±1 % ustawionego zakresu	±0,025 % ustawionego zakresu	±0,05 % ustawionego zakresu
- Ściany zbiornika z tworzywa sztucznego - Przewodzący osad na elektrodzie sondy	Promieniowanie ze źródeł zewnętrznych (np. w trakcie badań nieniszczących z użyciem izotopów)	- Wahania ciśnienia dynamicznego powodowane np. przez pracujące mieszadło - Szoki temperaturowe	- Wahania ciśnienia dynamicznego powodowane np. przez pracujące mieszadło - Szoki temperaturowe
- Zmiany DC cieczy przy przewodności < 30 μS/cm - Przewodzący osad na elektrodzie sondy	- Skrainie duże wahania ciśnienia gazów - Duże nagromadzenie osadów na ściankach zbiornika	- Zmiany gęstości cieczy - Tk⁶⁾ kapilar i separatorów membranowych (zmiany temperatury procesowej i otoczenia)	- Zmiany gęstości cieczy - Tk⁶⁾ kapilar i separatorów membranowych (zmiany temperatury procesowej i otoczenia)
- Naprężenia boczne elektrody (np. wskutek mieszania gęstej cieczy) - Ramiona mieszadła obejmujące całą średnicę zbiornika - Media dyfundujące przez izolację elektrody sondy wykonaną z PTFE/PFA	Konieczność spełnienia wymagań prawnych ochrony radiologicznej	- Krystalizacja medium lub osady na membranie czujnika - Jednoczesne występowanie próżni i temperatury powyżej 200 °C, gdy jest używany separator membranowy	- Krystalizacja medium lub osady na membranie czujnika - Jednoczesne występowanie próżni i temperatury powyżej 200 °C, gdy są używane separatory membranowe

2. Karta zadania pomiarowego

Aby dokonać wyboru właściwej metody pomiaru poziomu, należy zgromadzić możliwie dużo informacji o aplikacji pomiarowej. Karta zadania pomiarowego stanowi przegląd istotnych informacji o procesie. Jej wypełnienie pomoże Państwu w wyborze właściwej metody pomiarowej. Jeśli karta nie uwzględni wszystkich informacji, które są w Państwa posiadaniu, prosimy o uzupełnienie ich we właściwych rubrykach.

Poniższa tabela zawiera porównanie poszczególnych metod pomiaru i pomoże Państwu w wyborze właściwego rozwiązania zadania pomiarowego.

Przyrząd do pomiaru poziomu	Radar bezkontaktowy	Radar falowodowy	Przetwornik ultradźwiękowy	Przetwornik ciśnienia/różnicy ciśnień	Sonda pojemnościowa
Cechy aplikacji pomiarowej					
Kondensacja/Zawilgocenie	O	+	O	O	+
Spienienie/Wzburzenie powierzchni cieczy	O	+	O	+	O
Przewodność cieczy 1...30 μS/cm	+	+	+	+	O
Zmienna gęstość cieczy w zbiorniku	+	+	+	-	+
Mała wartość stałej dielektrycznej DC	O	+	+	+	O
Duża lepkość cieczy	+	-	+	-	O
Wytrącanie się osadów lub krystalizacja	+	-	+	-	O
Bardzo mały zbiornik	O	O	O	O	+
Wymaganie higieniczności/aseptyczności (w tym mycie i sterylizacja)	+	+	+	+	+
Nadciśnienie/podciśnienie/próżnia	+	+	O	O	+
Łatwość czyszczenia/konserwacji	+	O	+	O	O
Niezależność od miejsca montażu	O	O	O	O	O
Duża liczba wewnętrznych elementów konstrukcyjnych w zbiorniku	O	+	O	+	+
Bardzo szybkie zmiany poziomu	O	O	O	+	+
Prężność par > 50 mbar przy 20 °C	+	+	-	+	+
Szoki temperaturowe i/lub ciśnieniowe	+	+	O	O	+

+ = zalecane
O = zwrócić uwagę na ograniczenia metody
- = odradzane

Wskazówka!
Prosimy skopiować kartę zadania pomiarowego z sąsiedniej strony a następnie ją wypełnić i odesłać do Endress+Hauser Polska.

Pomiary radiometryczne nie są rozważane szczegółowo w tym podręczniku.
Aby uzyskać pełną informację na ich temat, prosimy o kontakt z Endress+Hauser Polska.

		Prosimy uzupełnić		Uwagi/Szczegóły
Cechy medium	Nazwa medium			
	Gęstość [g/cm³]			
	Przewodność [μS/cm]			
	Stała dielektryczna (DC)			
	Materiały odporne chemicznie na zwilżanie przez medium			
Wymagany pomiar bezkontaktowy		tak	nie	
Dane procesowe	Temperatura medium [°C]	min.....	maks.....	
	Ciśnienie procesowe [bar]	min.....	maks.....	
	Prężność par [mbar]	min.....	maks.....	
Przyłącze procesowe	Typ/Rozmiar/Norma			
Sytuacja montażowa	Wymiary zbiornika [m]	Wysokość:	Średnica:	
	Wymiary króćca pomiarowego [mm]	Wysokość:	Średnica:	
	Pozycja króćca na zbiorniku (z góry/z dołu/w ścianie)			
	Montaż bezpośrednio w zbiorniku	tak	nie	
	Bypass (rura poziomowskazowa)	Średnica:	nie	
	Rura wgłębna	Średnica:	nie	
Podłączenie elektryczne	2-przewodowe	tak	nie	
	4-przewodowe	tak	nie	Zasilanie:
Komunikacja cyfrowa	HART, PROFIBUS, MODBUS, FOUNDATION Fieldbus itd.			
Dopuszczenia	ATEX	tak	nie	
	WHG	tak	nie	
	Przemysł okrętowy	tak	nie	
	EHEDG	tak	nie	
	3A	tak	nie	
	PZH	tak	nie	
Certyfikaty/ Atesty/ Deklaracje	GUM do pomiarów rozliczeniowych	tak	nie	
	3.1	tak	nie	
	NACE	tak	nie	
	FDA / ASME BPE	tak	nie	
	SIL	tak	nie	
Dodatkowe wymagania	Świadectwo kalibracji fabrycznej	tak	nie	
	m.in. oczekiwana dokładność pomiaru, powtarzalność, czas odpowiedzi i/lub inne			

3. Wybór metody pomiaru

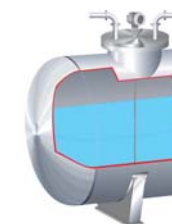
B

Bezkontaktowe

	Metoda radarowa Micropilot M  FMR23x/24x	Metoda ultradźwiękowa Prosonic S/M (rozdzielny)  FMU90 FDU9x (kompaktowy)  FMU4x
Zalety	■ Odporność na zmiany gęstości i wysoką lepkość cieczy ■ Wysoka trwałość ■ Bezobsługowość ■ Regulowany zakres pomiarowy	■ Odporność na zmiany gęstości i wysoką lepkość cieczy ■ Efekt autoczyszczenia membrany czujnika ■ Zintegrowana funkcja sygnalizacji poziomu ■ Regulowany zakres pomiarowy
Dane techniczne	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura procesowa ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe 2-przewodowe (4...20 mA HART, PA, FF) ±3 mm (opcjonalnie ±2 mm) -60...400 °C -1...160 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 70 m ■ Maksymalny zakres pomiarowy	2-/4-przewodowe (4...20 mA HART, PA, DP, FF) ±2 mm lub ±0,2 % ustawionego zakresu -40...105 °C -0,3...3 bar gwintowe, kołnierzowe, Tri-Clamp 20 m
Ograniczenia metody (☹)	☹ Duże spienienie lub parowanie ☹ Duża liczba przeszkód zakłócających wiązkę pomiarową ☹ Mała wartość DC (< 1,4)	☹ Duże spienienie lub parowanie ☹ Duża liczba przeszkód zakłócających wiązkę pomiarową ☹ Duża prężność par nad cieczą
Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (☺)	☺ Radar falowodowy ☺ Sonda hydrostatyczna ☺ Sonda pojemnościowa ☺ Sonda hydrostatyczna ☺ Sonda hydrostatyczna	☺ Radar falowodowy ☺ Sonda hydrostat. ☺ Radar falowodowy ☺ Sonda pojemnościowa ☺ Sonda hydrostatyczna ☺ Radar bezkontaktowy ☺ Radar falowodowy
	→ Uwaga: Radary bezkontaktowe - kontynuacja na str. 34	→ Uwaga: Przetworniki ultradźwiękowe - kontynuacja na str. 58

Poziomy zbiornik magazynowy

- Spokojna powierzchnia cieczy (np. napełnianie od dołu, przez rurę zalewową lub sporadycznie od góry)
- Montaż przyrządu od góry zbiornika bez rury wgłębnej
- Brak mieszań
- Możliwa obecność np. węzownic grzewczych w zbiorniku



B

Kontaktowe

Najlepsza propozycja

Radar falowodowy Levelflex M/Levelflex



- **Odporność na zmiany gęstości cieczy**
- **Brak zakłóceń od:**
 - stałych elementów budowy zbiornika
 - krzywizn zbiornika
 - wzburzenia/spienienia/zaparowania
- **Sonda koncentryczna lub prętowa**

2-przew. (HART, PA, FF)/4-przew. HART ±2 mm
-196...450 °C
-1...400 bar
gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne
10 m (sonda prętowa), 45 m (linowa), 6 m (koncentryczna)

- ☹ Krystalizacja, osady na sondzie lub duża lepkość cieczy
- ☹ Mała wartość DC (< 1,4)
- ☹ Radar bezkontaktowy
- ☹ Przetwornik ultradźwiękowy
- ☹ Sonda hydrostatyczna

→ Uwaga:

Radary falowodowe

- kontynuacja na **str. 52**

Metoda hydrostatyczna Deltapilot M



- Odporność na spienienie cieczy
- Odporność na kształt i budowę wewnętrzną zbiornika
- Niezależność od stałej dielektrycznej cieczy (DC)

2-przewodowe (HART, PA, FF) ±0,1 % zakresu (typowo 3...10 mm)
-10...80 °C
ciśnienie otoczenia
gwintowe, kołnierzowe, zacisk z regulacją głębokości zanurzenia typowo do 100 m (10 bar)

- ☹ Zmiany gęstości cieczy
- ☹ Krystalizacja, osady na sondzie lub duża lepkość cieczy
- ☹ Radar falowodowy
- ☹ Radar bezkontaktowy
- ☹ Przetwornik ultradźwiękowy

→ Uwaga:

Sondy hydrostatyczne

- kontynuacja na **str. 68**

Metoda pojemnościowa Liquicap M/T



- Dostępna sonda z rurą uziemiającą
- Odporność budowę wewnętrzną zbiornika
- Kalibracja fabryczna dla cieczy przewodzących (> 100 μS/cm)
- Brak martwej strefy

2-przewodowe (4...20 mA HART) ±5 mm lub 2 % długości sondy
-80...200 °C
-1...100 bar
gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne
4 m (sonda prętowa), 10 m (sonda linowa)

- ☹ Przewodność cieczy 1...100 μS/cm w kombinacji ze zmienną DC
- ☹ Wytrącanie się osadów przewodzących na sondzie
- ☹ Radar falowodowy
- ☹ Radar bezkontaktowy
- ☹ Radar bezkontaktowy
- ☹ Przetwornik ultradźwięk.

→ Uwaga:

Sondy pojemnościowe

- kontynuacja na **str. 64**

3. Wybór metody pomiaru

B

Bezkontaktowe

Najlepsza propozycja

Metoda radarowa Micropilot M



FMR23x/24x

Metoda ultradźwiękowa Prosonic S/M



Zalety

- Trwałość i bezobsługowość
- Uniwersalność ze względu na:
 - odporność na zmiany gęstości/lepkości
 - odporność chemiczną
 - regulowany zakres pomiarowy
 - bardzo niskie koszty eksploatacji

Dane techniczne

- Podłączenie elektryczne
- Dokładność pomiaru
- Temperatura procesowa
- Ciśnienie procesowe
- Przyłącze procesowe
- Maksymalny zakres pomiarowy

2-przewodowe (HART, PA, FF)
±3 mm (opcjonalnie ±2 mm)
-60...400 °C
-1...160 bar
gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne
70 m

Ograniczenia metody (☹)

Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (☺)

- ☹ Duże spienienie lub parowanie
- ☹ Duża liczba przeszkód zakłócających wiązkę pomiarową
- ☹ Mała wartość DC (< 1,4)
- ☹ Radar falowodowy Sonda hydrostatyczna
- ☹ Radar falowodowy Sonda pojemnościowa Sonda hydrostatyczna Sonda hydrostatyczna

→ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na **str. 34**

- Odporność na zmiany gęstości i wysoką lepkość cieczy
- Efekt autoczyszczenia membrany czujnika
- Zintegrowana funkcja sygnalizacji poziomu
- Regulowany zakres pomiarowy

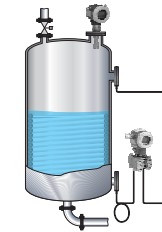
2-/4-przewodowe (HART, PA, DP, FF)
±2 mm lub ±0,2 % ustawionego zakresu
-40...105 °C
-0,3...3 bar
gwintowe, kołnierzowe, Tri-Clamp
20 m

- ☹ Duże spienienie lub parowanie
- ☹ Duża liczba przeszkód zakłócających wiązkę pomiarową
- ☹ Duża prężność par nad cieczą
- ☹ Radar falowodowy Sonda hydrostat.
- ☹ Radar falowodowy Sonda pojemnościowa Sonda hydrostatyczna
- ☹ Radar bezkontaktowy Radar falowodowy

→ Uwaga:
Przetworniki ultradźwiękowe
- kontynuacja na **str. 58**

Pionowy zbiornik magazynowy

- Spokojna powierzchnia cieczy (np. napełnianie od dołu, przez rurę zalewową lub sporadycznie od góry)
- Montaż przyrządu od góry zbiornika bez rury wgłębnej
- Brak mieszadeł
- Możliwa obecność np. węzłownic grzewczych w zbiorniku



B

Kontaktowe

Uzupełniająca propozycja

Radar falowodowy Levelflex M/Levelflex

FMP5x
FMP4x

Metoda hydrostatyczna Deltapilot M Cerabar S/M Deltabar S/M



FMB5x

PMP7x/PMC7x
PMP5x/PMC5xPMD7x/FMD7x
PMD55

Metoda pojemnościowa Liquicap M



FMI5x

- Odporność na zmiany gęstości cieczy, wzburzenie cieczy i zaparowanie
- Duża liczba elementów wewnętrznych zbiornika nie zakłóca pomiaru
- Możliwość detekcji rozdziłu faz

2-przew. (HART, PA, FF)/4-przew. HART
±2 mm
-196...450 °C
-1...400 bar
gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne
10 m (sonda prętowa), 45 m (linowa), 6 m (koncentryczna)

- ☹ Krystalizacja, osady na sondzie lub duża lepkość cieczy
- ☹ Mała wartość DC (< 1,4)
- ☹ Radar bezkontaktowy Przetwornik ultradźwiękowy
- ☹ Sonda hydrostatyczna

→ Uwaga:
Radary hydrostatyczne
- kontynuacja na **str. 52**

- Łatwe i szybkie uruchomienie
- Tradycyjna metoda pomiarowa
- Niewrażliwość na:
 - kształt zbiornika
 - budowę wewnętrzną zbiornika
 - spienienie/wzburzenie cieczy

2-przewodowe (HART, PA, FF)
±0,075 % zakresu (typowo 3...10 mm)
-70...400 °C
700 bar
gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne
typowo do 100 m (10 bar)

- ☹ Zmiany gęstości cieczy
- ☹ Krystalizacja, osady na sondzie lub duża lepkość cieczy
- ☹ Radar falowodowy Radar bezkontaktowy Przetwornik ultradźwięk.

→ Uwaga:
Sondy hydrostatyczne
- kontynuacja na **str. 68**

- Duża liczba elementów wewnętrznych zbiornika nie zakłóca pomiaru
- Kalibracja fabryczna dla cieczy przewodzących (> 100 µS/cm)
- Brak martwej strefy

2-przewodowe (HART)
±5 mm lub 2 % długości sondy
-80...200 °C
-1...100 bar
gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne
4 m (sonda prętowa), 10 m (sonda linowa)

- ☹ Przewodność cieczy 1...100 µS/cm w kombinacji ze zmienną DC
- ☹ Wytrącanie się osadów przewodzących na sondzie
- ☹ Radar falowodowy Radar bezkontaktowy Przetwornik ultradźwięk.

→ Uwaga:
Sondy pojemnościowe
- kontynuacja na **str. 64**

3. Wybór metody pomiaru

B

Bezkontaktowe

Najlepsza propozycja

Metoda radarowa Micropilot M



FMR23x/24x

Metoda ultradźwiękowa Prosonic S/M



Zalety

- Trwałość i bezobsługowość
- Niewrażliwość na nadciśnienie/próżnię
- Uniwersalność ze względu na:
 - odporność na zmiany gęstości/lepkości
 - odporność chemiczną
 - regulowany zakres pomiarowy
 - bardzo niskie koszty eksploatacji

Dane techniczne

- Podłączenie elektryczne
- Dokładność pomiaru
- Temperatura procesowa
- Ciśnienie procesowe
- Przyłącze procesowe

2-przewodowe (HART, PA, FF)
±3 mm (opcjonalnie ±2 mm)
-60...400 °C
-1...160 bar
gwintowe, kołnierzone, higieniczne, aseptyczne
70 m

Ograniczenia metody (☹)

Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (😊)

☹ Duże spienienie lub parowanie
☹ Duża liczba przeszkód zakłócających wiązkę pomiarową
☹ Mała wartość DC (< 1,4)

☹ Radar falowodowy Sonda hydrostatyczna
☹ Radar falowodowy Sonda pojemnościowa Sonda hydrostatyczna Sonda hydrostatyczna

→ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na **str. 34**

- Odporność na zmiany gęstości i wysoką lepkość cieczy
- Efekt autoczyszczenia membrany czujnika
- Zintegrowana funkcja sygnalizacji poziomu
- Regulowany zakres pomiarowy

2-/4-przewodowe (HART, PA, DP, FF)
±2 mm lub ±0,2 % ustawionego zakresu
-40...105 °C
-0,3...3 bar
gwintowe, kołnierzone, Tri-Clamp
20 m

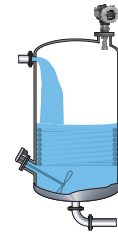
☹ Duże spienienie lub parowanie
☹ Duża liczba przeszkód zakłócających wiązkę pomiarową
☹ Duża prężność par nad cieczą

☹ Radar falowodowy Sonda hydrostat.
☹ Radar falowodowy Sonda pojemnościowa Sonda hydrostatyczna
☹ Radar bezkontaktowy Radar falowodowy

→ Uwaga:
Przetworniki ultradźwiękowe
- kontynuacja na **str. 58**

Zbiornik buforowy

- Wzburzona powierzchnia (np. ciągle, swobodne zalewanie zbiornika od góry, wtryskiwanie dodatków, mieszadło niskoobrotowe zabudowane z boku zbiornika)
- Montaż przyrządu bez stosowania rur wgłębnych
- Częściowo spieniona powierzchnia cieczy
- Występowanie nadciśnienia lub podciśnienia



B

Kontaktowe

Uzupełniająca propozycja

Metoda hydrostatyczna CeraBar S/M Deltabar S/M

PMC7x/PMC7x
PMC5x/PMC5xPMD7x/FMD7x
PMD55

- Odporność na spienienie cieczy
- Odporność na kształt i budowę wewnętrzną zbiornika
- Niezależność od stałej dielektrycznej cieczy (DC)

2-przewodowe (HART, PA, FF)
±0,075 % zakresu (typowo 3...10 mm)
-70...400 °C
700 bar
gwintowe, kołnierzone, higieniczne, aseptyczne
typowo do 100 m (10 bar)

☹ Zmiany gęstości cieczy

☹ Radar falowodowy Radar bezkontaktowy
☹ Radar bezkontaktowy Przetwornik ultradźwiękowy

☹ Krystalizacja, osady na sondzie lub duża lepkość cieczy
☹ Mała wartość DC (< 1,4)

→ Uwaga:
Sondy hydrostatyczne
- kontynuacja na **str. 68**

Radar falowodowy Levelflex M/Levelflex

FMP5x
FMP4x

- Odporność na zmiany gęstości cieczy, wzburzenie cieczy i zaporowanie
- Duża liczba elementów wewnętrznych zbiornika nie zakłóca pomiaru
- Możliwość detekcji rozdziłu faz

2-przew. (HART, PA, FF)/4-przew. HART
±2 mm
-196...450 °C
-1...400 bar
gwintowe, kołnierzone, higieniczne, aseptyczne
10 m (sonda prętowa), 45 m (linowa)
6 m (koncentryczna)

☹ Duże naprężenia boczne

☹ Radar bezkontaktowy Sonda hydrostatyczna
☹ Radar bezkontaktowy Przetwornik ultradźwiękowy Sonda hydrostatyczna

☹ Krystalizacja, osady na sondzie lub duża lepkość cieczy
☹ Mała wartość DC (< 1,4)

→ Uwaga:
Radary falowodowe
- kontynuacja na **str. 52**

Metoda pojemnościowa Liquicap M



FMI5x

- Dla małych zbiorników szybko napełnianych i opróżnianych
- Niewrażliwość na wymiary króćców i przeszkody zakłócające w zbiorniku
- Brak martwej strefy

2-przewodowe (HART)
±5 mm lub 2% długości sondy
-80...200 °C
-1...100 bar
gwintowe, kołnierzone, higieniczne, aseptyczne
4 m (sonda prętowa), 10 m (sonda linowa)

☹ Przewodność 1...100 µS/cm w kombinacji ze zmienną DC

☹ Wytrącanie się osadów przewodzących na sondzie
☹ Duże naprężenia boczne

☹ Radar falowodowy Radar bezkontaktowy
☹ Radar bezkontaktowy Przetwornik ultradźwięk. Radar bezkontaktowy

→ Uwaga:
Sondy pojemnościowe
- kontynuacja na **str. 64**

3. Wybór metody pomiaru

Notatki

B

Zbiornik odbiorczy/zrzutowy
(np. instalacja napełniania butelek)

- Bardzo szybkie napełnianie i opróżnianie
- Spienienie powierzchni cieczy
- Występowanie nadciśnienia/próżni
- Szybkie zmiany temperatury (sterylizacja, mycie)
- Małe zakresy pomiarowe ($< 1\text{ m}$)



B

Kontaktowe

Najlepsza propozycja

Metoda pojemnościowa
Liquicap M

FMI5x

Radar falowodowy
Levelflex M/LevelflexFMP5x
FMP4x

Metoda hydrostatyczna
Deltapilot S/M
Cerabar S/M



FMB70/50

Zalety	■ Czas odpowiedzi < 300 ms ■ Odporność na spienienie i wzburzoną powierzchnię ■ Maksymalne wykorzystanie objętości zbiornika – brak martwej strefy ■ Odporność na kształt i budowę wewn. zbiornika	■ Odporność na zmiany gęstości i wzburzoną powierzchnię ■ Duża liczba elementów wewnętrznych zbiornika nie zakłóca pomiaru ■ Możliwość demontażu głowicy przetwornika i pozostawienia falowodu w sterylnym zbiorniku		■ Krótki czas odpowiedzi ■ Odporność na spienienie i wzburzoną powierzchnię ■ Odporność na kształt i budowę wewnętrzną zbiornika ■ Niezależność od stałej dielektrycznej cieczy (DC)
Dane techniczne ■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura procesowa ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe ■ Maksymalny zakres pomiarowy	2-przewodowe (HART) ±5 mm lub 2% długości sondy -80...200 °C -1...100 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 4 m (sonda przetłowa), 10 m (sonda linowa)	2-przewodowe (HART, PA, FF) 4-przewodowe HART ±2 mm -190...450 °C -1...400 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 10 m (sonda przetłowa), 45 m (linowa), 6 m (koncentryczna)		2-przewodowe (HART, PA, FF) ±0,075 % zakresu (3...100 mm) -70...400 °C 700 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne typowo do 100 m (10 bar)
Ograniczenia metody (⚠) Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (👉)	👉 Przewodność cieczy 1...100 μS/cm w kombinacji ze zmienną DC	👉 Sonda hydrostat. 👉 Bardzo szybkie napełnianie i/lub opróżnianie 👉 Wysoka dokładność pomiaru przy przyłączu i/lub przy końcu sondy 👉 Mała wartość DC (< 1.4)	👉 Sonda pojemn. 👉 Sonda pojemn. 👉 Sonda hydrostat.	👉 Zmiany gęstości cieczy Pomiary w trakcie sterylizacji i mycia 👉 Stosunek nadciśnienia do ciśnienia hydrostatycznego maks. 6:1 przy pomiarach typu „electronic dP”

→ Uwaga:
Sondy pojemnościowe
- kontynuacja na **str. 64**

→ Uwaga:
Radary falowodowe
- kontynuacja na **str. 52**

→ Uwaga:
Sondy hydrostatyczne
- kontynuacja na **str. 68**

3. Wybór metody pomiaru

B

Bezkontaktowe

Najlepsza propozycja

Metoda radarowa
Micropilot M



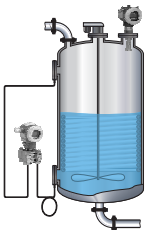
FMR23x/24x

Metoda ultradźwiękowa
Prosonic S/M



Zalety	- Trwałość i bezobsługowość - Niewrażliwość na nadciśnienie/próżnię - Uniwersalność ze względu na: - odporność na zmiany gęstości/lepkości - odporność chemiczną - regulowany zakres pomiarowy - bardzo niskie koszty eksploatacji	- Odporność na zmiany gęstości i wysoką lepkość cieczy - Efekt autoczyszczenia membrany czujnika - Wbudowana funkcja sygnalizacji poziomu - Regulowany zakres pomiarowy - Duża częstotliwość próbkowania (wersje 4-przewodowe)
Dane techniczne - Podłączenie elektryczne - Dokładność pomiaru - Temperatura procesowa - Ciśnienie procesowe - Przyłącze procesowe - Maksymalny zakres pomiarowy	2-przewodowe (HART, PA, FF) ±3 mm (opcjonalnie ±2 mm) -60...400 °C -1...160 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 70 m	2-/4-przewodowe (HART, PA, DP, FF) ±2 mm lub ±0,2 % ustawionego zakresu -40...105 °C -0,3...3 bar gwintowe, kołnierzowe, Tri-Clamp 20 m
Ograniczenia metody (☹) Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (☺)	☹ Duże spienienie lub parowanie ☹ Skrajnie duże wzburzenie cieczy ☹ Duża liczba przeszkód zakłócających wiązkę pomiarową ☹ Mała wartość DC (< 1,4) } Sonda hydrostatycz.	☹ Duże spienienie lub parowanie ☹ Duża liczba przeszkód zakłócających pomiar ☹ Skrajnie duże wzburzenie cieczy ☹ Duża prężność par } Sonda hydrostatycz. ☹ Radar bezkontakt.

→ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na **str. 34**



B

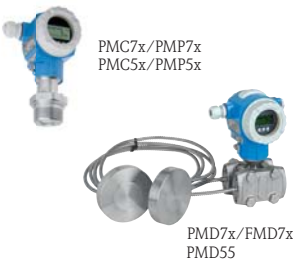
Zbiornik procesowy z mieszadłem

- Wzburzona powierzchnia cieczy
- Tworzenie się piany na powierzchni cieczy
- Mieszadło obrotowe (< 60 obr./min)
- Występowanie nadciśnienia/próżni
- Preferowany montaż przyrządu od góry zbiornika bez stosowania rury wstępnej
- Możliwa obecność np. węzownicz grzejnych w zbiorniku

Kontaktowe

Uzupełniająca propozycja

Metoda hydrostatyczna
Deltabar S/M
Cerabar S/M



- Łatwe i szybkie uruchomienie - Tradycyjna metoda pomiarowa - Niewrażliwość na: - kształt zbiornika - budowę wewnętrzną zbiornika - spienienie/wzburzenie cieczy
2-przewodowe (HART, PA, FF) ±0,075 % zakresu (typowo 3...10 mm) -70...400 °C 700 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne typowo do 100 m (10 bar)
☹ Zmiany gęstości cieczy ☹ Krystalizacja lub osady na sondzie ☹ Częste i duże zmiany temperatury otoczenia } Radar bezkontakt., przetwornik ultradźwiękowy ☹ Radar bezkontaktowy, hydrostatyczny „electronic dP“

→ Uwaga:
Sondy hydrostatyczne
- kontynuacja na **str. 68**

3. Wybór metody pomiaru

B

Bezkontaktowe

	Uzupełniająca propozycja	
	Metoda radarowa Micropilot M  FMR23x/24x	Metoda ultradźwiękowa Prosonic S/M (rozdzielny)  FMU90 (kompaktowy)  FMU4x  FDU9x
Zalety	■ Odporność na zmiany gęstości cieczy ■ Możliwość montażu na zaworze kulowym ■ Niewrażliwość na nadciśnienie/próżnię ■ Odporność chemiczna ■ Bardzo niskie koszty eksploatacji	■ Odporność na zmiany gęstości ■ Efekt autoczyszczenia membrany czujnika ■ Wbudowana funkcja sygnalizacji poziomu ■ Niewrażliwość na materiał rury węgłnej
Dane techniczne	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura procesowa ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe 2-przewodowe (HART, PA, FF) ±3 mm (opcjonalnie ±2 mm) -60...400 °C -1...160 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 70m	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura procesowa ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe 2-/4-przewodowe (HART, PA, DP, FF) ±2 mm lub ±0,2 % ustawionego zakresu -40...105 °C -0,3...3 bar gwintowe, kołnierzowe, Tri-Clamp 20m
Ograniczenia metody (⚠)	⚠ Zmiany średnicy lub niska jakość rury ⚠ Układ i wielkość otworów rury ⚠ Rura plastikowa ⚠ Wartość DC < 1,4	⚠ Duża prężność par ⚠ Zmiany średnicy lub niska jakość rury węgłnej
Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (👉)	👉 Radar falowodowy Sonda pojemność. 👉 Radar falowodowy Sonda pojemność. 👉 Przetwornik ultradźwiękowy Radar falowodowy 👉 Serwo + pływak¹⁾	👉 Radar falowodowy Radar bezkontaktowy 👉 Radar falowodowy Sonda pojemność.

¹⁾ Prosimy o kontakt z Endress+Hauser Polska

➔ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na **str. 34**

➔ Uwaga:
Przetworniki ultradźwiękowe
- kontynuacja na **str. 58**

Rura węgłna

- Zabudowa rury węgłnej wewnątrz zbiornika
- Typowe średnice rury DN 40...150

Kontaktowe

	Najlepsza propozycja	
	Radar falowodowy Levelflex M/Levelflex  FMP5x FMP4x	Sonda pojemnościowa Liquicap M  FM15x
	■ Odporność na zmiany gęstości cieczy ■ Niewrażliwość na niską jakość wykonania rury węgłnej ■ Odporność na nadciśnienie/próżnię ■ Możliwa równoczesna detekcja rozdziłu faz	■ Bardzo krótki czas odpowiedzi pomiarowej sondy ■ Niewrażliwość na niską jakość wykonania rury węgłnej ■ Możliwa detekcja rozdziłu faz
	2-przew. (HART, PA, FF)/4-przew. HART ±2 mm -196...450 °C -1...400 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 10m (sonda prętowa), 6m (koncentryczna), 45m (sonda linowa), dłuższe - na zamówienie	2-przewodowe (HART) ±5 mm lub 2% długości sondy -80...200 °C -1...100 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 4m (sonda prętowa), 10m (sonda linowa)
	⚠ Ciecze o dużej lepkości (> 1000 cSt) ⚠ Mała wartość DC (< 1,4)	⚠ Radar bezkontaktowy Przetwornik ultradźwiękowy Serwo+pływak¹⁾
	👉 Przewodność 1...100 µS/cm w kombinacji ze zmienną DC	👉 Radar falowodowy Radar bezkontaktowy

➔ Uwaga:
Radary falowodowe
- kontynuacja na **str. 52**

➔ Uwaga:
Sondy pojemnościowe
- kontynuacja na **str. 64**

3. Wybór metody pomiaru

B

Bezkontaktowe

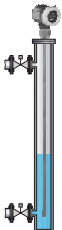
	Metoda radarowa Micropilot M  FMR23x/24x	
Zalety	■ Odporność na zmiany gęstości cieczy ■ Możliwość montażu na zaworze kulowym ■ Niewrażliwość na nadciśnienie/próżnię ■ Odporność chemiczna ■ Bardzo niskie koszty eksploatacji	
Dane techniczne	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura procesowa ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe ■ Maksymalny zakres pomiarowy	
Ograniczenia metody (☹)	☹ Duże spienienie ☹ lustra cieczy ☹ Niska jakość ☹ bypass-u ☹ Mała wartość DC (<1,4) ☹ Radar falowodowy Sonda pojemnościowa ☹ Radar falowodowy Sonda pojemnościowa ☹ Sonda hydrostatyczna¹⁾	
Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (☺)		

➔ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na **str. 34**

¹⁾ Szczegóły na str. 68

Rura poziomowskazowa (bypass)

- Pomiary w rurze metalowej - naczyniu połączonym ze zbiornikiem
- Pomiary w komorach nurnikowych i/lub pływakowych
- Typowe średnice rury DN 40...150



B

Kontaktowe

Najlepsza propozycja Radar falowodowy Levelflex M/Levelflex  FMP5x FMP4x		Metoda pojemnościowa Liquicap M  FMI5x
■ Odporność na zmiany gęstości cieczy ■ Niewrażliwość na niską jakość bypass-u oraz obecność króćców łączeniowych ■ Odporność na nadciśnienie/próżnię ■ Odporność chemiczna		■ Najlepsze rozwiązanie dla małych zbiorników gwałtownie napełnianych i opróżnianych ■ Odporność na dużą liczbę elementów budowy wewnętrznej zbiornika ■ Pełne wykorzystanie objętości zbiornika
2-przew. (HART, PA, FF)/4-przew. HART ±2 mm -196...450 °C -1...400 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 10 m (sonda prętowa), 6 m (koncentryczna), 45 m (sonda linowa)		2-przewodowe (HART) ±5 mm lub 2% długości sondy -80...200 °C -1...100 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 4 m (sonda prętowa), 10 m (sonda linowa)
☹ Wytrącanie się osadów, wysoka lepkość cieczy i/lub krystalizacja ☹ Mała wartość DC (<1,4)	☹ Radar bezkontaktowy ☹ Sonda hydrostatyczna ¹⁾	☹ Przewodność 1...100 µS/cm w kombinacji ze zmienną DC ☹ Wytrącanie się osadów przewodzących
		☹ Radar falowodowy Radar bezkontaktowy ☹ Radar falowodowy Radar bezkontaktowy

➔ Uwaga:
Radary falowodowe
- kontynuacja na **str. 52**

➔ Uwaga:
Sondy pojemnościowe
- kontynuacja na **str. 64**

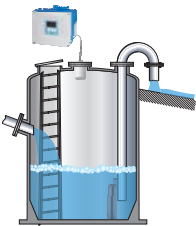
3. Wybór metody pomiaru

B

Bezkontaktowe

Najlepsza propozycja		
Metoda ultradźwiękowa Prosonic S/M		Metoda radarowa Micropilot M
(rozdzielny)  FMU90  FDU9x (kompaktowy)  FMU4x		  FMR23x/24x
Zalety	■ Wysoka trwałość i bezobsługowość ■ Szybki montaż i łatwe uruchomienie ■ Podgrzewanie membrany czujnika zapobiegające kondensacji, oszronieniu i zamarzaniu ■ Wbudowane funkcje sterowania pompami	■ Wysoka trwałość i bezobsługowość ■ Sygnał mikrofalowy odporny na warunki atmosferyczne ■ Niewrażliwość na gradient temperatury między anteną a lustrem cieczy
Dane techniczne	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura procesowa ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura procesowa ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe
	2-/4-przewodowe (HART, PA, DP, FF) ±2 mm lub ±0,2 % ustawionego zakresu -40...105 °C -0,3...3 bar gwintowe, kołnierzowe	2-przewodowe (HART, PA, FF) ±3 mm (opcjonalnie ±2 mm) -60...400 °C -1...160 bar gwintowe, kołnierzowe
	Maksymalny zakres pomiarowy 20 m	70 m
Ograniczenia metody (🔧)	🔧 Duże spienienie lustra cieczy 🔧 Skrajnie duże turbulencje cieczy 🔧 Duża liczba przeszkód zakłócających wiązkę pomiarową	🔧 Duże spienienie lustra cieczy 🔧 Skrajnie duże turbulencje cieczy 🔧 Duża liczba przeszkód zakłócających
Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (🔧)	Sonda hydrostatyczna	Sonda hydrostatyczna
→ Uwaga: Przetworniki ultradźwiękowe - kontynuacja na str. 58		→ Uwaga: Radary bezkontaktowe - kontynuacja na str. 34

Przepompownia
Zbiornik przelewowy
Basen wody deszczowej



B

Kontaktowe

Uzupełniająca propozycja			
Metoda hydrostatyczna Deltapilot M Waterpilot		Metoda pojemnościowa Liquicap M	
			
FMB5x FMX21 FMX167		FMI5x	
■ Odporność na spienienie i wzburzenie powierzchni cieczy ■ Niezależność od budowy wewnętrznej zbiornika ■ Czujnik ceramiczny odporny na ścieranie i obrastanie		■ Najlepsze rozwiązanie dla małych zbiorników gwałtownie napełnianych i opróżnianych ■ Odporność na dużą liczbę elementów budowy wewnętrznej zbiornika ■ Pełne wykorzystanie objętości zbiornika	
2-przewodowe (HART, PA, FF) ±0,1 % zakresu (typowo 3...10mm) -10...80 °C ciśnienie otoczenia gwintowe, kołnierzowe, zacisk z regulacją głębokości zanurzenia typowo do 100 m (10 bar)		2-przewodowe (HART) ±5 mm lub 2% długości sondy -80...200 °C -1...100 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne	
4 m (sonda prętowa), 10 m (sonda linowa)			
 Intensywna sedimentacja części stałych w dnie zbiornika	 Przetwornik ultradźwiękowy Radar bezkontaktowy	 Przewodność cieczy 1...100 µS/cm w kombinacji ze zmienną DC	 Przetwornik ultradźwiękowy Sonda hydrostatyczna
		 Wytrącanie się osadów przewodzących	 Przetwornik ultradźwiękowy
→ Uwaga: Sondy hydrostatyczne - kontynuacja na str. 68		→ Uwaga: Sondy pojemnościowe - kontynuacja na str. 64	

3. Wybór metody pomiaru

B

Bezkontaktowe

Najlepsza propozycja

Metoda ultradźwiękowa
Prosonic S/M



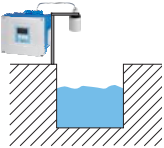
Metoda radarowa
Micropilot M



Zalety	- Wysoka trwałość i bezobsługowość - Jednoczesny pomiar poziomu i przepływu - Podgrzewanie membrany czujnika zapobiegające kondensacji, oszronieniu i zamarzaniu - Wbudowane sterowanie próbopobierakiem	- Wysoka trwałość i bezobsługowość - Sygnał mikrofalowy odporny na warunki atmosferyczne - Niewrażliwość na gradient temperatury między anteną a lustrem cieczy
Dane techniczne - Podłączenie elektryczne - Dokładność pomiaru - Temperatura procesowa - Ciśnienie procesowe - Przyłącze procesowe - Maksymalny zakres pomiarowy	2-/4-przewodowe (HART, PA, DP, FF) ±2mm lub ±0,2 % ustawionego zakresu -40...105 °C -0,3...3 bar gwintowe, kołnierzowe 20m	2-przewodowe (HART, PA, FF) ±3mm (opcjonalnie ±2mm) -60...400 °C -1...160 bar gwintowe, kołnierzowe 70m
Ograniczenia metody (🔊) Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (🔊)	🔊 Duże spienienie lustra cieczy 🔊 Skrajnie duże turbulencje cieczy 🔊 Duża liczba przeszkód zakłócających wiązkę pomiarową } Sonda hydrostatyczna	🔊 Duże spienienie lustra cieczy 🔊 Skrajnie duże turbulencje cieczy 🔊 Duża liczba przeszkód zakłócających wiązkę pomiarową } Sonda hydrostatyczna

➔ Uwaga:
Przetworniki ultradźwiękowe
- kontynuacja na **str. 58**

➔ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na **str. 34**



Pomiary poziomu/przepływu
w kanałach grawitacyjnych

- Ryzyko całkowitego zalania przyrządu
- Spieniona i/lub wzburzona powierzchnia cieczy
- Obrastanie czujnika i wytrącanie się osadów
- Ryzyko zamarzania
- Sedymentacja części stałych
- Otwarty kanał grawitacyjny lub podziemny kanał/studzienka

Kontaktowe

Metoda hydrostatyczna
Deltapilot S
Waterpilot



- Odporność na spienienie i wzburzenie powierzchni cieczy - Czujnik ceramiczny odporny na ścieranie i obrastanie - Szybki montaż i łatwe uruchomienie	
2-przewodowe (HART, PA, FF) ±0,1 % zakresu (typowo 3...10mm) -10...80 °C ciśnienie otoczenia gwintowe, kołnierzowe, zacisk z regulacją głębokości zanurzenia typowo do 100m (10 bar)	
🔊 Intensywna sedymentacja części stałych w dnie kanału grawitacyjnego/studzienki } Przetwornik ultradźwiękowy Radar bezkontaktowy	

➔ Uwaga:
Sondy hydrostatyczne
- kontynuacja na **str. 68**

3. Wybór metody pomiaru

B

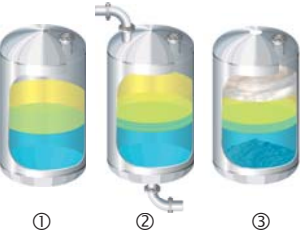
Bezkontaktowe

	Metoda radiometryczna¹⁾ Gammapiot M ① ② ③ FQG6x FMG60 	
Zalety	■ Bardzo wysoka trwałość i dyspozycyjność ■ Odporność na złoże emulsji międzywarstwowych ■ Możliwość detekcji wielofazowości i/lub sedimentacji ■ Najlepsze rozwiązanie pomiaru dla skrajnie trudnych warunków technologicznych (wysokie temperatury i ciśnienia, media agresywne chemicznie i/lub ściernie) ■ Bardzo wysokie bezpieczeństwo ludzi dzięki 10-krotnie niższym aktywnościom izotopów względem innych rozwiązań rynkowych ■ Obsługa układu pomiarowego „pod klucz” po stronie Endress+Hauser, łącznie z utylizacją izotopów	
Dane techniczne	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura procesowa ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe 4-przewodowe (HART, PA, FF) ±1 % zakresu ustawionego bez ograniczeń (metoda bezinwazyjna) bez ograniczeń (metoda bezinwazyjna) armatura montażowa dla detektora, kołnierz dla pojemnika bez ograniczeń (możliwe łączenie kaskadowe detektorów)	
Ograniczenia metody (⚠)	⚠ Konieczna kalibracja „na mokro” ⚠ Zmiany gęstości cieczy wpływają na dokładność detekcji rozdziálu faz ⚠ Pomiar łącznego poziomu wymaga użycia dodatkowego izotopu ⚠ Skrajnie duże wahania ciśnienia gazów ⚠ Konieczność spełnienia wymagań prawnych ochrony radiologicznej	

¹⁾ Aby uzyskać szczegółowe informacje, prosimy o kontakt z Endress+Hauser Polska

Detekcja rozdziálu faz

- ① Dwie ciecz bez emulsji międzywarstwowej
② Dwie ciecz z emulsją międzywarstwową
③ Detekcja wielu warstw cieczy z możliwą emulsją i sedimentacją



B

Kontaktowe

Najlepsza propozycja Radar falowodowy Levelflex M/Levelflex ① ② FMP5x FMP4x 	Metoda pojemnościowa Liquicap M ① ② FMI5x 	Sonda pływakowa z serwosterowaniem¹⁾ Proservo ① ② NMS5x 
■ Jednoczesny pomiar poziomu i detekcja rozdziálu faz ■ Brak konieczności kalibracji „na mokro” ■ Wysoka dokładność pomiaru ■ Odporność na zmiany gęstości cieczy ■ Odporność na złoże emulsji międzywarstwowej (FMP55) ■ Łatwa zabudowa w istniejących komorach nurnikowych/piywakowych	■ Czas odpowiedzi < 300 ms ■ Brak konieczności kalibracji „na mokro” ■ Maksymalne wykorzystanie objętości zbiornika – brak martwej strefy ■ Odporność na złoże emulsji międzywarstwowej ■ Łatwa zabudowa w istniejących komorach nurnikowych/piywakowych ■ Najlepsza metoda dla małych zbiorników	■ Jednoczesny pomiar łącznego poziomu, gęstości, 16-pkt. profilu gęstości, detekcja rozdziálu faz cieczy i ilości wody dennej ■ Tradycyjna, sprawdzona metoda pomiaru ■ Wysoka dokładność i powtarzalność ■ Dopuszczenie GUM do pracy na zbiornikach w składach podatkowych
2-przew. (HART, PA, FF)/4-przew. HART ±2 mm -196...450 °C -1...400 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 10 m (sonda prętowa), 45 m (linowa), 6 m (koncentryczna)	2-przewodowe (HART) ±5 mm lub 2% długości sondy -80...200 °C -1...100 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 4 m (sonda prętowa), 10 m (sonda linowa)	4-przewodowe (MODBUS, HART) ±0,7 mm -200...200 °C -1...25 bar kołnierzowe 36 m (na życzenie większy)
⚠ Zmiany DC górnej warstwy cieczy pogarszają dokładność detekcji ⚠ DC jednej z warstw maks. równa 10 ⚠ Różnica DC między warstwami > 10 ⚠ Grubość górnej warstwy min. 60 mm ⚠ Wrażliwość na wysoką lepkość cieczy	⚠ Różnica DC między warstwami > 10 ⚠ Jedna z cieczy musi być nieprzewodząca ⚠ Nieprzewodzące osady pogarszają dokładność detekcji rozdziálu faz ⚠ Pomiar łącznego poziomu w zbiorniku wymaga użycia drugiego przyrządu	⚠ Różnica w gęstościach między sąsiadującymi cieczami > 0,1 g/cm³ ⚠ Wrażliwość na osady i oblepianie ⚠ Konieczność oczekiwania na wynik po uruchomieniu funkcji detekcji

➔ Uwaga:
Radary falowodowe
- kontynuacja na **str. 52**

➔ Uwaga:
Sondy pojemnościowe
- kontynuacja na **str. 64**

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Radar bezkontaktowy Micropilot

C

Wymagane informacje o aplikacji

- Ciśnienie i temperatura
- Zakres pomiarowy
- Oczekiwana dokładność pomiaru
- Stała dielektryczna medium (DC)
- Wymagana kompatybilność chemiczna materiałów radaru
- Średnica i wysokość króćca
- W przypadku rur wstępnych, poziomowskazowych, komór nurnikowych/pływakowych: wewnętrzna średnica rury

Ograniczenia zastosowań radarów bezkontaktowych

- T < -60 °C lub T > 400 °C
- P > 160 bar
- Zakres pomiarowy > 70 m
- Stała dielektryczna < 1,4
- Przyłącze procesowe < 1½"

Wskazówka!

W pierwszej kolejności proszę rozważać zastosowanie anteny stożkowej o możliwie największej średnicy.

Stała dielektryczna medium (DC)

Stopień odbicia sygnału mikrofalowego jest zależny od stałej dielektrycznej medium (DC). Tabela na sąsiedniej stronie przedstawia podział mediów na grupy ze względu na wartość DC. W przypadku medium o stałej dielektrycznej, której wartość nie jest znana, zalecamy rozważanie wartości DC równej 1,9. Jest to gwarancją rzetelności pomiaru poziomu przy pomocy wybranego radaru, jeśli pozostałe zalecenia odnośnie jego użytkowania są wypełnione.

Zalety

- Pomiar bezkontaktowy i bezobsługowy
- Brak części ruchomych - bardzo niskie koszty eksploatacji
- Odporność na zmiany gęstości cieczy i jej wysoką lepkość
- Niewrażliwość na nadciśnienie/próżnię
- Możliwość pomiaru z zewnątrz zbiornika tworzywowego (np. wykonanego z PVC, włókna węglowego itp.)

Grupa mediów	Wartość DC	Przykłady
A	1,4...1,9	ciecze nieprzewodzące ¹⁾ , np. LPG
B	1,9...4	ciecze nieprzewodzące, np. benzen, oleje, toluen...
C	4...10	np. stężone kwasy, rozpuszczalniki organiczne, estry, alkohole, aceton...
D	> 10	ciecze przewodzące, roztwory wodne, rozcieńczone kwasy i zasady

- ¹⁾ Amoniak (NH₃) należy traktować jako medium należące do grupy A, tj. przy pomiarach z użyciem FMR230 zawsze stosować rury wstępne
- Zakres pomiarowy > 40 m → FMR24x (proszę wybrać „Zwiększona dynamika sygnału, zakres pomiaru 70 m”, „F” lub „G” w opcjach dodatkowych kodu zamówieniowego radaru)
- Dokładność pomiaru lepsza niż ±3mm → proszę wybrać radar Micropilot S FMR5xx (±1 mm) lub skonsultować z Endress+Hauser Polska sposób zamówienia radaru Micropilot M FMR24x o dokładności pomiaru ±2 mm
- Na życzenie Klienta Endress+Hauser dostarcza świadectwo wzorcowania radaru na stanowisku fabrycznym z akredytacją metrologiczną OIML R85 NMi (Nederlands Meetinstituut)

C

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Radar bezkontaktowy

	Micropilot M FMR230 	Micropilot M FMR231 	Micropilot M FMR240 
Dane techniczne - Pasma sygnału - Ciśnienie procesowe - Temperatura procesowa - Dokładność pomiaru - Przyłącze procesowe - Materiały zwilżane radaru - Zakres pomiarowy - Dławienie gazoszczelne - Wzorcowanie	C ¹⁾ -1...160 bar -60...400 °C ±10 mm DN80...250 316L/1.4435, Alloy C, PTFE, ceramika, emalia, uszczelnienia anteny 20 m standard opcja	C ¹⁾ -1...40 bar -40...150 °C ±10 mm 1½", DN50...150, higieniczne 316L/1.4435, PPS, PTFE, PVDF, uszczelnienia anteny 20 m opcja opcja	K ²⁾ -1...40 bar -40...150 °C ±3 mm (opcjonalnie ±2 mm) ±10 mm 1½", DN50...150, Tri-Clamp 316L/1.4435, Alloy C, PTFE, uszczelnienia anteny 40 m (opcja 70 m) opcja opcja
Zastosowania			
Poziomy cylindryczny zbiornik magazynowy	-	-	+
Pionowy zbiornik magazynowy	O	O	+
Zbiornik buforowy	O	O	+
Zbiornik odbiorczy/zrzutowy	-	-	-
Zbiornik procesowy z mieszaniną	+	+	+
Rura węglna	O	-	+
Rura poziomowskazowa	O	-	O
Przepompownia	-	-	+
Kanały grawitacyjne Studzienki	-	-	O
Ograniczenia zastosowań (🔧)	🔧 Brak rury węglna i króciec < 6"	🔧 FMR231 FMR240 FMR245 FMR245	🔧 Wysokość króćca > 250 mm 🔧 Mała wartość DC
Model odporny na ograniczenie (🔧)	🔧 Rura węglna, króciec z zaworem kulowym 🔧 Wymagania higieniczne 🔧 Brak metalowych elementów zwilżanych	🔧 FMR231 FMR245	🔧 Lotny amoniak w zbiorniku 🔧 Wytrącanie się osadów w antenie 🔧 Wymagania higieniczne 🔧 Brak metalowych elementów zwilżanych 🔧 Pomiar rozliczeniowy

36

+ = zalecane O = przestrzegać ograniczeń - = odradzane

Micropilot M FMR244 	Micropilot M FMR245 	Micropilot S FMR53x 	Micropilot S FMR540 
K ²⁾ -1...3 bar -40...130 °C ±3 mm (opcjonalnie ±2 mm) 1½", DN80...150 PTFE, PVDF, PP, uszczelnienia anteny 40 m (opcja 60 m) niedostępne opcja	K ²⁾ -1...16 bar -40...200 °C ±3 mm (opcjonalnie ±2 mm) DN50...150, higien., aseptyczne PTFE 40 m (opcja 70 m) opcja opcja	C ¹⁾ -1...64 bar -40...200 °C ±0,5 mm (NMI, PTB) DN80...250 316Ti/1.4571, PTFE, 316L/1.4435, uszczelnienia anteny 40 m standard standard	K ²⁾ -1...16 bar -40...200 °C ±0,5 mm (NMI, PTB) DN80...200 316L/1.4435, PTFE, PEEK, uszczelnienia anteny 40 m standard standard
O	+	-	-
+	+	+	+
+	+	-	-
-	-	-	-
O	+	-	-
-	+	+	-
-	+	-	-
+	+	-	-
+	O	-	-
🔧 Lotny amoniak w zbiorniku 🔧 Wytrącanie się osadów na antenie 🔧 Wymagania higieniczne 🔧 Wymagane elementy zwilżane z PFA 🔧 Pomiar rozliczeniowy	🔧 FMR230 w rurze węglna 🔧 FMR230 +przedmuch anteny 🔧 FMR231 FMR245 FMR5xx	🔧 Lotny amoniak w zbiorniku 🔧 Wytrącanie się osadów na antenie 🔧 Pomiar rozliczeniowy 🔧 Mała wartość DC + wysoki króciec 🔧 FMR230 w rurze węglna 🔧 FMR230 +przedmuch anteny 🔧 FMR5xx 🔧 FMR240	🔧 Brak rury węglna i dużo przeszkód zakłócających 🔧 FMR540 🔧 Wytrącanie się osadów na antenie 🔧 Wymagany pomiar w rurze węglna 🔧 FMR53x 🔧 FMR532

¹⁾ Pasma C: 6 GHz
²⁾ Pasma K: 26 GHz

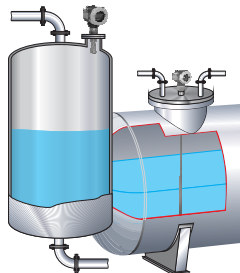
37

4. Wybór przyrządu pomiarowego

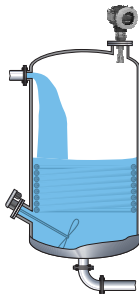
Radar bezkontaktowy Micropilot

Zakres pomiarowy dla Micropilot M FMR230/FMR231
w zależności od typu zbiornika, rodzaju medium
i warunków procesowych

Zbiornik magazynowy¹⁾
Spokojna powierzchnia cieczy
(np. napełnianie od dołu, przez rurę zalewową
lub sporadycznie od góry)



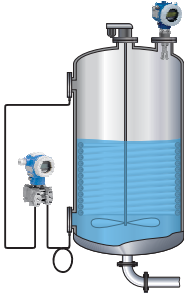
Zbiornik buforowy¹⁾
Wzburzona powierzchnia (np. ciągle, swobodne
zalewanie zbiornika od góry, wtryskiwanie
dodatku, mieszadło niskoobrotowe
zabudowane z boku zbiornika)



Średnica anteny stożkowej				
FMR230	150 mm/6"	200 mm/8" 250 mm/10"	150 mm/6"	200 mm/8" 250 mm/10"
FMR231	Antena prętowa	—	Antena prętowa	—
Zakres pomiarowy w metrach				
Grupa mediów A: DC = 1,4...1,9 B: DC = 1,9...4 C: DC = 4...10 D: DC = > 10	B	C	D	B
	10	15	20	15
	5	7,5	10	7,5
	7,5	10	12,5	20

¹⁾ Dla mediów z grupy A proszę użyć rury wgłębnej lub poziomowskazowej (20 m).
²⁾ Dla mediów z grupy A i B proszę użyć węższej rury wgłębnej w szerokim poziomowskazie lub radaru Levelflex FMP5x z sondą koncentryczną.

