

# **Czujnik wilgoci Hydronix**

## **Podręcznik konfiguracji i kalibracji**

Numer katalogowy do ponownego zamówienia wyceny:	HD0679po
Wersja:	1.6.0
Data zmiany:	Grudzień 2017 r.

## Prawa autorskie

Informacje zawarte w niniejszej dokumentacji i opisane w niej produkty nie mogą być w całości lub w części modyfikowane ani powielane w jakiegokolwiek postaci bez uprzedniej pisemnej zgody firmy Hydronix Limited, zwanej dalej firmą Hydronix.

© 2017

Hydronix Limited  
7 Riverside Business Centre  
Walnut Tree Close  
Guildford  
Surrey GU1 4UG  
United Kingdom

Wszelkie prawa zastrzeżone

## ODPOWIEDZIALNOŚĆ KLIENTA

W przypadku stosowania produktu opisanego w niniejszej dokumentacji klient przyjmuje do wiadomości, że jest to złożony, programowalny system elektroniczny, który może nie być całkowicie wolny od błędów. Klient przyjmuje zatem odpowiedzialność za zapewnienie właściwej instalacji, uruchomienia, obsługi i konserwacji produktu przez kompetentne i odpowiednio przeszkolone osoby zgodnie z wszelkimi instrukcjami i dostępnymi środkami ostrożności oraz ze sprawdzonymi procedurami inżynieryjnymi, a także za szczegółowe sprawdzenie możliwości stosowania produktu w konkretnej sytuacji.

## BŁĘDY W DOKUMENTACJI

Produkt opisany w niniejszej dokumentacji jest stale rozwijany i udoskonalany. Jakiegokolwiek informacje techniczne i dane dotyczące produktu oraz sposobu jego użytkowania, w tym informacje zawarte w niniejszej dokumentacji, są dostarczane przez firmę Hydronix w dobrej wierze.

Firma Hydronix chętnie przyjmuje wszelkie komentarze i sugestie związane z produktem i niniejszą dokumentacją.

## UZNANIE PRAWNE

Hydronix, Hydro-Probe, Hydro-Mix, Hydro-Skid, Hydro-View i Hydro-Control są zastrzeżonymi znakami towarowymi firmy Hydronix Limited.

## ***Biura firmy Hydronix***

### **Siedziba główna w Wielkiej Brytanii**

Adres: 7 Riverside Business Centre  
Walnut Tree Close  
Guildford  
Surrey  
GU1 4UG

Tel.: +44 1483 468900

Faks: +44 1483 468919

E-mail: support@hydronix.com  
sales@hydronix.com

Witryna internetowa: [www.hydronix.com](http://www.hydronix.com)

### **Biuro w Ameryce Północnej**

Działalność biura obejmuje Amerykę Północną i Południową, terytoria Stanów Zjednoczonych, Hiszpanię i Portugalię.

Adres: 692 West Conway Road  
Suite 24, Harbor Springs  
MI 47940  
USA

Tel.: +1 888 887 4884 (nr bezpłatny)

+1 231 439 5000

Faks: +1 888 887 4822 (nr bezpłatny)

+1 231 439 5001

### **Biuro w Europie**

Działalność biura obejmuje Europę Środkową, Rosję i Afrykę Południową.

Tel.: +49 2563 4858

Faks: +49 2563 5016

### **Biuro we Francji**

Tel.: +33 652 04 89 04



## ***Historia zmian***

<b>Nr zmiany</b>	<b>Data</b>	<b>Opis zmiany</b>
1.2.0	Luty 2016 r.	Pierwsze wydanie
1.3.0	Maj 2016 r.	Dodano ustawienia trybu alarmowego
1.3.1	Sierpień 2016 r.	Niewielka aktualizacja
1.4.0	Wrzesień 2016 r.	Zaktualizowano zasady postępowania z materiałem do kalibracji. Poprawiono kalibrację Brix
1.5.0	Kwiecień 2017 r.	Skala wyjściowa temperatury została zaktualizowana dla HMHT
1.6.0	Grudzień 2017 r.	Niewielka aktualizacja



## Spis treści

Rozdział 1 Wprowadzenie.....	11
1 Wprowadzenie.....	11
2 Techniki pomiaru.....	13
3 Podłączanie i konfiguracja czujnika.....	13
Rozdział 2 Konfiguracja.....	15
1 Konfigurowanie czujnika.....	15
2 Konfiguracja wyjść analogowych.....	15
3 Konfiguracja wejść/wyjść cyfrowych.....	17
4 Parametry uśredniania.....	19
5 Filtrowanie.....	20
6 Typowy zapis wilgotności z czujnika wilgotności Hydronix w przepływającym materiale.....	21
7 Filtrowanie sygnału z mieszalnika.....	22
8 Tryby pomiaru.....	24
9 Generowanie danych wyjściowych z czujnika.....	27
Rozdział 3 Integracja czujnika i kalibracja materiału.....	29
1 Integracja czujnika.....	29
2 Wprowadzenie do kalibracji względem materiału.....	29
3 Współczynnik SSD i zawartość wilgoci SSD.....	31
4 Zapisywanie danych kalibracyjnych.....	32
5 Procedura kalibracji dla przepływającego materiału (kalibracja liniowa).....	33
6 Dobra/zła kalibracja.....	35
7 Kalibracja kwadratowa.....	36
8 Kalibrowanie czujnika w mieszalniku.....	37
9 Kalibracja dla stopnia Brix.....	39
Rozdział 4 Dobre praktyki.....	43
1 Informacje ogólne dotyczące wszystkich zastosowań.....	43
2 Procedury konserwacji.....	43
Rozdział 5 Diagnostyka czujnika.....	45
1 Diagnostyka czujnika.....	45
Rozdział 6 Często zadawane pytania.....	51
Załącznik A Odniesienia do dokumentów.....	53
1 Odniesienia do dokumentów.....	53





## **Spis rysunków**

Rysunek 1: Podłączanie czujnika (przeгляд) .....	13
Rysunek 2: Wytyczne dotyczące ustawiania zmiennej wyjściowej.....	15
Rysunek 3: Dane wyjściowe z czujnika przy ustawieniach Surowe i Filtruj uwzględnione .....	21
Rysunek 4: Przebieg surowego nieskalowanego sygnału wilgotności w przepływającym materiale ...	22
Rysunek 5: Wykres pokazujący wyfiltrowany sygnał.....	22
Rysunek 6: Typowa krzywa wilgotności.....	23
Rysunek 7: Wykres sygnału surowego w cyklu mieszania .....	23
Rysunek 8: Filtrowanie sygnału nieskalowanego surowego (1) .....	24
Rysunek 9: Filtrowanie sygnału surowego (2) .....	24
Rysunek 10: Relacje między wartościami nieskalowanymi i wilgotnością .....	26
Rysunek 11: Układ danych w czujniku.....	27
Rysunek 12: Bez wyboru konkretnego rodzaju sygnału wyjściowego.....	28
Rysunek 13: Wybór rodzaju sygnału wyjściowego dla starszych systemów .....	28
Rysunek 14: Kalibracje dla 3 różnych materiałów .....	30
Rysunek 15: Typowe wyniki kalibracji.....	30
Rysunek 16: Kalibracja wewnątrz czujnika .....	32
Rysunek 17: Kalibracja wewnątrz systemu sterowania .....	33
Rysunek 18: Przykład dobrej kalibracji materiału .....	36
Rysunek 19: Przykłady nieprawidłowych punktów kalibracji względem materiału .....	36
Rysunek 20: Przykład dobrej kalibracji kwadratowej .....	37
Rysunek 21: Przykład złej kalibracji kwadratowej.....	37
Rysunek 22: Przykład dobrej kalibracji do pomiaru stopnia Brix .....	40
Rysunek 23: Przykład złej kalibracji do pomiaru stopnia Brix.....	41



## 1 Wprowadzenie

Ten Podręcznik konfiguracji i kalibracji ma zastosowanie wyłącznie do następujących czujników Hydronix:

Hydro-Probe	(numery katalogowe od HP04)
Hydro-Probe XT	(numery katalogowe od HPXT02)
Hydro-Probe Orbiter	(numery katalogowe od ORB3)
Hydro-Probe SE	(numery katalogowe od SE03)
Hydro-Mix	(numery katalogowe od HM08)
Hydro-Mix HT	(numery katalogowe od HMHT01)
Hydro-Mix XT	(numery katalogowe od HMXT01)

Podręczniki użytkownika do innych modeli można pobrać ze strony [www.hydronix.com](http://www.hydronix.com)



Mikrofalowe czujniki wilgoci Hydronix wykorzystują szybkie filtry przetwarzania sygnałów cyfrowych i zaawansowane techniki pomiarowe. W efekcie przekazują sygnał, który zmienia się liniowo wraz ze zmianą wilgotności mierzonego materiału. Czujnik musi być zamontowany na drodze przepływu materiału. Będzie wtedy na bieżąco informował o zmianie zawartości wilgoci w materiale.

Typowe zastosowania czujnika to pomiar wilgotności w piasku, kruszywach, betonie, biomasie, ziarnach zbóż, paszy dla zwierząt i środkach do produkcji rolnej.

Konstrukcja czujników umożliwia ich eksploatację w różnych instalacjach i przewiduje przemieszczanie się po nich materiału. Oto kilka typowych przykładów zastosowania:

- Pojemniki/leje zasypowe/silosy
- Przenośniki
- Podajniki wstrząsowe
- Mieszalniki

Czujnik ma dwa wyjścia analogowe, które można dowolnie konfigurować oraz wewnętrzne skalibrować w taki sposób, aby bezpośrednio podawał wartość wilgotności zgodną z dowolnym systemem sterowania.

Dwa cyfrowe wejścia mogą służyć do sterowania wewnętrzną funkcją uśredniania. Pozwala to błyskawicznie uśredniać wyniki zmian wilgotności z pomiarów wykonywanych 25 razy na sekundę. W efekcie czujnik łatwiej współpracuje z systemem sterowania.

Na jednym z wejść cyfrowych można ustawić wysyłanie cyfrowego sygnału wyjściowego, który będzie alarmował o niebezpiecznie niskiej lub wysokiej wartości odczytu. Taki sygnał może z jednej strony zgłaszać wysoką zawartość wilgoci, a z drugiej informować operatora o konieczności uzupełnienia zasobnika.

Czujniki Hydronix są specjalnie projektowane i wykonywane z materiałów, które dają pewność ich wieloletniego niezawodnego działania nawet w najtrudniejszych warunkach. Podobnie jednak jak ze wszystkimi wrażliwymi urządzeniami elektronicznymi, nie należy ich niepotrzebnie narażać na czynniki udarowe. W szczególności trzeba uważać na ceramiczną płytkę pomiarową, która mimo podwyższonej odporności na ścieranie jest krucha i może pęknąć po bezpośrednim uderzeniu.

### **PRZESTROGA – NIGDY NIE UDERZAĆ W ELEMENTY CERAMICZNE**



Należy prawidłowo zainstalować czujnik w sposób zapewniający reprezentatywne próbkowanie analizowanych materiałów. Istotne jest także umiejscowienie czujnika, aby ceramiczna płytkę pomiarowa była zanurzona w głównym strumieniu przepływającego materiału. Nie może to być miejsce, gdzie materiał się nie rusza albo odkłada na czujniku.

