

**Autor:**

Oleg Greber  
Zarządzanie produktem  
Produkty elektroniczne

**Niezawodność zależy od kabla**

Hydrostatyczny pomiar poziomu przy pomocy zanurzanych czujników ciśnienia

Niezawodne, łatwe w instalacji i odpowiednie do niemal każdej cieczy - „popularność” zanurzanych czujników ciśnienia jako mierników poziomu jest jak najbardziej uzasadniona. *Ta metoda pomiarowa oparta na ciśnieniu hydrostatycznym stanowi idealny wybór w szerokim zakresie zastosowań - natomiast w przypadku pomiarów na dużych głębokościach, nie ma dla niej alternatywy.*

Populacja Niemiec zużywa dziennie około 130 litrów wody pitnej, z czego ponad 70% musi być pompowane do układów docelowych z arterii wód gruntowych. Nie można dopuścić do tego, by te drogocenne zbiorniki wyschły. Poziom wód gruntowych musi być nieustannie monitorowany, aby zapewnić dostateczny przepływ i przerwać pobór w odpowiednim momencie.

Takie operacje przeprowadzane są nawet do 200 metrów pod powierzchnią Ziemi. Hydrostatyczny pomiar poziomu jest jedyną metodą, którą można zastosować na takiej głębokości. Zanurzone czujniki ciśnienia zaprojektowano specjalnie dla tego typu zastosowań - opuszcza się je na samo dno arterii wodnej na kablu przyłączeniowym. Ciśnienie hydrostatyczne rejestrowane przez czujnik stanowi najważniejszą wielkość pozwalającą na obliczenie poziomu wody.

Opisana metoda sprawdza się praktycznie przy każdej cieczy - zarówno w odstojniku w zakładzie uzdatniania wody jak i w wąskim szybie studni. Ilość cieczy i geometria zbiornika lub otwartego zbiornika takiego jak np. jezioro - nie ma wpływu na ciśnienie hydrostatyczne. Jedynym istotnym parametrem jest wysokość kolumny cieczy. Dla przykładu, ciśnienie w zbiorniku wody wzrasta o około 100 mbarów na metr pod powierzchnią.

**Geometria zbiornika jest nieistotna**

Zanurzone czujniki ciśnienia przekazują zarejestrowaną wartość ciśnienia do jednostki logicznej, która następnie oblicza rzeczywistą wysokość wypełnienia. Oprócz ciśnienia, w obliczeniach uwzględniana jest gęstość cieczy oraz siła przyciągania, a także przyspieszenie zależne od siły przyciągania. W zastosowaniach z wysokimi wymaganiami co do dokładności i/lub wysokimi wahaniami temperatury medium należy również uwzględnić zmiany temperatury wynikające z gęstości - w przeciwnym razie wyniki pomiarów będą nieadekwatne. W takim przypadku zalecany jest zanurzany czujnik poziomu ze zintegrowaną sondą temperaturową, gdyż to

rozwiązanie eliminuje konieczność instalacji dodatkowego punktu pomiarowego do monitorowania temperatury.

Uniezależnienie od zależności geometrycznych w miejscu zastosowania, stanowi tylko jeden aspekt powodujący że pomiar hydrostatyczny poziomu jest taką niezawodną alternatywą. W przeciwieństwie do innych metod pomiaru, ta charakteryzuje się niewrażliwością na wiele właściwości mediów fizycznych, w tym takich jak przewodnictwo, stałą dielektryczną, pienienie i lepkość. Ponadto wykorzystywane w niej zanurzone czujniki poziomu ciśnienia - urządzenia pomiarowe towarzyszące tej metodzie - są stosunkowo proste w instalacji i nie wymagają wprowadzania parametrów, dzięki czemu mogą być od razu stosowane do pomiarów.

Właśnie te cechy, w połączeniu z właściwościami pomiarowymi, zachwyciły głównego dostawcę AdBlue®, roztworu mocznika dla pojazdów z silnikiem wysokoprężnym (Diesla), do wyposażenia zbiorników u swoich klientów w zanurzone czujniki ciśnienia. Poziom wypełnienia zbiorników monitorowany jest przez połączenie wspomnianych przyrządów z jednostką telemetryczną. Jednostka telemetryczna przekazuje uzyskane wyniki pomiarów do platformy centralnej, co pozwala na uzupełnienie poziomu w odpowiednim czasie. Klientami są głównie spedytorzy, przedsiębiorstwa przewozowe, operatorzy flot dużych samochodów i rolnicy. Rozmiar i głębokość zbiorników AdBlue® różnią się w zależności od klienta, podobnie jak ilość pojazdów. Jednakże czujnik pomiarowy w każdym w tych zastosowań jest taki sam - dostosowania wymaga jedynie długość kabla i zakres pomiarowy.