**Zbiornik procesowy
z mieszadłem obrotowym¹⁾**
Wzburzona powierzchnia cieczy,
podgrzewanie cieczy, wtryskiwanie dodatków,
prędkość obrotowa mieszadła < 60 obr./min



Rura wgłębna



Rura poziomowskazowa²⁾



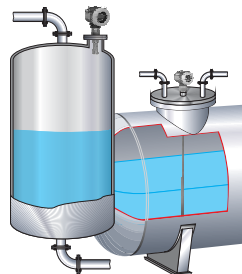
150 mm/6"	200 mm/8" 250 mm/10"	80...250 mm/3...10"	80...250 mm/3...10"
Antena prętowa	—	—	—
B	B	A, B, C, D	C, D
4	6	20	20
6	8		
8	10		

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Radar bezkontaktowy Micropilot

Zakres pomiarowy dla Micropilot M FMR240/FMR244/FMR245
w zależności od typu zbiornika, rodzaju medium
i warunków procesowych

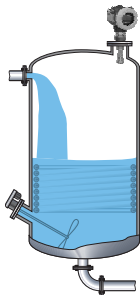
Zbiornik magazynowy/Kanał grawitacyjny
Spokojna powierzchnia cieczy
(np. napełnianie od dołu, przez rurę zalewową
lub sporadycznie od góry)



Średnica anteny stożkowej				
FMR240	40 mm / 1½"	50 mm/2"	80 mm/3"	100 mm/4"
FMR244	40 mm / 1½"	—	80 mm/3"	—
FMR245	—	50 mm/2"	80 mm/3"	—
Zakres pomiarowy w metrach				
Grupa mediów A: DC = 1,4...1,9 B: DC = 1,9...4 C: DC = 4...10 D: DC = >10	A	B	C	D
	3 5	5 8	10 15	15 25
Podstawowy zakres pomiarowy: 40m	4 8	8 12	15 25	35
	10 15	20 25	30 40	40 60
Poszerzony zakres pomiarowy: 70m ¹⁾	10 15	25 30	40 45	70

¹⁾ W opcjach dodatkowych kodu zamówieniowego radaru proszę wybrać „F” lub „G” (Zwiększona dynamika sygnału, zakres pomiarowy 70 m).

Zbiornik buforowy/Przepompownia
Wzburzona powierzchnia cieczy
(np. ciągłe, swobodne zalewanie zbiornika
od góry, wtryskiwanie dodatków, mieszadło
niskoobrotowe zabudowane z boku zbiornika)



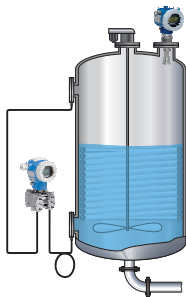
Średnica anteny stożkowej				
40 mm / 1½"	50 mm/2"	80 mm/3"	100 mm/4"	
40 mm / 1½"	—	80 mm/3"	—	
—	50 mm/2"	80 mm/3"	—	
Zakres pomiarowy w metrach				
Grupa mediów A: DC = 1,4...1,9 B: DC = 1,9...4 C: DC = 4...10 D: DC = >10	A	B	C	D
	2 5	3 5	5 10	15 25
Podstawowy zakres pomiarowy: 40m	4 5	7,5 10	10 15	15 25
	10 15	25 30	40 45	70
Poszerzony zakres pomiarowy: 70m ¹⁾	10 15	25 30	40 45	70

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Radar bezkontaktowy Micropilot

Zakres pomiarowy dla Micropilot M FMR240/FMR244/FMR245
w zależności od typu zbiornika, rodzaju medium
i warunków procesowych

**Zbiornik procesowy
z mieszadłem**
Wzburzona powierzchnia cieczy,
podgrzewanie cieczy, wtryskiwanie dodatków,
prędkość obrotowa mieszadła < 60 obr./min



Średnica anteny stożkowej								
FMR240	—	50 mm/2"	80 mm/3"	100 mm/4"				
FMR244	—	—	80 mm/3"	—				
FMR245	—	50 mm/2"	80 mm/3"	—				
Zakres pomiarowy w metrach								
Grupa mediów	C	D	B	C	D	B	C	D
A: DC = 1,4...1,9								
B: DC = 1,9...4								
C: DC = 4...10								
D: DC = >10								
 Podstawowy zakres pomiarowy: 40m								
 Poszerzony zakres pomiarowy: 70m ¹⁾								

¹⁾ W opcjach dodatkowych kodu zamówieniowego radaru proszę wybrać „F” lub „C” (Zwiększona dynamika sygnału, zakres pomiarowy 70 m)
²⁾ Dla mediów z grupy A i B proszę użyć węższej rury wgłębnej w szerokim poziomowskazie lub radaru Levelflex FMP5x z sondą koncentryczną.

Rura wgłębna



Rura poziomowskazowa²⁾



Średnica anteny stożkowej	
40...100 mm / 1½...4"	40...100 mm / 1½...4"
40...80 mm / 1½...3"	—
50...80 mm/2...3"	50...80 mm/2...3"
Zakres pomiarowy w metrach	
A, B, C, D	C, D
20	20

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Radar bezkontaktowy Micropilot

Zakres pomiarowy dla Micropilot S FMR530/FMR532/FMR533/FMR540
w zależności od typu zbiornika, rodzaju medium
i warunków procesowych

C

Zbiornik magazynowy
Pomiary o wysokiej dokładności
w celach rozliczeniowych

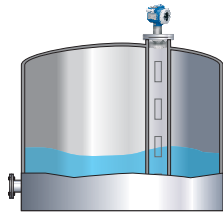


Średnica anteny			
FMR530		150 mm/6"	200 mm/250 mm 8"/10"
FMR532			
FMR533			
FMR540	100 mm/4"		
Zakres pomiarowy w metrach			
Grupa mediów A1: DC = 1,4...1,6 A2: DC = 1,6...1,9 B: DC = 1,9...4 C: DC = 4...10 D: DC = > 10	A2, B, C, D	B, C, D	B, C, D
	NMi: 23 PTB: 15	NMi/PTB: 20	NMi/PTB: 25

Zbiornik magazynowy
Pomiary o wysokiej dokładności
w celach rozliczeniowych



Rura węglna/Prowadnica dachu
Pomiary o wysokiej dokładności
w celach rozliczeniowych

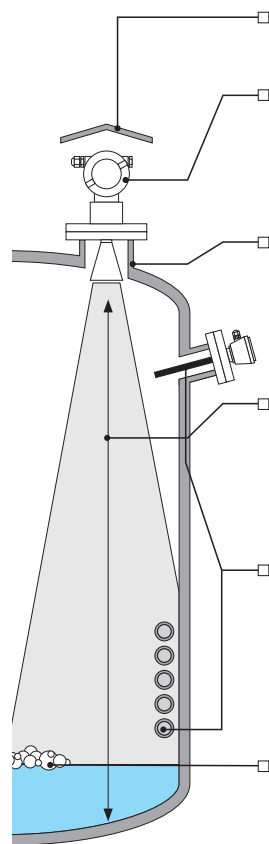


Średnica anteny		
		150...300 mm/6...12"
	450 mm/18"	
200 mm/8"		
Zakres pomiarowy w metrach		
B, C, D	B, C, D	A1, A2, B, C, D
NMi: 26 PTB: 30	NMi: 25 PTB: 30	NMi: 25 PTB: 30

C

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: radar bezkontaktowy Micropilot



Ośłona pogodowa

- Zalecana, gdy radar pracuje „pod chmurką”, aby chronić jego elektronikę przed zmianami temperatury i wskaźnik LCD przed starzeniem.

Montaż

- Unikać montażu w osi zbiornika.
- Nie montować nad strumieniem zalewowym.
- Odległość od ściany: $\sim 1/6$ średnicy zbiornika, jednak nie mniej niż 300 mm (radary 6 GHz) lub 150 mm (radary 26 GHz). Jeżeli te warunki nie mogą być spełnione, należy użyć rury wgłębnej.
- Montaż boczny w ścianie zbiornika – na życzenie.

Króciec pomiarowy

- FMR230/240: krawędź anteny powinna wystawać z króćca do wnętrza zbiornika. Ewentualnie użyć wydłużki anteny.
- FMR244/245: uwzględnić maks. wysokość króćca.
- Nieaktywna część anteny prętowej powinna być dłuższa niż wysokość króćca. Jeżeli nie jest to możliwe, prosimy o kontakt z Endress+Hauser.
- Prosimy uwzględnić szczegółowe zalecenia odnośnie króćca zawarte w dokumentacji technicznej radarów.

Zakres pomiarowy

- Zakres pomiarowy rozpoczyna się w miejscu odbicia wiązki mikrofalowej od dennicy zbiornika. Dla dennic cylindrycznych lub stożkowych, poniżej tego miejsca pomiary nie są możliwe.
- Pomiary są wykonalne do krawędzi anteny. Jednak maksymalny poziom w zbiorniku nie powinien być określony bliżej niż 50 mm od niej z uwagi na możliwą korozję i wytrącanie się osadów na antenie.

Budowa wewnętrzna zbiornika

- W strefie wiązki mikrofalowej (patrz tabela poniżej) należy unikać montażu elementów typu sygnalizatory, czujniki temperatury itp.
- Pomiar może być zakłócany przez symetryczne elementy budowy zbiornika typu obejmę usztywniającą, węzownice, uskoki średnicy itp.

Sposoby optymalizacji pomiaru

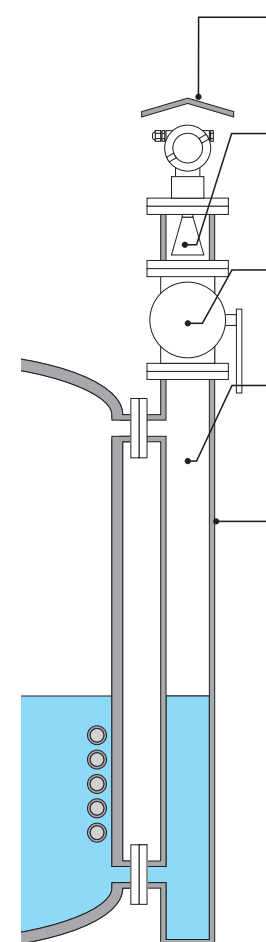
- Im większa średnica anteny, tym mniejszy kąt wiązki mikrofalowej. Wówczas zmniejsza się liczba zakłóceń (patrz tabela poniżej).
- Dla uniknięcia zakłóceń pomiaru należy używać rur wgłębnych lub zastosować radar falowodowy Levelflex.

Spienienie powierzchni cieczy

- Piana na powierzchni cieczy może pochłaniać impulsy mikrofalowe.
- Powierzchnia piany może odbijać wiązkę mikrofalową. Wówczas proszę rozważyć wypróbowanie radaru 26 GHz, zmianę przyrządu na radar falowodowy lub sondę hydrostatyczną.

Wersja FMR	230			231	240 244	240 245	240 244 245	240	530			533	540
Średnica anteny	DN150	DN200	DN250	Pręt.	DN40	DN50	DN80	DN100	DN150	DN200	DN250	Parabolicz.	DN100
Kąt wiązki	23°	19°	15°	30°	23°	18°	10°	8°	23°	19°	15°	7°	4°
Wysokość króćca bez wydłużki anteny [mm]	205	290	380	250	500				180	260	350	200	430

Zalecenia montażowe: radar bezkontaktowy Micropilot
w rurze poziomowskazowej, w komorze po nurniku lub po pływaku



Ośłona pogodowa

- Zalecana, gdy radar pracuje „pod chmurką”, aby chronić jego elektronikę przed zmianami temperatury i wskaźnik LCD przed starzeniem.

Optymalna średnica anteny stożkowej

- Należy wybierać antenę o jak największej średnicy. W przypadku średnicy rury poziomowskazowej między dwiema średnicami anteny (np. 95 mm), należy użyć anteny o większej średnicy i dociąć ją do średnicy wewnętrznej rury.

Zawór kulowy

- Możliwe są pomiary radarem zabudowanym na kulowym zaworze odcinającym, w pełni otwartym.

Zakres pomiarowy

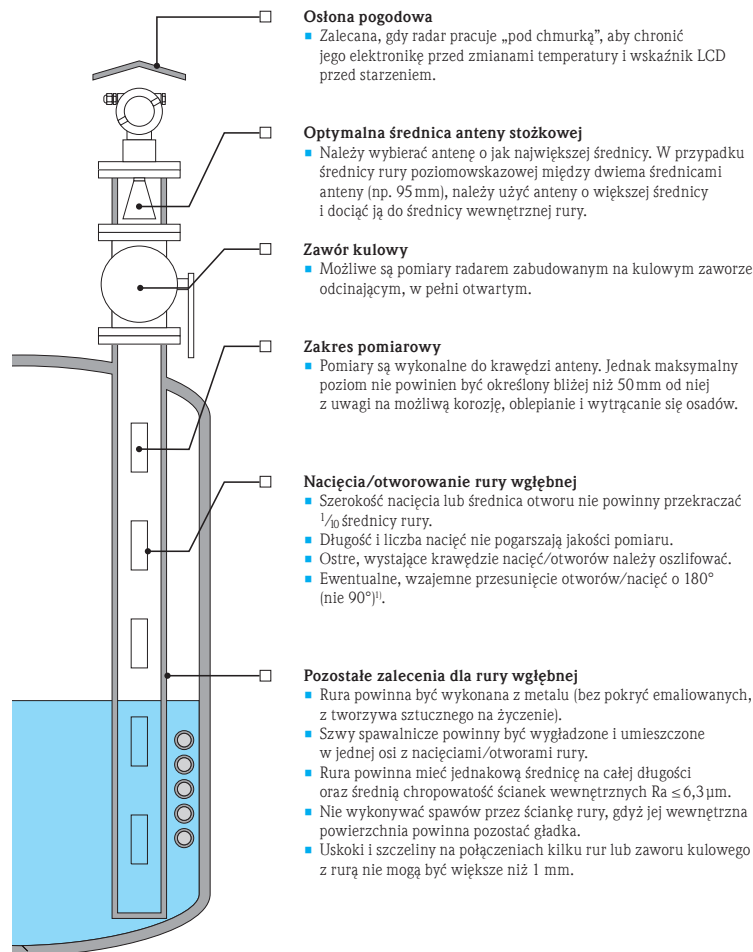
- Pomiary są wykonalne do krawędzi anteny. Jednak maksymalny poziom nie powinien być określony bliżej niż 50 mm od niej z uwagi na możliwą korozję, oblepanie i wytrącanie się osadów.

Zalecenia dla naczynia (rury poziomowskazowej, komory po demontażu nurnika i pływak)

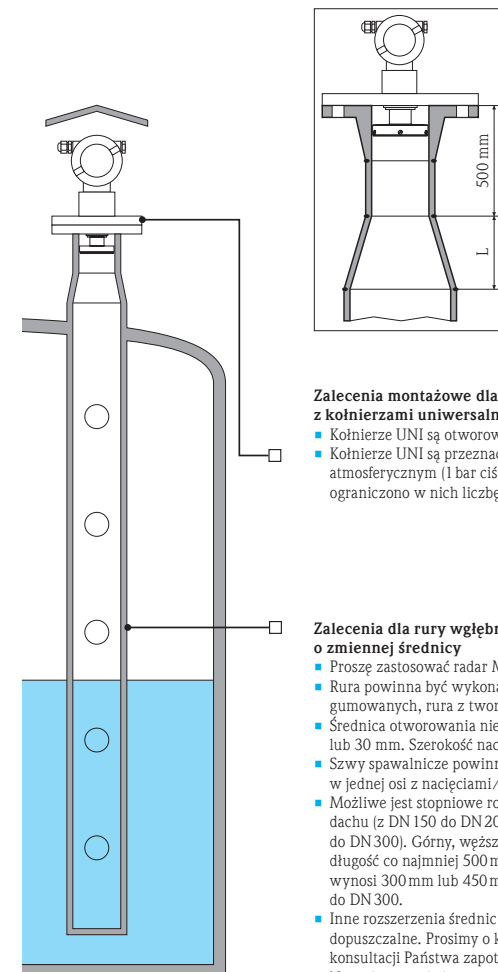
- Naczynie powinno być metalowe (bez pokryć z tworzywa sztucznego, gumy lub emalii itp.).
- Naczynie powinno mieć jednakową średnicę na całej długości oraz średnią chropowatość ścianek wewnętrznych $Ra \leq 6,3 \mu m$.
- Uskoki i szczeliny na połączeniach rur lub zaworu kulowego z naczyniem nie mogą być większe niż 1 mm.

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: radar bezkontaktowy Micropilot w rurze wgłębnej

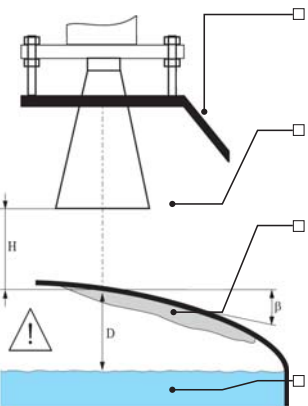


¹⁾ Nie dotyczy radarów Micropilot S FMR532, dla których orientacja otworów/nacięć rury wgłębnej może być dowolna.



4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: radar bezkontaktowy Micropilot
zabudowany na zewnątrz zbiornika wykonanego z tworzywa sztucznego



- Osłona pogodowa**
 - Zalecana, gdy radar pracuje „pod chmurką”, aby chronić strefę emisji sygnału mikrofalowego przez dach zbiornika przed zaleganiem wody deszczowej, śniegu lub lodu. Powodują one odbicie sygnału i uniemożliwiają pomiary.
- Optymalna średnica anteny stożkowej**
 - Należy wybierać antenę o jak największej średnicy.
 - Odległość H anteny radaru od dachu zbiornika powinna być nie mniejsza niż 100 mm.
- Skropliny i osady pod dachem zbiornika**
 - Przewodzące skropliny i/lub osady powodują tłumienie sygnału mikrofalowego, próbującego zbiornik z zewnątrz. Należy unikać montażu radaru ponad strefami dachu zbiornika, na których pojawia się kondensacja lub osady.
 - Optymalne nachylenie dachu pod kątem $\beta=15...20^\circ$ ułatwia grawitacyjne usuwanie skroplin.
- Zakres pomiarowy**
 - Minimalna odległość D lustra cieczy mierzonej od dachu zbiornika powinna być równa 150 mm.
- Pozostałe wymagania aplikacji pomiarowej**
 - Stała dielektryczna DC cieczy mierzonej powinna być większa od 10.
 - Stała dielektryczna materiału dachu zbiornika powinna być mniejsza od 3. Przykładowe materiały: PE, PTFE, PP, włókno szklane, szkło itp.
 - Przykładowe grubości dachu zbiornika podano w poniższej tabeli.

Materiał dachu zbiornika	PE	PTFE	PP	Perspex
Stała dielektryczna DC	2,3	2,1	2,3	3,1
Optymalna grubość dachu [mm] ¹⁾	15,7	16,4	15,7	13,5

¹⁾ Dopuszczalne są inne grubości, będące wielokrotnością wartości podanej w tabeli (np. dla PE: 31.4 mm, 47.1 mm itd.)

Notatki

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Radar falowodowy Levelflex

Wymagane informacje o aplikacji

- Pomiar poziomu**
- Ciśnienie i temperatura
 - Stała dielektryczna medium (DC)
 - Wymagana kompatybilność chemiczna materiałów radaru
 - Średnica i wysokość króćca
 - Zakres pomiarowy
 - Oczekiwana dokładność pomiaru
 - W przypadku rur wgłębnych, poziomowskazowych, komór nurnikowych/pływakowych: wewnętrzna średnica rury

- Detekcja rozdziału faz cieczy**
- Zgrubnie stała dielektryczna (DC) obu cieczy

- Ograniczenia zastosowań radarów falowodowych**
- T < -196 °C lub T > 450 °C
 - p > 400 bar
 - Zakres pomiarowy > 45 m
 - Stała dielektryczna < 1,4
 - Przyłącze procesowe < 3/4"
 - Zakres detekcji rozdziału faz > 10 m

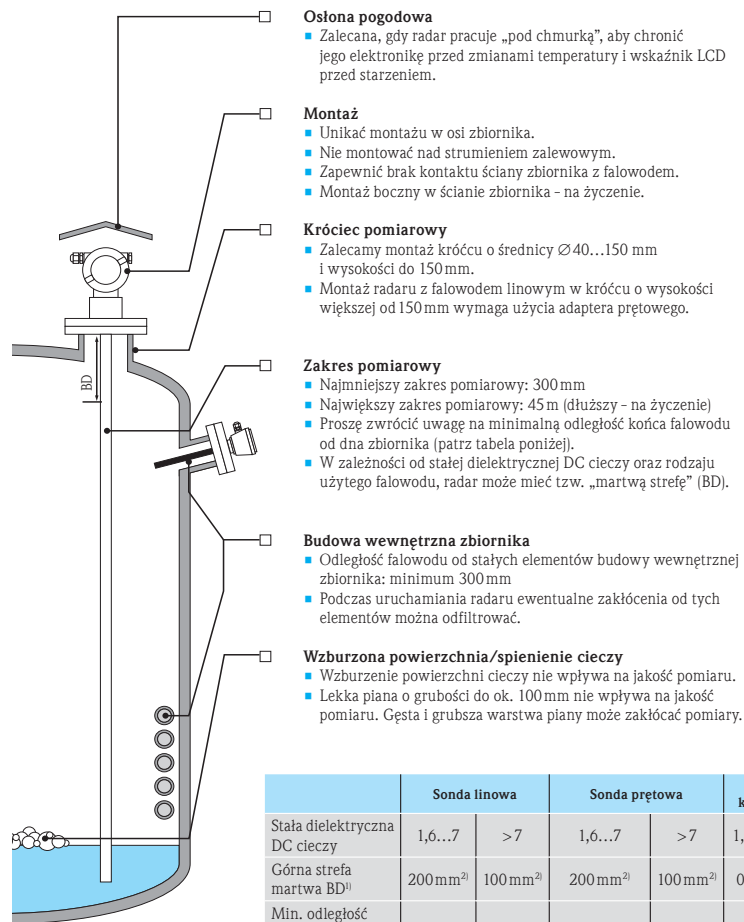
Grupa mediów	DC	Przykładowe ciecze	Zakres pomiarowy Levelflex FMP50		Zakres pomiarowy Levelflex FMP51		
			Sonda prętowa	Sonda linkowa	Sonda prętowa	Sonda linkowa	Sonda koncentryczna
1	1,4...1,6	■ Gazy skroplone, np. LPG, N ₂ , CO ₂	na życzenie	na życzenie	na życzenie	na życzenie	6 m
2	1,6...1,9	■ Gaz skroplony, np. propan ■ Rozpuszczalniki ■ Frigen / Freon ■ Olej palmowy	4 m	12 m	10 m	30 m	6 m
3	1,9...2,5	■ Oleje mineralne ■ Węglowodory i paliwa	4 m	12 m	10 m	45 m	6 m
4	2,5...4	■ Benzen, styren, toluen ■ Furan ■ Naftalina	4 m	12 m	10 m	45 m	6 m
5	4...7	■ Chlorobenzen, chloroform ■ Lakier nitrocelulozowy ■ Izocyjanian, anilina	4 m	12 m	10 m	45 m	6 m
6	> 7	■ Roztwory wodne ■ Alkohole ■ Kwasy, zasady	4 m	12 m	10 m	45 m	6 m

- Zalety**
- Odporność na wzburzenie i splenienie powierzchni cieczy oraz intensywne parowanie
 - Odporność na zmiany gęstości cieczy
 - Niewrażliwość na nadciśnienie/próżnię
 - Niewrażliwość na dużą liczbę przeszkód w zbiorniku, zakłócających pracę radaru bezkontaktowego
 - Unikatowo wysokie bezpieczeństwo dzięki funkcji detekcji końca sondy (EoP) z obliczaniem DC cieczy
 - Brak konieczności używania rury wgłębnej przy DC > 1,6 (1,4 dla sondy koncentrycznej)

Zakres pomiarowy Levelflex FMP52		Zakres pomiarowy Levelflex FMP53	Zakres pomiarowy Levelflex FMP54			Zakres pomiarowy Levelflex FMP55	
Sonda prętowa	Sonda linkowa	Sonda prętowa	Sonda prętowa	Sonda linkowa	Sonda koncentryczna	Sonda prętowa/linka	Sonda koncentryczna
na życzenie	na życzenie	na życzenie	na życzenie	na życzenie	6 m	Prosimy o konsultację z Endress+Hauser Polska	6 m
4 m	15 m	6 m	10 m	30 m	6 m		6 m
4 m	25 m	6 m	10 m	45 m	6 m		6 m
4 m	35 m	6 m	10 m	45 m	6 m		6 m
4 m	45 m	6 m	10 m	45 m	6 m		6 m
4 m	45 m	6 m	10 m	45 m	6 m		6 m

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: radar falowodowy Levelflex



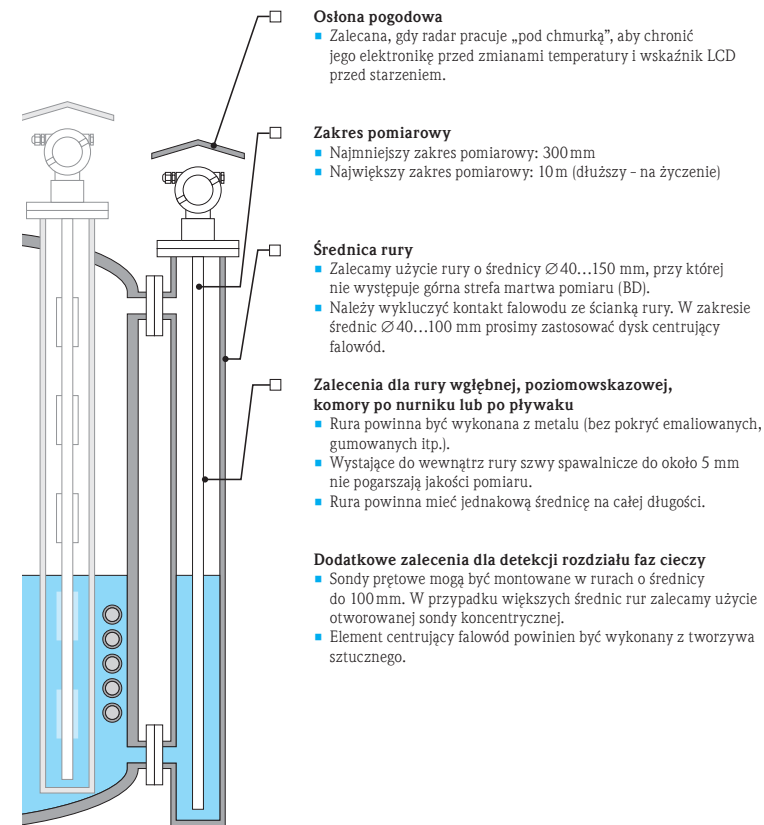
¹⁾ „Strefa martwa” BD zależy od typu falowodu i stałej dielektrycznej DC cieczy.

