

Nota aplikacyjna

# Hydrostatyczny **pomiar poziomu** ciecży w zbiornikach

**Pomiar poziomu w zbiornikach** jest niezwykle istotny w wielu branżach, takich jak przemysł chemiczny, spożywczy, energetyczny, a także w gospodarce wodnej.

Jedną z najbardziej popularnych, sprawdzonych i niezawodnych metod pomiaru poziomu jest wykorzystanie **przetworników ciśnienia**, mierzących ciśnienie hydrostatyczne słupa ciecży. Przetwornik ciśnienia zamienia siłę wywieraną na powierzchnię jego membrany na sygnał elektryczny.

W przypadku pomiaru poziomu w zbiorniku, przetwornik ciśnienia może być zamontowany na króćcu na bocznej ścianie zbiornika, blisko jego podstawy.

Ciśnienie które mierzy, jest wywołane ciężarem słupa ciecży w zbiorniku, a jego wartość, jest wprost proporcjonalna do poziomu medium w zbiorniku. Istotny jest również fakt, że kształt zbiornika nie ma żadnego znaczenia na wartość pomiaru. Kształt może być sześcienny, cylindryczny, kulisty lub inny, a liczy się jedynie wysokość słupa ciecży nad przetwornikiem.



Zasada opisująca wartość ciśnienia hydrostatycznego :

$$p = \rho * g * h$$

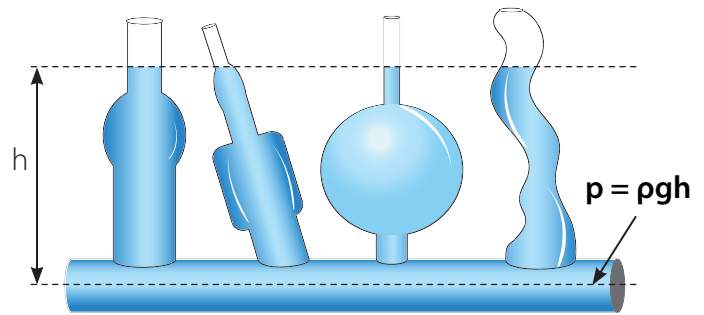
gdzie:

$p$  - ciśnienie hydrostatyczne

$\rho$  - gęstość cieczy

$g$  - przyspieszenie grawitacyjne

$h$  - wysokość słupa cieczy



Z uwagi na zasadę działania, przetworniki ciśnienia wykorzystuje się do pomiaru poziomu w aplikacjach, w których gęstość i temperatura (też wpływa na gęstość) medium jest stała, albo przynajmniej przewidywalna, z możliwością wprowadzenia korekty do sterownika w przypadku zmian tych wartości.

Przetwornik ciśnienia przekształca wartość ciśnienia na sygnał elektryczny, najbardziej typowo sygnał prądowy 4-20 mA. Sygnał ten może być przesłany do wskaźnika poziomu (miliamperomierza cyfrowego lub analogowego wyskalowanego dla danego zbiornika i pokazującego odczyt w jednostkach wysokości słupa cieczy w zbiorniku, a nawet w jednostkach objętości, np. w m<sup>3</sup>, jeśli mamy dostępną tabelę pokazującą zależność objętości od wysokości napełnienia), do rejestratora poziomu, albo do sterownika, w którym może być jednym z sygnałów wejściowych w procesie sterowania napełnianiem i opróżnianiem zbiornika, czy też bardziej złożonym procesem technologicznym.