Wszystkie czujniki Hydronix są fabrycznie kalibrowane w taki sposób, że pokazują wartość 0 w otoczeniu powietrza, a wartość 100 po zanurzeniu w wodzie. To ustawienie jest nazywane „odczytem nieskalowanym” i pełni rolę wartości bazowej podczas kalibrowania czujnika według używanego materiału. Ujednolica ono wszystkie czujniki, tzn. po wymianie czujnika nie ma potrzeby ponownej kalibracji względem materiału.

Po zamontowaniu czujnika należy go skalibrować dla używanego materiału (więcej informacji zawiera Rozdział 3). Czujnik można skonfigurować dwiema metodami:

- *Kalibracja wewnątrz czujnika:* Czujnik jest kalibrowany wewnętrznie i wysyła informację o rzeczywistej wilgotności.
- *Kalibracja wewnątrz systemu sterowania:* Czujnik wysyła nieskalowany odczyt proporcjonalny do zawartości wilgoci. Dane kalibracyjne w systemie sterowania przekształcają tę wartość w rzeczywistą wilgotność.

## 2 Techniki pomiaru

Czujnik wykorzystuje unikatową cyfrową technikę mikrofalową Hydronix, która zapewnia bardziej czułe pomiary w porównaniu z technikami analogowymi. Umożliwia też wybór trybu pomiaru (funkcjonalność dostępna tylko w wybranych czujnikach — patrz dane techniczne w podręcznikach montażu konkretnych czujników). Ustawieniem domyślnym jest Tryb F, który nadaje się do wszystkich materiałów, ale najlepiej dla piasku i kruszyw. Więcej informacji o wyborze trybu można uzyskać bezpośrednio od specjalistów Hydronix: support@Hydronix.com.

## 3 Podłączanie i konfiguracja czujnika

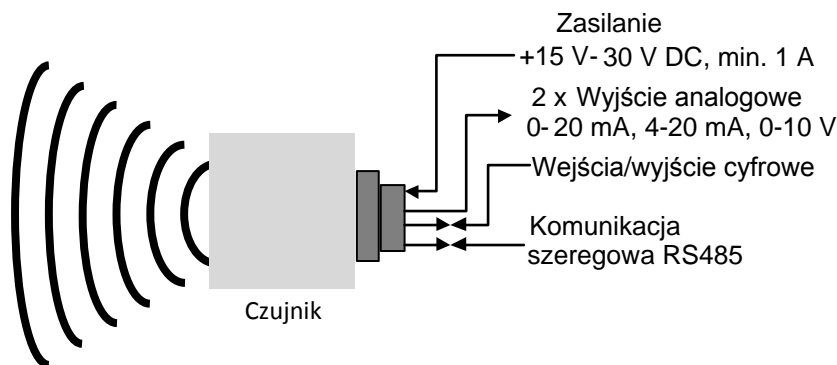
Czujnik wilgoci może być konfigurowany zdalnie przy użyciu cyfrowego połączenia szeregowego oraz komputera, na którym działa oprogramowanie Hydro-Com do konfiguracji i kalibracji czujników. Na potrzeby komunikacji z komputerami firma Hydronix dostarcza konwertery RS232/485 lub moduł interfejsu USB czujnika (zob. podręcznik użytkownika HD0303).

**Uwaga: Wszelkie odniesienia do oprogramowania Hydro-Com w tym podręczniku użytkownika dotyczą wersji 2.0.0 i nowszych. Czujnik można konfigurować również za pomocą starszych wersji aplikacji, jednak niektóre funkcje będą wtedy niedostępne. Dokładniejsze informacje zawiera odnośny podręcznik użytkownika programu.**

Istnieją dwie podstawowe konfiguracje podłączania czujnika do systemu sterowania wsadem:

- Wyjście analogowe — wyjście prądu stałego można skonfigurować w następujący sposób:
  - 4–20 mA,
  - 0–20 mA,
  - 0–10 V — wyjście o takim napięciu można uzyskać za pomocą opornika 500 omów dostarczanego wraz z kablem czujnika.
- Wyjście cyfrowe — interfejs szeregowy RS485 pozwala na bezpośrednią wymianę danych oraz informacji sterujących między czujnikiem i komputerem sterującym zakładem. Dostępne są również opcje oparte na interfejsach USB i Ethernet.

Czujnik można skonfigurować do podawania na wyjściu liniowej wartości z zakresu 0–100 nieskalowanych jednostek poprzez wykonanie kalibracji dla materiału w systemie sterowania. Istnieje również możliwość wewnętrznego skalibrowania czujnika w celu podawania faktycznej wartości wilgotności.



Rysunek 1: Podłączanie czujnika (przeгляд)



## 1 Konfigurowanie czujnika

Mikrofalowy czujnik wilgoci Hydronix ma wiele parametrów wewnętrznych, które można wykorzystać do optymalizacji działania urządzenia w konkretnym zastosowaniu. Ustawienia te można wyświetlać i zmieniać za pomocą aplikacji Hydro-Com. Informacje na temat wszystkich ustawień można znaleźć w podręczniku użytkownika oprogramowania Hydro-Com (HD0682).

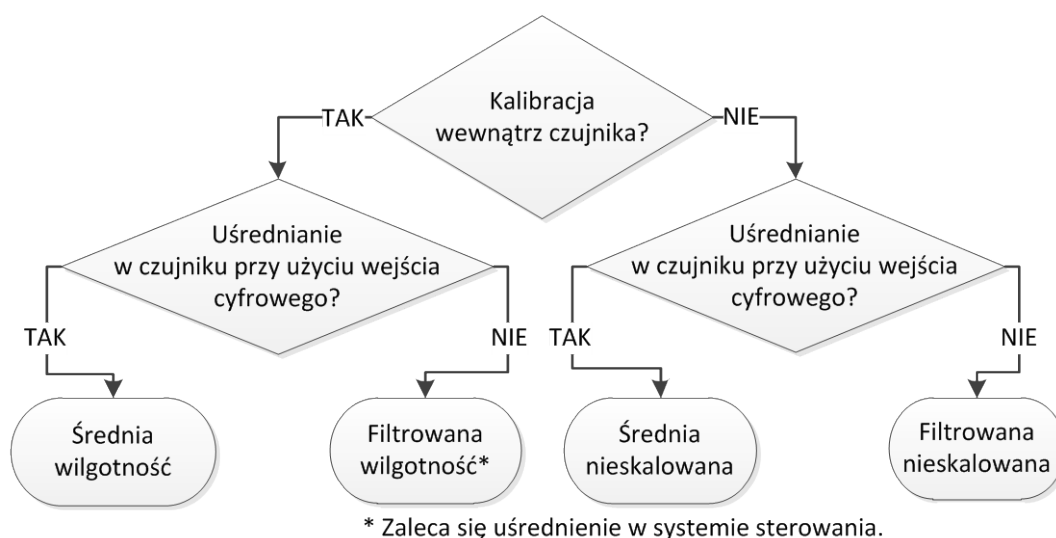
Oprogramowanie Hydro-Com i dotyczący go podręcznik użytkownika są dostępne bezpłatnie do pobrania w witrynie [www.hydronix.com](http://www.hydronix.com).

Wszystkie czujniki firmy Hydronix działają w taki sam sposób i udostępniają takie same parametry konfiguracji. Niektóre funkcje są jednak niedostępne w czujnikach w niektórych zastosowaniach (np. parametry uśredniania są zwykle stosowane na potrzeby procesów wsadowych).

## 2 Konfiguracja wyjść analogowych

Zakres roboczy wyjść dwóch pętli prądowych można skonfigurować pod kątem używanych urządzeń, np. sterownik PLC może wymagać 4–20 mA lub 0–10 V prądu stałego. Wyjścia można także skonfigurować do przedstawiania różnych odczytów generowanych przez czujnik, takich jak wilgotność lub temperatura.

Rysunek 2 może pomóc w wyborze zmiennej wyjścia analogowego odpowiedniej dla konkretnego systemu.



Rysunek 2: Wytyczne dotyczące ustawiania zmiennej wyjściowej

### 2.1 Typ wyjścia

Parametr ten definiuje typ wyjść analogowych i może mieć jedną z trzech wartości:

- 0–20 mA: Fabryczne ustawienie domyślne. Dodanie zewnętrznego opornika precyzyjnego 500 omów umożliwia konwersję prądu 0–20 mA na prąd stały o napięciu 0–10 V.
- 4–20 mA.

## 2.2 Zmienne wyjściowe 1 i 2

Zmienne te definiują, które odczyty czujnika będą przedstawiane na wyjściach analogowych. Dostępnych jest dziesięć opcji.

### 2.2.1 Surowa nieskalowana

Jest to zmienna nieprzetworzona, niefiltrowana i nieskalowana. Wartość 0 to odczyt w powietrzu, natomiast wartość 100 to odczyt w wodzie. Ponieważ do zmiennej nie jest stosowane żadne filtrowanie, nie należy jej używać do sterowania procesem. Ta wartość wyjściowa może służyć do rejestrowania informacji w trakcie początkowego montażu czujnika.

### 2.2.2 Surowa nieskalowana 2

Jeśli jest ustawiona, aktywuje alternatywny tryb pomiaru skonfigurowany dla czujnika (więcej informacji o alternatywnych trybach pomiaru zawiera Rozdział 2 pkt. 8). Nie będzie stosowane żadne filtrowanie.

***Uwaga: Ten tryb jest dostępny tylko w wybranych czujnikach (patrz dane techniczne w odnośnym podręczniku instalacji).***

### 2.2.3 Filtrowana nieskalowana

Filtrowana nieskalowana to odczyt proporcjonalny do wilgotności należący do zakresu od 0 do 100. Nieskalowana wartość 0 to odczyt w powietrzu, a wartość 100 odnosi się do odczytów w wodzie.

### 2.2.4 Filtrowana nieskalowana 2

Ustawienie Filtrowana nieskalowana wykorzystuje drugi tryb pomiaru skonfigurowany dla czujnika.

***Uwaga: Ten tryb jest dostępny tylko w niektórych czujnikach. Patrz dane techniczne w odnośnym podręczniku instalacji.***

### 2.2.5 Średnia nieskalowana

Jest to podstawowa nieskalowana zmienna przetwarzana na potrzeby uśredniania wsadów za pomocą uśredniania parametrów. W celu uzyskania średniego odczytu należy skonfigurować wejście cyfrowe jako „Średnia/wstrzymanie”. Po włączeniu tego wejścia cyfrowego podstawowe nieskalowane odczyty są uśredniane. Gdy poziom wejścia cyfrowego jest niski, utrzymywana jest stała wartość średnia.

### 2.2.6 Filtrowana wilgotność %

Skalowana wartość Filtrowana wilgotność % jest obliczana na podstawie wartości Filtrowana nieskalowana oraz współczynników A, B, C i SSD.

$$\text{Filtrowana wilgotność \%} = A \times (F.U/S)^2 + B \times (F.U/S) + C - \text{SSD}$$

Współczynniki te są uzyskiwane przy użyciu danych kalibracji materiałowej, zatem dokładność sygnału wyjściowego wilgotności zależy od precyzji kalibracji.

SSD to współczynnik stanu nasyconego powierzchniowo suchego (wartości absorpcji wody) używanego materiału. Umożliwia on przedstawienie odczytu wartości procentowej wilgotności w postaci wilgotności powierzchniowej.



### 2.2.7 Wilgotność surowa %

Jest to zmienna podstawowej wartości procentowej wilgotności przed zastosowaniem jakiegokolwiek filtrowania lub uśredniania. Ponieważ nie zastosowano filtrowania, nie zaleca się używania tej zmiennej do sterowania procesem.