Aby zmniejszyć BD, zalecamy montaż falowodu prętowego lub linkowego w rurze wgłębnej.

²⁾ „Strefa martwa” jest równa 2,5% długości falowodu powyżej 8 m.

Jeżeli wartość $DC < 7$, to nie są możliwe pomiary z deklarowaną dokładnością radarom z falowodem linowym w strefie obciążnika (0...250 mm od końca falowodu).

Zalecenia montażowe: radar falowodowy Levelflex w rurze wgłębnej, poziomowskazowej, w komorze po nurniku lub po pływaku



4. Wybór przyrządu pomiarowego

Przetwornik ultradźwiękowy Prosonic

Wymagane informacje o aplikacji

- Ciśnienie i temperatura
- Prężność par cieczy w temperaturze 20 °C
- Wymagana kompatybilność chemiczna materiałów przyrządu pomiarowego
- Średnica i wysokość króćca
- Zakres pomiarowy
- Oczekiwana dokładność pomiaru
- W przypadku rur wstępnych/poziomowskazowych: wewnętrzna średnica rury

Ograniczenia zastosowań przetworników ultradźwiękowych

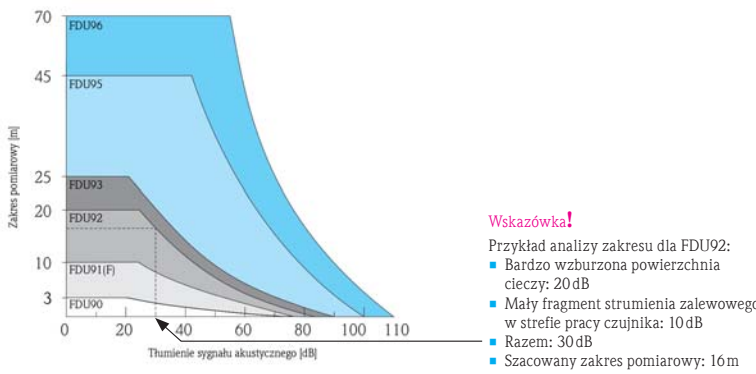
- T < -40 °C lub T > 105 °C
- p < -0,3 bar lub p > 3 bar
- Zakres pomiarowy > 20 m
- Prężność par cieczy > 50 mbar w 20 °C
- Przyłącze procesowe < 1½"
- Duży gradient temperatury wewnątrz zbiornika wzdłuż jego wysokości

Łmienie sygnału akustycznego powodowane przez czynniki procesowe

Powierzchnia cieczy		Strumień zalewowy w strefie pracy czujnika		Różnica temperatur między otoczeniem czujnika a lustrem cieczy	
Spokojna	0 dB	Brak	0 dB	do 20 °C	0 dB
Pofalowana	5...10 dB	Mały fragment strumienia	5...10 dB	do 40 °C	5...10 dB
Bardzo wzburzona	10...20 dB	Większość/cały strumień	10...40 dB	do 80 °C	10...20 dB
Spieniona	Zapytaj doradcę Endress+Hauser	—	—	—	—

Suma łmienia w [dB] sygnału akustycznego i rzeczywisty zakres pomiarowy przyrządu określamy na podstawie wykresu.

Określanie zakresu pomiarowego czujnika ultradźwiękowego Prosonic S FDU9x



Prężność par cieczy w 20 °C

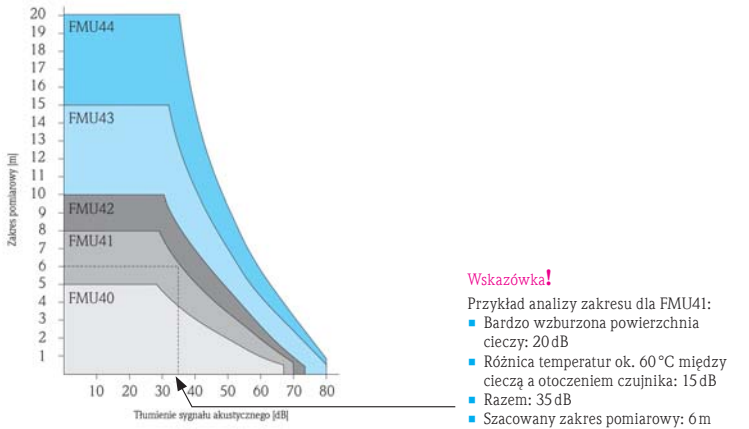
Parametr ten wpływa na prędkość propagacji sygnału akustycznego, a więc również na dokładność ultradźwiękowych pomiarów poziomu. Jeżeli jest on mniejszy od 50 mbar, to jest możliwe użycie przetwornika ultradźwiękowego. W innym przypadku dokładność pomiaru nie może być zagwarantowana. Wówczas zalecamy użycie radaru bezkontaktowego lub faliwodowego.

Zalety

- Bezkontaktowe i atrakcyjne cenowo rozwiązanie pomiaru
- Brak części ruchomych - wysoka trwałość i bezobsługowość
- Odporność na zmiany gęstości i stałej dielektrycznej cieczy
- Kalibracja bez napełniania i opróżniania zbiornika
- Bardzo atrakcyjna cena punktu pomiarowego w przypadku użycia 5- lub 10-kanalowego przetwornika FMU95

Prężność par cieczy	Przykładowe ciecz
< 50 mbar w 20 °C	Woda, roztwory wodne, zawiesiny wodne, roztwory kwasów (np. kwasu solnego, siarkowego itp.), roztwory zasad (np. sody kaustycznej itp.), oleje, tłuszcze, woda wapienna, szlamy, pasty itd.
> 50 mbar w 20 °C	Etanol, aceton, amoniak, rozpuszczalniki itd. Dla zapewnienie wysokiej dokładności pomiaru należy użyć radaru.

Określanie zakresu pomiarowego przetwornika ultradźwiękowego Prosonic M FMU4x



Wybór przyrządu pomiarowego

Przetwornik ultradźwiękowy Prosonic

C

	Prosonic T FMU30 	Prosonic M FMU40/41 	Prosonic M FMU42 
Dane techniczne - Pasmo sygnału - Ciśnienie procesowe - Temperatura procesowa - Dokładność pomiaru - Przyłącze procesowe - Materiały zwilżane - Zakres pomiarowy - Kompensacja zmian temperatury - Zestyki wyjściowe - Podgrzewanie czujnika	70 kHz −0,3...2 bar −20...60 °C ±3 mm lub 0,2 % zakresu 1½" lub 2" PP/EPDM 1½" / 2": 0,25...5 m / 0,35...8 m	FMU40/41: 70 kHz/50 kHz −0,3...2 bar −40...80 °C ±2 mm lub 0,2 % zakresu 1½" lub 2" PVDF/EPDM FMU40/41: 0,25...5 m/0,35...8 m	42 kHz −0,3...1,5 bar −40...80 °C ±4 mm lub 0,2 % zakresu DN 80/100 PVDF 0,4...10 m
Zastosowania			
Poziomy cylindryczny zbiornik magazynowy	O	O	O
Pionowy zbiornik magazynowy	+	+	+
Zbiornik buforowy	O	O	O
Zbiornik odbiorczy/zrzutowy	−	−	−
Zbiornik procesowy z mieszadłem	O	O	O
Rura węglna	+	+	+
Rura poziomowskazowa	O	O	O
Przepompownia	O	O	O
Kanały grawitacyjne Studzienki	O	O	O
Zalecenia/Uwagi	- Użyć wersji 4-przewodowej przy gwałtownych zmianach poziomu lub skrajnie wzburzonej powierzchni cieczy - Użyć rury węglanej przy skrajnie wzburzonej powierzchni cieczy lub jeśli pojawia się duże parowanie cieczy - Użyć FMU90/FDU9x, jeśli wymagana jest również sygnalizacja poziomu cieczy i/lub sterowanie pracą pomp w zależności od mierzonego poziomu - Użyć wersji 4-przewodowej lub FMU90/FDU9x przy dużym spienieniu cieczy - Użyć FMU90/FDU9x, aby zwiększyć dokładność pomiaru przepływu w kanale grawitacyjnym		

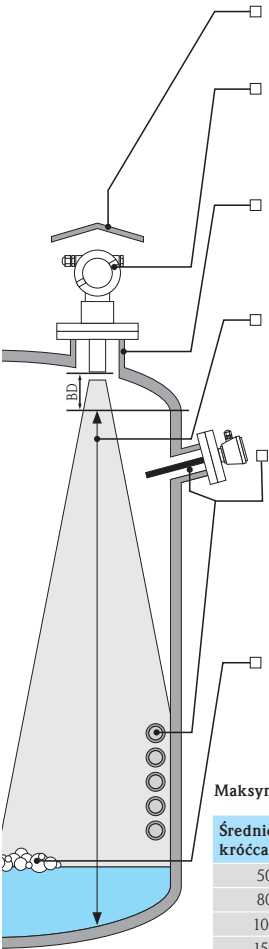
+ = zalecane O = przestrzegać ograniczeń − = odradzane

Prosonic M FMU44 	Prosonic S FMU90/95 FDU90/91 	Prosonic S FMU90/95 FDU91F 	Prosonic S FMU90/95 FDU92 
30 kHz −0,3...1,5 bar −40...80 °C ±4 mm lub 0,2 % zakresu DN 100/150/200 PVDF 0,5...20 m	FDU90/FDU91: 90/43 kHz −0,3...3 bar −40...80 °C ±2 mm + 0,17 % odległości 1" PVDF FDU90/FDU91: 0,07...3/0,3...10 m	42 kHz −0,3...3 bar −40...105 °C ±2 mm + 0,17 % odległości 1", Tri-Clamp, DN80...100 316L/1.4404/1.4435 0,3...10 m	30 kHz −0,3...3 bar −40...95 °C ±2 mm + 0,17 % odległości 1" PVDF 0,4...20 m
standard niedostępne niedostępne	standard 1, 3 lub 6 sztuk opcjonalnie	standard 1, 3 lub 6 sztuk niedostępne	standard 1, 3 lub 6 sztuk niedostępne
O	O	O	O
+	+	+	+
O	+	+	+
−	−	−	−
O	+	+	+
+	+	+	+
O	O	−	O
O	+	−	+
O	+	−	+
- Użyć FMU95, aby obniżyć koszty inwestycji w opomiarowanie dużej liczby zbiorników magazynowych w jednej lokalizacji - Przy spienieniu cieczy użyć FDU91 zamiast FDU90, FDU92 zamiast FDU91 itd.			

C

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: przetwornik ultradźwiękowy Prosonic



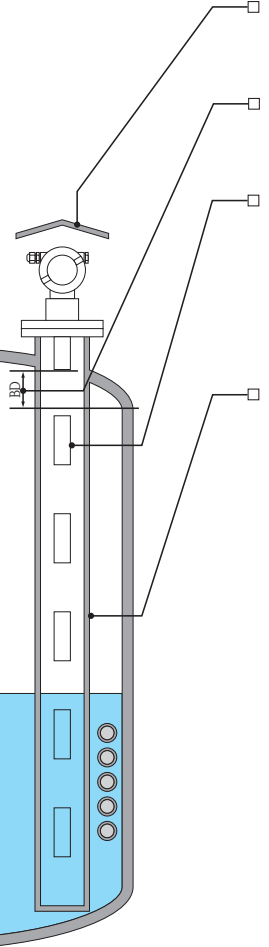
- Ochrona pogodowa**
- Zalecana, gdy przetwornik pracuje „pod chmurką”, aby chronić jego elektronikę przed zmianami temperatury i wskaźnik LCD przed starzeniem.
- Montaż**
- Unikać montażu w osi zbiornika.
 - Nie montować nad strumieniem zalewowym.
 - Odległość od ściany: ~1/6 średnicy zbiornika. Jeżeli ten warunek nie może być spełniony, to należy użyć rury wgłębnej.
- Króciec pomiarowy**
- Membrana czujnika powinna wystawać z króćca do wnętrza zbiornika. W przeciwnym wypadku, proszę wziąć pod uwagę dopuszczalne wymiary króćca, podane w poniższej tabeli.
 - Jeżeli wymiary króćca są inne, prosimy o kontakt z Endress+Hauser.
- Zakres pomiarowy**
- Zakres pomiarowy rozpoczyna się w miejscu odbicia wiązki akustycznej od dennicy zbiornika. Dla dennic cylindrycznych lub stożkowych, poniżej tego miejsca pomiary nie są możliwe.
 - Zakres pomiarowy kończy się przy strefie martwej (BD) czujnika. Wewnątrz tej strefy rzetelność pomiaru nie jest gwarantowana.
- Budowa wewnętrzna zbiornika**
- W strefie wiązki akustycznej (patrz tabela poniżej) należy unikać montażu elementów typu sygnalizatory, czujniki temperatury itp.
 - Pomiar może być zakłócany przez symetryczne elementy budowy zbiornika typu obejmę usztywniającą, węzownice, uskoki średnicy itp.
- Sposoby optymalizacji pomiaru**
- Zalecamy użycie czujnika o możliwie małym kącie wiązki sygnału.
 - Dla uniknięcia zakłóceń, należy używać rur wgłębnych lub akustycznych rur prowadzących. Należy zwrócić uwagę na zarastanie rury. Jeżeli takie zjawisko występuje, to należy ją regularnie czyścić.
- Spienienie powierzchni cieczy**
- Piana na powierzchni cieczy może pochłaniać impulsy ultradźwiękowe.
 - Powierzchnia piany może odbijać wiązkę ultradźwiękową. Wówczas proszę rozważyć wypróbowanie kolejnego czujnika z typoszeregu (np. FDU92 zamiast FDU91), zmianę przyrządu na radar falowodowy lub sondę hydrostatyczną.

Maksymalna wysokość króćca w [mm] przy danej jego średnicy

Średnica króćca [mm]	Typ przetwornika/czujnika							
	FMU40	FMU41	FMU42	FMU44	FDU90	FDU91	FDU91F	FDU92
50	80				50 ²⁾			
80	240	240	250		340 ¹⁾ /250 ²⁾	340		
100	300	300	300		390 ¹⁾ /300 ²⁾	390		
150	400	400	400	400	400 ¹⁾ /300 ²⁾	400	400	
Kąt wiązki	11°	11°	11°	11°	12°	9°	12°	11°
Strefa martwa BD [m]	0,25	0,35	0,4	0,5	0,07	0,3		0,4

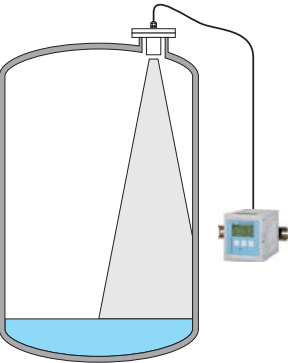
¹⁾ Czujnik z górnym przyłączem gwintowym
²⁾ Czujnik z dolnym przyłączem gwintowym (montaż czołowy, membrana zlicowana z dachem wewnątrz zbiornika)

Zalecenia montażowe: przetwornik ultradźwiękowy Prosonic w rurze wgłębnej



- Ochrona pogodowa**
- Zalecana, gdy przetwornik pracuje „pod chmurką”, aby chronić jego elektronikę przed zmianami temperatury i wskaźnik LCD przed starzeniem.
- Zakres pomiarowy**
- Pomiary są wykonalne w zakresie do strefy martwej (BD) czujnika.
- Nacięcia/otworowanie rury wgłębnej**
- Szerokość nacięcia lub średnica otworu nie powinny przekraczać 1/10 średnicy rury.
 - Długość i liczba nacięć nie pogarszają jakości pomiaru.
 - Ostre, wystające krawędzie nacięć/otworów należy oszlifować.
 - W zakresie strefy martwej czujnika należy nawiercić co najmniej jeden otwór do wyrównania ciśnienia w rurze o średnicy ~10 mm.
- Pozostałe zalecenia dla rury wgłębnej**
- Dowolna rura sztywna (metalowa, szklana, plastikowa itp.)
 - Szwy spawalnicze powinny być wygładzone i umieszczone w jednej osi z nacięciami/otworami rury.
 - Rura powinna mieć jednakową średnicę na całej długości oraz średnią chropowatość ścianek wewnętrznych Ra ≤ 6,3µm.
 - Nie wykonywać spawów przez ściankę rury, gdyż jej wewnętrzna ścianka powinna pozostać gładka.
 - Uskok i szczeliny na połączeniach kilku rur nie mogą być większe niż 1 mm.
 - Zalecana minimalna średnica wewnętrzna rury to Ø80 mm. Należy dobrać średnicę wewnętrzną rury do wymiarów czujnika.

Prosonic S: wersja rozdzielna układu pomiarowego



4. Wybór przyrządu pomiarowego

Sonda pojemnościowa Liquicap

Wymagane informacje

o aplikacji

- Ciśnienie i temperatura
- Przewodność cieczy
- Stała dielektryczna cieczy (DC)
- Wymagana kompatybilność chemiczna materiałów sondy
- Zakres pomiarowy
- Oczekiwana dokładność pomiaru
- Planowany sposób montażu

Detekcja rozdziłu faz cieczy

- Zgrubnie stała dielektryczna (DC) obu cieczy

Ograniczenia zastosowań sond pojemnościowych

- T < -80 °C lub T > 200 °C
- p > 100 bar
- Zakres pomiarowy > 10 m

Wskazówka!

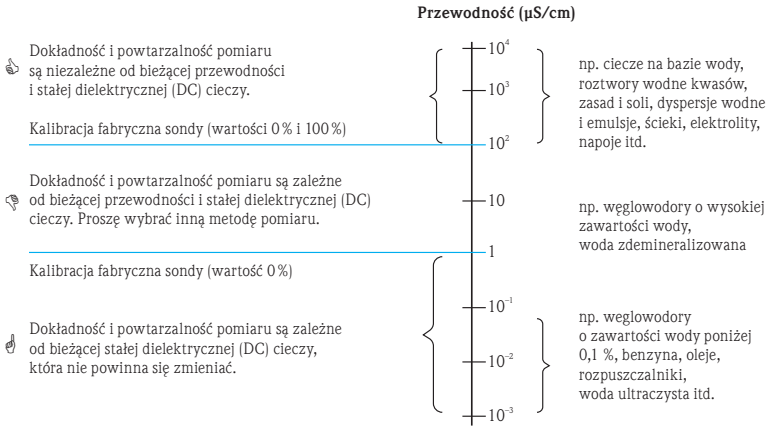
Powyżej 100 µS/cm pomiary poziomu są niezależne od stałej dielektrycznej cieczy i zmian jej przewodności. Wówczas użytkowanie sondy pojemnościowej jest najwygodniejsze. Poniższy diagram opisuje typowe ciecze w kontekście stosowania sondy pojemnościowej.

Należy zapewnić kontakt elektryczny pomiędzy przyłączem procesowym sondy i zbiornikiem. W razie konieczności wykonać uziemienie za pomocą linii wyrównania potencjałów. W przypadku zbiorników z tworzyw sztucznych należy użyć sondy z fabryczną rurą ekranującą lub - jeżeli to możliwe - podwójnej sondy prętowej Liquicap T.

Zalety

- Bardzo krótki czas odpowiedzi pomiarowej - doskonałe rozwiązanie do procesów szybkozmiennych
- Brak martwej strefy - pełne wykorzystanie objętości zbiornika
- Odporność na zmiany gęstości cieczy, wzburzenie i spienienie jej powierzchni oraz intensywne parowanie w zbiorniku
- Niewrażliwość na nadciśnienie/próżnię
- Niewrażliwość na dużą liczbę przeszkód w zbiorniku

Zakres stosowania sondy pojemnościowej Liquicap M

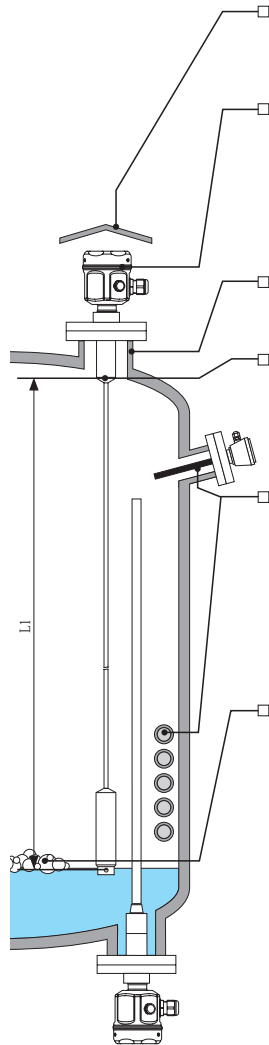


	Liquicap M FM151	Liquicap M FM152	Liquicap T FM121
Dane techniczne ■ Ciśnienie procesowe ■ Temperatura procesowa ■ Dokładność pomiaru ■ Przyłącze procesowe ■ Materiały zwilżane sondy ■ Zakres pomiarowy ■ Dławienie gazoszczelne ■ Kompensacja osadów przewodzących	-1...100 bar -80...200 °C ±5 mm lub 2% długości sondy ½...1½", DN25...100, higieniczne, aseptyczne 316L/1.4435, PFA, PTFE 0,1...4 m (sonda prętowa) Opcjonalnie Standard	-1...100 bar -80...200 °C ±5 mm lub 2% długości sondy ¾...1½", DN25...100, higieniczne, aseptyczne 316L/1.4401, PFA, FEP 0,42...10 m (sonda linkowa) Opcjonalnie Standard	-1...10 bar -40...100 °C 2% długości sondy 1½" 316L, PP, włókno węglowe 0,15...2,5 m (sonda 2-prętowa) Niedostępne Niedostępna
Zastosowania			
Poziomy cylindryczny zbiornik magazynowy	O	O	+
Pionowy zbiornik magazynowy	+	+	+
Zbiornik buforowy	+	O	+
Zbiornik odbiorczy/zrzutowy	+	O	O
Zbiornik procesowy z mieszałem	O	-	-
Rura węglębna	+	O	-
Rura poziomowskazowa	+	O	-
Przepompownia	O	O	O
Kanały grawitacyjne	-	-	-
Detekcja rozdziłu faz	+	+	-
Zalecenia/Uwagi	Użyć rury węglębnej/ ekranującej przy cieczach o małej stałej dielektrycznej (DC < 2)		Nie używać dla cieczy o wysokiej lepkości (> 2000 cSt)

+ = zalecane O = przestrzegać ograniczeń - = odradzane

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: sonda pojemnościowa Liquicap



Ośłona pogodowa

- Zalecana, gdy sonda pracuje „pod chmurką”, aby chronić jej elektronikę przed zmianami temperatury i wskaźnik LCD przed starzeniem.

Montaž

- Nie montować sondy nad strumieniem zalewowym.
- Zapewnić połączenie elektryczne między sondą i ścianą zbiornika.
- W przypadku zbiorników zbudowanych z materiałów nieprzewodzących (np. z tworzywa sztucznego) należy użyć fabrycznej rury ekranującej sondę, metalowej rury wgłębnej lub zanurzyć do zbiornika drugą „elektrodę kondensatora”, aby uzyskać efekt pomiarowy.

Króciec pomiarowy

- Użyć sondy z częścią nieaktywną o długości równej wysokości króćca.

Zakres pomiarowy

- Zakres pomiarowy obejmuje odcinek L1 od końca sondy aż do krawędzi przyłącza procesowego lub części nieaktywnej sondy.
- Sonda doskonale nadaje się do pomiarów w małych zbiornikach oraz gdy zachodzi bardzo szybkie napełnianie i opróżnianie.

Budowa wewnętrzna zbiornika

- Obecność stałych elementów budowy wewnętrznej zbiornika nie wpływa na dokładność i powtarzalność pomiaru.
- Jeżeli wzdułuż wysokości zbiornika zmienia się odległość sondy do jego ściany, to należy zastosować fabryczną rurę ekranującą sondę lub metalową rurę wgłębną.

Spienienie powierzchni cieczy

- W przypadku spienienia powierzchni cieczy przewodzącej należy uaktywnić w menu sondy funkcję „Kompensacja osadów“.
- W przypadku spienienia powierzchni cieczy nieprzewodzącej pojawia się dodatkowy, pomijalny błąd pomiaru.

Notatki

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Sonda hydrostatyczna Deltapilot/Waterpilot
Przetworniki ciśnienia Cerabar
Przetworniki różnicy ciśnień Deltabar

Wymagane informacje o aplikacji

- Nadciśnienie/podciśnienie i temperatura
- Wymagana kompatybilność chemiczna materiałów sondy
- Zakres pomiarowy
- Oczekiwana dokładność pomiaru
- Warunki otoczenia (zakres zmian temperatury, zawilgojenie, mycie instalacji z zewnątrz itd.)

Wskazówka!

W Endress+Hauser dostępne są sondy hydrostatyczne z różnymi rodzajami czujników ciśnienia. Każdy z nich posiada przydatne zalety, jak również ograniczenia. Wybór czujnika jest uzależniony od warunków procesowych i pozwala na najlepsze możliwe dopasowanie sondy hydrostatycznej do aplikacji pomiarowej (patrz tabela poniżej).

Zalety

- Niewrażliwość na spienienie i wzburzenie powierzchni cieczy
- Odporność na kształt i budowę wewnętrzną zbiornika
- Łatwe i szybkie uruchomienie
- Tradycyjna, sprawdzona technika pomiaru

Ograniczenia zastosowań hydrostatycznych pomiarów poziomu

- T < -70 °C lub T > 400 °C
- p > 700 bar

Czujnik hermetyczny
Contite

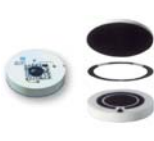


Element pomiarowy: mostek Wheatstone'a i spawana membrana ref.