## Zalety

- ✓ Jest to **metoda nieinwazyjna**; przetwornik jest umieszczony na zewnątrz zbiornika i nie ma potrzeby wprowadzania jakichkolwiek czujników do jego wnętrza. Jedynie czoło czujnika z osadzoną na nim membraną mają kontakt z cieczą. Typowo obie części wykonane są ze stali kwasoodpornej, dzięki czemu eliminuje się ryzyko skażenia i w większości wypadków reakcji chemicznych pomiędzy czujnikiem a cieczą w zbiorniku.
- ✓ Pomiar poziomu przy użyciu przetworników ciśnienia jest **dokładny, powtarzalny i wysoce niezawodny**.
- ✓ Pomiar poziomu przy pomocy przetworników ciśnienia hydrostatycznego jest stosunkowo **prosty w implementacji i obsłudze**. Kompaktowe przetworniki ciśnienia są łatwe w montażu i konserwacji. W przypadku potrzeby wymiany przetwornika, jeśli jest on zamontowany na króćcu z zaworem odcinającym, wystarczy zamknąć zawór, odkręcić przetwornik i zamontować nowy, następnie ponownie otworzyć zawór. Nie ma wówczas potrzeby opróżniania zbiornika.
- ✓ Pomiar ciśnienia hydrostatycznego jest **nieczuły na elementy konstrukcyjne wewnątrz zbiornika, mieszadła czy pianę na powierzchni**, które niezwykle utrudniają pomiar radarowy czy ultradźwiękowy.
- ✓ Nie ma potrzeby wyliczania stałej dielektrycznej potrzebnej przy sondach pojemnościowych, a także **łatwo można skalibrować pomiar**, wystarczy znać gęstość cieczy w zbiorniku.
- ✓ Przetwornik ciśnienia nie posiada elementów ruchomych zanurzonych w cieczy, przez co jest najczęściej **bardziej niezawodny od kontaktowych zanurzeniowych czujników** poziomu, np. pływakowych.
- ✓ Przetwornik ciśnienia jest zazwyczaj **tańszy od czujników bezkontaktowych**, takich jak czujniki ultradźwiękowe czy radarowe.
- ✓ **Sygnał** elektryczny generowany przez przetwornik **może być łatwo przekazywany do systemów monitorowania, rejestracji danych lub sterowania procesem**.

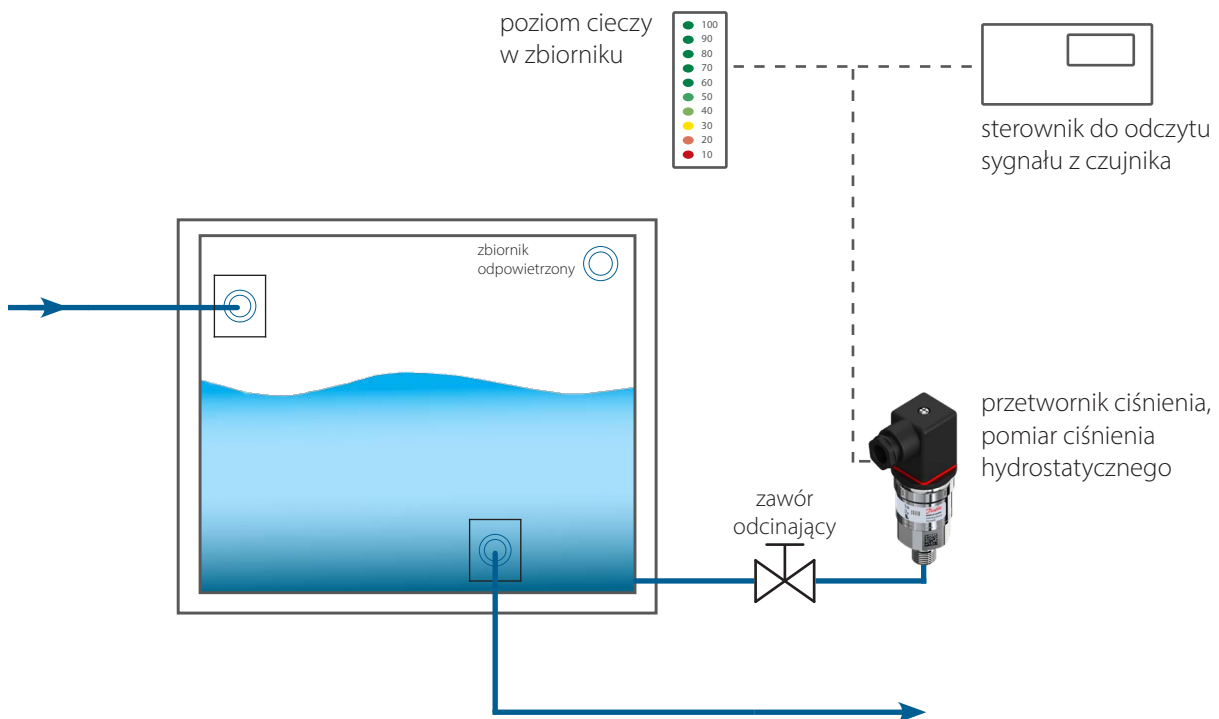
## Zbiorniki atmosferyczne i ciśnieniowe