#### **Zużycie pod kontrolą**

Zanurzone czujniki ciśnienia umieszczone wewnątrz zbiornika mogą zmierzyć dużo więcej parametrów niż wysokość wypełnienia. Jako że pomiar ma charakter ciągły, zarówno dostawca jak i klient mogą monitorować zużycie i obserwować jego zmiany na podstawie danych historycznych. W porównaniu do innych, bardziej zaawansowanych technicznie metod pomiaru ciągłego, np. radaru falowodowego, pomiar hydrostatyczny w zbiornikach AdBlue® i podobnych zastosowaniach okazał się rozwiązaniem korzystnym ekonomicznie.

Zanurzone czujniki ciśnienia nadają się do pracy ciągłej w najróżniejszych cieczach, od roztworów mocznika przez wodę i roztworów zasadowe i ścieków. Z tego względu konieczny jest stopień ochrony IP68. Ich konstrukcja musi być dostosowana do konkretnego zastosowania zależnie od oporności i gęstości medium. Na przykład, kompaktowa obudowa wykonana jest ze stali nierdzewnej 316L w przypadku mediów niekrytycznych lub ze specjalnych stopów, takich jak Hastelloy lub tytan w przypadku cieczy agresywnych.

Najbardziej rzetelne pomiary uzyskiwane są, gdy zanurzony czujnik ciśnienia jest zintegrowany w dolnym końcu obudowy. Nawet w najmniej korzystnych warunkach, ogniwo pomiarowe zapewniać solidne wyniki zgodne ze specyfikacją. Aby to umożliwić, oferujemy szeroki wybór materiałów, od stali nierdzewnej po specjalną ceramikę antykorozyjną. Ta druga opcja zalecana jest zwłaszcza do zastosowań splukiwanych, gdyż można bez problemu usunąć pozostałości kleju.

## **Dokładność do 0,1%**

W większości zastosowań dokładność pomiaru nie jest aż tak ważna jak długoterminowa stabilność. Dokładność na poziomie 0,5% uważana jest za satysfakcjonującą. Wyjątek stanowią zadania pomiarowe w przemyśle spożywczy, i farmaceutyczny,; tutaj, ze względów bezpieczeństwa i wartości ekonomicznej mediów, wymagana jest dokładność na poziomie 0,1%.

Elektronika jest zasadniczo taka sama jak w konwencjonalnych czujnikach ciśnienia. Wartość ciśnienia jest przekształcana na standardowy sygnał przemysłowy, zazwyczaj 4...20 mA. Wersje z sygnałem o niskim poborze mocy (0,1 do 2,5 V) są dodatkowo dostępne do punktów pomiarowych zasilanych bateryjnie w terenie. Ponieważ zanurzane czujniki ciśnienia są używane przede wszystkim na zewnątrz, można zabezpieczyć elektronikę przed przepięciami spowodowanymi przez wyładowania atmosferyczne.

Kolejnym wrażliwym punktem jest wejście kablowe w obudowie. W większości przypadków, pusta przestrzeń jest zalewana. Wypełnienie to może po pewnym czasie stać się kruche i odłamać się. Jednak w zastosowaniach z mediami niekrytycznymi i przy typowych głębokościach zanurzenia jest to na ogół wystarczające. Mechaniczne rozwiązanie o długotrwałym działaniu zostało opracowane przez WIKAI dla zastosowań, w których ryzyko "słabych punktów" w takich miejscach musi być zredukowane do minimum. Zanurzany czujnik ciśnienia LF-1 do wysokich wymagań pomiarowych wyposażony jest w sprężynę formującą, która dociska specjalną uszczelkę do gniazda z siłą 1000 N.

## **Pęczniąca włóknina chroni kable przed przeciekami**

Podstawowym zadaniem przewodu łączącego, który służy do opuszczenia zanurzanego czujnika ciśnienia do punktu pomiarowego, jest zapewnienie bezpiecznej transmisji sygnału. Osłona kablowa musi być odporna na ciągłe oddziaływanie medium oraz na - czasami znaczne - ciśnienie hydrostatyczne, tak aby ciecz nie przedostawała się do wnętrza kabla i nie spowodowała awarii czujnika. Aby mniej więcej wykluczyć możliwość takiego uszkodzenia, zanurzane czujniki ciśnienia firmy WIKAI mogą być wyposażone w specjalny typ kabla. Jeśli w osłonie kablowej powstanie mikro-pęknięcie, przez co do wnętrza kabla wniknie wilgoć, warstwa włókniny pęcznieje, blokując przeciek.