### 2.2.8 Średnia wilgotność %

Jest to zmienna podstawowej wartości procentowej wilgotności przetwarzana na potrzeby uśredniania wsadów za pomocą uśredniania parametrów. W celu uzyskania średniego odczytu należy skonfigurować wejście cyfrowe jako „Średnia/wstrzymanie”. Gdy wejście cyfrowe jest przełączone na poziom wysoki, odczyty podstawowej wilgotności są uśredniane. Gdy poziom wejścia cyfrowego jest niski, utrzymywana jest stała wartość średnia.

### 2.2.9 Brix

Ten parametr można skalibrować jako proporcjonalny do zawartości cukru w materiale. Czujnik należy wtedy skalibrować względem konkretnego materiału. Kalibracja wymaga zdefiniowania relacji między nieskalowanymi odczytami czujnika a odnośnymi wartościami Brix materiału.

***Uwaga: Ten typ danych wyjściowych jest dostępny tylko w niektórych czujnikach. Patrz dane techniczne w odnośnym podręczniku instalacji.***

### 2.2.10 Temperatura

Dla wszystkich czujników poza Hydro-Mix HT (HMHT) skalowanie temperatury na wyjściu analogowym jest stałe – zerowa skala (0 lub 4 mA) odpowiada 0°C, a pełna skala (20 mA) 100°C.

Czujnik Hydro-Mix HT (HMHT) ma stałe wyjście 0–150°C. Skala zerowa (0 lub 4 mA) odpowiada 0°C, a pełna skala (20 mA) odpowiada 150°C (dotyczy tylko wersji oprogramowania firmowego HS0102 v1.07 i nowszych).

## 2.3 „Niski %” oraz „Wysoki %”

Te dwie wartości ustalają zakres wilgotności, gdy zmienna wyjściowa jest ustawiona jako Filtrowana wilgotność % lub Średnia wilgotność %. Domyślne wartości to 0% i 20%, gdzie:

0–20 mA    0 mA oznacza 0%, a 20 mA oznacza 20%

4–20 mA    4 mA oznacza 0%, a 20 mA oznacza 20%

Limity te są ustawiane dla zakresu roboczego wilgotności i muszą być zgodne z konwersją mA/wilgotność w sterowniku wsadu.

## 3 Konfiguracja wejść/wyjść cyfrowych

### 3.1 Opcje wejść/wyjścia

Czujnik ma dwa wejścia cyfrowe. Drugie z nich można skonfigurować również jako wyjście.

***Szczegóły podłączenia zawiera Podręcznik instalacji elektrycznej HD0678.***

Pierwsze wejście cyfrowe można skonfigurować w następujący sposób:

Nie używane:	Stan wejścia jest ignorowany.
Średnia/wstrzymanie	Służy do sterowania rozpoczęciem i kończeniem okresu uśredniania wsadu. Gdy sygnał wejściowy jest aktywny, po okresie opóźnienia ustawionym przez parametr „Opóźnienie średniej/wstrzymania” zaczynają być uśredniane wartości ustawienia „Surowa” lub „Nieskalowana” (patrz punkt 4.3 Tryb uśredniania). Gdy następnie wejście zostanie dezaktywowane, uśrednianie zostanie zatrzymane, a wartość średnia będzie utrzymywana na stałym poziomie, aby umożliwić jej odczytanie przez sterownik PLC wsadu. Gdy wejście zostanie ponownie uaktywnione, wartość średnia zostanie wyzerowana i znów rozpocznie się uśrednianie.
Wilgotność/temperatura:	<p>Pozwala użytkownikowi na przełączanie analogowego wyjścia pomiędzy pomiarami nieskalowanym lub wilgotności (zależnie od tego, który jest ustawiony) a temperaturą. Jest używane, gdy są potrzebne dane wyjściowe temperatury przy zachowaniu wykorzystania tylko jednego wyjścia analogowego. Gdy wejście jest nieaktywne, wyjście analogowe będzie wskazywać odpowiednią wartość wilgotności (nieskalowaną lub wilgotność). Gdy wejście jest aktywne, wyjście analogowe będzie wskazywać temperaturę materiału (w stopniach Celsjusza).</p> <p>Skalowanie temperatury na wyjściu analogowym jest niezmiennie — zero skali (0 lub 4 mA) odpowiada temperaturze 0°C, a maksymalna wartość skali (20 mA) odpowiada temperaturze 100°C.</p>
Synchronizacja mieszalnika:	Po uaktywnieniu wejścia rozpoczyna się nowy cykl pomiaru zsynchronizowanego.
Drugie wejście cyfrowe/wyjście można ustawić jako wejście parametru Wilgotność/temperatura, ale można mu także przypisać następujące sygnały wyjściowe:	
Pojemnik pusty:	To wyjście jest aktywne, jeśli wartości nieskalowane lub wilgotności przekroczą dolne limity zdefiniowane w sekcji Uśrednianie. Może ono być używane do sygnalizowania operatorowi, gdy czujnik jest w powietrzu (wartość czujnika wynosi wtedy 0) i zbiornik jest pusty.
Dane poza zakresem:	Wyjście będzie aktywne, gdy odczyt wilgotności albo wartość nieskalowana znajdą się poniżej lub powyżej odnośnych limitów.
Czujnik OK:	<p>To wyjście jest aktywne w następujących sytuacjach:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Odczyt częstotliwości mieści się między zdefiniowanymi punktami kalibracji dla powietrza i wody +/-3%.</li><li>• Odczyt amplitudy mieści się między zdefiniowanymi punktami kalibracji dla powietrza i wody +/-3%.</li><li>• Temperatura wewnętrznych układów elektronicznych jest poniżej bezpiecznej granicy eksploatacji.</li><li>• Temperatura wnęki rezonansowej przekracza bezpieczną granicę eksploatacji.</li><li>• Wewnętrzne napięcie zasilania mieści się w zakresie.</li></ul>

Alarm temperatury materiału:	Alarm się załączy, gdy temperatura materiału przekroczy ustawiony limit górny/dolny.
Kalibracja poza zakresem:	Wyjście się załączy, gdy odczyt wartości nieskalowanej w którymkolwiek trybie pomiaru jest co najmniej 3 punkty wyższy lub niższy niż granica zakresu wartości nieskalowanych użyta w kalibracji. Stanowi to wskazówkę, że można/trzeba utworzyć inny punkt kalibracji.
Automatyczne śledzenie stabilne:	Parametr Automatyczne śledzenie wskazuje, czy odczyty czujnika są stabilne. Przed stabilność rozumie się odchylenie w określonej grupie punktów danych. Zarówno wartość odchylenia, jak i liczbę używanych danych (w sekundach), można skonfigurować w czujniku. Wyjście się załączy, gdy wartość odchylenia automatycznego śledzenia jest niższa niż ustalony próg.

## 3.2 Ustawienia konfiguracji wejść/wyjścia

### 3.2.1 Limity górny i dolny (alarmy)

Parametry Górny limit i Dolny limit można ustawić dla wartości procentowej wilgotności oraz dla nieskalowanej wartości czujnika. Oba parametry działają niezależnie. Wyjście Pojemnik pusty załączy się, gdy odczyt jest poniżej dolnego limitu. Z kolei wyjście Nieprawidłowe dane załączy się, gdy odczyt jest powyżej górnego lub poniżej dolnego limitu.

### 3.2.2 Limity górny i dolny temperatury materiału (alarm)

Limity górny i dolny temperatury materiału służą do konfigurowania alarmu o temperaturze materiału. Jeśli w parametrze Wejście cyfrowe/Wyjście 2 zostanie ustawiona opcja Alarm temperatury materiału, wyjście się załączy, jeśli temperatura materiału odczytana przez czujnik będzie wyższa niż limit górny lub niższa niż limit dolny.

### 3.2.3 Próg odchylenia automatycznego śledzenia

Parametr Próg odchylenia automatycznego śledzenia służy do konfigurowania alarmu o stabilności automatycznego śledzenia. Wyjście (jeśli jest skonfigurowane) załączy się, gdy odchylenie odczytu filtrowanego nieskalowanego jest niższe niż ten limit.

### 3.2.4 Czas automatycznego śledzenia

Parametr Czas automatycznego śledzenia określa liczbę danych (w sekundach) uśrednianych w celu obliczenia odchylenia automatycznego śledzenia.

### 3.2.5 Tryb alarmowy

Służy do ustalenia, który tryb pomiarowy (Tryb F, Tryb V, Tryb E, czy Starsza wersja) ma być wykorzystywany do obliczenia wartości alarmowych. Tryb alarmowy jest dostępny wyłącznie w przypadku czujników z funkcjami trybu wielopomiarowego. Po skonfigurowaniu opcji czujnik oblicza wartości alarmowe wyłącznie z użyciem wybranego trybu pomiarowego. Tryb alarmowy skonfiguruje również, który tryb jest używany do obliczenia wartości automatycznego śledzenia.

## 4 Parametry uśredniania

Podczas uśredniania czujnik wykorzystuje do obliczeń nieskalowaną wartość surową lub filtrowaną (konfigurowaną przez użytkownika). Parametry wymienione poniżej określają sposób przetwarzania danych na potrzeby uśredniania wsadu w przypadku korzystania z wejścia cyfrowego lub funkcji uśredniania zdalnego. Nie są one używane w procesach ciągłych.

## 4.1 Limity górny i dolny

Parametry Górny limit i Dolny limit można ustawić dla wartości procentowej wilgotności oraz dla wartości nieskalowanej. Oba parametry działają niezależnie. Jeśli w trakcie uśredniania odczyt z czujnika przekroczy te limity, dane zostaną pominięte w obliczaniu średniej.

**Zachowanie to ustawia się w parametrach limitów górnych i dolnych w konfiguracji wejść/wyjścia (punkt 3.2.1).**

## 4.2 Opóźnienie średniej/wstrzymania

W przypadku używania czujnika do pomiaru wilgotności materiału rozładowywanego z pojemnika lub silosu często występuje krótkie opóźnienie między sygnałem sterującym wysłanym w celu rozpoczęcia dozowania wsadów a rozpoczęciem przemieszczania materiału nad czujnikiem. Odczyty wilgotności w tym okresie powinny zostać wykluczone ze średniej wartości wsadu, ponieważ prawdopodobnie są to niemiernodajne odczyty statyczne. Wartość opóźnienia „Średnia/wstrzymanie” określa czas trwania początkowego okresu wykluczenia. W większości zastosowań odpowiednim okresem będzie 0,5 s, ale może zachodzić konieczność zwiększenia tej wartości. Dostępne opcje: 0, 0,5, 1, 1,5, 2 i 5 s.

## 4.3 Tryb uśredniania

Ustawia tryb uśredniania stosowany podczas obliczania średniej. Dostępne są tryby „Surowa” (Nieskalowana/Wilgotność) i „Filtrowana” (Nieskalowana/Wilgotność). W zastosowaniach, gdzie elementy maszyny, takie jak łopaty mieszalnika lub śruby, przemieszczają się nad czujnikiem i zakłócają odczyty, ustawienie „Filtrowana” kasuje górne i dolne piki sygnału. Jeśli natomiast ruch materiału jest stabilny, np. w trakcie pomiaru na wylocie z silosu, należy ustawić parametr „Surowa”.

## 5 Filtrowanie

**Domyślne ustawienia filtrowania można znaleźć w notatce inżynierskiej z domyślnymi ustawieniami danego czujnika. Szczegółowe informacje zawiera Załącznik A Odniesienia do dokumentów.**

Odczyt surowy nieskalowany jest wykonywany 25 razy na sekundę. Może mieć znaczny poziom zaszumienia ze względu na nieregularność sygnału spowodowaną przepływem materiału. W rezultacie sygnał, aby mógł być użyty do sterowania wilgotnością, wymaga pewnej filtracji.

