

# Droga do idealnego przetwornika ciśnienia: Podjęcie właściwej decyzji dzięki solidnemu know-how

Wybór właściwego przetwornika ciśnienia wymaga podjęcia wielu decyzji: rodzaj ciśnienia, zakres pomiarowy, klasa dokładności, typ czujnika, typ uszczelnienia to tylko niektóre z parametrów. Znacznie ważniejsza jest wiedza pozwalająca prawidłowo zinterpretować złożone zależności wynikające z wielu właściwości i znaleźć idealny przetwornik ciśnienia do konkretnego zastosowania.



## Rodzaj ciśnienia

W technologii pomiaru ciśnienia rozróżnia się ciśnienie bezwzględne, ciśnienie względne i ciśnienie różnicowe. Ciśnienie bezwzględne zawsze odnosi się do próżni absolutnej jako punktu zerowego. Pomiar ciśnienia względnego to pomiar różnicy ciśnień między medium a ciśnieniem otoczenia lub atmosferycznym (ok. 1 bar). Różnice te zostały szczegółowo wyjaśnione w innym artykule [[www.trafag.com/H70358](http://www.trafag.com/H70358)].

## Zakres pomiaru

Jest to zakres ciśnienia pomiędzy ciśnieniem minimalnym (przy którym sygnał wyjściowy ma wartość 0 %) a ciśnieniem maksymalnym (przy którym sygnał wyjściowy ma wartość 100 %). Różnica między wartościami minimalną i maksymalną jest określana jako zakres i służy jako odniesienie dla prawie wszystkich specyfikacji dokładności w technice pomiaru ciśnienia. Z reguły zakres pomiarowy przetworników ciśnienia jest znormalizowany do określonej jednostki pomiarowej ciśnienia, np. bar, mbar lub psi. Oprócz zakresu czystego sygnału należy również wziąć pod uwagę wartości graniczne nadciśnienia i ciśnienia rozrywającego. Są one ważne w zastosowaniach, w których skoki ciśnienia – nawet bardzo krótkie – mogą występować znacznie powyżej zakresu pomiarowego. Zależności pomiędzy zakresem pomiarowym (zakresem nominalnym), nadciśnieniem i ciśnieniem rozrywającym zostały szczegółowo opisane w innym artykule [[www.trafag.com/H70357](http://www.trafag.com/H70357)].

## Klasa dokładności

W praktyce okazało się, że określenie wymaganej klasy dokładności lub dopuszczalnej niepewności pomiaru manometru stanowi duże wyzwanie. Z jednej strony, klasa dokładności obejmuje różne aspekty lub parametry niepewności pomiaru, które w większości zastosowań nie mają takiego samego znaczenia. Z drugiej strony, często trudno jest określić, jak dokładny powinien być pomiar w danym zastosowa-

niu. Większa dokładność prawie zawsze ma ogromny wpływ na koszt produktu. Dlatego ważne jest, aby przy wyborze klasy dokładności dobrze wybrać, co jest obowiązkowe. Więcej informacji na temat dokładności i precyzji w pomiarach ciśnienia można znaleźć w innych artykułach [[www.trafag.com/H72243](http://www.trafag.com/H72243), [www.trafag.com/H70352](http://www.trafag.com/H70352)].

## Sygnał wyjściowy

W przypadku sygnału wyjściowego rozróżnia się trzy główne kategorie: niewzmocniony sygnał czujnika, sygnały analogowe (standardowe) i sygnały cyfrowe. Wyjście niewzmocnionego sygnału czujnika jest bardzo rzadko pożądane w przypadku manometrów; jest to przeciwieństwo czujników temperatury, które bardzo często podają sygnał z rezystora PT100/PT1000 bezpośrednio, bez dodatkowej elektroniki. Jeżeli sygnał z czujnika bez wzmocnienia jest teraz wysyłany, to przyrząd do pomiaru ciśnienia nie jest już przetwornikiem lub przetwornikiem pomiarowym w węższym znaczeniu tego słowa. Jest on raczej określany jako komórka pomiarowa z obudową. Często są one również nazywane przekąźnikami.



Różnica między **przekąźnikiem ciśnienia** a przetwornikiem ciśnienia polega na rodzaju sygnału wyjściowego: Jeśli konfiguracja urządzenia posiada analogowy lub cyfrowy sygnał wyjściowy, jest ono nazywane przetwornikiem ciśnienia. Z kolei przekąźnik ciśnienia to urządzenie, które posiada tylko niewzmocniony sygnał z czujnika.