- Odporność na zawilgojenie i kondensację
- Mała bezwładność podczas szoków termicznych
- Wysoka dokładność i powtarzalność dzięki cyfrowej transmisji danych

- Wrażliwość na próżnię i wysoką temperaturę procesową

Czujnik ceramiczny
Ceraphire

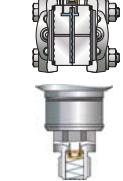


Element pomiarowy: cela pojemnościowa

- Brak wypełnienia manometrycznego
- Wysoka stabilność
- Niewrażliwość na głęboką próżnię i przeciążenia
- Wysoka odporność chemiczna (99,9% Al₂O₃)
- Odporność na ścieranie, zatuszczanie i osady

- Bezwładność podczas szoków termicznych
- Wrażliwość na zawilgojenie

Czujnik piezorezystancyjny

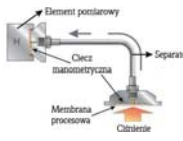


Element pomiarowy: mostek Wheatstone'a

- Tradycyjne rozwiązanie techniczne
- Pomiaru wysokich ciśnień
- Przebieżalność do 1050 bar
- Wysoka dokładność i powtarzalność dzięki cyfrowej transmisji danych

- Wrażliwość na próżnię i wysoką temperaturę procesową

Separator membranowy



Element pomiarowy: mostek Wheatstone'a i separator membranowy

- Tradycyjne rozwiązanie techniczne
- Szeroki wybór materiałów zwilżanych
- Szeroki wybór przyłączy procesowych
- Pomiaru w wysokich temperaturach procesowych
- Odporność na osady

- Wrażliwość na zmiany temperatury otoczenia



Deltapilot S
FMB70



Deltapilot M
FMB50/51/52/53



Waterpilot
FMX167 / FMX21

Dane techniczne

- Typ czujnika
- Temperatura procesowa
- Przyłącze procesowe
- Materiały zwilżane przyrządu
- Zakres pomiarowy
- Dokładność pomiaru
- Dławienie gazoszczelne
- Wzorcowanie

Hermetyczny Contite
-10...100 °C
1½", DN40...100, higieniczne, aseptyczne
316L/1.4435/1.4404, Alloy C276, Rh/Au
5 mbar ...10 bar
±0,1 % zakresu ustawionego
Standardowo
Standardowo

Hermetyczny Contite
-10...100 °C
1½", DN40...100, higieniczne, aseptyczne, kabel nośny
316L/1.4435/1.4404, Alloy C276, Rh/Au, PE, FEP
5 mbar ...10 bar
±0,2 % (0,1 % opcja)
Niedostępne
Standardowo

Ceramiczny Ceraphire
-10...70 °C
1½", kabel nośny, klamra z regulacją zanurzenia
316L, Al₂O₃, FKM, EPDM, PE, FEP
100 mbar ...20 bar
±0,2 % (0,1 % opcja w FMX21)
Niedostępne
Opcjonalnie

Zastosowania

- Poziomy cylindryczny zbiornik magazynowy
- Pionowy zbiornik magazynowy
- Zbiornik buforowy
- Zbiornik odbiorczy/zrzutowy
- Zbiornik procesowy z mieszałem
- Rura węgłna
- Rura poziomowskazowa
- Przepompownia
- Kanały grawitacyjne

+

+

+

+

+

+

+

+

-

+

O

-

O

O

-

-

+

+

-

+

+

-

+

+

-

O

O

Zalecenia/Uwagi

- W zbiornikach ciśnieniowych użyć drugiej sondy do pomiaru nadciśnienia (tzw. „electronic dP”)

- W zbiornikach ciśnieniowych użyć drugiej sondy do pomiaru nadciśnienia (tzw. „electronic dP”)
- FMB51: odsadzenie sztywne czujnika
- FMB52: kabel nośny czujnika
- FMB53: kabel nośny i klamra z reg. zanurzenia

- FMX167: wyjście 4...20 mA
- FMX21: wyjście 4...20 mA (HART) wbudowana kompensacja zmian gęstości wody

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Sonda hydrostatyczna (przetworniki ciśnienia Cerabar)

	Cerabar M PMC51 	Cerabar S PMC71 	Cerabar M PMP51 
Dane techniczne - Typ czujnika - Temperatura procesowa - Przyłącze procesowe - Materiały zwilżane przyrządu - Zakres pomiarowy - Dokładność pomiaru - Diawienie gazoszczelne - Wzorcowanie	Ceramiczny Ceraphire -25...125 °C ½", 1½", 2", DN32...80, higieniczne, aseptyczne 316L/1.4435/1.4404, Al ₂ O ₃ , uszczelnienia, PVDF 5 mbar ...40 bar ±0,15 % (0,075 % opcja) Niedostępne Standardowo	Ceramiczny Ceraphire -25...150 °C ½", 1½", 2", DN32...80, higieniczne, aseptyczne 316L/1.4435/1.4404, Al ₂ O ₃ , uszczelnienia, PVDF, Alloy C 1 mbar ...40 bar ±0,075 % (0,05/0,025 % opcje) Standardowo Standardowo	Metalowy z mostkiem Wheatstone'a -40...125 °C ½", 1", 1½", 2", DN25...80, higieniczne, aseptyczne 316L/1.4435/1.4404, Alloy C276, Rh/Au 20 mbar ...400 bar ±0,15 % (0,075 % opcja) Niedostępne Standardowo
Zastosowania			
Poziomy cylindryczny zbiornik magazynowy	+	+	+
Pionowy zbiornik magazynowy	+	+	+
Zbiornik buforowy	+	+	+
Zbiornik odbiorczy/zrzurowy	+	+	+
Zbiornik procesowy z mieszadłem	O	O	O
Rura węgłbna	-	-	-
Rura poziomowskazowa	-	-	-
Przepompownia	-	-	-
Kanały grawitacyjne	-	-	-
Zalecenia/Uwagi	⚠ W zbiornikach ciśnieniowych użyć drugiej sondy do pomiaru nadciśnienia (tzw. „electronic dP”) ⚠ Użyć PMC51 lub PMC71, jeżeli są wymagane wyłącznie niemetalowe elementy zwilżane ⚠ Zwrócić uwagę na ograniczenia zastosowań wybranego typu czujnika podane na str. 68		
	+ = zalecane O = przestrzegać ograniczeń - = odradzane		

Cerabar S PMP71 	Cerabar M PMP55 	Cerabar S PMP75 
Metalowy z mostkiem Wheatstone'a -40...125 °C ½", 1", 1½", 2", DN25...80 316L/1.4435/1.4404, Alloy C276, Rh/Au 4 mbar ...400 bar ±0,075 % (0,05/0,025 % opcje) Standardowo Standardowo	Metalowy z mostkiem Wheatstone'a i separatorem -70...400 °C 1", 1½", 2", DN25...100, tubus, higieniczne, aseptyczne itd. 316L/1.4435/1.4404, PTFE, Alloy C276, Monel, Tantal itd. 20 mbar ...400 bar ±0,15 % (0,075 % opcja)+separator Niedostępne Standardowo	Metalowy z mostkiem Wheatstone'a i separatorem -70...400 °C 1", 1½", 2", DN25...100, tubus, higieniczne, aseptyczne itd. 316L/1.4435/1.4404, PTFE, Alloy C276, Monel, Tantal itd. 4 mbar ...400 bar ±0,15 % (0,075 % opcja)+separator Standardowo Standardowo
+	O	O
+	+	+
+	+	+
+	+	+
O	O	O
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Sonda hydrostatyczna (przetworniki różnicy ciśnień Deltabar)

	Deltabar S PMD70 	Deltabar S FMD76 	Deltabar M PMD55 
Dane techniczne			
■ Typ czujnika	Ceramiczny Ceraphire + ciecz manometryczna w celi -20...85 °C	Ceramiczny Ceraphire + ciecz manometryczna w celi -20...85 °C	Metalowy z mostkiem Wheatstone'a -40...85 °C
■ Temperatura procesowa			
■ Przyłącze procesowe	Końnic owalny (¼"-18 NPT) IEC 61518	DN80...100	Końnic owalny (¼"-18 NPT) IEC 61518
■ Materiały zwilżane przyrządu	316L/1.4435/1.4404, Al ₂ O ₃ , Alloy C276, PVDF, uszczelnienia kołnierzy	316L/1.4435/1.4404, Al ₂ O ₃ , Alloy C276, PVDF, ECTFE uszczelnienia kołnierzy	316L/1.4435/1.4404, Alloy C276, uszczelnienie kołnierza
■ Zakres pomiarowy	1 mbar...40 bar	1 mbar...40 bar	1 mbar...40 bar
■ Dokładność pomiaru	±0,075 % (0,05 % opcja)	±0,075 % (0,05 % opcja)	±0,15 % (0,075 % opcja)
■ Dławienie gazoszczelne	Standardowo	Standardowo	Standardowo
■ Wzorcowanie	Standardowo	Standardowo	Standardowo
Zastosowania			
Poziomy cylindryczny zbiornik magazynowy	O	O	O
Pionowy zbiornik magazynowy	O	O	O
Zbiornik buforowy	+	+	+
Zbiornik odbiorczy/zrzurowy	+	+	+
Zbiornik procesowy z mieszadłem	+	+	+
Rura wgłębna	-	-	-
Rura poziomowskazowa	-	-	-
Przepompownia	-	-	-
Kanały grawitacyjne	-	-	-
Zalecenia/Uwagi	⚠ Użyć PMD70 lub FMD76, jeżeli są wymagane wyłącznie niemetalowe elementy zwilżane ⚠ Zwrócić uwagę na ograniczenia zastosowań wybranego typu czujnika podane na str. 68		

+ = zalecane O = przestrzegać ograniczeń - = odradzane

Deltabar S PMD75 	Deltabar S FMD77 	Deltabar S FMD78 
Metalowy z mostkiem Wheatstone'a -40...85 °C	Metalowy z mostkiem Wheatstone'a i separatorem -70...400 °C ¹⁾ / -40...85 °C ²⁾	Metalowy z mostkiem Wheatstone'a i separatorami -70...400 °C
Końnic owalny (¼"-18 NPT) IEC 61518	DN50...100 ¹⁾ , tubus ¹⁾	½", DN50...100, tubus, higieniczne, aseptyczne
316L/1.4435/1.4404, Rh/Au, Alloy C276, Monel, Tantal, uszczelnienie kołnierza	316L/1.4435/1.4404, Rh/Au, Alloy C276, Monel, Tantal, PTFE, uszczelnienie kołnierza owalnego	316L/1.4435/1.4404, Rh/Au, Alloy C276, Monel, Tantal, PTFE
1 mbar...40 bar	1 mbar...40 bar	1 mbar...40 bar
±0,075 % (0,05 % opcja)	±0,075 % (0,05 % opcja)+separator	±0,075 % (0,05 % opcja)+separator
Standardowo	Standardowo	Standardowo
O	O	O
O	O	O
+	O	O
+	O	O
+	+	+
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-
-	-	-

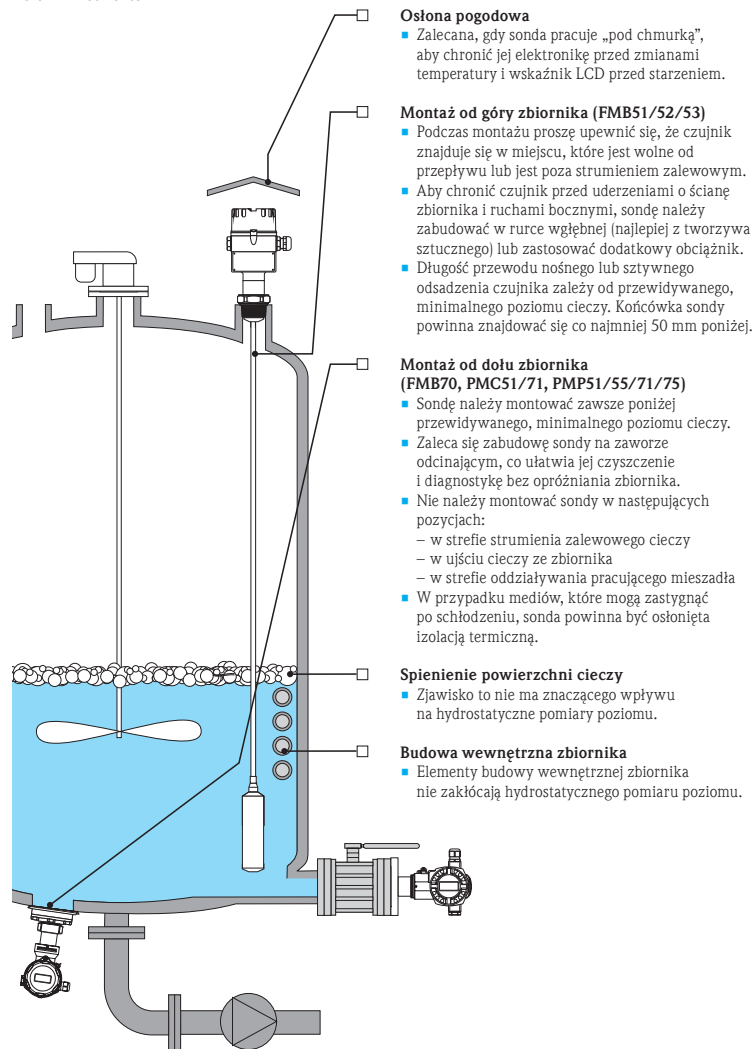
¹⁾ Strona wysokiego ciśnienia (HP)

²⁾ Strona niskiego ciśnienia (LP)

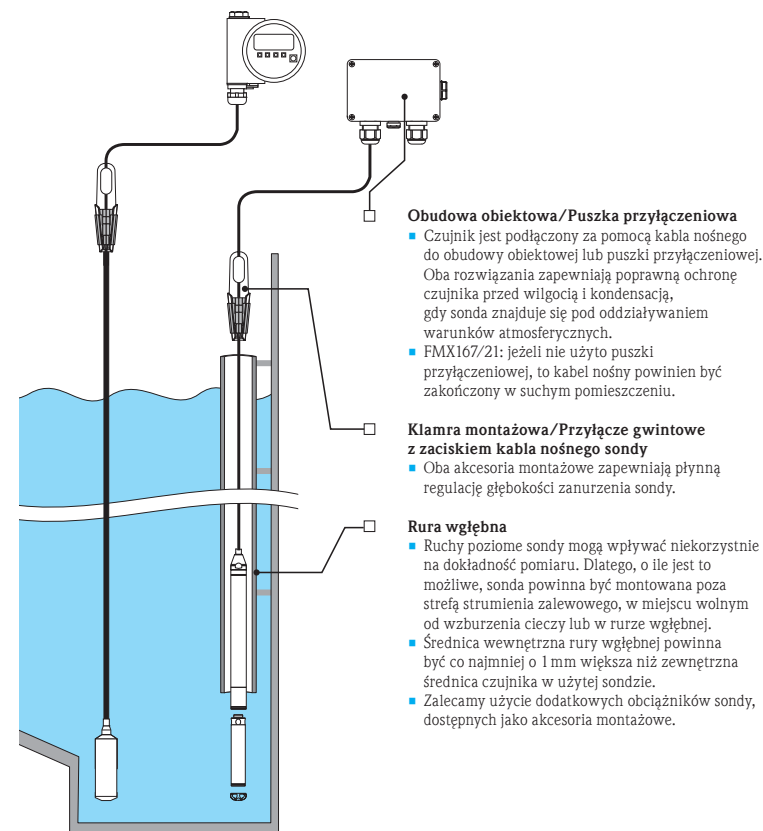
4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: sonda hydrostatyczna (pomiar ciśnienia słupa cieczy)

Zbiorniki otwarte

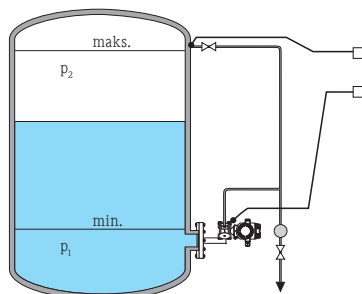


Rury wgłębne bezciśnieniowe, studnie głębinowe, powierzchniowe zbiorniki wodne



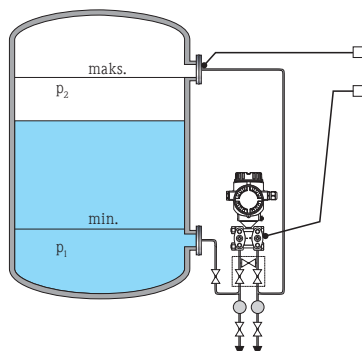
4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: sonda hydrostatyczna (pomiar różnicy ciśnień)



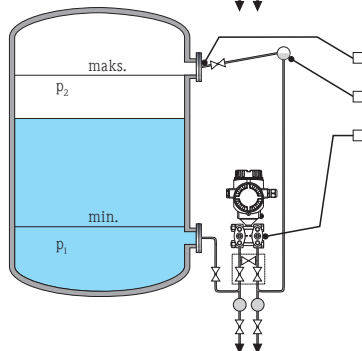
Zbiornik zamknięty z Deltabar S FMD77 (separator membranowy po stronie „+”)

- Strona „-” powinna być podłączona do zbiornika rurką impulsową zawsze powyżej maksymalnego poziomu cieczy.
- Deltabar S FMD77 proszę montować na zbiorniku zawsze poniżej minimalnego poziomu cieczy.
- Użycie naczynia kondensacyjnego i zaworu spustowego ma na celu wyłapanie skroplin i zanieczyszczeń, a następnie sprawne ich usunięcie.
- Kalibrację proszę wykonać w temperaturze pracy przyrządu.
- Rurka impulsowa pomaga w schłodzeniu cieczy lub gazów.



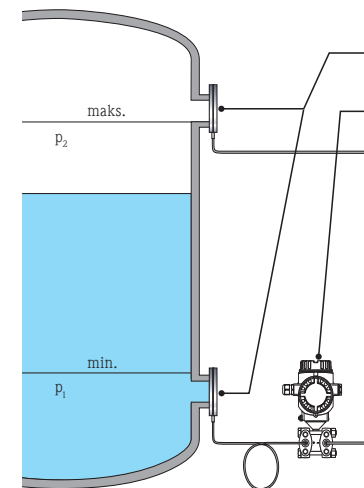
Zbiornik zamknięty z Deltabar S PMD70/PMD75 lub Deltabar M PMD55 (rurki impulsowe)

- Strona „-” powinna być podłączona do zbiornika rurką impulsową zawsze powyżej maksymalnego poziomu cieczy.
- Przetwornik proszę zabudować zawsze poniżej dolnego punktu poboru ciśnienia, aby rurka impulsowa po stronie „+” była zawsze wypełniona cieczą.
- Użycie naczynia do sedymentacji i zaworu spustowego służy wyłapaniu skroplin, osadów i zanieczyszczeń oraz sprawnemu ich usunięciu.
- Kalibrację proszę wykonać w temperaturze pracy przyrządu.
- Rurki impulsowe pomagają w schłodzeniu cieczy lub gazów.



Zbiornik zamknięty, w którym zachodzi intensywne parowanie (rurki impulsowe)

- Strona „-” powinna być podłączona do zbiornika rurką impulsową zawsze powyżej maksymalnego poziomu cieczy.
- Zastosowanie naczynia kondensacyjnego po stronie „-” stabilizuje ciśnienie, a tym samym łagodzi skutki uderzeń ciśnieniowych pary/gazów.
- Przetwornik proszę zabudować zawsze poniżej dolnego punktu poboru ciśnienia, aby rurka impulsowa po stronie „+” była zawsze wypełniona cieczą.
- W przypadku cieczy zanieczyszczonych zalecamy użycie naczynia do sedymentacji i zaworu spustowego. Służą one wyłapaniu zanieczyszczeń i sprawnemu ich usunięciu.
- Kalibrację proszę wykonać w temperaturze pracy przyrządu.
- Rurki impulsowe pomagają w schłodzeniu cieczy lub gazów.

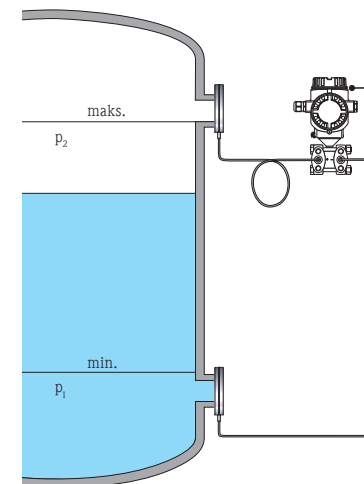


Zbiornik zamknięty z Deltabar S FMD78 (separator membranowy na kapilarach)

- Zakres pomiarowy znajduje się między górną krawędzią separatora po stronie „+” i dolną krawędzią separatora po stronie „-”.
- W przypadku pojawiania się podciśnienia nad lustrem cieczy zalecamy montaż przetwornika poniżej miejsca zabudowy separatora strony „+”.
- Ogranicza to oddziaływanie podciśnienia na ciecz manometryczną, wypinającą kapilarę.

Sposoby optymalizacji pomiaru

- W celu uniknięcia zakłóceń pomiaru i możliwości uszkodzenia przyrządu, kapilary należy montować w miejscach, w których nie występują drgania.
- Proszę nie lokalizować kapilar w pobliżu układów ogrzewania lub chłodzenia, gdyż może to wpłynąć niekorzystnie na dokładność pomiarów.
- Zalecane jest izolacja termiczna kapilar przed wpływem zbyt wysokich lub niskich temperatur otoczenia.
- Długości obu kapilar powinny być jednakowe.
- Po obu stronach należy zawsze używać identycznych separatorów membranowych (średnica, materiał, typ cieczy manometrycznej itp.).



Montaż przetwornika powyżej miejsca zabudowy separatora strony „+”

- Jeśli przetwornik jest zamontowany powyżej miejsca zabudowy separatora strony „+”, to nie należy przekraczać maksymalnej wysokości jego montażu (detale w karcie katalogowej przyrządu).
- Maksymalna wysokość montażu zależy od gęstości wybranej cieczy manometrycznej i najmniejszego dopuszczalnego ciśnienia dla separatora strony „+” (przy pustym zbiorniku).



- 
Poziom
- 
Ciśnienie
- 
Przepływ
- 
Temperatura
- 
Analiza Cieczy
- 
Rejestracja
- 
Komponenty Systemów
- 
Usługi
- 
Rozwiązania

Pomiary poziomu materiałów sypkich

Krok po kroku

Podręcznik składa się z dwóch rozdziałów: „Pomiary poziomu cieczy” i „Pomiary poziomu materiałów sypkich”.

Drugi rozdział jest poświęcony pomiarom poziomu materiałów sypkich. Podręcznik zawiera informacje na temat szeregu metod ciągłego pomiaru poziomu materiałów sypkich i kruszyw, jak również typów i przykładowych zastosowań przyrządów pomiarowych Endress+Hauser.

Dostępny jest również drugi podręcznik, opisujący w ten sam sposób zagadnienie sygnalizacji poziomu. Aby go otrzymać, prosimy o kontakt z Endress+Hauser Polska.

Przegląd metod pomiaru
Na pierwszych stronach podręcznika opisujemy zasady fizyczne metod ciągłego pomiaru poziomu materiałów sypkich i kruszyw. Następnie, zapoznamy Państwa z obszarami zastosowań metod pomiaru i przedstawimy modele przyrządów pomiarowych Endress+Hauser.

Analiza zadania pomiarowego
Poprawnie zaprojektowany pomiar lub właściwa decyzja o użyciu przyrządu pomiarowego powinny być poprzedzone analizą zadania pomiarowego. W tym kroku przedstawiamy i wypełniamy kartę tego zadania. Pozwoli ona Państwu lub doradcy technicznemu Endress+Hauser na zebranie w jednym miejscu niezbędnych informacji o zadaniu.



Spis treści

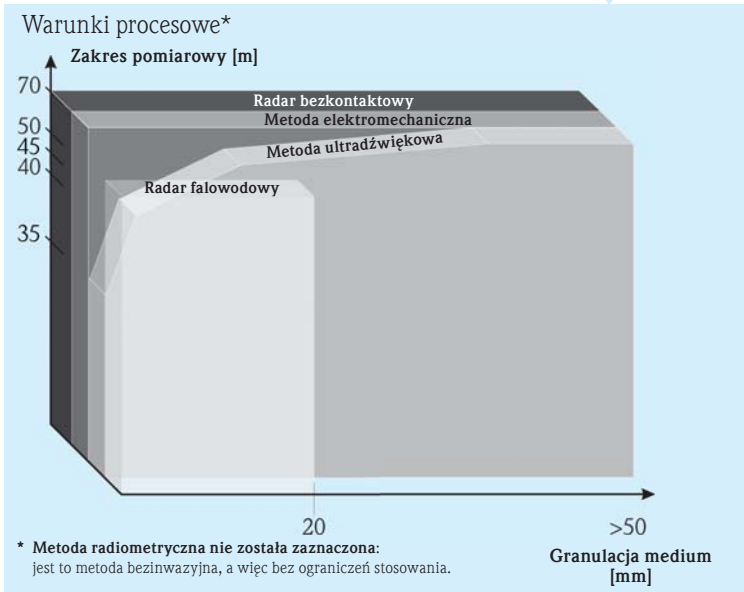
1. Przegląd metod pomiaru poziomu materiałów sypkich.	82
2. Karta zadania pomiarowego	88
3. Wybór metody pomiaru	90
■ Silos magazynowy/Zasobnik	90
■ Smukły, wąski silos (stosunek wysokość/średnica ≥ 8).....	92
■ Zwałowisko magazynowe	94
■ Przenośnik/podajnik mechaniczny (np. taśmowy)	95
■ Kruszarka/młyn	96
4. Wybór przyrządu pomiarowego.	98
■ Radar bezkontaktowy Micropilot.....	98
■ Radar falowodowy Levelflex	102
■ Przetwornik ultradźwiękowy Prosonic	106
■ Przetwornik elektromechaniczny Silopilot.....	112
■ Pomiary radiometryczne	
Nie zostały one ujęte w tym podręczniku.	
Aby uzyskać szczegółowe informacje na ich temat, prosimy o kontakt z Endress+Hauser Polska.	



1. Przegląd metod pomiaru poziomu materiałów sypkich

Segmentacja

	Sygnalizacja poziomu	Pomiar ciągły poziomu
Ciecze	Metoda wibracyjna Metoda przewodnościowa Metoda pojemnościowa Sygnalizatory pływakowe Metoda ultradźwiękowa Metoda radiometryczna	Radar bezkontaktowy Radar falowodowy Metoda ultradźwiękowa Metoda hydrostatyczna Metoda pojemnościowa Metoda elektromechaniczna Metoda radiometryczna
Materiały sypkie	Metoda wibracyjna Metoda pojemnościowa Metoda elektromechaniczna Metoda ultradźwiękowa Bariera mikrofalowa Metoda radiometryczna	Radar falowodowy Radar bezkontaktowy Metoda ultradźwiękowa Metoda elektromechaniczna Metoda radiometryczna



Endress+Hauser oferuje rozwiązania techniczne, dopasowane do indywidualnych warunków technologicznych, Państwa wymagań i oczekiwań.
Państwa korzyściami są:

- bezpieczeństwo i spokojna praca,
- krótki okres zwrotu kosztów inwestycji w rozwiązanie techniczne Endress+Hauser,
- godne zaufania, dokładne i powtarzalne pomiary poziomu,
- wieloletnia opieka serwisowa Endress+Hauser nad Państwa urządzeniami.

„Płacę Państwo tylko za to, czego naprawdę potrzebuję“.

Jest to odpowiedzialna deklaracja Endress+Hauser.
Pod ręką mają Państwo pakiet najwyższej jakości produktów i usług, zróżnicowanych pod względem ich funkcjonalności, zakresu i ceny.

Podział przyrządów pomiarowych pod względem ceny i funkcjonalności za pomocą struktury T/M/S

Większość rodzin produktów Endress+Hauser składa się z 3 segmentów.

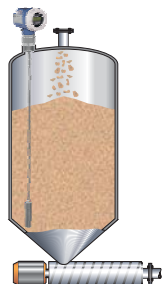
- **Segment T** (TOP QUALITY, Najwyższa jakość)
Przyrządy, dedykowane do prostych zadań pomiarowych. Mała liczba wariantów technicznych pozwala nam ograniczać koszty produkcji, a więc ceny tych przyrządów są dla Państwa bardzo atrakcyjne.
- **Segment M** (MULTI-TALENTED, przyrządy uniwersalne) ułatwia elastyczne dopasowanie przyrządu pomiarowego do większości typowych zadań pomiarowych.
- **Segment S** (SOPHISTICATED, przyrządy wyrafinowane)
Przyrządy dedykowane do najtrudniejszych i odpowiedzialnych punktów pomiarowych. Nieodłącznymi cechami tych produktów są wysoka dokładność, bardzo dobre parametry niezawodnościowe i najszerszy zakres funkcji diagnostycznych.