Domyślne ustawienia filtrowania są odpowiednie dla większości zastosowań, w razie potrzeby można je jednak dostosowywać indywidualnie.

Nie jest możliwe, aby domyślne ustawienia filtrowania idealnie nadawały się do wszystkich zastosowań, ponieważ każde z nich ma różne cechy. Idealny filtr to taki, który dostarcza wygładzony sygnał wyjściowy przy krótkim czasie reakcji.

Ustawień Wilgotność surowa % i Surowa nieskalowana **nie** należy używać do sterowania.

Odczyt wartości surowej podstawowej nieskalowanej jest przetwarzany przez filtry w następującej kolejności: najpierw filtry narastania napięcia wyjściowego ograniczają wszystkie krokowe zmiany sygnału, następnie filtry DSP usuwają wszelkie szумы o wysokiej częstotliwości, a na końcu filtr wygładzający (ustawiany za pomocą funkcji czasu filtrowania) wygładza cały zakres częstotliwości.

Poniżej szczegółowo opisano wszystkie filtry.

### 5.1 Filtry narastania napięcia wyjściowego

Filtry narastania napięcia wyjściowego są przydatne do obcinania dużych górnych i dolnych pików sygnału w odczytach z czujnika spowodowanych mechanicznymi zakłóceniami procesu.

Filtry te ustawiają limity szybkości dla dużych zmian dodatnich i ujemnych w sygnale surowym. Możliwe jest ustawienie oddzielnych limitów dla zmian dodatnich i ujemnych. Dostępne opcje: Brak, Słaby, Średni i Mocny. Im mocniejsze ustawienie, tym większe „obcinanie” i wolniejsza reakcja sygnału.

## 5.2 Cyfrowe przetwarzanie sygnału

Filtry cyfrowego przetwarzania sygnału (DSP) usuwają nadmierny szum z sygnału za pomocą zaawansowanego algorytmu. Filtr redukuje szumy o wysokiej częstotliwości. Zaletą tego filtra jest traktowanie wszystkich sygnałów w znaczącym zakresie częstotliwości jako prawidłowych. W efekcie otrzymuje się wygładzony sygnał, który szybko reaguje na zmiany wilgotności.

Filtry DSP są szczególnie przydatne w instalacjach o dużym szumie, np. w mieszalnikach. Gorzej sprawdzają się w miejscach o małym szumie.

Dostępne opcje: Brak, Bardzo słaby, Słaby, Średni, Mocny i Bardzo mocny.

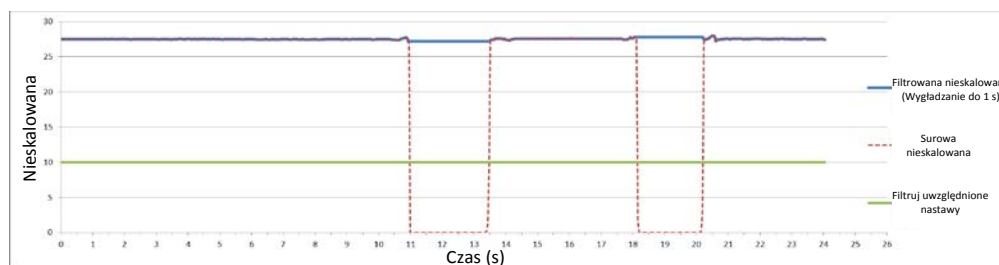
## 5.3 Czas filtrowania (Czas wygładzania)

Funkcja Czas filtrowania wygładza sygnał, który najpierw przeszedł przez filtry narastania napięcia wyjściowego, a następnie filtry DSP. Ten filtr wygładza cały sygnał, w związku z czym spowalnia reakcję sygnału. Czas filtrowania podaje się w sekundach.

Dostępne opcje: 0, 1, 2,5, 5, 7,5, 10 oraz czas niestandardowy wynoszący do 100 s.

## 5.4 Filtruj uwzględnione

Po włączeniu tej opcji wyfiltrowane dane wyjściowe będą zawierały tylko nieskalowane wartości powyżej nastawy. Aby uwzględnić wszystkie pomiary, ustaw niską wartość tego parametru. Domyślnie jest to -5.



Rysunek 3: Dane wyjściowe z czujnika przy ustawieniach Surowe i Filtruj uwzględnione

## 6 Typowy zapis wilgotności z czujnika wilgoci Hydronix w przepływającym materiale

Rysunek 4 pokazuje typowy przebieg surowego (podstawowego) nieskalowanego sygnału z przepływającego materiału. Sygnał jest nieregularny z powodu oddziaływania materiału przesuwającego się przez czujnik.



**Rysunek 4: Przebieg surowego nieskalowanego sygnału wilgotności w przepływającym materiale**

Górne i dolne piki sygnału można przyciąć za pomocą filtrów narastania napięcia wyjściowego, ograniczając w ten sposób niepożądany szum. Po przejściu sygnału przez filtry narastania napięcia wyjściowego i filtr DSP (jeśli go zaznaczono) sygnał jest dodatkowo wygładzany za pomocą funkcji Czas filtrowania (Czas wygładzania). Efektem jest znacznie czytelniejsza prezentacja zawartości wilgoci w materiale (Rysunek 5).



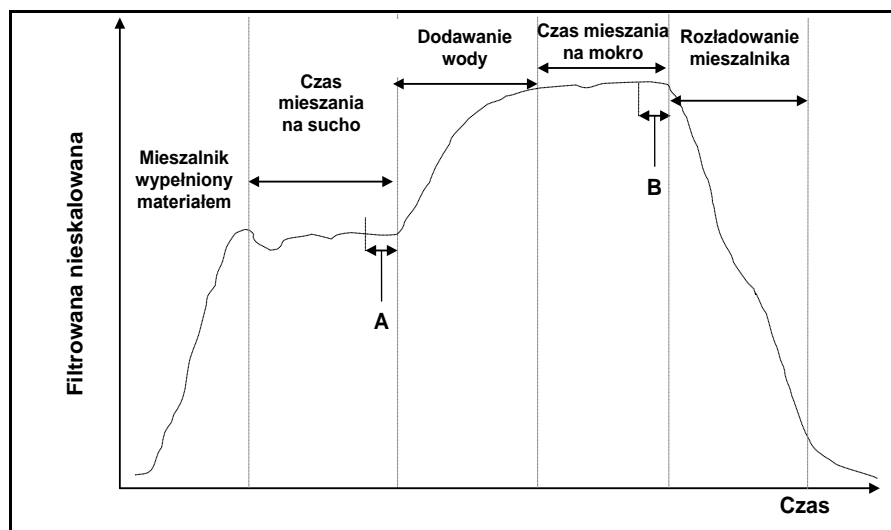
**Rysunek 5: Wykres pokazujący wyfiltrowany sygnał**

## 7 Filtrowanie sygnału z mieszalnika

Z powodu znacznych szumów powodowanych łopatomi mieszalnika sygnał, aby mógł być użyty do sterowania wilgotnością, wymaga pewnej filtracji. Domyślne ustawienia są odpowiednie dla większości zastosowań, można je jednak dostosowywać indywidualnie.

Nie jest możliwe, aby domyślne ustawienia filtrowania idealnie nadawały się do wszystkich mieszalników, ponieważ każdy mieszalnik dokonuje mieszania w inny sposób. Idealny filtr to taki, który dostarcza wygładzony sygnał wyjściowy przy krótkim czasie reakcji.

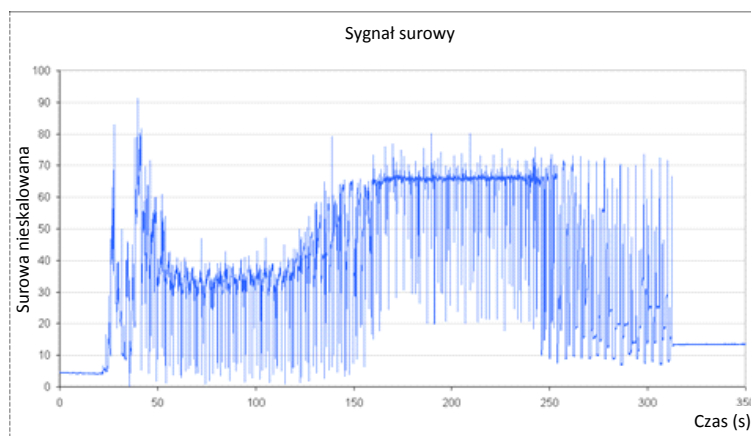
Rysunek 6 przedstawia typową krzywą wilgotności podczas cyklu obróbki wsadu betonu. Mieszalnik rusza pusty. Po załadowaniu materiału sygnał wyjściowy wzrasta do ustabilizowanej wartości — punkt A. Następnie jest dodawana woda, sygnał wzrasta i się stabilizuje — punkt B. Wsad jest gotowy i następuje wyładowanie materiału. Stabilność odczytów w punktach A i B wskazuje, że wszystkie składniki w mieszalniku zostały urobione na homogeniczną mieszankę.



Rysunek 6: Typowa krzywa wilgotności

Stożek stabilności w punktach A i B może w znacznym stopniu wpływać na dokładność i powtarzalność. Większość automatycznych sterowników wody mierzy wilgotność w stanie suchym i oblicza ilość wody, która ma zostać dodana do mieszanki na podstawie znanej końcowej wartości odniesienia w konkretnej recepturze. Dlatego zasadnicze znaczenie ma stabilizacja sygnału w punkcie A fazy mieszania na sucho cyklu. Pozwala to sterownikowi wody na dokonanie reprezentatywnego pomiaru i dokładne obliczenie ilości wody, którą trzeba dodać. Z tych samych względów stabilność w punkcie B mieszania na mokro daje reprezentatywną wartość końcową odniesienia, wskazując na dobre wymieszanie podczas kalibrowania receptury.

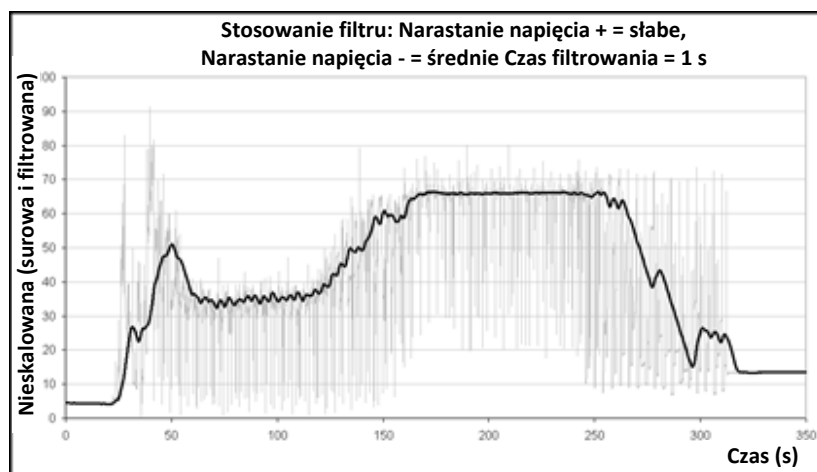
Rysunek 7 przedstawia surowe nieskalowane dane zarejestrowane z czujnika w rzeczywistym cyklu mieszania. Widoczne są znaczne piki górne i dolne spowodowane oddziaływaniem łopaty mieszalnika.