Oprócz przewodu sygnałowego, kabel przyłączeniowy zanurzanego czujnika ciśnienia zawiera również kapilarę odpowietrzającą. Dzieje się tak, ponieważ przyrząd jest przeznaczony do stosowania w otwartych zbiornikach i rezerwarach (jeziora, rzeki, doły) i mierzy ciśnienie hydrostatyczne w stosunku do ciśnienia otoczenia. Jeśli zanurzane czujniki ciśnienia mają również mierzyć poziom w układzie zamkniętym, na wewnętrznej ścianie zbiornika trzeba dodatkowo zainstalować zwykły czujnik ciśnienia. Dodatkowy czujnik rejestruje ciśnienie w strefie gazowej powyżej poziomu cieczy. Zmierzona wartość służy do kompensacji zmierzonego ciśnienia hydrostatycznego.

Bez tego prawdopodobne by były znaczne błędy pomiarowe, ponieważ zanurzany czujnik ciśnienia przekazuje całkowite ciśnienie składające się z

ciśnienia hydrostatycznego cieczy i ciśnienia gazu. Innymi słowy, poziom zmierzony będzie znacząco wyższy od rzeczywistego.

**Wniosek:** Hydrostatyczny pomiar poziomu przy pomocy zanurzanych czujników ciśnienia stanowi realistyczną opcję dla większości cieczy. Opisane czujniki określają poziom cieczy w oparciu o ciśnienie hydrostatyczne, oraz są niewrażliwe na geometrię zbiornika oraz wiele właściwości fizycznych medium. Zanurzone czujniki ciśnienia z kablami połączeniowymi są łatwe w instalacji. Stanowią idealne rozwiązanie dla szerokiej gamy zastosowań, nawet takich, w których kolumna cieczy ma 200 metrów wysokości. Należy jednakże mieć na względzie, że obudowa, kable i wejścia kablowe są w każdym przypadku przystosowane do konkretnego zadania pomiarowego.

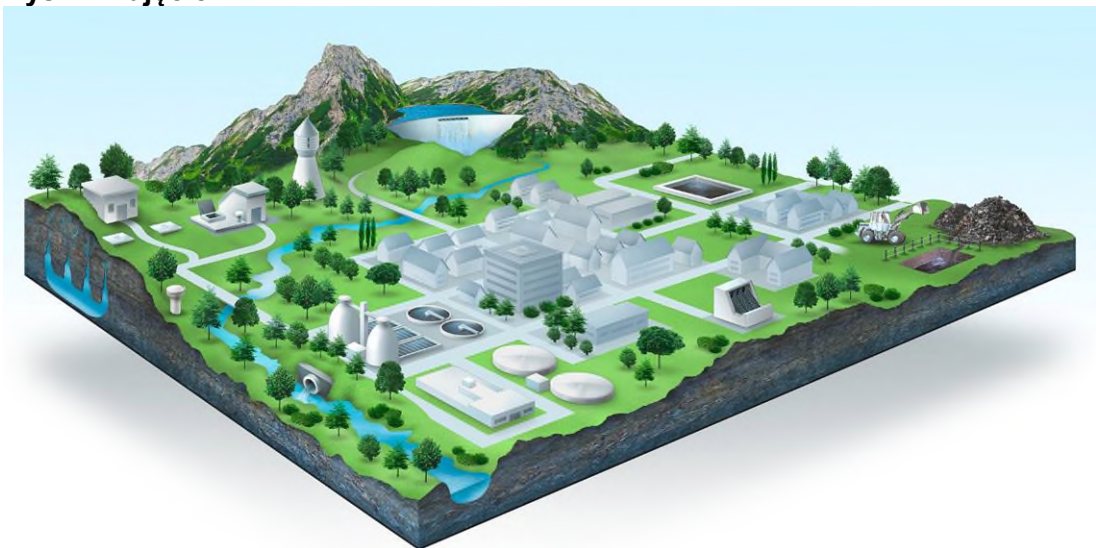
Znaki: 9145

Rys. 1: Zdjęcie WIKAI



Opis: Model LF-1

Rys. 2: Zdjęcie WIKAI



Opis: Ilustracja WIKAI: wody gruntowe i ścieki

Rys. 3: Zdjęcie WIKAI



**Opis:** Wykres schematyczny pomiaru poziomu przy użyciu zanurzanego czujnika ciśnienia w napowietrzonym zbiorniku

**Kontakt:**

WIKAI Polska spółka z ograniczoną odpowiedzialnością sp. k.

ul. Łęska 29/35

87-800 Włocławek

Tel.: (+48) 54 23 01 100

Fax: (+48) 54 23 01 101

info@wikapolska.pl

www.wikapolska.pl