Sygnały analogowe, a przede wszystkim sygnał prądowy 4...20 mA, są nadal najpowszechniej stosowane w technologii pomiaru ciśnienia w przemyśle. Zaletą sygnałów analogowych są znacznie niższe koszty przetworników ciśnienia, a często także elektroniki analizującej. Jednak w ostatnich latach znacznie spadły koszty przetworników cyfrowych i jednostek analizujących. Ponadto w pomiarach ciśnienia coraz częściej stosuje się systemy magistrali czujników, takie jak IO-Link lub CANopen. Główne zalety sygnałów cyfrowych to większe bezpieczeństwo przed błędami, możliwości diagnostyki i parametryzacji, a także łączenie kilku parametrów pomiarowych w jednym urządzeniu, na przykład ciśnienia i temperatury. Elektroniczne presostaty są również zaliczane do przetworników ciśnienia z sygnałem cyfrowym. Wszystkie informacje na temat elektronicznych presostatów można znaleźć w innym artykule [www.trafag.com/H70353].

## Czujnik

Zasadniczym elementem manometru jest czujnik ciśnienia. W przetwornikach ciśnienia ten czujnik ciśnienia jest zwykle elementem, w którym zmiana ciśnienia prowadzi do odkształcenia membrany. To z kolei prowadzi do zmiany oporu elektrycznego na specjalnie zastosowanych elementach rezystancyjnych. Najczęściej stosowane technologie czujników to czujniki cienkowarstwowe (thin-film-on-steel), grubowarstwowe (thick-film-on-ceramic) i piezorezystancyjne. W czujnikach typu cienka warstwa na stali rezystory są napyłane na membranę ze stali nierdzewnej. Główną zaletą tych czujników jest ich doskonała stabilność długoterminowa oraz wysoka odporność na skoki ciśnienia i wpływ temperatury, a także możliwość pomiaru ciśnienia w szerokim zakresie od około 200 mbar do ponad 3000 barów.

Czujniki grubowarstwowe (thick-film-on-ceramic) bazują na ceramicznym korpusie, na który nakładane są mostki rezystancyjne, a następnie wypalane. Membrana ceramiczna jest uważana za wyjątkowo odporną na działanie prawie wszystkich cieczy korozyjnych i gazów i jest preferowana w przypadku konieczności pomiaru agresywnych substancji chemicznych. Zakresy pomiarowe zaczynają się od około 100 mbar i sięgają do około 400 bar.

W piezorezystancyjnych przetwornikach ciśnienia rezystancja krzemowych elementów półprzewodnikowych zmienia się wraz z ciśnieniem. Te elementy są odizolowane od mierzonego medium za

pomocą wypełnienia olejowego i cienkiej membrany separującej. Ze względu na wysoką czułość i niską histerezę elementu krzemowego czujniki piezorezystancyjne są szczególnie przydatne w przypadku niskich ciśnień w zakresie mbar oraz gdy wymagana jest większa dokładność. Więcej informacji na temat różnych typów czujników można znaleźć w innym artykule [www.trafag.com/H70362].

## Przylącze ciśnieniowe/przylącze procesowe

Przylącze ciśnieniowe łączy manometr z procesem, w którym ma być mierzone ciśnienie. Przetwornik ciśnienia znajdujący się wewnątrz musi być szczelnie połączony z króćcem ciśnieniowym (spawany lub z uszczelkami elastomerowymi). Na rynku istnieje niezliczona liczba różnych przylączy ciśnieniowych, których geometria i wymiary są określone w normach (np. przylącze manometryczne w normie DIN EN 837-1). Oprócz preferencji specyficznych dla danej branży, czynnikiem decydującym o wyborze przylączy jest przede wszystkim rodzaj uszczelnienia: uszczelnienie metalowe lub z elastomerów.

Uszczelnienia metalowe to gwinty stożkowe lub stożki uszczelniające. Każde z nich jest mechanicznie odkształcane przez swój odpowiednik w taki sposób, że powstaje efekt uszczelnienia. W przypadku ciśnień powyżej 1000 barów zwykle wybiera się uszczelnienia metalowe. Ponadto dostępne są również pierścienie miedziane i stalowe, które uszczelniają podobnie jak uszczelnienia elastomerowe.



Przylącze ciśnieniowe z uszczelnieniem metalicznym dla zakresów ciśnień powyżej 1000 bar.