Rysunek 7: Wykres sygnału surowego w cyklu mieszania

Poniższe dwa wykresy ilustrują efekt filtrowania tych samych danych surowych co wyżej. Rysunek 8 przedstawia efekt użycia następujących ustawień filtra w celu uzyskania linii sygnału filtrowanego nieskalowanego na wykresie.

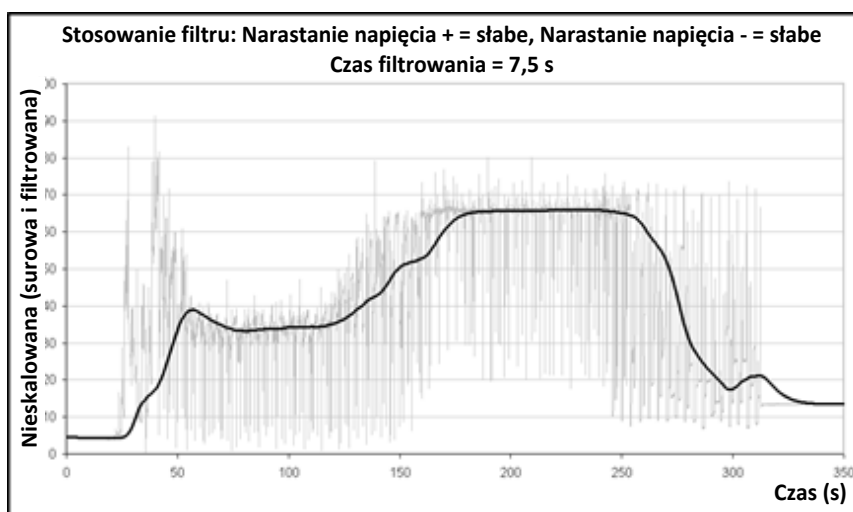
Narastanie napięcia +	=	Średnie
Narastanie napięcia -	=	Słabe
Czas filtrowania	=	1 s



**Rysunek 8: Filtrowanie sygnału nieskalowanego surowego (1)**

Rysunek 9 przedstawia wpływ następujących ustawień:

Narastanie napięcia +	=	Słabe
Narastanie napięcia -	=	Słabe
Czas filtrowania	=	7,5 s



**Rysunek 9: Filtrowanie sygnału surowego (2)**

Rysunek 9 pokazuje wyraźnie, że sygnał w fazie suchej cyklu mieszania jest bardziej stabilny, co jest korzystniejsze podczas kalibracji dla wody.

Domyślne ustawienia filtra są odpowiednie dla wielu zastosowań. Jednak w celu wyznaczenia optymalnych ustawień zaleca się monitorowanie wyników w trakcie pierwszego uruchomienia i na tej podstawie znalezienie optymalnego kompromisu między redukcją szumów a szybkością reakcji.

## 8 Tryby pomiaru

Funkcja trybów pomiaru umożliwia optymalizowanie czułości czujnika dla konkretnego materiału.

Funkcjonalność wyboru trybów pomiaru działa tylko w niektórych czujnikach, a domyślne ustawienia trybu pomiaru zależą od modelu czujnika. Szczegółowe informacje można znaleźć w rozdziale danych technicznych w podręczniku instalacji konkretnego czujnika.

Maksymalnie mogą być dostępne trzy tryby pomiaru: Tryb F, Tryb V i Tryb E.



Wybór najwłaściwszego trybu może się przyczynić do zwiększenia dokładności odczytu, ale z drugiej strony ograniczyć najwyższą wartość wilgotności mierzoną przez czujnik.

W każdym dostępnym trybie (F, V i E) czujnik w sposób ciągły oblicza wartość nieskalowaną. Warto zwrócić uwagę, że czujnik nie pracuje w jednym konkretnym trybie, ale przez cały czas we wszystkich trybach. Operator wybiera tryb, który jego zdaniem jest najlepszy dla określonego materiału lub procesu.

## 8.1 Wybór trybu pomiaru, który ma być używany

Najodpowiedniejszy tryb jest określany przez wymagania użytkownika, zastosowanie i materiał objęty pomiarami.

Na wybór trybu pomiaru wpływają takie czynniki, jak dokładność, stabilność i odchylenia gęstości oraz roboczy zakres wilgotności.

Tryb F jest często powiązany z zastosowaniami dotyczącymi piachu, kruszyw i mieszalników betonu. Ponadto nadaje się on do pomiarów zawartości cukru (stopnia Brix).

Tryby V i E są często stosowane w przypadku materiałów o mniejszej gęstości, takich jak ziarno i inne materiały organiczne. Są one także używane do pomiarów materiałów o zmiennej gęstości skorelowanej z wilgotnością. Tryby V i E mogą być również przydatne w przypadku znacznej intensywności mieszania materiałów o dużej gęstości oraz innych zastosowań, które cechują się istotnymi zmianami gęstości w czasie (w tym kruszyw i betonu).

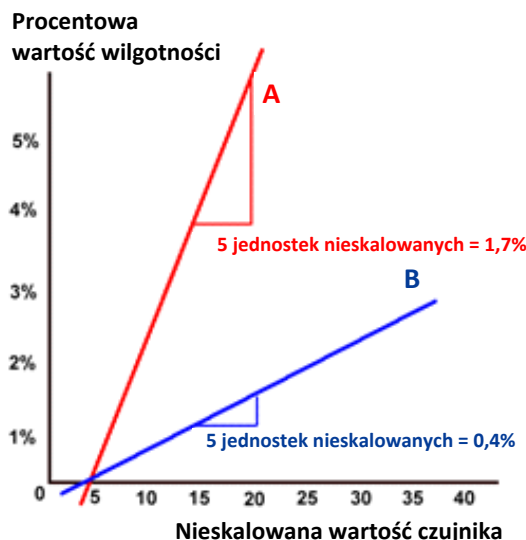
Celem jest wybranie techniki zapewniającej najbardziej pożądane (płynne) reakcje sygnału i najbardziej precyzyjne określenie wilgotności.

## 8.2 Wpływ wyboru różnych trybów

Każdy z trybów zapewnia inne relacje między nieskalowanymi wartościami 0–100 czujnika a wartością procentową wilgotności.

Podczas pomiarów dowolnego materiału zazwyczaj korzystne jest, aby duże zmiany nieskalowanych pomiarów czujnika odpowiadały niewielkim zmianom poziomu wilgotności. Zapewni to najdokładniejsze, skalibrowane pomiary wilgotności (zob. Rysunek 10). Przyjmuje się, że czujnik jest w stanie dokonywać pomiarów w całym wymaganym zakresie wilgotności oraz że nie skonfigurowano nadmiernej, niepraktycznej czułości.

Wszystkie tryby zapewniają stabilne odczyty liniowe. Należy wybrać tryb, który pokazuje najbardziej płaską linię kalibracji wilgotności, jak na przykład linia B na Rysunek 10. Trzeba pamiętać, że o ile linia B jest bardziej precyzyjna, maksymalna wartość 100 nieskalowanych jednostek czasami jest osiągnięta przy niższym % wilgotności niż oczekiwana maksymalna wilgotność mierzonego materiału. Dokładna najwyższa osiągalna wartość % jest funkcją gradientu kalibracji dla materiału i musi zostać wyznaczona przez użytkownika.



**Rysunek 10: Relacje między wartościami nieskalowanymi i wilgotnością**

W celu określenia najbardziej odpowiedniego trybu zaleca się przeprowadzenie prób dla danego materiału, typu mieszalnika lub zastosowania. Wcześniej należy się skontaktować z firmą Hydronix w celu uzyskania informacji na temat ustawień zalecanych w przypadku konkretnego zastosowania.

Próby różnią się w zależności od zastosowania. W przypadku pomiaru w czasie zaleca się zarejestrowanie wartości wyjściowych czujnika w różnych trybach pomiaru tego samego procesu. Dane można łatwo rejestrować za pomocą komputera i oprogramowania Hydronix Hydro-Com — wyniki można następnie nanieść na wykres i w ten sposób ustalić najlepszy tryb pomiaru.

Na potrzeby dalszych analiz, takich jak analiza filtrowania czujnika, firma Hydronix może zaoferować wskazówki i oprogramowanie pozwalające doświadczonym użytkownikom uzyskać optymalne ustawienia czujnika.

Oprogramowanie Hydro-Com i dotyczący go podręcznik użytkownika są dostępne do pobrania w witrynie [www.hydronix.com](http://www.hydronix.com).

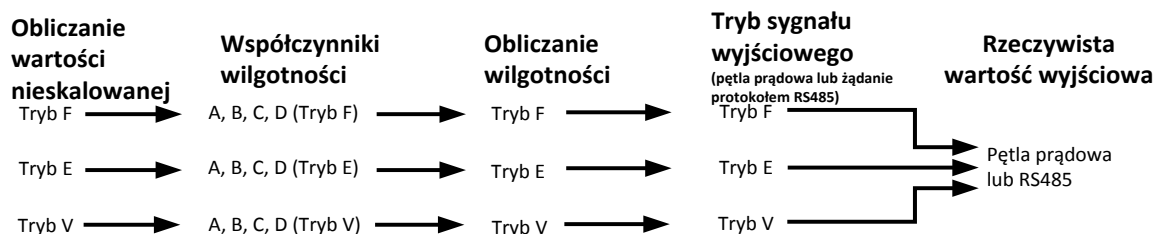
W przypadku używania czujnika do uzyskiwania sygnału skalibrowanego pod względem wilgotności (pomiarów wilgotności bezwzględnej) zaleca się przeprowadzenie kalibracji w innych trybach pomiarów i porównanie wyników (więcej informacji zawiera Rozdział 3).

Szczegółowe informacje można uzyskać w dziale pomocy technicznej firmy Hydronix pod adresem e-mail [support@hydronix.com](mailto:support@hydronix.com).

## 9 Generowanie danych wyjściowych z czujnika

Czujnik przez cały czas gromadzi dane potrzebne dla każdego trybu, dlatego wyboru trybu dokonuje się przy wyborze zmiennej wyjściowej. Wybór trybu staje się częścią procesu optymalizowania pracy czujnika dla konkretnie mierzonego materiału.

Schemat poniżej pokazuje układ danych w czujniku:



Rysunek 11: Układ danych w czujniku

### 9.1 Analogowe pętle prądowe

Jeśli dane wyjściowe mają być generowane z analogowej pętli prądowej, poza wyborem między sygnałem nieskalowanym lub wilgotności trzeba dodatkowo wybrać tryb, który będzie używany. Na przykład dla wyjścia analogowego 1 można ustawić konfigurację „Filtrowana nieskalowana Tryb F” lub „Średnia wilgotność Tryb E”.

### 9.2 Protokół RS485

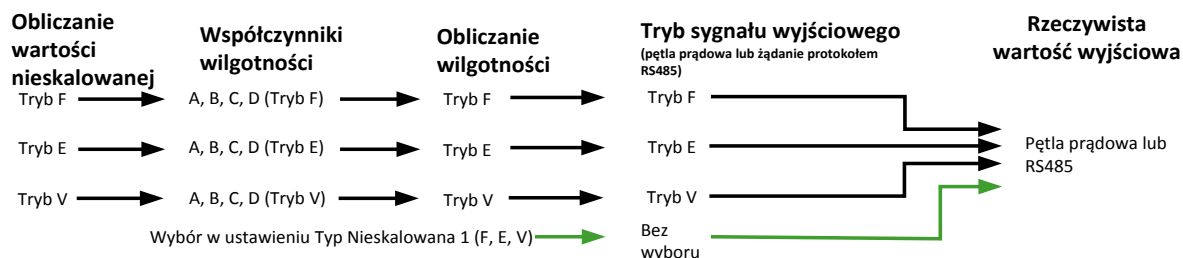
Opracowany przez Hydronix protokół Hydro-Link rozszerzono o możliwość żądania danych różnych trybów. Wykorzystując ten rozszerzony protokół, host może na przykład zażądać danych „Średnia nieskalowana Tryb V” lub „Filtrowania nieskalowana Tryb E”. Użytkownicy chcący zaimplementować protokół w swoim systemie sterowania mogą poprosić Hydronix o kompletną specyfikację protokołu.