1. Przegląd metod pomiaru poziomu materiałów sypkich



Metoda radarowa

Radar Micropilot wykorzystuje impulsy elektromagnetyczne o wysokiej częstotliwości, emitowane przez antenę i odbijane od powierzchni produktu. Efekt odbicia sygnału jest możliwy dzięki różnicy w stałej dielektrycznej (DC) między ośrodkiem gazowym a medium mierzonym w zbiorniku. Czas przelotu odbitego impulsu jest wprost proporcjonalny do pokonanej odległości. Jeżeli znane są wymiary zbiornika, to poziom może być obliczony na podstawie tej wielkości.



Radar falowodowy

Radar Levelflex wykorzystuje impulsy elektromagnetyczne wysokiej częstotliwości, które są prowadzone wzdłuż falowodu. Gdy impulsy natrafiają na powierzchnię medium, zmienia się impedancja falowa ośrodka i część emitowanych impulsów odbija się. Czas pomiędzy wysłaniem a powrotem impulsu jest mierzony i analizowany przez przetwornik. Określa on odległość do powierzchni mierzonej oraz poziom, korzystając z informacji o długości falowodu.



Metoda ultradźwiękowa

Przetwornik Prosonic wykorzystuje impulsy akustyczne, emitowane przez nadajnik i odbijane od powierzchni produktu. Czas przelotu odbitego sygnału ultradźwiękowego jest wprost proporcjonalny do przebytej odległości. Dysponując informacją o wymiarach zbiornika, przetwornik oblicza poziom cieczy.

Micropilot M

Pomiar bezkontaktowy, brak części ruchomych i zużywających się. Możliwość stosowania metody w zróżnicowanych warunkach procesowych. Niezależność pomiaru od gęstości materiału, jego temperatury, przewodności i zapylenia. Brak tłumienia sygnału przez ciśnienie gazów w zbiorniku.

Temperatura procesowa:

-40 ... 200 °C

Ciśnienie procesowe:

-1 ... 16 bar

Levelflex M/Levelflex

Pomiar bezobsługowy, doskonały przy występowaniu dużej liczby elementów stałych, zakłócających pomiar bezkontaktowy i skrajnie dużego zapylenia. Niezależność pomiaru od gęstości materiału, jego temperatury, przewodności i wilgotności. Brak tłumienia sygnału przez ciśnienie gazów w zbiorniku.

Temperatura procesowa:

-40 ... 150 °C

Ciśnienie procesowe:

-1 ... 40 bar

Prosonic S/M/T

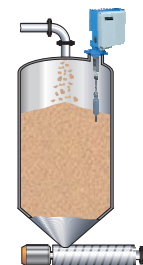
Pomiar bezkontaktowy i bezobsługowy, niezależny od właściwości produktu, np. stałej dielektrycznej, przewodności, gęstości lub wilgotności. Efekt autoczyszczenia dynamicznie drgającej, dużej membrany gwarantuje bardzo dobrą odporność na osady.

Temperatura procesowa:

-40 ... 150 °C

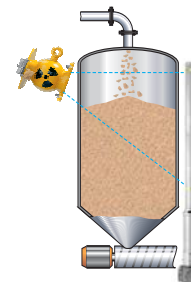
Ciśnienie procesowe:

-0,3 ... 3 bar



Metoda elektromechaniczna

Ciężarek sondujący jest opuszczany w dół silosu magazynowego na taśmie zamocowanej na bębnie pomiarowym. W chwili zetknięcia ciężarka z powierzchnią produktu, zmniejsza się napięcie taśmy. Przetwornik rozpoznaje ten stan i zmienia kierunek obrotów silnika, powodując nawinięcie taśmy na bęben. Podczas opuszczania ciężarka obroty bębna pomiarowego są zliczane za pomocą czujnika optycznego. Każdy zliczony impuls odpowiada zdefiniowanej jednostce długości. Poziom jest określany jako różnica wysokości zbiornika i wyznaczonej długości rozwiniętej taśmy.



Metoda radiometryczna

Źródła promieniowania gamma, którymi są zwykle izotopy cezu lub sporadycznie kobaltu, emitują promieniowanie elektromagnetyczne wysokiej częstotliwości, które ulega częściowej absorpcji na ścieżce pomiarowej do detektora. Efekty pomiarowe powstają wskutek zróżnicowania absorpcji promieniowania przechodzącego przez produkt w zbiorniku, co jest spowodowane zmianami jego poziomu. System pomiarowy składa się ze źródła promieniowania, umieszczonego w pojemniku roboczym i kompaktowego detektora scyntylicyjnego.

Silopilot M/T

Sprawdzona, klasyczna technika pomiaru poziomu, która zawsze sprawdza się m.in. w skrajnie dużym zapyleniu i przy małej gęstości usypowej medium. Duża siła wyciągowa zapewnia niezawodne opuszczanie i podnoszenie ciężarka sondującego. Wszystkie mechanizmy przyrządu są wykonane ze stali galwanizowanej lub aluminium, co gwarantuje jego długą żywotność i wysoką trwałość. Pomiar jest wyzwalany lokalnie lub zdalnie na żądanie przez operatora bądź cyklicznie dzięki użyciu funkcji timera.

Gammapilot M

Bezkontaktowy pomiar z zewnątrz zbiornika, który sprawdza się, gdy nie jest możliwe zastosowanie innej metody pomiaru (środowisko agresywne chemicznie, wysokie temperatury i ciśnienia, media ścierne, brak dostępu do wnętrza zbiornika). Dzięki użyciu modulatora FHG65, radiometryczny układ pomiarowy Endress+Hauser jest całkowicie odporny na zakłócenia od izotopowych badań nieniszczących instalacji.

Temperatura procesu: bez ograniczeń

Ciśnienie procesu: bez ograniczeń

Typowe zastosowania: pomiar poziomu w autoklawach, w silosach z włóknami drzewnymi i reaktorach ze złożem fluidalnym, pomiar gęstości oraz przepływu masowego materiału sypkiego.

Prosimy o kontakt z Endress+Hauser Polska w celu konsultacji technicznej i uzyskania szczegółowych informacji o pomiarach radiometrycznych.

1. Przegląd metod pomiaru poziomu materiałów sypkich

	Metoda radarowa	Radar falowodowy	Metoda ultradźwiękowa
			
			
Temperatura ¹⁾	-40...200 °C	-40...150 °C	-40...150 °C
Ciśnienie procesowe	-1...16 bar	-1...40 bar	-0,3...3 bar
Zakres pomiarowy	70 m	45 m	70 m
Dokładność pomiaru	±15 mm	■ Zakres ≤ 15 m: ±2 mm ■ Zakres > 15 m: ±10 mm	±2 mm + 0,17 % odległości mierzonej
Czynniki, które mogą pogorszyć jakość pomiaru	■ Kształt usypu medium ■ Cechy zbiornika ²⁾ ■ Osad przewodzący u nasady anteny ■ Duże nagromadzenie wilgoci w antenie ■ Intensywna fluidyzacja medium ■ Strumień zasypowy w strefie pomiaru	■ Osad na falowodzie ■ Intensywna fluidyzacja medium ■ Strumień zasypowy w strefie pomiaru	■ Kształt usypu medium ■ Duże zapylenie ■ Cechy zbiornika ²⁾ ■ Strefa martwa czujnika ³⁾ ■ Strumień zasypowy w strefie pomiaru ■ Intensywna fluidyzacja medium
Czynniki, które mogą pogorszyć dokładność pomiaru	■ Odbicia od stałych elementów konstrukcji wewnętrznej zbiornika	■ Odbicia od stałych przeszkód będących bardzo blisko sondy ■ Osad na falowodzie	■ Odbicia od stałych elementów konstrukcji wewnętrznej zbiornika ■ Gradient temperatury w strefie lotnej nad medium mierzonym
Ograniczenia zastosowań	■ DC ⁴⁾ < 1,6 ■ Powierzchnia medium rozpraszająca sygnał próbujący (np. drobne kryształki cukru)	■ DC ⁴⁾ < 1,6 ■ Granulacja > 20 mm ■ Duża ścierność medium ■ Naprężenia wzdłużne falowodu ■ Lekka konstrukcja dachu zbiornika	■ Strefa martwa czujnika ³⁾

¹⁾ Temperatura procesowa przy przyłączu przyrządu pomiarowego

²⁾ M.in. dno cylindryczne lub stożkowe

³⁾ Pomiary możliwe poza strefą martwą czujnika

⁴⁾ DC = stała dielektryczna medium

Metoda elektromechaniczna	Metoda radiometryczna
	
	
-20...230 °C	Bez ograniczeń
-0,2...2 bar	Bez ograniczeń
70 m (opcja 90 m)	2 m (tryb kaskadowy zwiększa zakres)
FMM50: ±50 mm FMM20: ±25 mm	±1 % zakresu mierzonego
■ Duża ilość osadów ■ Zużycie elementów mechanicznych przyrządu ■ Strumień zasypowy w strefie pomiaru	■ Promieniowanie ze źródeł zewnętrznych (np. w trakcie badań nieniszczących z użyciem izotopów)
	■ Duża ilość osadów ■ Gwałtowne i duże wahania ciśnienia gazów
■ Naprężenia wzdłużne taśmy pomiarowej, jeśli ciężarek sondujący jest przysypywany ■ Brak ciągłości pomiaru podczas napełniania silosu - pomiar możliwy tylko na żądanie/cyklicznie	■ Konieczność spełnienia wymagań prawnych ochrony radiologicznej

2. Karta zadania pomiarowego

Aby dokonać wyboru właściwej metody pomiaru poziomu, należy zgromadzić możliwie dużo informacji o aplikacji pomiarowej. Karta zadania pomiarowego stanowi przegląd istotnych informacji o procesie. Jej wypełnienie pomoże Państwu w wyborze właściwej metody pomiarowej. Jeśli karta nie uwzględni wszystkich informacji, które są w Państwa posiadaniu, prosimy o uzupełnienie ich przy podanych kryteriach.

Poniższa tabela zawiera porównanie poszczególnych metod pomiaru i pomoże Państwu w wyborze właściwego rozwiązania zadania pomiarowego.

Przyrząd do pomiaru poziomym	Radar bezkontaktowy	Radar falowodowy	Przetwornik ultradźwiękowy	Przetwornik ektromechaniczny
Cechy aplikacji pomiarowej				
Zapylenie	O	+	O	+
Nierówny usyp medium	O	+	O	+
Osady i oblepianie	O	O	O	O
Fluidyzacja/aeracja medium	O	O	O	+
Miała wartość stałej dielektrycznej DC	O	O	+	+
Duża granulacja medium	+	–	O	+
Gradient temperatury między medium a przyłączem procesowym przyrządu	+	+	–	+
Bardzo mały zbiornik	O	O	O	O
Wymaganie higieniczności/aseptyczności (w tym mycie i sterylizacja)	+	+	+	–
Nadciśnienie/podciśnienie/próżnia	+	+	O	O
Łatwość konserwacji	+	O	+	O
Niezależność od miejsca montażu	O	O	O	O
Lekka konstrukcja dachu	O	–	O	–
Duża liczba wewnętrznych elementów konstrukcyjnych w zbiorniku	O	+	O	+
Bardzo szybkie zmiany poziomu	O	O	O	–

+ = zalecane
O = zwrócić uwagę na ograniczenia metody
– = odradzane

Wskazówka!
Prosimy skopiować kartę zadania pomiarowego z sąsiedniej strony a następnie ją wypełnić i odesłać do Endress+Hauser Polska.
Pomiary radiometryczne nie są rozważane szczegółowo w tym podręczniku.
Aby uzyskać pełną informację na ich temat, prosimy o kontakt z Endress+Hauser Polska.

		Prosimy uzupełnić		Uwagi/Szczegóły
Cechy medium	Nazwa medium			
	Gęstość [g/cm³]			
	Granulacja [mm]			
	Stała dielektryczna (DC)			
	Materiały odporne chemicznie na kontakt z medium			
	Duże zapylenie/Osady	tak	nie	
	Medium ścierne	tak	nie	
	Medium oblepiające/Nawisy ścienne	tak	nie	
	Kondensacja/Wilgoć	tak	nie	
Wymagany pomiar bezkontaktowy		tak	nie	
Dane procesowe	Temperatura medium [°C]	min.....	maks.....	
	Temperatura przy przyłączy [°C]	min.....	maks.....	
	Ciśnienie procesowe [bar]	min.....	maks.....	
Przyłącze procesowe	Typ/Rozmiar/Norma			
Sytuacja montażowa	Wymiary silosu [m]	Wysokość:	Średnica:	
	Wymiary króćca pomiarowego [mm]	Wysokość:	Średnica:	
	Materiał i grubość dachu (stropu)			
	Materiał i grubość ściany			
	Sposób zasypu (z góry/z boku, odległość od króćca pomiarowego)			
	Pomiar nad podajnikiem taśmowym	tak	nie	
	Pomiar nad zwalówiskiem magaz.	tak	nie	
	Pomiar w kruszarce	tak	nie	
Podłączenie elektryczne	2-przewodowe	tak	nie	
	4-przewodowe	tak	nie	Zasilanie:
Komunikacja cyfrowa	HART, PROFIBUS, MODBUS, FOUNDATION Fieldbus itd.			
Dopuszczenia	ATEX	tak	nie	
	Przemysł okrętowy (np. GL, DNV, ABS)			
	Przemysł spożywczy (np. EHEDG, 3A, PZH, FDA)			
Certyfikaty/ Atesty/ Deklaracje	Certyfikat materiałowy (np. 3.1, NACE)			
	SIL	tak	nie	
	Świadectwo kalibracji fabrycznej	tak	nie	
Dodatkowe wymagania	m.in. oczekiwana dokładność pomiaru, powtarzalność, czas odpowiedzi i/lub inne			

3. Wybór metody pomiaru

Bezkontaktowe

Najlepsza propozycja

Metoda radarowa
Micropilot M



Metoda ultradźwiękowa
Prosonic S/M



Zalety	■ Odporność na zmiany gęstości, gradient temperatury w silosie i zapylenie ■ Brak kontaktu z medium: odporność korozyjna i na ścieranie, bezobsługowość ■ Wbudowane złącze do czyszczenia pneumatycznego oraz pozycjoner anteny (FMR250) ■ Łatwy i szybki montaż		■ Odporność na zmiany gęstości i wartość stałej dielektrycznej DC medium ■ Brak kontaktu z medium: odporność korozyjna i na ścieranie, bezobsługowość ■ Niższe koszty inwestycji - możliwość podłączenia 2/5/10 czujników do przetwornika ■ Efekt autoczyszczenia membrany czujnika ■ Zintegrowana funkcja sygnalizacji poziomu	
Dane techniczne	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura przyłącza ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe ■ Maksymalny zakres pomiarowy		■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura przyłącza ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe ■ Maksymalny zakres pomiarowy	
	2-przewodowe (4-20 mA HART, PA, FF) ±15 mm -40...200 °C -1...16 bar kołnierzowe, uchwyt montażowy		2-/4-przewodowe (4-20 mA HART, DP, PA, FF) ±2 mm +0,17 % odległości mierzonej -40...150 °C -0,3...3 bar gwintowe, kołnierzowe, uchwyt montażowy	
	70 m		70 m	
Ograniczenia metody (⚠)	⚠ Mała wartość DC (< 1,6) ⚠ Skrajnie duże i ciągłe zapylenie ⚠ Częste zmiany profilu usypu medium i brak powtarzalności tego profilu ⚠ Powierzchnia rozpraszająca sygnał próbkuj. (np. cukier) ⚠ Fluidyzacja/ aeracja		⚠ Przetwornik ultradźwiękowy ⚠ Radar falowodowy ⚠ Przetwornik elektromechanicz.	
Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (⚡)			⚠ Skrajnie duże i ciągłe zapylenie ⚠ Częste zmiany profilu usypu medium i brak powtarzalności tego profilu ⚠ Duża różnica temperatur między medium i dachem silosu	
			⚠ Radar falowodowy ⚠ Radar bezkontaktowy	

→ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na str. 98

→ Uwaga:
Przetworniki ultradźwiękowe
- kontynuacja na str. 106

Silos/Zasobnik magazynowy

- Napętnianie pneumatyczne lub np. podajnikiem taśmowym
- Zmienny profil powierzchni usypu (stożek, lej itd.)
- Możliwe zapylenie



Kontaktowe

Uzupełniająca propozycja

Radar falowodowy
Levelflex M/Levelflex



Metoda elektromechaniczna
Silopilot M/T



■ Odporność na zmiany gęstości, gradient temperatury w silosie, częsty zasyp i duże zapylenie ■ Niewrażliwość na geometrię silosu i dużą liczbę stałych elementów jego budowy wewnętrznej, zakłócających pomiar bezkontaktowy ■ Odporność na zmiany profilu powierzchni usypu medium		■ Odporność na zmiany gęstości, wartość stałej dielektrycznej DC medium i gradient temperatury w silosie ■ Odporność na intensywne zapylenie i fluidyzację/aerację medium ■ Zintegrowana funkcja sygnalizacji poziomu ■ Łatwy i szybki montaż	
Dane techniczne ■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura przyłącza ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe ■ Maksymalny zakres pomiarowy		Dane techniczne ■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura przyłącza ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe ■ Maksymalny zakres pomiarowy	
Ograniczenia metody (⚠)		Ograniczenia metody (⚠)	
Mała wartość DC (< 1,6)		Ryzyko przysypiania ciężarka sondującego przez medium	
Duża granulacja medium (> 20mm), media ściernie, oblepiające lub agresywne chemicznie		Wymagane okresowe przeglądy (zabrudzenie lub zużycie elementów mechanicznych)	
Lekka konstrukcja dachu silosu lub duże siły wzdłużne (> 35 kN) oddziaływujące na falowod		Pomiar możliwy tylko na żądanie/cyklicznie	
Przetwornik ultradźwiękowy		Radar bezkontaktowy	
Radar bezkontaktowy		Przetwornik ultradźwiękowy	
Przetwornik ultradźwiękowy		Radar falowodowy	

→ Uwaga:
Radary falowodowe
- kontynuacja na str. 102

→ Uwaga:
Przetworniki elektromechaniczne
- kontynuacja na str. 112

3. Wybór metody pomiaru

Bezkontaktowe

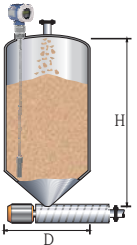
	Metoda radarowa Micropilot M	Metoda ultradźwiękowa Prosonic S/M
	 FMR250 FMR244	 (rozdzielny) FMU90/95 (kompaktowy) FMU4x FDU93 FDU95
Zalety	■ Odporność na zmiany gęstości, gradient temperatury w silosie i zapylenie ■ Brak kontaktu z medium: odporność korozyjna i na ścieranie, bezobsługowość ■ Wbudowane złącze do czyszczenia pneumatycznego oraz pozycjoner anteny (FMR250) ■ Łatwy i szybki montaż	■ Odporność na zmiany gęstości i wartości stałej dielektrycznej DC medium ■ Brak kontaktu z medium: odporność korozyjna i na ścieranie, bezobsługowość ■ Niższe koszty inwestycji - możliwość podłączenia 2/5/10 czujników do przetwornika ■ Efekt autoczyszczenia membrany czujnika ■ Zintegrowana funkcja sygnalizacji poziomu
Dane techniczne	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura przyłącza ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe ■ Maksymalny zakres pomiarowy 2-przewodowe (4-20 mA HART, PA, FF) ±15 mm -40...200 °C -1...16 bar kołnierzowe, uchwyt montażowy 70 m	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura przyłącza ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe ■ Maksymalny zakres pomiarowy 2-/4-przewodowe (4-20 mA HART, DP, PA, FF) ±2 mm +0,17 % odległości mierzonej -40...150 °C -0,3...3 bar gwintowe, kołnierzowe, uchwyt montażowy 70 m
Ograniczenia metody (⚠)	⚠ Mała wartość DC (< 1,6) ⚠ Skrajnie duże i ciągłe zapylenie ⚠ Częste zmiany profilu usypu medium i brak powtarzalności tego profilu ⚠ Powierzchnia rozpraszająca sygnał próbkuj. (np. cukier) ⚠ Fluidyzacja	⚠ Skrajnie duże i ciągłe zapylenie ⚠ Częste zmiany profilu usypu medium i brak powtarzalności tego profilu ⚠ Duża różnica temperatur między medium i dachem silosu
Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (👉)	👉 Przetwornik ultradźwiękowy 👉 Radar falodowody 👉 Przetwornik elektromechanicz.	👉 Radar falodowody 👉 Radar bezkontaktowy

➔ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na str. 98

➔ Uwaga:
Przetworniki ultradźwiękowe
- kontynuacja na str. 106

Smukły, wąski silos

- Stosunek H/D ≥ 8
- Napełnianie pneumatyczne lub np. podajnikiem taśmowym
- Zmienny profil powierzchni usypu (stożek, lej itd.)
- Możliwe zapylenie



Kontaktowe

	Najlepsza propozycja Radar falodowody Levelflex M/Levelflex	Metoda elektromechaniczna Silopilot M/T
	 FMP57 FMP56	 FMM50 FMM20
Zalety	■ Odporność na zmiany gęstości, gradient temperatury w silosie, częsty zasyp i duże zapylenie ■ Niewrażliwość na geometrię silosu i dużą liczbę stałych elementów jego budowy wewnętrznej, zakłócających pomiar bezkontaktowy ■ Odporność na zmiany profilu powierzchni usypu medium	■ Odporność na zmiany gęstości, wartość stałej dielektrycznej DC medium i gradient temperatury w silosie ■ Odporność na intensywne zapylenie i fluidyzację medium ■ Zintegrowana funkcja sygnalizacji poziomu ■ Łatwy i szybki montaż
Dane techniczne	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura przyłącza ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe ■ Maksymalny zakres pomiarowy 2-/4-przewodowe (4-20 mA HART, PA, FF) ±2 mm -40...150 °C -1...16 bar gwintowe, kołnierzowe, higieniczne, aseptyczne 45 m (na życzenie większy)	■ Podłączenie elektryczne ■ Dokładność pomiaru ■ Temperatura przyłącza ■ Ciśnienie procesowe ■ Przyłącze procesowe ■ Maksymalny zakres pomiarowy 4-przewodowe (4-20 mA), impulsowe ±25 mm (FMM20), ±50 mm (FMM50) -20...230 °C -0,2...2 bar dopasowane pod kołnierz DN100 PN16 70 m (na życzenie do 90 m)
Ograniczenia metody (⚠)	⚠ Mała wartość DC (< 1,6) ⚠ Duża granulacja medium (> 20 mm), media ściernie, oblepiające lub agresywne chemicznie ⚠ Lekka konstrukcja dachu silosu lub duże siły wzdłużne (> 35 kN) oddziaływujące na falowód	⚠ Ryzyko przysypiania ciężarka sondującego przez medium ⚠ Wymagane okresowe przeglądy ⚠ Pomiar możliwy tylko na żądanie/cyklicznie
Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (👉)	👉 Przetwornik ultradźwiękowy 👉 Radar bezkontaktowy 👉 Przetwornik ultradźwiękowy	👉 Radar bezkontaktowy 👉 Przetwornik ultradźwiękowy 👉 Radar falodowody

➔ Uwaga:
Radary falodowody
- kontynuacja na str. 102

➔ Uwaga:
Przetworniki elektromechaniczne
- kontynuacja na str. 112

3. Wybór metody pomiaru

Zwałowisko magazynowe

- Zasyp przy użyciu np. przenośnika/podajnika taśmowego
- Pomiar poziomu np. do sterowania przenośnikiem taśmowym
- Szeroki zakres granulacji medium
- Praca w warunkach atmosferycznych „pod chmurką”



Bezkontaktowe

Najlepsza propozycja

Metoda radarowa Micropilot M



Metoda ultradźwiękowa Prosonic S/M



Zalety

- Odporność na zmiany gęstości, gradient temperatury, warunki atmosferyczne i zapylenie
- Brak kontaktu z medium: odporność korozyjna i na ścieranie, bezobsługowość
- Wbudowane złącze do czyszczenia pneumatycznego oraz pozycjoner anteny (FMR250)
- Łatwy i szybki montaż

Dane techniczne

- Podłączenie elektryczne
- Dokładność pomiaru
- Temperatura przyłącza
- Ciśnienie procesowe
- Przyłącze procesowe
- Maksymalny zakres pomiarowy

2-przewodowe (4-20 mA HART, PA, FF)
±15 mm
-40...200 °C
-1...16 bar
kołnierzowe, uchwyt montażowy
70 m

2-/4-przewodowe (4-20 mA HART, DP, PA, FF)
±2 mm +0,17 % odległości mierzonej
-40...150 °C
-0,3...3 bar
gwintowe, kołnierzowe, uchwyt montażowy
70 m

Ograniczenia metody (⚠)

Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (⚡)

⚠ Mała wartość DC (< 1,6)
⚠ Duże drgania instalacji
⚠ Utrudniony dostęp do przetwornika podczas eksploatacji

⚡ Ultradźwiękowy układ pomiarowy w wersji rozdzielnej (Prosonic S)

⚠ Duże i ciągłe zapylenie

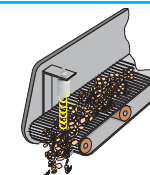
⚡ Radar bezkontaktowy

→ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na str. 98

→ Uwaga:
Przetworniki ultradźwiękowe
- kontynuacja na str. 106

Przenośnik/podajnik mechaniczny

- Wymagany pomiar bezkontaktowy
- Wymagany krótki czas odpowiedzi pomiarowej
- Monitorowanie ilości materiału na przenośniku
- Występowanie drgań instalacji technologicznej



Bezkontaktowe

Metoda radarowa Micropilot M



Najlepsza propozycja

Metoda ultradźwiękowa Prosonic S/M



Zalety

- Odporność na zmiany gęstości, gradient temperatury i zapylenie
- Brak kontaktu z medium: odporność korozyjna i na ścieranie, bezobsługowość
- Wbudowane złącze do czyszczenia pneumatycznego oraz pozycjoner anteny (FMR250)
- Łatwy i szybki montaż

Dane techniczne

- Podłączenie elektryczne
- Dokładność pomiaru
- Temperatura przyłącza
- Ciśnienie procesowe
- Przyłącze procesowe
- Maksymalny zakres pomiarowy

2-przewodowe (4-20 mA HART, PA, FF)
±15 mm
-40...200 °C
-1...16 bar
kołnierzowe, uchwyt montażowy
70 m

2-/4-przewodowe (4-20 mA HART, DP, PA, FF)
±2 mm +0,17 % odległości mierzonej
-40...150 °C
-0,3...3 bar
gwintowe, kołnierzowe, uchwyt montażowy
70 m

Ograniczenia metody (⚠)

Metoda alternatywna pokonująca ograniczenia (⚡)

⚠ Mała wartość DC (< 1,6)
⚠ Duże drgania instalacji
⚠ Utrudniony dostęp do przetwornika po montażu
⚠ Bardzo krótki czas odpowiedzi

⚡ Ultradźwiękowy układ pomiarowy w wersji rozdzielnej (Prosonic S)

⚠ Zwrócić uwagę na martwą strefę czujnika
⚠ Użyć wersji rozdzielnej (Prosonic S), jeżeli występują duże drgania instalacji lub dostęp do przetwornika jest utrudniony

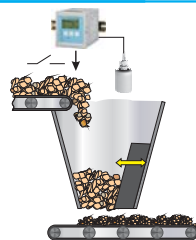
→ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na str. 98

→ Uwaga:
Przetworniki ultradźwiękowe
- kontynuacja na str. 106

3. Wybór metody pomiaru

Kruszarka/młyn

- Wymagany pomiar bezkontaktowy
- Wymagany krótki czas odpowiedzi pomiarowej
- Monitorowanie stopnia napełnienia i blokady bufora
- Występowanie drgań instalacji technologicznej



Bezkontaktowe

Metoda radarowa
Micropilot M



Najlepsza propozycja

Metoda ultradźwiękowa



Zalety

- Odporność na zmiany gęstości, gradient temperatury i zapylenie
- Brak kontaktu z medium: odporność korozyjna i na ścieranie, bezobsługowość
- Wbudowane złącze do czyszczenia pneumatycznego oraz pozycjoner anteny (FMR250)
- Łatwy i szybki montaż

- Łatwy montaż i późniejszy dostęp do panelu operatora
- Bardzo dobra odporność na drgania
- Odporność na zmiany gęstości i wartość stałej dielektrycznej DC medium
- Krótki czas odpowiedzi pomiarowej
- Brak kontaktu z medium: odporność na ścieranie i uszkodzenia, bezobsługowość
- Zintegrowana funkcja sygnalizacji poziomu

Dane techniczne

- Podłączenie elektryczne
- Dokładność pomiaru
- Temperatura przyłącza
- Ciśnienie procesowe
- Przyłącze procesowe
- Maksymalny zakres pomiarowy

2-przewodowe (4-20 mA HART, PA, FF)
±15 mm
-40...200 °C
-1...16 bar
kołnierzowe, uchwyt montażowy
70 m

2-/4-przewodowe (4-20 mA HART, DP, PA, FF)
±2 mm +0,17 % odległości mierzonej
-40...150 °C
-0,3...3 bar
gwintowe, kołnierzowe, uchwyt montażowy
70 m

Ograniczenia metody (👉)

- 👉 Mała wartość DC ($< 1,6$)
- 👉 Duże drgania instalacji
- 👉 Utrudniony dostęp do przetwornika po montażu
- 👉 Bardzo krótki czas odpowiedzi

- 👍 Ultradźwiękowy układ pomiarowy w wersji rozdzielnej (Prosonic S)

- 👉 Zwrócić uwagę na martwą strefę czujnika
- 👉 Czujnik proszę zamontować na bezpiecznej wysokości ponad kruszarką, aby chronić go przed uszkodzeniami mechanicznymi

➔ Uwaga:
Radary bezkontaktowe
- kontynuacja na **str. 98**

→ Uwaga:
Przetworniki ultradźwiękowe
- kontynuacja na **str. 106**

Notatki

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Radar bezkontaktowy Micropilot

Wymagane informacje o aplikacji

- Zakres pomiarowy
- Oczekiwana dokładność pomiaru
- Stała dielektryczna medium (DC)
- Granulacja medium
- Wymagana kompatybilność chemiczna materiałów radaru
- Średnica i wysokość króćca
- Ciśnienie i temperatura

Ograniczenia zastosowań radarów bezkontaktowych

- T < -40 °C lub T > 200 °C
- p > 16 bar
- Zakres pomiarowy > 70 m
- Stała dielektryczna DC < 1,6 np. perlit, zmielona krzemionka itp.
- Przyłącze procesowe < DN80/3"

Stała dielektryczna medium (DC)

Stopień odbicia sygnału mikrofalowego jest zależny od stałej dielektrycznej medium (DC). Poniższa tabela przedstawia podział mediów na grupy ze względu na wartość DC. W przypadku medium o stałej dielektrycznej, której wartość nie jest znana, zalecamy rozważanie wartości DC równej 1,9. Jest to gwarancją rzetelności pomiaru poziomemu przy pomocy wybranego radaru, jeśli pozostałe zalecenia odnośnie jego użytkowania są wypełnione.