W przypadku najczęściej stosowanych zbiorników atmosferycznych, otwartych czy też z odpowietrzeniem, w których ciśnienie nad powierzchnią cieczy równe jest ciśnieniu atmosferycznemu, do pomiaru poziomu wystarczy jeden przetwornik ciśnienia względnego (nadciśnienia względem ciśnienia atmosferycznego).

Z kolei przy zbiornikach ciśnieniowych, w których ciśnienie nad poziomem cieczy jest inne, najczęściej wyższe od ciśnienia atmosferycznego, należy wykorzystać dwa przetworniki ciśnienia, jeden zamontowany podobnie jak przy zbiornikach otwartych na króćcu przy podstawie zbiornika, mierzący ciśnienie słupa cieczy, a drugi na króćcu w górnej części zbiornika nad powierzchnią cieczy, który mierzy ciśnienie odniesienia, tj. ciśnienie gazu, którym może być powietrze lub jakiś gaz obojętny. Sygnały o wartości obydwu ciśnień podawane są wówczas typowo do sterownika, w którym następuje wyliczenie różnicy tych ciśnień, która jest proporcjonalna do samego ciężaru słupa cieczy, a zatem do poziomu cieczy w zbiorniku. W takim rozwiązaniu istotne jest oczywiście, aby obydwie przetworniki ciśnienia miały ten sam punkt odniesienia, tzn. aby obydwie były czujnikami ciśnienia względnego, albo bezwzględnego, nie wolno ich mieszać.

## Zalecenia

- ✓ Zaleca się montaż czujnika na króćcu umieszczonym na ścianie bocznej zbiornika, blisko jego dna, ale powyżej poziomu, do którego może zbierać się na dnie zbiornika osad.
- ✓ Dobrze zastosować czujnik ciśnienia z płaską membraną osadzoną czołowo, przez co minimalizuje się możliwość zatkania dostępu do membrany.
- ✓ Dobrą praktyką jest umieszczenie zaworu odcinającego na króćcu przed przetwornikiem, który pozwoli w razie potrzeby na wymianę czujnika, bez konieczności opróżniania zbiornika. Należy dobrać taki zawór, który podczas zamykania nie wypiera cieczy, co mogłoby spowodować nadmierny nacisk na membranę czujnika i doprowadzić do jej uszkodzenia. Dobrym i prostym rozwiązaniem może być ręcznie sterowany zawór kulowy.
- ✓ Należy dobrać zakres czujnika w taki sposób, aby zakres pomiarowy obejmował wartość ciśnienia przy maksymalnie napełnionym zbiorniku.



**Podsumowując, pomiar poziomu w zbiornikach przy pomocy przetworników ciśnienia mierzących ciśnienie hydrostatyczne jest niezawodną, dokładną i stosunkowo prostą metodą. Dzięki swoim zaletom i możliwościom zastosowania, przetworniki ciśnienia stanowią popularne narzędzie w monitorowaniu i kontroli poziomu w różnych branżach.**

## Wybrane przetworniki ciśnienia do pomiaru ciśnienia hydrostatycznego

Niniejsza nota przedstawia wybrane przetworniki ciśnienia. Dostępne są także produkty o innych parametrach technicznych, dlatego w celu uzyskania szczegółowych informacji prosimy o kontakt z działem doradztwa technicznego.