### 9.3 Wsteczna zgodność ze starszymi systemami hostów

W nowych wdrożeniach systemów hostów schemat opisany powyżej (Rysunek 11) zapewnia najlepsze efekty i największą elastyczność wyboru trybu optymalnego dla każdego materiału. Zaleca się, aby każda nowa implementacja była zgodna z tym schematem.

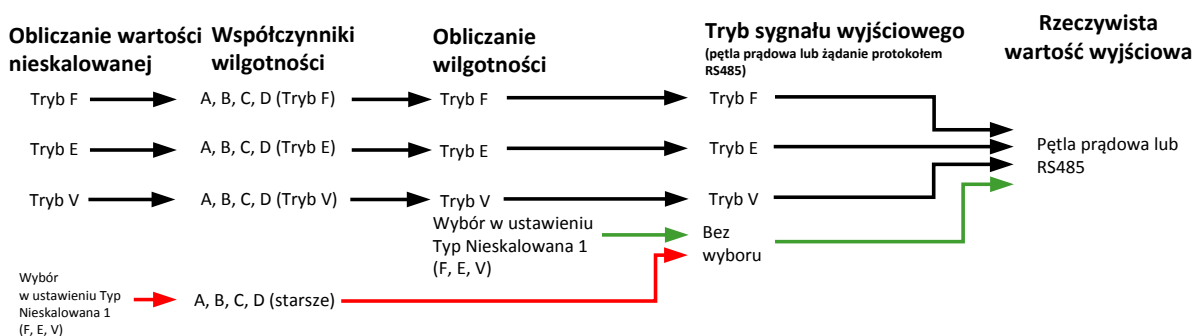
Wiele czujników podłącza się do starszych systemów, dlatego w schemacie dodano różne elementy obsługujące takie scenariusze i zapewniające zgodność. Czujniki w tych systemach działały w jednym z trybów, wstępnie określonym i ustawionym za pomocą parametru Typ Nieskalowana 1. Ponadto obsługiwały tylko jeden zbiór współczynników kalibracji A, B, C i D.

Czujniki wykorzystujące oprogramowanie sprzętowe HS0102 pracują w nieco rozszerzonym schemacie zapewniającym wsteczną zgodność. W przypadku wysłania żądania o zmienną wyjścia pętli prądowej lub żądania protokołem Hydro-Link bez określenia trybu (tak robią starsze systemy hostów) następuje aktywacja ustawienia Typ Nieskalowana 1. Odnosny tryb sygnału wyjściowego wybiera się w ustawieniu Typ Nieskalowana 1. Powoduje to rozszerzenie schematu w następujący sposób:



**Rysunek 12: Bez wyboru konkretnego rodzaju sygnału wyjściowego**

Ponieważ starsze aplikacje hostów nie potrafią zapisywać współczynników A, B, C i D dla poszczególnych trybów, dodano kolejne rozszerzenie, które obsługuje zbiór współczynników starszych trybów rozpoznawanych przez istniejące systemy hostów. Widać to na końcowej wersji schematu:



**Rysunek 13: Wybór rodzaju sygnału wyjściowego dla starszych systemów**

W przypadku określenia wyjścia w pętli prądowej bez specyfikatora trybu lub wysłania żądania protokołem RS485 bez specyfikatora trybu (dla wartości wilgotności) następuje użycie poniższego procesu:

- Jeśli współczynniki starszego trybu są niezerowe, służą do obliczenia wartości wilgotności (czerwone strzałki na schemacie).
- Jeśli wszystkie współczynniki starszego trybu są równe zero, wybór odpowiednich współczynników i sygnału wyjściowego wilgotności dokonuje się na podstawie parametru Typ Nieskalowana 1 (zielone strzałki). Pozwala to w pełni skalibrować czujnik w obecnym systemie hosta we wszystkich trybach, a jednocześnie używać w starszym systemie hosta.

## 9.4 Nieskalowana 2

W starszych czujnikach istniał mechanizm obliczania drugiej wartości nieskalowanej, który umożliwiał porównywanie dwóch trybów w tym samym czasie. Mechanizm generował odczyty sygnału nieskalowanego z drugiego trybu, ale nie obsługiwał odczytów wilgotności. W nowszych czujnikach wprowadzono parametr Nieskalowana 2 zapewniający wsteczną zgodność, ale ponieważ czujniki te wykonują równocześnie obliczenia dla wszystkich trybów, nie należy go używać w nowych wdrożeniach systemów hostów.

W najnowszych czujnikach istnieje możliwość wysyłania wielu żądań protokołem RS485 w celu porównania trybów albo skonfigurowania obu wyjść analogowej pętli prądowej dla różnych trybów.

## 1 Integracja czujnika

Czujnik można zintegrować z procesem na jeden z trzech sposobów:

- Czujnik można skonfigurować do podawania na wyjściu liniowej wartości z zakresu 0–100 nieskalowanych jednostek poprzez wykonanie kalibracji względem materiału w zewnętrznym systemie sterowania.

*albo*

- Czujnik można skalibrować wewnętrznie za pomocą oprogramowania Hydro-Com do konfiguracji i kalibracji czujnika w celu podawania wartości procentowej wilgotności bezwzględnej.

*albo*

- Czujnik może wysyłać wartość docelową.

Hydronix oferuje projektantom systemów narzędzia programistyczne umożliwiające samodzielne tworzenie interfejsów.

**Szczegółowe informacje o integrowaniu czujnika w systemie sterowania lub procesie zawiera dokument EN0077 „Metody sterowania wilgotnością podczas porcjowania”.**

## 2 Wprowadzenie do kalibracji względem materiału

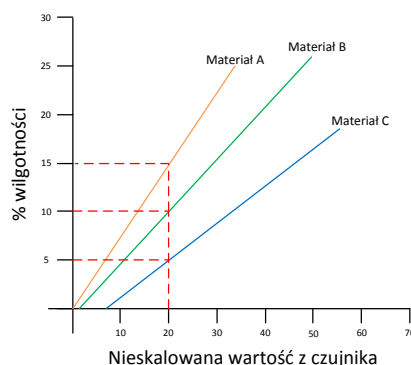
### 2.1 Wartość nieskalowana

Na etapie produkcji każdy czujnik jest indywidualnie kalibrowany w kontrolowanym środowisku w taki sposób, aby wartość zero (0) odnosiła się do pomiaru w powietrzu, a wartość 100 do pomiaru w wodzie. Ma to na celu ustawienie podstawowej wartości wyjściowej czujnika w przedziale od 0 do 100. Jest to tzw. wartość nieskalowana.

### 2.2 Dlaczego należy wykonać kalibrację?

Mikrofalowe czujniki wilgoci Hydronix mierzą własności elektryczne materiału. Każdy materiał ma własną, niepowtarzalną charakterystykę elektryczną. W związku z tym dla generowania rzeczywistej wartości wilgoci/stopnia Brix należy przeprowadzić kalibrację. Czujnik wykrywa wahania zawartości wilgoci w materiale i odpowiednio koryguje wartość nieskalowaną. Ponieważ każdy materiał ma inne własności elektryczne, wartość nieskalowana przy określonym % wilgotności różni się w zależności od materiału.

Rysunek 14: Kalibracje dla 3 różnych materiałów pokazuje linię kalibracji dla trzech różnych materiałów. Jak widać, wartość nieskalowana 20 odpowiada różnemu % wilgotności w poszczególnych materiałach. W materiale A nieskalowana wartość 20 odpowiada wilgotności 15%. Przy tej samej nieskalowanej wartości w materiale B wilgotność wynosi 10%.



**Rysunek 14: Kalibracje dla 3 różnych materiałów**

Kalibracja czujnika względem materiału powoduje skorelowanie wartości nieskalowanej z rzeczywistą wilgotnością (Rysunek 15). Korelacja ta jest wyznaczana poprzez zmierzenie nieskalowanej wartości materiału przy różnych zawartościach wilgoci lub cukru (Brix) oraz pobranie próbki materiału. Wilgoć w materiale wyznacza się za pomocą dokładnego procesu laboratoryjnego. Szczegółowy rekomendowany proces został opisany w tym podręczniku użytkownika.

Nieskalowana wartość z czujnika	Wynik laboratoryjnego pomiaru wilgotności
10	5
20	10
30	15
40	20

**Rysunek 15: Typowe wyniki kalibracji**

## 2.3 Zmiany w materiale

Ważne jest zamocowanie czujnika w miejscu o adekwatnym i równomiernym przepływie materiału. Wahania składu materiału, na przykład pod względem gatunku, gęstości lub stopnia sprasowania, mogą negatywnie wpłynąć na jakość kalibracji. Wskazówki montażowe można sprawdzić w Podręczniku instalacji konkretnego czujnika.

Po dodatkowe wytyczne do określonych zastosowań należy skontaktować się z działem pomocy technicznej Hydronix pod adresem support@hydronix.com.

## 2.4 Typy kalibracji

Mikrofalowe czujniki wilgoci Hydronix można kalibrować za pomocą kilku różnych metod.

### Liniowa:

Kalibracja materiałowa w odniesieniu do wilgotności zazwyczaj przebiega liniowo i proces ten opisano na stronie 33. Używa się następującego równania:

$$\% \text{ wilgotności} = \mathbf{B} \times (\text{odczyt nieskalowany}) + \mathbf{C} - \mathbf{SSD}$$

### Kwadratowa:

Istnieje również funkcja kwadratowa dla rzadkich przypadków, gdy pomiar materiału wykazuje charakterystykę nieliniową. Wzór matematyczny ma następującą postać:

$$\% \text{ wilgotności} = \mathbf{A} \times (\text{nieskalowany odczyt})^2 + \mathbf{B} (\text{nieskalowany odczyt}) + \mathbf{C} - \mathbf{SSD}$$

Użycie współczynnika kwadratowego (A) jest konieczne tylko w skomplikowanych instalacjach. W większości przypadków kalibracja przebiega liniowo i wtedy współczynnik A wynosi 0.

#### Stopień Brix:

Niektóre czujniki można kalibrować do pomiaru stopnia Brix (zawartości rozpuszczonych ciał stałych). Używa się wtedy innego rodzaju linii opisanej następującym równaniem:

$$Brix = A - B \cdot e^{\left(\frac{C \cdot us}{100000}\right)} + \frac{D \cdot us^2}{1000}$$

Więcej informacji o kalibracjach oraz o wyborze odpowiedniej metody kalibracji można uzyskać w dziale pomocy technicznej Hydronix, pisząc na adres support@hydronix.com.