Grupa mediów	DC	Przykłady
A	1,6...1,9	granulaty tworzyw sztucznych, wapno, wybrane typy cementu, cukier
B	1,9...2,5	cement, gips, klinkier, popiół paleniskowy, biomasa leśna i ogrodnicza
C	2,5...4	ziarna zbóż, mąka, pasze zwierzęce, piasek
D	4...7	urobek surowy w kopalniach minerałów, rudy metali, sól
E	>7	węgiel, koks, sadza, pył węglowy

Czynniki zawężające zakres pomiarowy:

- Duży kąt usypu medium
- Medium poddawane aeracji (okresowe zmniejszanie się stałej dielektrycznej)
- Wytrącanie się wilgotnych osadów wewnątrz anteny radaru

Użycie radaru Micropilot M FMR244/FMR240

Proszę wybrać „Zwiększona dynamika sygnału”, „F” lub „G” w opcjach dodatkowych kodu zamówieniowego radaru.

Zalety

- Pomiar bezkontaktowy i bezobsługowy
- Brak części ruchomych - bardzo niskie koszty eksploatacji
- Odporność na zmiany gęstości i gradient temperatury w silosie
- Niewrażliwość na nadciśnienie/próżnię/zapylenie

Typowe zastosowania

Cechy i zalety

Dane techniczne

Micropilot M
Antena stożkowa/paraboliczna



- Silosy, zbiorniki i zasobniki
- Zwałowiska magazynowe
- Zmienny profil usypu medium (pozycjoner kulowy anteny)
- Media brudzące i pyłące (pneumatyczne czyszczenie anteny)
- Media gorące (pneumatyczne chłodzenie anteny)

- Antena stożkowa dla wąskich króćców i małych otworów w dachu/stropie silosu
- Antena paraboliczna dla wąskich, wysokich silosów (kąt wiązki sygnału już od 3,5°)
- Przyłącze z oczyszczaniem anteny sprężonym powietrzem w standardzie
- Pozycjoner kulowy anteny wbudowany w przyrząd

- Zakres pomiarowy ±15 mm
- Dokładność pomiaru -40...200 °C
- Temperatura przyłącza -1...16 bar
- Ciśnienie procesowe stożkowa DN80, DN100 paraboliczna DN200, DN250
- Typ anteny gwintowe, kołnierzone, kołnierzone z pozycjonerem anteny
- Przyłącze procesowe 316L /1.4435/1.4401, uszczelnienie anteny
- Materiały radaru w otoczeniu procesu

Micropilot M
Antena stożkowa



- Średniej wielkości silosy, zbiorniki i zasobniki
- Powtarzalny profil usypu medium
- Media nie brudzące anteny w krótkim czasie

- Pozycjonowanie anteny przy pomocy podkładek pod kołnierz przyrządu

- 30 m¹⁾ ±15 mm
- Dokładność pomiaru -40...150 °C
- Temperatura przyłącza -1...40 bar
- Ciśnienie procesowe stożkowa DN100
- Typ anteny gwintowe, kołnierzone
- Przyłącze procesowe 316L /1.4435, uszczelnienie anteny

Micropilot M
Antena stożkowa zamknięta



- Małe silosy, zbiorniki i zasobniki
- Zwałowiska magazynowe
- Kruszarki lub młyny
- Powtarzalny profil usypu medium
- Media nie brudzące anteny w krótkim czasie

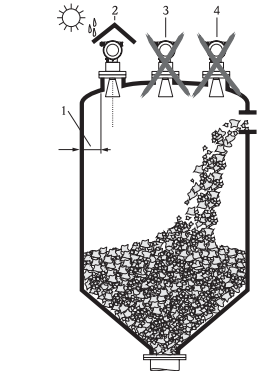
- Pozycjonowanie anteny przy pomocy podkładek pod kołnierz przyrządu lub uchwytu montażowego
- Plastikowy stożek anteny wewnątrz metalizowany z przestoną (PP)

- 15 m¹⁾ ±15 mm
- Dokładność pomiaru -40...80 °C
- Temperatura przyłącza -1...3 bar
- Ciśnienie procesowe stożkowa DN80
- Typ anteny kołnierzone, uchwyt montażowy
- Przyłącze procesowe PBT, PP, silikon

¹⁾ Proszę wybrać „F” lub „G” w opcjach dodatkowych kodu zamówieniowego radaru

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: radar bezkontaktowy Micropilot



Montaż

- Unikać montażu w osi zbiornika [3].
- Nie montować nad strumieniem zasypowym [4].
- Odległość od ściany: ~1/6 średnicy zbiornika, jednak nie mniej niż 200 mm [1].

Ośłona pogodowa

- Zalecana, gdy radar pracuje „pod chmurką”, aby chronić jego elektronikę przed zmianami temperatury i wskaźnik LCD przed starzeniem [2].

Ochrona anteny przed osadami

- FMR250: zintegrowane przyłącze do pneumatycznego czyszczenia anteny suchym gazem (np. powietrzem, azotem itp.) lub pokrywa z tworzywa sztucznego (PP) do osłonięcia anteny.
- FMR240/244: pokrywa z tworzywa sztucznego (PP) osłaniająca antenę.

Budowa wewnętrzna zbiornika

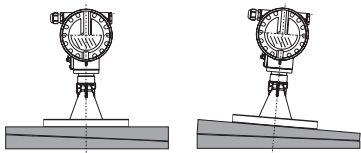
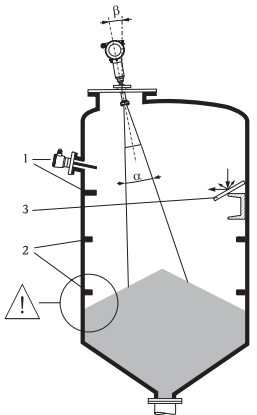
- W strefie wiązki mikrofalowej (patrz tabela poniżej) należy unikać montażu elementów typu sygnalizatory, czujniki temperatury itp. [1].
- Pomiar może być zakłócany przez symetryczne elementy budowy zbiornika typu obejmy usztywniające, wężownice, uskoki średnicy [2].

Sposoby optymalizacji pomiaru

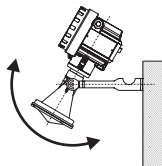
- Im większa średnica anteny, tym mniejszy kąt α wiązki mikrofalowej. Wówczas zmniejsza się liczba zakłóceń.
- Tłumienie zakłóceń jest możliwe przy pomocy filtrów sygnałowych, konfigurowanych w menu użytkownika radaru.
- Metalowe płytki, zabudowane pod właściwym kątem, ograniczają zakłócenia od stałych elementów budowy wewnętrznej silosu [3].

Poprawne ustawienie anteny

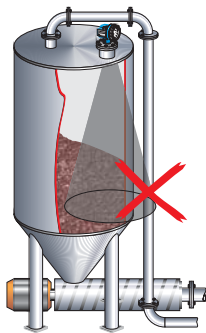
- Pozycjonowanie anteny (kąt β) względem bieżącego profilu usypu medium poprawia dokładność pomiarów, zmniejsza liczbę oraz amplitudę niepożądanych zakłóceń/odbić sygnału mikrofalowego.
- FMR250: szybkie i łatwe ustawianie dzięki użyciu wbudowanego pozycjonera kulowego ($\beta=0...15^\circ$ w każdym kierunku od pionu)
- FMR244: pozycjonujące podkładki pod kołnierz lub uchwyt montażowy
- FMR240: pozycjonujące podkładki pod kołnierz



Ustawienie anteny przy pomocy pozycjonujących podkładek pod kołnierz radaru



Uchwyt montażowy



Pomiary w zbiornikach z tworzywa sztucznego

Jeśli ściany zewnętrzne zbiornika są wykonane z materiału nieprzewodzącego (np. PE, włókno szklane itp.), to mikrofałe mogą być również odbijane przez zewnętrzne źródła zakłóceń, np.:

- metalowe rury transportu pneumatycznego
- drabinki
- stalowe konstrukcje wsporcze

Należy wybrać miejsce montażu radaru w taki sposób, aby uniknąć pojawiania się tych źródeł w strefie próbkowania sygnałem mikrofalowym.

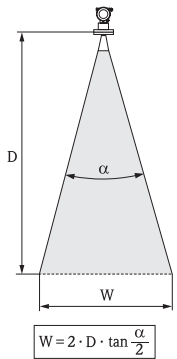
Kąt wiązki próbkującego sygnału mikrofalowego

Kąt wiązki jest zdefiniowany jako wierzchołkowy kąt stożka α , wewnątrz którego gęstość energii fali elektromagnetycznej jest większa od połowy gęstości maksymalnej (szerokość 3 dB).

Mikrofałe rozchodzą się również poza stożkiem i są odbijane od elementów znajdujących się poza nim. Szerokość plamki W w zależności od typu anteny (kąta wiązki α) i odległości D mierzonej radarem:

Rozmiar anteny FMR244	Antena stożkowa 80 mm	Rozmiar anteny FMR240	Antena stożkowa 100 mm
Kąt wiązki α	10°	Kąt wiązki α	8°

Rozmiar anteny FMR250	Antena stożkowa		Antena paraboliczna	
	80 mm	100 mm	200 mm	250 mm
Kąt wiązki α	10°	8°	4°	3,5°



Odległość (D)	Szerokość plamki (W)			
	Antena stożkowa		Antena paraboliczna	
	80 mm	100 mm	200 mm	250 mm
5 m	0,87 m	0,70 m	0,35 m	0,3 m
10 m	1,75 m	1,40 m	0,70 m	0,61 m
15 m	2,62 m	2,10 m	1,05 m	0,92 m
20 m	3,50 m	2,80 m	1,40 m	1,22 m
30 m	5,25 m	4,20 m	2,10 m	1,83 m
40 m	7,00 m	5,59 m	2,79 m	2,44 m
50 m	8,75 m	6,99 m	3,50 m	3,06 m

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Radar falowodowy Levelflex

Wymagane dane aplikacji

- Zakres pomiarowy
- Oczekiwana dokładność pomiaru
- Ciśnienie i temperatura
- Stała dielektryczna medium (DC)
- Gęstość usypowa medium
- Wymagana kompatybilność chemiczna materiałów radaru
- Średnica i wysokość króćca
- Dopuszczalne obciążenie dachu/stropu

Ograniczenia zastosowań

- radarów falowodowych**
- $T < -40\text{ }^{\circ}\text{C}$ lub $T > 150\text{ }^{\circ}\text{C}$
(wyższe temperatury na życzenie)
 - $p > 40\text{ bar}$
 - Zakres pomiarowy $> 45\text{ m}$
 - Stała dielektryczna $< 1,6$

Stała dielektryczna medium (DC)

Stopień odbicia sygnału mikrofalowego jest zależny od stałej dielektrycznej medium (DC). Poniższa tabela przedstawia podział mediów na grupy ze względu na wartość DC. W przypadku medium o stałej dielektrycznej, której wartość nie jest znana, zalecamy rozważanie wartości DC równej 1,9. Jest to gwarancją rzetelności pomiaru poziomu przy pomocy wybranego radaru, jeśli pozostałe zalecenia odnośnie jego użytkowania są wypełnione.

Grupa mediów	DC	Przykłady	Maksymalny zakres pomiarowy	
			Sonda linkowa	Sonda linkowa pokrywana poliamidem (PA)
1	1,4...1,6	■ Sproszkowane tworzywa sztuczne	20...25 m	—
2	1,6...1,9	■ Granulaty tworzyw sztucznych ■ Wapno ■ Wybrane gatunki cementu ■ Cukier	25...30 m	12,5...15 m
3	1,9...2,5	■ Cement, gips ■ Pelety drzewne ■ Biomasa leśna/ogrod.	30...45 m	—
		■ Mąka	—	15...25 m
4	2,5...4	■ Ziarna zbóż, nasiona	—	25...30 m
5	4...7	■ Surowy, zmielony urobek kopalniany ■ Piasek	45 m	25...30 m
		■ Sól ■ Skrobia	45 m	45 m
6	> 7	■ Sadza ■ Pył węglowy	45 m	45 m

Wskazówka!

W przypadku materiałów sypkich w stanie spulchnionym, należy przyjąć zakres pomiarowy odpowiadający grupie o najniższej stałej dielektrycznej. Zakres pomiarowy ulega zawężeniu, gdy:

- powierzchnia medium jest wyjątkowo luźna, np. podczas aeracji
- falowód jest równomiernie pokryty osadem, w szczególności zawilgoconym

Zalety

- Odporność na bieżący profil powierzchni usypu i zmiany gęstości medium
- Niewrażliwość na dużą liczbę elementów budowy wewnętrznej silosu, w tym m.in. opasanie wzmacniające, poprzeczne stelaże usztywniające itd.
- Unikatowy mechanizm redundancji pomiaru dzięki funkcji detekcji końca falowodu (algorytm EoP)¹⁾
- Bardzo dobra odporność na duże zapylenie i częsty zasyp pneumatyczny

Levelflex



FMP57

Levelflex



FMP56

Typowe zastosowania

- Wąskie silosy i zasobniki
- Materiały o powierzchni usypowej rozpraszającej bezkontaktowy sygnał próbkujący (np. cukier)
- Granulaty tworzyw sztucznych
- Zboża i produkty zbożowe

Cechy i zalety

- Falowody są wymienne
- Sondy linkowe pokrywane poliamidem proszę używać do produktów zbożowych
- Pomiaru są możliwe w trakcie zasypu silosu

Dane techniczne

■ Zakres pomiarowy	45 m	12 m
■ Dokładność pomiaru	$\pm 2\text{ mm}$	$\pm 2\text{ mm}$
■ Temperatura przyłącza	$-40\text{...}150\text{ }^{\circ}\text{C}$	$-40\text{...}120\text{ }^{\circ}\text{C}$
■ Ciśnienie procesowe	$-1\text{...}16\text{ bar}$	$-1\text{...}16\text{ bar}$
■ Typ falowodu:		
linka	$\varnothing 4\text{ mm}$, $\varnothing 6\text{ mm}$, $\varnothing 8\text{ mm}$, $\varnothing 8\text{ mm}+\text{PA}$	$\varnothing 4\text{ mm}$, $\varnothing 6\text{ mm}+\text{PA}$
pręt	$\varnothing 16\text{ mm}$	—
■ Przyłącze procesowe	gwintowe, kołnierzowe	gwintowe, kołnierzowe
■ Materiały radaru	316L/1.4435/1.4401, PPS, PEEK, uszczelnienie falowodu	316L/1.4435/1.4401, PPS, PEEK, uszczelnienie falowodu
■ w kontakcie z medium		

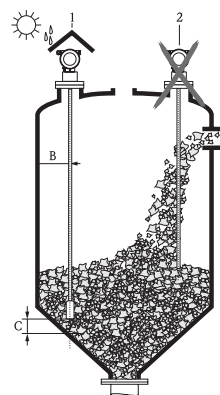
¹⁾ Chroniony patentem algorytm End-of-Probe (EOP) zapewnia rzetelny i wiarygodny pomiar poziomu mediów o niskiej stałej dielektrycznej DC (m.in. mąka, cement, wapno, gips, granulaty PE i PP, sproszkowane tworzywa sztuczne itp.) także podczas napełniania i opróżniania silosu, gdy występuje intensywne zapylenie oraz aeracja.

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: radar falowodowy Levelflex

Dobór sondy

- Proszę stosować sondy linkowe do pomiaru poziomu materiałów sypkich.
- Sondy prętowe są odpowiednie dla małych zakresów pomiarowych (do 2 m) i znajdują zastosowanie m.in. przy dopuszczalnym montażu bocznym w ścianie zbiornika, zawierającego lekki materiał sypki.
- Z uwagi na występowanie dużych naprężeń bocznych i wzdłużnych, w wysokich silosach zalecamy użycie sondy linkowej w osłonie z tworzywa sztucznego. Zboża i produkty przetworzone (np. pszenica, kukurydza, mąka, pasze zwierzęce) powinny być opomiarowane sondą linkową pokrytą fabrycznie poliamidem (PA).

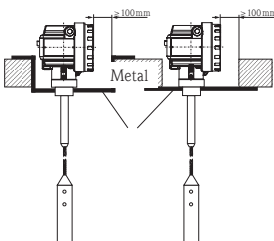


Montaż

- Nie montować radaru falowodowego w strumieniu wlotowym [2].
- Zalecamy montaż sondy linkowej lub prętowej w odległości [B] od ściany zbiornika, aby nie doszło do zakłóceń poprawności pomiaru, gdy na ścianie powstanie gruby osad lub nawis. Wówczas odległość ta powinna być nie mniejsza niż 100 mm.
- Wybrać miejsce montażu tak, aby odległość sondy od elementów zakłócających była jak największa. W przypadku, gdy ta odległość będzie mniejsza od 300 mm, należy uruchomić funkcję tłumienia ech zakłócających podczas rozruchu radaru.
- W przypadku montażu sond prętowych i linkowych w zbiornikach z tworzywa sztucznego, wymagane jest zachowanie odległości min. 300 mm mierząc od zewnętrznych, metalowych elementów zbiornika.
- Minimalna odległość końca sondy od dna zbiornika [C] jest równa:
 - 150 mm dla sondy linkowej
 - 50 mm dla sondy prętowej
 Możliwe jest zakotwienie końca sondy do dna/ściany zbiornika.
- Podczas montażu i eksploatacji należy unikać mocnego zaginania sondy linkowej (np. wywołanego ruchem produktu mierzonego względem ścian silosu) przez wybór właściwego miejsca montażu radaru w stropie/dachu.

Osłona pogodowa

- Zalecana, gdy radar pracuje „pod chmurką”, aby chronić jego elektronikę przed zmianami temperatury i wskaźnik LCD przed starzeniem [1].



Montaż w silosie betonowym

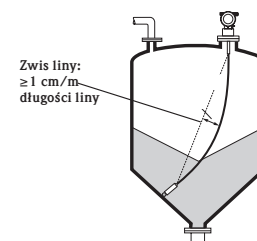
- Zalecamy zachowanie jak największej odległości [B] pomiędzy sondą a ścianą zbiornika - min. 0,5 m, a najlepiej ≥ 1 m.
- Montaż w betonowym stropie powinien być wykonany tak, aby dolna krawędź przyłącza radaru licowała z wewnętrzną powierzchnią stropu.

Możliwe wydłużenie się sondy linkowej podczas pracy radaru

- sonda linkowa $\varnothing 6$ mm
 - wydłużenie się z powodu naprężeń wzdłużnych: 13 mm/m przy maks. dopuszczalnym obciążeniu rozciągającym (30 kN)
 - wydłużenie się z powodu wzrostu temperatury: 2 mm/m przy zmianie temperatury z 30 °C do 150 °C
- sonda linkowa $\varnothing 4$ mm
 - wydłużenie się z powodu naprężeń wzdłużnych: 11 mm/m przy maks. dopuszczalnym obciążeniu rozciągającym (12 kN)
 - wydłużenie się z powodu wzrostu temperatury: 2 mm/m przy zmianie temperatury z 30 °C do 150 °C

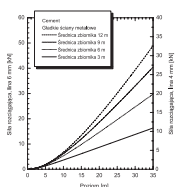
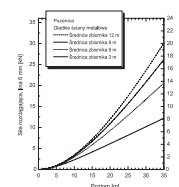
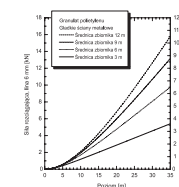
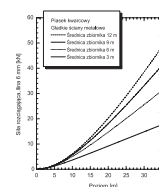
Zamocowanie końca sondy linkowej

- Jeżeli istnieje obawa, że koniec sondy będzie okresowo dotykał ściany, elementów wewnętrznych zbiornika lub jego odległość do betonowej ściany będzie okresowo mniejsza niż 0,5 m, to koniec sondy należy trwale umocować do ściany/dna zbiornika używając nagwintowanego otworu w obciążniku sondy (M14 dla $\varnothing 4$ mm lub M20 dla $\varnothing 6$ mm).



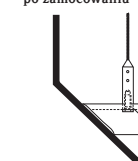
Naprężenia wzdłużne sondy linkowej

- Materiały sypkie wywierają siły wzdłużne, naprężające sondę linkową. Ich intensywność zależy od:
 - długości sondy i stopnia jej przysypania
 - gęstości usypowej produktu
 - średnicy zbiornika
 - średnicy linki.
- Poniższe diagramy przedstawiają przykładowe wartości sił wzdłużnych, wyznaczone w następujących warunkach:
 - brak mocowania końca sondy (zwis swobodny)
 - zaspój odbywa się od góry silosu.
 Prosimy o kontakt z Endress+Hauser Polska w celu obliczenia sił wzdłużnych w Państwa aplikacji.
- Siły naprężające uwzględniają współczynnik bezpieczeństwa 2, aby skompensować okresowe wahania ich wartości, powodowane strumieniem zasypanych i ruchami materiału mierzonego.
- W przypadku zerwania nawisów medium ze ścian silosu mogą występować chwilowe, znacznie większe obciążenia linki i stropu silosu.

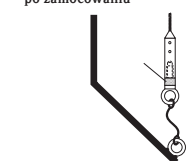


- W przypadku konieczności zakotwienia końca sondy, zalecamy użycie linki $\varnothing 6$ mm z uwagi na jej większą odporność na naprężenia wzdłużne.
- Obciążnik należy zamocować w sposób zapewniający pewne uziemienie lub odizolowanie. W razie potrzeby zalecamy użycie pierścienia izolującego, dostępnego jako akcesorium sondy.
- W celu uniknięcia nadmiernych sił naprężających oraz ryzyka pęknięcia linki należy zapewnić jej lekkie ugięcie (zwis). Długość linki powinna uwzględniać zapas w stosunku do wymaganego zakresu pomiarowego (patrz rysunek obok).

Zwis linki: ≥ 1 cm/m długości linki



Uziemiony koniec sondy po zamocowaniu



- Duże obciążenia przenoszą się również na dach zbiornika. Zalecamy sprawdzenie dopuszczalnego obciążenia dachu i porównanie go z maksymalną siłą naprężającą sondę linkową.
- Siły naprężające w znacznym stopniu zależą od ruchu materiału mierzonego. Dla mediów o dużej lepkości oraz w przypadku spodziewanych nawisów na ścianach zbiornika zalecamy przyjęcie większego współczynnika bezpieczeństwa. W skrajnych sytuacjach zalecamy użycie sondy linkowej $\varnothing 6$ mm zamiast $\varnothing 4$ mm lub $\varnothing 8$ mm zamiast $\varnothing 6$ mm.
- Siły naprężające są większe w przypadku zakotwienia końca sondy, a ich obliczenie nie jest możliwe. Zalecamy kontrolowanie sił naprężających, aby nie przekroczyć ich dopuszczalnych wartości.
- Jeżeli istnieje ryzyko przekroczenia dopuszczalnych wartości naprężeń wzdłużnych i/lub przecięcia dachu zbiornika, prosimy rozważyć użycie bezkontaktowego, radarowego lub ultradźwiękowego przetwornika poziomu.