Uszczelki elastomerowe – znane także jako o-ringi lub uszczelki profilowe – wykorzystują cylindryczne gwinty montażowe. W rowku uszczelka elastomerowa jest ściskana podczas montażu, dzięki czemu powstaje efekt uszczelnienia. Materiał elastomerowy musi być tak dobrany, aby był kompatybilny z mierzonymi mediami i zapewniał uszczelnienie w całym zakresie temperatur.



Przylącze ciśnieniowe z uszczelką elastomerową. Podczas wyboru należy uwzględnić kompatybilność mediów i temperatury.

Większość przylączy ciśnieniowych jest zaprojektowana w taki sposób, że przetwornik ciśnienia jest połączony z mierzonym medium za pomocą otworu kanału ciśnieniowego. Jeśli jednak ciśnienie lub poziom mają być mierzone w cieczach o dużej lepkości, pastowatości lub krystalizujących się, stosuje się przylączy procesowe typu flush.



Płukany przedni port ciśnieniowy do cieczy o dużej lepkości, krystalizujących się lub past.



Podczas pomiaru ciśnienia membrana komórki pomiarowej czujnika ciśnienia ulega odkształceniu. Zmiana ta prowadzi do zmiany oporu elektrycznego w elementach oporowych przyłożonych do membrany. Pokazano tu przykłady technologii grubowarstwowej na ceramice (po lewej) i cienkowarstwowej na stali (po prawej).

Więcej na ten temat można przeczytać w artykule [[www.trafag.com/H70362](http://www.trafag.com/H70362)].

## Przylącze elektryczne

Przylącze elektryczne jest mniej zróżnicowane, ponieważ w każdym segmencie przemysłu stosuje się tylko kilka typów złączy. Ogólnie można powiedzieć, że wersje z kablem bezpośrednio na przetworniku ciśnienia są rzadziej stosowane, ponieważ okablowanie jest bardziej złożone niż w przypadku wersji z przylącami.



Przylącze elektryczne w wersji z kablem.

Głównymi kryteriami wyboru odpowiedniego przylącza są szczelność na ciecze i kurz, odporność na drgania, a także koszty urządzenia pomiarowego i okablowania wraz z uruchomieniem. Szczególnym wymaganiem w przypadku przetworników ciśnienia może być prawidłowe wyrównanie ciśnienia między wnętrzem przetwornika a otoczeniem: w praktyce wiele połączeń elektrycznych może powodować nieoczekiwane problemy podczas pomiaru ciśnienia. Interesujące informacje na ten temat można znaleźć w innym artykule [[www.trafag.com/H70359](http://www.trafag.com/H70359)].



Przylącze elektryczne z męską Deutsch DT04.

Firma Trafag oferuje szeroką gamę różnych modeli, konstrukcji i wariantów, a także odpowiednie akcesoria, aby idealnie spełnić wymagania w każdym obszarze zastosowań.

**Skontaktuj się z nami!** Nasi eksperci w dziedzinie pomiarów ciśnienia z przyjemnością wyjaśnią różnice między naszymi produktami i doradzą, które urządzenie najlepiej nadaje się do niezawodnej realizacji wymagającego zadania pomiarowego.

---

## Trafag – firma produkująca czujniki high-tech

Szwajcarska firma Trafag jest wiodącym międzynarodowym dostawcą wysokiej jakości czujników oraz mierników do pomiaru ciśnienia oraz temperatury. Oprócz szerokiej gamy znormalizowanych, konfigurowalnych produktów, Trafag opracowuje również indywidualne rozwiązania dla klientów OEM. Firma Trafag, założona w 1942 roku z główną siedzibą w Szwajcarii, dysponuje rozbudowaną siecią dystrybucyjną i serwisową w ponad 40 krajach na całym świecie. Pozwala to na indywidualne i kompetentne doradztwo dla klientów i gwarantuje dostępność najlepszego możliwego serwisu. Wydajne działy rozwoju i produkcji zapewniają szybkie i niezawodne dostarczenie produktów Trafag, charakteryzujących się najwyższą jakością i precyzją, oraz błyskawiczne realizowanie żądań klientów.

---

Trafag AG  
Industriestrasse 11  
8608 Bubikon (Switzerland)  
Telefon +41 44 922 32 32  
[trafag@trafag.com](mailto:trafag@trafag.com) | [www.trafag.com](http://www.trafag.com)