### 3 Współczynnik SSD i zawartość wilgoci SSD

W praktyce do kalibracji można uzyskać jedynie wartości wilgotności możliwej do usunięcia w suszarce (wilgotności całkowitej). Jeśli trzeba wyznaczyć zawartość wilgoci na powierzchni (wilgość swobodną), należy użyć współczynnika stanu nasyconego powierzchniowo suchego (SSD). W niektórych branżach przemysłowych współczynnik SSD jest również nazywany wartością absorpcji wody (WAV).

$$\text{Pochłonięta wilgość} + \text{Wilgość swobodna} = \text{Wilgotność całkowita}$$

Współczynnik SSD wykorzystywany w procedurach i urządzeniach Hydronix to współczynnik stanu nasyconego powierzchniowo suchego, czyli wartość absorpcji wody. Wartość SSD można wyznaczyć za pomocą standardowych procedur lub otrzymać od producenta materiału.

Zawartość wilgoci na powierzchni odnosi się **wyłącznie** do wilgoci na powierzchni cząstek kruszywa, czyli „wilgoci swobodnej”. W niektórych zastosowaniach, takich jak produkcja betonu, w procesie wykorzystuje się tylko tę zewnętrzną wodę. Z tego powodu przy projektowaniu mieszanek betonowych operuje się właśnie tą wartością.

$$\begin{array}{l} \% \text{ wilgotności} \\ \text{możliwej do} \\ \text{usunięcia} \\ \text{w suszarce} \\ \text{(wilgotność} \\ \text{całkowita)} \end{array} - \text{wartość \% absorpcji wody} \\ \text{(współczynnik SSD} \\ \text{w czujniku)} = \% \text{ wilgotności} \\ \text{powierzchni} \\ \text{(wilgość swobodna)}$$

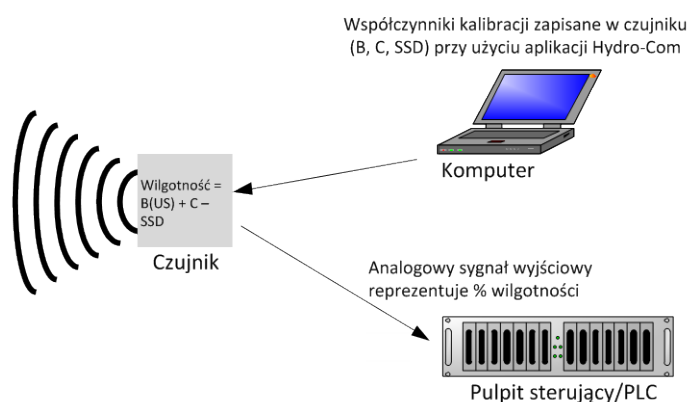
## 4 Zapisywanie danych kalibracyjnych

Dane kalibracyjne można zapisywać w systemie sterowania lub w czujniku. Poniżej opisano obie metody.

Kalibracja wewnątrz czujnika polega na aktualizacji wartości współczynników przy użyciu cyfrowego interfejsu RS485. Następnie do czujnika jest wysyłana wartość wprost proporcjonalna do zawartości wilgoci. Do obsługi komunikacji przez interfejs RS485 firma Hydronix przygotowała szereg narzędzi komputerowych, w tym w szczególności aplikację Hydro-Com, która zawiera osobną stronę opcji kalibrowania dla różnych materiałów.

Aby można było wykonać kalibrację poza czujnikiem, system sterowania musi mieć własną funkcję kalibracji. Następnie liniowe nieskalowane dane wyjściowe z czujnika można przeliczyć na zawartość wilgoci. Schemat ustawiania sygnału wyjściowego pokazuje Rysunek 2.

### 4.1 Kalibracja wewnątrz czujnika



Rysunek 16: Kalibracja wewnątrz czujnika

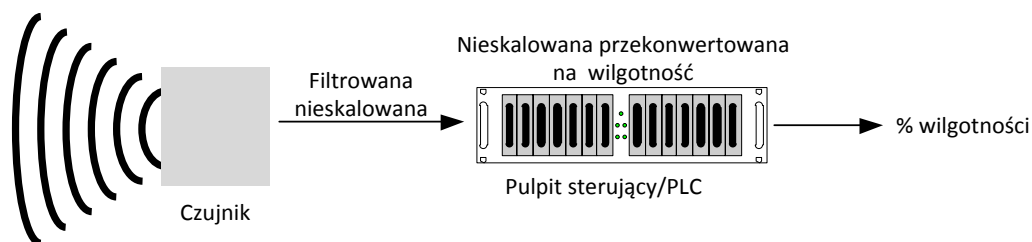
Podczas kalibrowania czujnika przy użyciu najnowszej wersji oprogramowania Hydro-Com lub Hydro-View nieskalowane wartości są zapisywane dla każdego trybu pomiaru w każdym punkcie kalibracji. Dzięki temu po wykonaniu poprawnej kalibracji są dostępne prawidłowe wartości zawartości wilgoci od razu dla wszystkich trybów. Czujnik zapisuje zbiór współczynników A, B, C i D każdego trybu.

Zalety kalibracji wewnątrz czujnika:

- Zaawansowane bezpłatne oprogramowanie poprawiające dokładność kalibracji, w tym oprogramowanie diagnostyczne.
- Do kalibrowania czujnika nie trzeba modyfikować systemu sterowania.
- Kalibracje można przenosić między czujnikami.



## 4.2 Kalibracja wewnątrz systemu sterowania



**Rysunek 17: Kalibracja wewnątrz systemu sterowania**

Zalety kalibracji wewnątrz systemu sterowania:

- Bezpośrednia kalibracja bez konieczności używania dodatkowego komputera lub przejściówki RS485.
- Nie trzeba się uczyć obsługi dodatkowego oprogramowania.
- Jeśli nastąpi konieczność wymiany czujnika, po podłączeniu nowego czujnika Hydronix od razu wysyła on poprawne dane, bez konieczności uprzedniego podłączenia do komputera w celu zaktualizowania kalibracji według materiału.
- Kalibracje można łatwo przenosić między czujnikami.

## 5 Procedura kalibracji dla przepływającego materiału (kalibracja liniowa)

Do wyznaczenia linii kalibracji są potrzebne co najmniej dwa punkty. Każdy punkt ustala się poprzez wywołanie przepływu materiału przez czujnik i znalezienie nieskalowanej wartości odczytu. W tym samym momencie należy pobrać próbkę materiału i ją wysuszyć, aby ustalić rzeczywistą zawartość wilgoci. W efekcie zostanie wygenerowana wartość wilgotności oraz odpowiadająca jej wartość nieskalowana, które można nanieść na wykres. Posiadanie co najmniej dwóch punktów pozwala wykreślić linię kalibracji.

Poniższa procedura jest zalecana podczas kalibrowania czujnika względem materiału. Używa się w niej narzędzia Hydro-Com oraz danych kalibracyjnych zapisanych w czujniku. Pełny opis procesu kalibracji zawiera podręcznik użytkownika oprogramowania Hydro-Com HD0682.

Proces przebiega tak samo niezależnie od tego, czy dane kalibracyjne są zapisane w czujniku czy systemie sterowania.

Istnieje szereg międzynarodowych standardów testowania i próbkowania, które gwarantują precyzyjne i reprezentatywne wyznaczanie zawartości wilgoci. Normy te określają precyzję systemów ważenia i technik próbkowania pozwalające uzyskać reprezentatywność próbek dla przepływającego materiału. Dokładniejsze informacje o pobieraniu próbek można znaleźć w treści konkretnej normy albo pisząc do firmy Hydronix na adres [support@hydronix.com](mailto:support@hydronix.com).

### 5.1 Wskazówki i kwestie bezpieczeństwa

- Należy nosić okulary i odzież ochronną, aby się zabezpieczyć na wypadek odpryskiwania materiału podczas suszenia.
- Nie należy podejmować prób kalibracji czujnika poprzez zalepianie materiałem jego powierzchni. Uzyskane odczyty nie będą odzwierciedlały realnych warunków.
- Podczas rejestrowania nieskalowanej wartości wyjściowej czujnika zawsze należy pobierać próbkę w miejscu zamontowania czujnika.
- Nigdy nie wolno zakładać, że materiał wypływający przez dwie śluzy w tym samym pojemniku ma taką samą zawartość wilgoci, oraz nie pobierać próbek z przepływu w obu śluzach w celu uzyskania wartości średniej — zawsze używać dwóch czujników.

- W miarę możliwości uśredniać odczyty czujnika w czujniku przy użyciu wejścia cyfrowego lub w systemie sterowania.
- Upewnić się, że czujnik widzi reprezentatywną próbkę materiału.
- Upewnić się, że do badania wilgotności jest pobierana reprezentatywna próbka materiału.

## 5.2 Sprzęt

- *Wagi* — do ważenia produktów o masie do 2 kg, z podziałką 0,1 g.
- *Źródło ciepła* — do suszenia próbek, np. piec, kuchenka mikrofalowa lub waga do badania wilgotności.
- *Pojemnik* — z zamykaną szczelnie pokrywką do przechowywania próbek.
- *Woreczki polietylenowe* — do przechowywania próbek przed ich wysuszeniem.
- *Czerpak* — do pobierania próbek.
- *Sprzęt ochronny* — w tym okulary, rękawice ogniotrwałe i odzież ochronna.

## 5.3 Postępowanie z pobranymi próbkami materiału

Do wykonania dokładnej kalibracji konieczne jest pobranie próbek materiału przepływającego przy czujniku i jednocześnie zarejestrowanie średniej nieskalowanej wartości z czujnika w okresie pobierania materiału. Aby zapewnić, że pobierany materiał jest dokładnie analizowany w celu określenia zawartości wilgoci, jest bardzo ważne, by pobierać materiał możliwie najbliżej czujnika i zabezpieczyć go w szczelnym pojemniku/worku natychmiast po pobraniu. Jeśli materiał nie zostanie zabezpieczony w szczelnym pojemniku/worku, dojdzie do utraty wilgoci jeszcze przed rozpoczęciem analizy. Pojemnik/torbę należy otworzyć dopiero podczas testów laboratoryjnych.

W razie pobierania gorącego materiału (tzn. z wylotu suszarki lub w gorącym otoczeniu), materiał **MUSI** zostać zabezpieczony w szczelnym pojemniku/worku i pozostawiony do ostygnięcia do temperatury pokojowej przed wykonaniem analizy. Po ostygnięciu pojemnik/torbę należy wstrząsnąć, tak aby cała wilgoć na powierzchni pojemnika została z powrotem wmieszana w materiał. Wyjęcie materiału przed ostygnięciem spowoduje utratę wilgoci wskutek parowania, stwarzając ryzyko powstania błędów w kalibracji.

**UWAGA: Kompletnie instrukcje posługiwania się oprogramowaniem Hydro-Com zawiera jego podręcznik użytkownika (HD0682). Rejestrować wszystkie dane kalibracyjne, w tym rezultaty, które zdaniem użytkownika mogą być błędne.**

**Jednakowe zasady obowiązują przy kalibrowaniu z użyciem programu Hydro-Com i bez niego.**

## 5.4 Procedura

1. W celu wykonania kalibracji konieczne jest zarejestrowanie uśrednionej nieskalowanej wartości dla materiału przepływającego przez czujnik. W tym samym momencie należy pobrać próbkę materiału. Próbkę trzeba pobierać jak najbliżej czujnika. Wtedy będą one najlepiej reprezentowały materiał faktycznie mierzony przez czujnik.
2. Średnią nieskalowaną wartość na potrzeby kalibracji można uzyskać na dwa sposoby: zainicjowanie sygnału wejściowego Średnia/wstrzymanie poprzez przyłożenie napięcia 24 V do wejścia cyfrowego albo ręczne uruchomienie procesu uśredniania w aplikacji Hydro-Com. Najlepiej, aby wejście cyfrowe było połączone z systemem sterowania. Uśrednianie rozpoczyna się z chwilą otwarcia zasobnika, a kończy z chwilą zamknięcia. Wartość będzie przechowywana do momentu ponownego rozpoczęcia uśredniania. Uśrednianie musi zostać zainicjowane przez główną dawkę materiału. Wyrównywanie materiału nie może aktywować czujnika.
3. Po uzyskaniu równomiernego przepływu materiału można rozpocząć uśrednianie. Pobrać co najmniej 10 próbek, tak aby w pojemniku znalazło się co najmniej 5 kg<sup>1</sup> materiału. Materiał **MUSI** zostać pobrany w miejscu blisko czujnika, tak aby odczyty czujnika dotyczyły określonej partii materiału.