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Przetwornik ultradźwiękowy Prosonic

Wymagane informacje o aplikacji

- Zakres pomiarowy
- Ciśnienie i temperatura
- Granulacja i gęstość usypowa medium
- Nasilenie i czas trwania zapylenia
- Umieszczenie króćca zasypowego
- Wymiary zbiornika
- Średnica i wysokość króćca pomiarowego

Ograniczenia zastosowań przetworników ultradźwiękowych

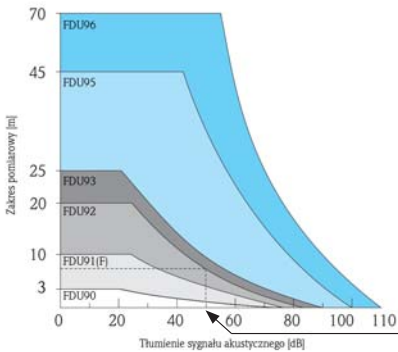
- $T < -40^{\circ}\text{C}$ lub $T > 150^{\circ}\text{C}$
- $p < -0,3\text{ bar}$ lub $p > 3\text{ bar}$
- Zakres pomiarowy $> 70\text{ m}$
- Przyłącze procesowe $< 1\frac{1}{2}"$
- Duży gradient temperatury wewnątrz zbiornika wzdłuż jego wysokości

Tłumienie sygnału akustycznego powodowane przez czynniki procesowe

Powierzchnia produktu		Strumień zasypowy w strefie pracy czujnika	
Twarda, nierówna (np. żwir)	40 dB	Brak	0 dB
Miękka (np. torf, bryły klinkieru pokryte pyłem)	40...60 dB	Mały fragment strumienia	5 dB
		Większość/cały strumień	5...20 dB
Zapylenie		Różnica temperatur otoczenia czujnika i medium	
Brak	0 dB	Do 20 °C	0 dB
Małe	5 dB	Do 40 °C	5...10 dB
Duże	5...20 dB	Do 80 °C	10...20 dB

Suma tłumień w [dB] sygnału akustycznego i rzeczywisty zakres pomiarowy przyrządu określamy na podstawie wykresu.

Określanie zakresu pomiarowego czujnika ultradźwiękowego Prosonic S FDU9x



Wskazówka!

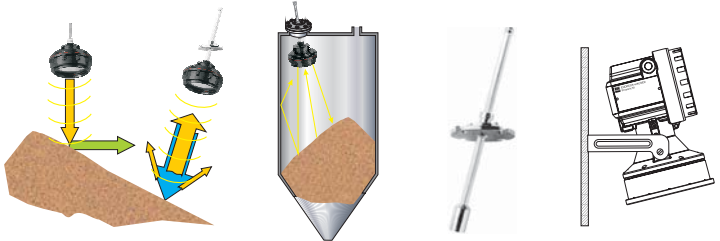
- Przykład analizy zakresu dla FDU92:
- Gruboziarnisty, twardy materiał mierzony: 40 dB
 - Małe zapylenie: 5 dB
 - Mały fragment strumienia zasypowego w strefie wiązki pomiarowej: 5 dB
 - Razem: 50 dB
 - Szacowany zakres pomiarowy: 8 m

Uchwyt montażowy z pozycjonerem czujnika

Nierówny usyp materiału w silosie (np. stożek usypowy, lej odbiorowy) jest powodem odbicia sygnału akustycznego w innych kierunkach niż spowrotem do czujnika. Może to doprowadzić do obniżenia mocy echa zwrotnego, rejestrowanego przez czujnik. Środkiem zaradczym jest skorygowanie pozycji czujnika w taki sposób, aby jego oś była prostopadła do powierzchni mierzonej. Jest to możliwe dzięki użyciu uchwytu montażowego z pozycjonerem.

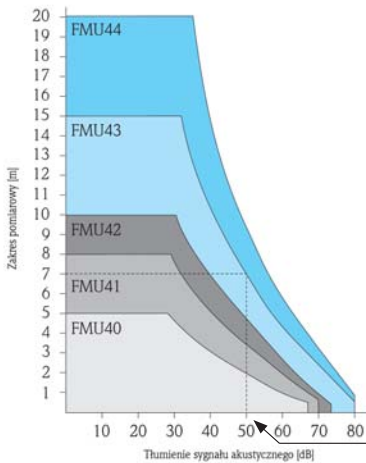
Zalety

- Bezkontaktowe i atrakcyjne cenowo rozwiązanie pomiaru
- Brak części ruchomych – wysoka trwałość i bezobsługowość
- Odporność na zmiany gęstości i stałej dielektrycznej materiału mierzonego
- Kalibracja bez napełniania i opróżniania zbiornika
- Bardzo atrakcyjna cena punktu pomiarowego w przypadku użycia 5- lub 10-kanalowego przetwornika FMU95



Uchwyt montażowy z pozycjonerem dla FDU9x dla FMU4x

Określanie zakresu pomiarowego przetwornika ultradźwiękowego Prosonic M FMU4x



Wskazówka!

- Przykład analizy zakresu dla FMU43:
- Gruboziarnisty, twardy materiał mierzony: 40 dB
 - Małe zapylenie: 5 dB
 - Mały fragment strumienia zasypowego w strefie wiązki pomiarowej: 5 dB
 - Razem: 50 dB
 - Szacowany zakres pomiarowy: 7 m

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Przetwornik ultradźwiękowy Prosonic

Prosonic S



Typowe zastosowania

- Materiały grubo- i drobnoziarniste w silosach, zasobnikach, na podajnikach taśmowych
- Pomiary w trudnych warunkach procesowych (drgania instalacji, materiały ścierne)
- Pomiary profilu powierzchni usypowej w szerokich silosach, zasobnikach i na zwałowiskach

Cechy i zalety

- Odległość czujnik→przetwornik do 300m
- 1, 3 lub 6 dwustanowych wyjść sygnalizacyjnych, swobodnie programowalnych
- Automatyczne rozpoznawanie przez przetwornik podłączonych czujników
- Możliwość podłączenia 2, 5 lub 10 czujników do jednego przetwornika
- Atrakcyjna cena za punkt pomiarowy przy zakupie przetwornika wielokanałowego
- 4...20mA HART lub PROFIBUS DP

Dane techniczne

■ Ciśnienie procesowe	−0,3...3bar	−0,3...3bar	−0,3...3bar	−0,3...3bar	−0,3...2bar	−0,3...0,5bar	−0,3...2bar
■ Temperatura ¹⁾	−40...80 °C	−40...80 °C	−40...105 °C	−40...95 °C	−40...95 °C	−40...80 °C	−40...150 °C
■ Kompensacja zmian temperatury	standard						
■ Podgrzewanie czujnika	opcjonalnie						
■ Przyłącze procesowe	1"	1"	1", Triclamp, DN80...100 316L	1"	1"	1"	1"
■ Materiały czujnika w procesie	PVDF	PVDF	PVDF	UP, Alu, PTFE	UP, 316L ²⁾ , PE	UP, 316L ²⁾ , PTFE	UP, Alu, PTFE
■ Zakres pomiarowy	1,2m	5m	5m	10m	15m	45m	70m
■ Strefa martwa	0,07m	0,3m	0,3m	0,4m	0,6m	0,7m	1,6m
■ Dokładność	±2 mm + 0,17 % odległości mierzonej						

¹⁾ Przy przyłączy procesowym
²⁾ Wersja wysokotemperaturowa

Zalety

- Pomiary bezkontaktowe i bezobsługowe
- Odporność na zmiany gęstości, wilgotności i stałej dielektrycznej
- Efekt autoczyszczenia membrany dzięki dużej dynamice jej drgań
- Brak części ruchomych, wymagających okresowej konserwacji

Prosonic M



Typowe zastosowania

- Materiały grubo- i drobnoziarniste w małych zasobnikach i na podajnikach taśmowych
- Pomiary w trudnych warunkach procesowych (materiały ścierne)

Cechy i zalety

- Wersja kompaktowa (2- lub 4-przewodowa)
- Wbudowana tabela linearyzacji 32-pkt.
- Parametryzacja i diagnostyka bez używania osobnego programatora
- 4...20mA HART, PROFIBUS PA lub FOUNDATION Fieldbus

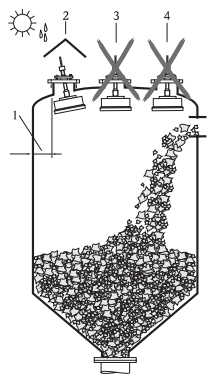
Dane techniczne

■ Ciśnienie procesowe	−0,3...2bar		−0,3...1,5bar		
■ Temperatura ¹⁾			−40...80 °C		
■ Kompensacja zmian temperatury			standard		
■ Podgrzewanie czujnika			niedostępne		
■ Przyłącze procesowe	1,5"	2"	DN80...150, uchwyt mocujący PVDF, EPDM, Viton, PP, 316L	DN100...200, uchwyt mocujący PVDF, EPDM, PP, 316L, UP	DN100...200, uchwyt mocujący PVDF, EPDM, Viton, PP, 316L
■ Materiały czujnika w procesie	PVDF, EPDM	PVDF, EPDM	PVDF, EPDM, Viton, PP, 316L	PVDF, EPDM, PP, 316L, UP	PVDF, EPDM, Viton, PP, 316L
■ Zakres pomiarowy	2m	3,5m	5m	7m	10m
■ Strefa martwa	0,25m	0,35m	0,4m	0,6m	0,5m
■ Dokładność	±2 mm lub 0,2 % zakresu ¹⁾		±4 mm lub 0,2 % zakresu ¹⁾		

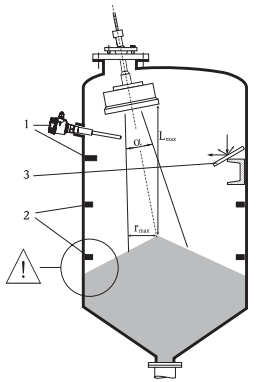
¹⁾ Przyjąć większą wartość

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Zalecenia montażowe: przetwornik ultradźwiękowy Prosonic



- Osłona pogodowa**
- Zalecana, gdy przetwornik pracuje „pod chmurką”, aby chronić jego elektronikę przed zmianami temperatury i wskaźnik LCD przed starzeniem [2].
- Montaż**
- Unikać montażu w osi zbiornika [3].
 - Nie montować nad strumieniem zasypowym [4].
 - Odległość od ściany: $\sim \frac{1}{6}$ średnicy silosu, jednak nie mniej niż 200 mm [1].
 - Jeżeli w jednym zbiorniku używane są 2 lub więcej czujników, zalecamy użycie wersji rozdzielnej (FMU90/95 + FDU9x).
- Króciec pomiarowy**
- Membrana czujnika powinna wystawać z króćca do wnętrza zbiornika. W przeciwnym wypadku, proszę wziąć pod uwagę dopuszczalne wymiary króćca, podane w poniższej tabeli.
 - Jeżeli wymiary króćca są inne, prosimy o kontakt z Endress+Hauser.



- Zakres pomiarowy**
- Zakres pomiarowy kończy się przy strefie martwej (BD) czujnika. Wewnątrz tej strefy rzetelność pomiaru nie jest gwarantowana.
 - Zakres pomiarowy rozpoczyna się w miejscu odbicia wiązki akustycznej od dennicy zbiornika. Dla dennicy cylindrycznych lub stożkowych, poniżej tego miejsca pomiary nie są możliwe.
- Budowa wewnętrzna zbiornika**
- W strefie wiązki akustycznej (patrz tabela poniżej) należy unikać montażu elementów typu sygnalizatory, czujniki temperatury itp. [1]
 - Pomiar może być zakłócany przez symetryczne elementy budowy zbiornika typu obejmy usztywniające, węzownice, uskoki średnicy itp. [2]
- Sposoby optymalizacji pomiaru**
- Zalecamy użycie czujnika o możliwie małym kącie α wiązki sygnału.
 - Tłumienie ech zakłócających jest możliwe za pomocą filtrów sygnałowych, dostępnych w menu przetworników ultradźwiękowych.
 - Metalowe płytki zamontowane pod odpowiednim kątem [3] rozpraszają echa zakłócające.
- Określanie pozycji czujnika**
- Zawsze zalecamy stosowanie uchwyty montażowego z pozycjonerem czujnika ultradźwiękowego. Poprawia on rzetelność pomiaru, gdyż pozwala na dokładne ustawienie czujnika względem nierównej powierzchni usypowej produktu.

	FMU40	FMU41	FMU42	FMU43	FMU44	FDU90	FDU91	FDU91F	FDU92	FDU93	FDU95	FDU96
Kąt wiązki α	11°	11°	9°	6°	11°	12°	9°	12°	11°	4°	5°	6°
L_{max} [m]	2	3,5	5	7	10	1,2	5	10	15	45	70	
r_{max} [m]	0,19	0,34	0,39	0,37	1,96	0,13	0,39	0,53	0,96	0,52	1,96	3,6
Strefa martwa [m]	0,25	0,35	0,4	0,6	0,5	0,07	0,3	0,3	0,4	0,6	0,7 0,9 ¹⁾	1,6

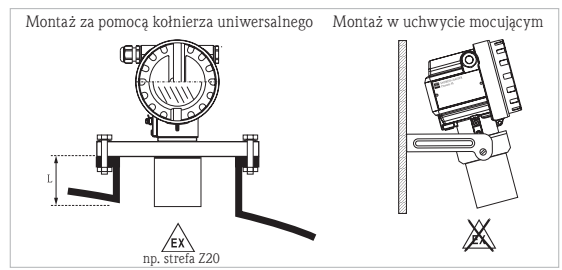
¹⁾ Wersja wysokotemperaturowa

Króciec ø [mm]	Maksymalna wysokość L króćca [mm]											
	FMU40	FMU41	FMU42	FMU43	FMU44	FDU90	FDU91	FDU91F	FDU92	FDU93	FDU95	FDU96
50	80					50 ¹⁾						
80	240	240	250			340 ¹⁾ 250 ²⁾	340	250 ³⁾				
100	300	300	300	300		390 ¹⁾ 300 ²⁾	390	300 ³⁾				
150	400	400	400	300	400	400 ¹⁾ 300 ²⁾	400	300 ³⁾	400			
200	400	400	400	300	400	400 ¹⁾ 300 ²⁾	400	300 ³⁾	400	520		
250	400	400	400	300	400	400 ¹⁾ 300 ²⁾	400	300 ³⁾	400	520	630	
300	400	400	400	300	400	400 ¹⁾ 300 ²⁾	400	300 ³⁾	400	520	630	800

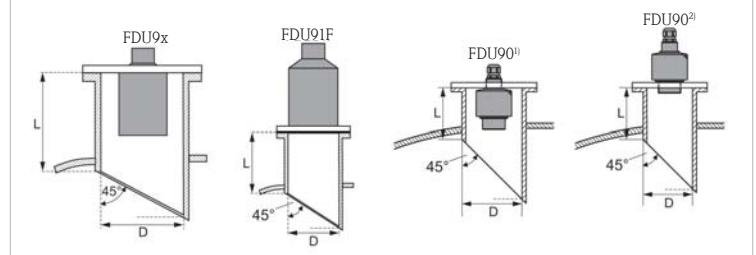
¹⁾ Czujnik z górnym przyłączem gwintowym
²⁾ Czujnik z dolnym przyłączem gwintowym (montaż czołowy, membrana zlicowana z dachem wewnątrz zbiornika)
³⁾ Dotyczy montażu czołowego; Czujnik z górnym przyłączem gwintowym: patrz FDU91

Opcje montażowe

Prosonic M FMU4x



Prosonic S FDU9x



4. Wybór przyrządu pomiarowego

Przetwornik elektromechaniczny Silopilot

Wymagane informacje o aplikacji

- Zakres pomiarowy
- Ciśnienie i temperatura
- Granulacja i gęstość usypowa medium
- Umieszczenie króćca zasypowego
- Wymiary zbiornika
- Średnica i wysokość króćca pomiarowego

Ograniczenia zastosowań przetworników elektromechanicznych

- $T < -20^{\circ}\text{C}$ lub $T > 230^{\circ}\text{C}$
- $p > 2\text{ bar}$
- Zakres pomiarowy $> 90\text{ m}$
- Naprężająca siła wzdłużna $> 500\text{ N}$

Wskazówki dotyczące wyboru ciężarka sondującego

Podczas wyboru ciężarka sondującego należy wziąć pod uwagę następujące okoliczności:

- Podczas pomiaru ciężarek nie może zanurzać się w produkcie mierzonym
- Podczas pomiaru ciężarek nie może odchyłać się lub zsuwać wskutek nierównej powierzchni usypu produktu mierzonego
- Ciężarek powinien być dobrany odpowiednio do właściwości chemicznych produktu oraz temperatury w zasobniku/silosie

Model	Ciężarek sondujący	Zastosowanie	Temperatura	Materiały
FMM50	Ciężarek standardowy, cylindryczny z wykręcaną, ostrą końcówką (szpilką)	Gruboziarniste materiały sypkie, np. węgiel, kamień wapienny, granulaty	do 230°C	Stal węglowa, stal kwasoodporna
FMM50	Ciężarek parasolowy	Lekkie materiały sypkie, np. mąka, pył węglowy, proszki	do 150°C	Stal węglowa lub stal kwasoodporna z poliestrem
FMM50	Ciężarek workowy	Zasobniki, z których produkt kierowany jest bezpośrednio do maszyn rozdrabniających	do 150°C	Worek z poliestru, stal kwasoodporna
FMM50	Ciężarek klatkowy	Drobnoziarniste materiały sypkie w zasobnikach z wąskim ujściem	do 230°C	Stal węglowa, stal kwasoodporna
FMM50	Ciężarek owalny, pływakowy	Ciecze, granulaty	do 70°C	Twardy PVC
FMM50	Ciężarek stożkowy	Lekkie materiały sypkie, gdy nie można użyć ciężarka parasolowego	do 230°C	Stal węglowa, stal kwasoodporna
FMM20	Ciężarek standardowy, cylindryczny z wykręcaną, ostrą końcówką (szpilką)	Gruboziarniste i zbrylone materiały sypkie	do 230°C	Stal węglowa, stal kwasoodporna
FMM20	Ciężarek standardowy, cylindryczny	Granulaty i zbrylone materiały sypkie	do 230°C	Plastik
FMM20	Ciężarek parasolowy	Lekkie materiały sypkie, np. mąka, pył węglowy, proszki	do 150°C	Stal węglowa lub stal kwasoodporna z poliestrem
FMM20	Ciężarek workowy	Zasobniki, z których produkt kierowany jest bezpośrednio do maszyn rozdrabniających	do 150°C	Worek z poliestru, stal kwasoodporna



Ciężarki sondujące dla Silopilot T FMM20

- 1 Ciężarek cylindryczny ze stali kwasoodpornej
- 2 Ciężarek cylindryczny, plastikowy
- 3 Ciężarek workowy
- 4 Ciężarek parasolowy



Ciężarki sondujące dla Silopilot M FMM50

- 1 Ciężarek cylindryczny z ostrą końcówką
- 2 Ciężarek parasolowy
- 3 Ciężarek workowy
- 4 Ciężarek klatkowy
- 5 Ciężarek owalny, pływakowy
- 6 Ciężarek stożkowy

Waga	Ex	Wskazówki dodatkowe
3,5 kg	Tak	Jeśli produkt ze zbiornika jest kierowany wprost do wlotu kruszarki/młyna, to zalecamy uruchomienie funkcję sygnalizacji „zerwanie linki/taśmy nośnej” na zestyku alarmowym lub zastosowanie ciężarka klatkowego.
3,5 kg	Tak	Ciężarek parasolowy nie zanurza się w produkcie.
0,25 kg (pusty), 3,5 kg (pełny)	Tak	Zalecamy wypełnienie worka produktem mierzonym. Należy dokładnie zawiązać worek, aby uniemożliwić wysypanie się jego zawartości.
3,5 kg	Tak	Ciężarek klatkowy pozwala uniknąć uszkodzeń maszyn rozdrabniających, ponieważ jego kształt uniemożliwia mu przejście przez wylot z zasobnika.
3,5 kg (pełny)	Nie	
4,3 kg	Tak	Należy użyć, gdy występują wysokie temperatury lub inne, specyficzne właściwości produktu, wykluczające zastosowanie ciężarka parasolowego.
1,5 kg	Tak	Jeśli produkt ze zbiornika jest kierowany wprost do wlotu kruszarki/młyna, to zalecamy uruchomienie funkcję sygnalizacji „zerwanie linki/taśmy nośnej” na zestyku alarmowym lub zastosowanie ciężarka klatkowego.
1,5 kg	Nie	Jeśli produkt ze zbiornika jest kierowany wprost do wlotu kruszarki/młyna, to zalecamy uruchomienie funkcję sygnalizacji „zerwanie linki/taśmy nośnej” na zestyku alarmowym lub zastosowanie ciężarka klatkowego.
1,5 kg	Tak	Ciężarek parasolowy nie zanurza się w produkcie.
0,25 kg (pusty), 1,5 kg (pełny)	Tak	Zalecamy wypełnienie worka produktem mierzonym. Należy dokładnie zawiązać worek, aby uniemożliwić wysypanie się jego zawartości.

4. Wybór przyrządu pomiarowego

Przetwornik elektromechaniczny Silopilot

Zalety

- Odporność na własności produktu mierzonego (gęstość usypową, ścieralność, przewodność, granulację, stałą dielektryczną itp.)
- Klasyczna, sprawdzona metoda pomiaru
- Wbudowane wyjścia dwustanowe i wejścia do zdalnego uruchamiania funkcji pomiarowej

Silopilot M
FMM50



Silopilot T
FMM20



Typowe zastosowania

Cechy i zalety

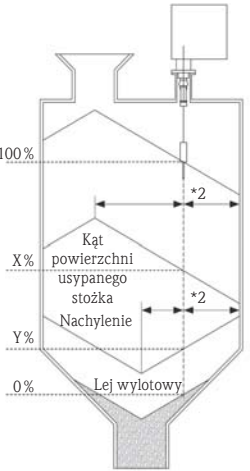
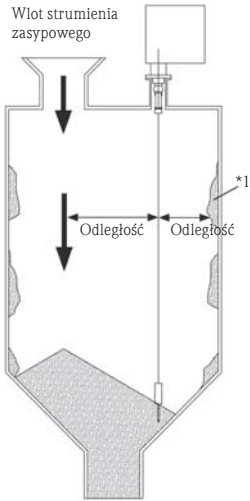
Dane techniczne

■ Temperatura ¹⁾	-20...230 °C	-20...150 °C
■ Ciśnienie procesowe	-0,2...2 bar	-0,2...0,1 bar
■ Zakres pomiarowy	70 m (na życzenie 90 m)	32 m
■ Dokładność	±50 mm lub ±1 impuls	±25 mm lub ±1 impuls
■ Siła zrywająca taśmę/linkę	Maks. 500 N	Maks. 150 N
■ Przyłącze procesowe	Przygotowane dla przeciwnońierza DN100 PN16	Przygotowane dla przeciwnońierza DN100 PN16
■ Materiały w kontakcie z produktem mierzonym	stal węglowa lub stal kwasoodporna (301 modyfikowana, 304, 316, 316Ti), Nomex, PVC, poliester	stal węglowa lub stal kwasoodporna (301 modyfikowana, 304, 316, 316Ti), Nomex, PVC, poliester
■ Temperatura otoczenia	-40...70 °C	-40...60 °C
■ Wyjście sygnałowe	4...20 mA/przełącznik	0/4...20 mA/przełącznik
■ Dopuszczenia	ATEX II 1/2D	ATEX II 1/2D
■ Stopień ochrony obudowy	IP67	IP67

¹⁾ Przy przyłączy procesowym

- Zadania, w których inne metody pomiarowe nie mogą być użyte lub nie sprawdzają się
- Wysoka trwałość - rolki, przekładnie i inne części mechaniczne wykonane ze stali galwanizowanej i aluminium
- Automatyka pomiaru - wbudowany timer do cyklicznego uruchamiania funkcji pomiarowej
- Dostępna grzałka z termostatem, gdy przyrząd jest przeznaczony do pracy „pod chmurką”
- Wyświetlacz lokalny z menu użytkownika (obsługa bez używania dodatkowego programatora)

Zalecenia montażowe: przetwornik elektromechaniczny Silopilot



Montaż

- Zalecamy montaż z dala od strumienia zasypowego i miejsc obsypywania się nawisów ściennych.
- Wybrać miejsce montażu w taki sposób, aby oś pomiaru znalazła się możliwie blisko środkowej części zbocza usypowego produktu mierzonego.
- Ciężarek sondujący nie powinien zanurzać się w produkcie, nie może być przysypywany i nie powinien odchyłać się przy kontakcie z powierzchnią usypową produktu mierzonego.
- Maksymalny kąt nachylenia króćca: 2°

Budowa wewnętrzna zbiornika

- Elementy systemu pomiarowego nie mogą znajdować się zbyt blisko przegród, konstrukcji wsporczych i rozporów znajdujących się w zbiorniku. Taśma/linka pomiarowa nie może ich dotykać.

Ochrona pogodowa

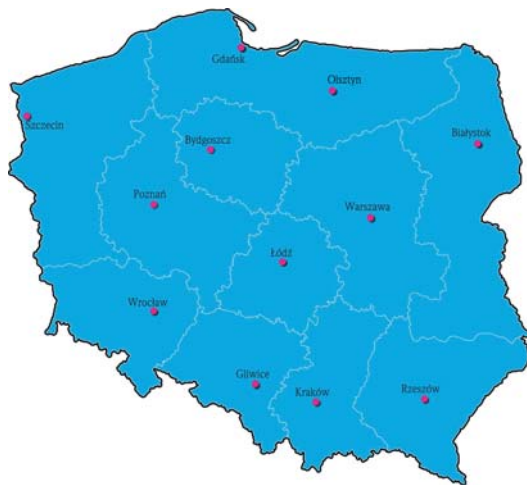
- Zalecana, gdy przetwornik pracuje „pod chmurką”, aby chronić jego elektronikę przed zmianami temperatury i wskaźnik LCD przed starzeniem.

Przyłącze sprężonego powietrza

- Jest to standardowe wyposażenie przyrządu, dzięki któremu można okresowo oczyścić pneumatycznie system pomiarowy z osadów.

*1 Nawisy ścienne produktu mierzonego
*2 Oś pomiaru jak najbliższej środkowej części zbocza usypowego produktu mierzonego

Endress+Hauser w Polsce - Twój partner w automatyce procesów



Regionalne biura handlowe i serwisowe Endress+Hauser Polska

Endress+Hauser oferuje pełną gamę technologii kontrolno-pomiarowych dla inżynierii przemysłowej. Wszystkie urządzenia Endress+Hauser, w tym m.in. przyrządy do pomiaru poziomu, ciśnienia, temperatury i przepływu, są produkowane zgodnie z najwyższymi standardami jakości. Są one następnie wzorcowane według obowiązujących norm i standardów metrologicznych, aby zagwarantować Państwu pełną satysfakcję, wymierną stopę zwrotu z inwestycji i spójną kompatybilność z istniejącą infrastrukturą automatyki obiektowej.

Nasza oferta to unikatowe połączenie najwyższej jakości produktów, atrakcyjnych cen i kompleksowego wsparcia serwisowego. Globalna sieć zakładów produkcyjnych oraz przedstawicielstw lokalnych utwierdza pozycję Endress+Hauser jako lidera rynkowego. Oddziały regionalne w całej Polsce służą Państwu pomocą i wsparciem w doborze i eksploatacji systemów kontrolno-pomiarowych.

Fundamentem marki Endress+Hauser od ponad 58 lat jej istnienia jest doświadczenie i wiedza o procesach technologicznych we wszystkich branżach przemysłu oraz kreatywność i zaangażowanie naszych pracowników.

Polska

Biuro Centralne
Endress+Hauser
spółka z o.o.
ul. Wołowska 11
51-116 Wrocław
tel. (71) 773 00 00
fax (71) 773 00 60
e-mail: info@pl.endress.com
<http://www.pl.endress.com>

Endress+Hauser 
People for Process Automation