**Tabela 1 Przetworniki ciśnienia do cieczy czystych**



MBS 9200

Typ	Zakres pomiaru bar	Zakres pomiaru mmH <sub>2</sub> O	Przebieżalność bar	Sygnal wyjściowy	Opis (przyłącze ciśnieniowe, złącze elektryczne, stopień ochrony, ciśnienie odniesienia)	Numer katalogowy
MBS 9200	0,0 - 0,10 bar	0 - 1 020 mmH <sub>2</sub> O	3,5 bar	4-20 mA	G 1/4A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>064G5214</b>
MBS 9200	0,0 - 0,15 bar	0 - 1 530 mmH <sub>2</sub> O	3,5 bar	4-20 mA	G 1/4A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>064G5216</b>
MBS 9200	0,0 - 0,20 bar	0 - 2 039 mmH <sub>2</sub> O	3,5 bar	4-20 mA	G 1/4A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>064G5270</b>
MBS 9200	0,0 - 0,25 bar	0 - 2 549 mmH <sub>2</sub> O	3,5 bar	4-20 mA	G 1/4A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>064G5215</b>
MBS 4000	0,0 - 0,30 bar	0 - 3 059 mmH <sub>2</sub> O	1,8 bar	4-20 mA	G 1/2A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G5766</b>
MBS 4000	0,0 - 0,60 bar	0 - 6 118 mmH <sub>2</sub> O	6,0 bar	4-20 mA	G 1/2A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G5642</b>
MBS 4000	0,0 - 1,0 bar	0 - 10 197 mmH <sub>2</sub> O	2,0 bar	4-20 mA	G 1/2A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G2401</b>
MBS 4000	0,0 - 1,6 bar	0 - 16 316 mmH <sub>2</sub> O	8,0 bar	4-20 mA	G 1/2A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G2402</b>

**Tabela 2 Przetworniki ciśnienia z płaską membraną do cieczy mogących zawierać zanieczyszczenia**



MBS 4010

Typ	Zakres pomiaru bar	Zakres pomiaru mmH <sub>2</sub> O	Przebieżalność bar	Sygnal wyjściowy	Opis (przyłącze ciśnieniowe, złącze elektryczne, stopień ochrony, ciśnienie odniesienia)	Numer katalogowy
MBS 4010	0,0 - 0,25 bar	0 - 2 549 mmH <sub>2</sub> O	2,0 bar	4-20 mA	G 1A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G2418</b>
MBS 4010	0,0 - 0,4 bar	0 - 4 079 mmH <sub>2</sub> O	2,0 bar	4-20 mA	G 1A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G2419</b>
MBS 4010	0,0 - 0,6 bar	0 - 6 118 mmH <sub>2</sub> O	2,0 bar	4-20 mA	G 1A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G2420</b>
MBS 4010	0,0 - 1,0 bar	0 - 10 197 mmH <sub>2</sub> O	2,0 bar	4-20 mA	G 1A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G2421</b>
MBS 4010	0,0 - 1,6 bar	0 - 16 316 mmH <sub>2</sub> O	8,0 bar	4-20 mA	G 1A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G2422</b>
MBS 4010	0,0 - 2,5 bar	0 - 25 494 mmH <sub>2</sub> O	8,0 bar	4-20 mA	G 1A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G2423</b>
MBS 4010	0,0 - 4,0 bar	0 - 40 790 mmH <sub>2</sub> O	8,0 bar	4-20 mA	G 1A, wtyk Pg9, IP65, względne	<b>060G2424</b>

Niniejsza nota przedstawia wybrane komponenty automatyki, dostępne są także produkty o innych parametrach technicznych. W celu uzyskania szczegółowych informacji prosimy o kontakt z działem doradztwa **Danfoss Poland Sp. z o.o.** tel. **+48 22 755 06 07** e-mail **automatyka@danfoss.com**

Danfoss nie ponosi odpowiedzialności za możliwe błędy w katalogach, broszurach i innych materiałach drukowanych. Danfoss zastrzega sobie prawo do dokonywania zmian w produktach bez uprzedzenia. Dotyczy to również produktów już zamówionych. Zamienniki mogą być dostarczone bez dokonywania jakichkolwiek zmian w specyfikacjach już uzgodnionych. Wszystkie znaki towarowe w tym materiale są własnością odpowiednich spółek. Danfoss, logotyp Danfoss są znakami towarowymi Danfoss A/S. Wszystkie prawa zastrzeżone.