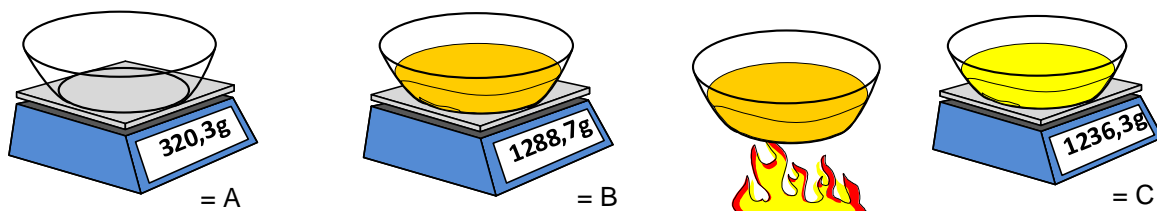
4. Zatrzymać przepływ materiału. Zapisać średnią nieskalowaną wartość z czujnika.
5. Dokładnie wymieszać pobraną próbkę, aby uzyskać jednorodną konsystencję. Zamknąć próbkę w szczelnym woreczku i do czasu wykonania analizy odłożyć w miejsce z dala od działania promieni słonecznych. Bardzo ważne jest, aby nie pozwolić na ucieczkę wilgoci z próbki.
6. Z zebranego materiału pobrać 3 próbki po 1 kg i każdą poddać badaniu laboratoryjnemu. Upewnić się, że została usunięta cała wilgoć. Niektóre materiały, takie jak ziarna zbóż, należy przez wysuszeniem zmielić. Dokładniejsze informacje znajdują się w normach branżowych dotyczących konkretnego materiału.
7. Wszystkie trzy próbki należy dokładnie wysuszyć, a ich wyniki porównać. Do obliczenia % wilgotności użyć specjalnego kalkulatora (zob. punkt 5.5). Jeśli wyniki różnią się bardziej niż o 0,3% wartości wilgotności, próbki należy wyrzucić, a cały proces kalibracji powtórzyć. Duża różnica wskazuje na błąd w trakcie pobierania próbek lub badań laboratoryjnych.
8. Średnią wartość wilgoci z trzech próbek należy skorelować z wartością średnią nieskalowaną.
9. Proces należy wykonać dla każdego punktu kalibracji. Najlepiej byłoby zebrać dane z punktów kalibracji reprezentujących pełen zakres wilgotności roboczych materiału.

**Instrukcje kalibrowania przy użyciu aplikacji Hydro-Com można znaleźć w jej podręczniku użytkownika (nr dokumentu HD0682).**

**Uwaga 1) Normy testowania kruszyw zalecają, aby dla uzyskania reprezentatywności wyników pobrać co najmniej 20 kg próbek (o gramaturze 0–4 mm).**

**Uwaga 2) Normy testowania kruszyw zalecają, aby dla uzyskania reprezentatywności wyników różnica wilgotności nie przekraczała 0,1%.**

## 5.5 Obliczanie zawartości wilgoci



$$\text{Zawartość wilgoci} = \frac{(B-C)}{(C-A)} \times 100\%$$

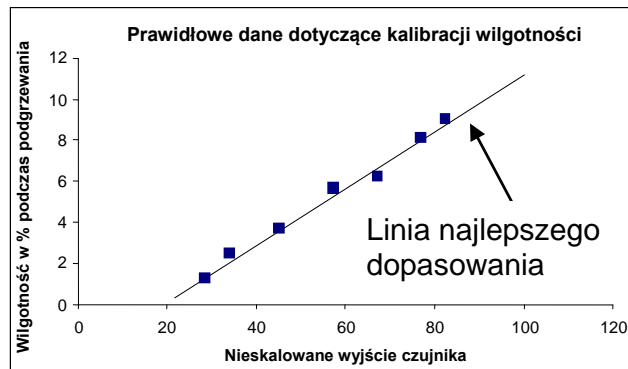
Przykład

$$\text{Zawartość wilgoci} = \frac{1288,7\text{g} - 1236,3\text{g}}{1236,2\text{g} - 320,3\text{g}} \times 100\% = 5,7\%$$

**Należy pamiętać, że wilgotność obliczona w tym przykładzie bazuje na suchej masie.**

## 6 Dobra/zła kalibracja

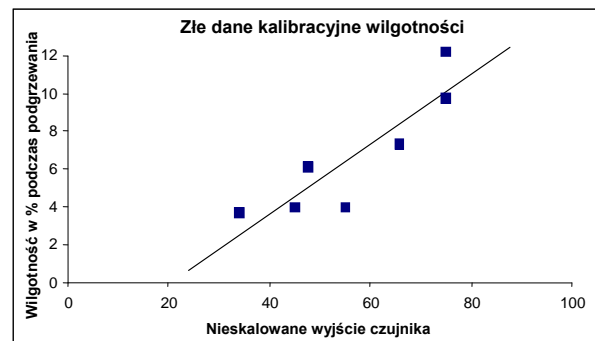
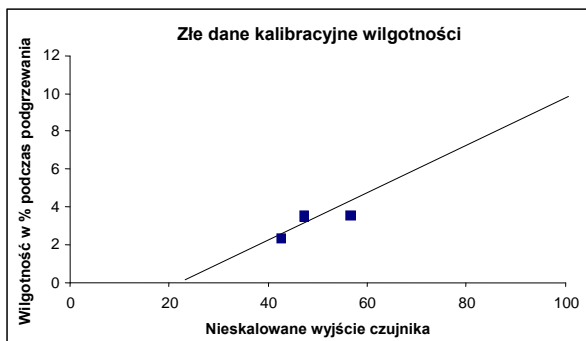
Dobra kalibracja to taka, w której analizuje się próbki i czytuje dane w pełnym zakresie wilgotności roboczych materiału. Należy użyć jak największej liczby punktów kalibracji, ponieważ zwiększa się wtedy dokładność. Wykres poniżej pokazuje dobrą kalibrację o dużej liniowości.



Rysunek 18: Przykład dobrej kalibracji materiału

### 6.1 Sytuacje opisane poniżej mogą wywołać niedokładność kalibracji:

- Do zmierzenia zawartości wilgoci użyto za małej próbki materiału.
- Użyto bardzo niewiele punktów kalibracji (w szczególności 1 lub 2).
- Badana próbka składowa nie jest reprezentatywna dla ogółu próbek.
- Próbki są pobierane mniej więcej dla tej samej zawartości wilgoci (Rysunek 19, lewa strona). Próbki muszą pochodzić z szerokiego zakresu.
- Odczyty są bardzo rozproszone, co widać na wykresie kalibracji Rysunek 19 (z prawej strony). To zasadniczo sugeruje błędne lub niejednorodne pobieranie próbek przeznaczonych do wygrzania w suszarce albo montaż czujnika w miejscu o niewystarczającym przepływie materiału.
- Nie jest używane narzędzie uśredniające, które gwarantowałoby reprezentatywne odczyty wilgotności z całej partii.



Rysunek 19: Przykłady nieprawidłowych punktów kalibracji względem materiału

## 7 Kalibracja kwadratowa

Mikrofalowe czujniki wilgoci Hydronix mogą wykorzystywać funkcję kalibracji kwadratowej dla tych rzadkich przypadków, gdy przepływ materiału nie jest liniowy. W tego typu kalibracjach, gdzie punkty kalibracyjne nie tworzą linii prostej, na podstawie współczynnika „A” jest generowana krzywa najlepszego dopasowania (Rysunek 20). Oto odnośne równanie:

$$\% \text{ wilgotności} = A \times (\text{nieskalowana wartość})^2 + B (\text{nieskalowana wartość}) + C - D$$

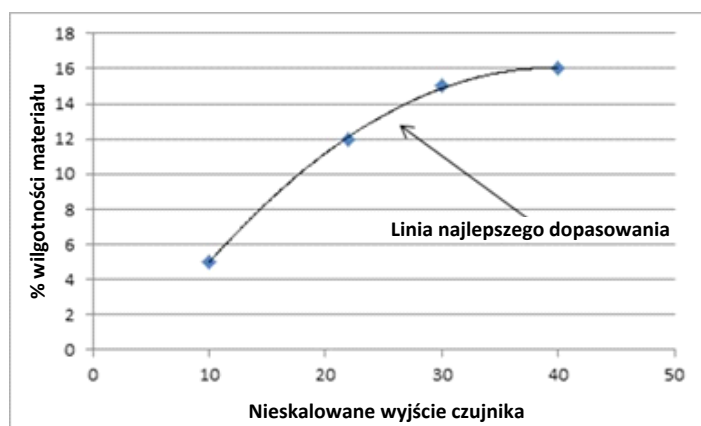
Tę samą procedurę stosuje się do kalibracji liniowych (patrz strona 33). Należy jej przestrzegać przy pobieraniu próbek oraz wyznaczania % wilgotności materiału.

Pełny opis procesu kalibracji zawiera podręcznik użytkownika oprogramowania Hydro-Com HD0682.

## 7.1 Dobrze/złe kalibracje kwadratowe

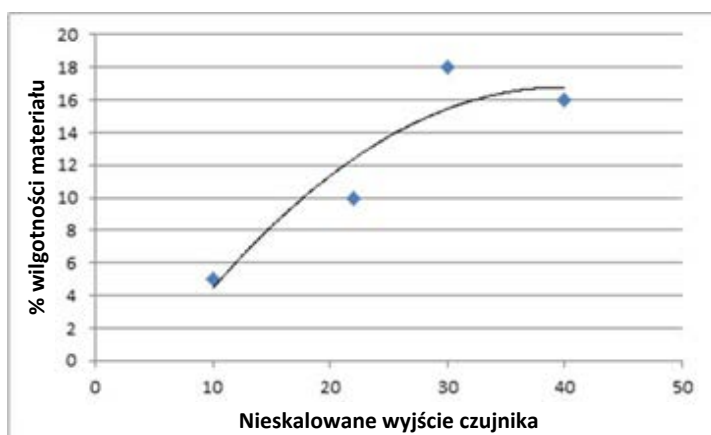
Dobra kalibracja to taka, w której próbki kalibracyjne są pobierane z całego zakresu roboczego materiału. Należy użyć jak największej liczby punktów, ponieważ zwiększa się wtedy dokładność.

Rysunek 20 jest przykładem dobrej kalibracji. Wszystkie punkty są blisko krzywej oraz mają dobre rozproszenie, uwzględniające pełen zakres wilgotności materiału.



Rysunek 20: Przykład dobrej kalibracji kwadratowej

Rysunek 21 zawiera przykład złej kalibracji. Widać, że punkty kalibracji są oddalone od dopasowanej krzywej, co wskazuje, iż prawdopodobnie wystąpiły błędy przy pobieraniu próbek i badaniach laboratoryjnych. Tę kalibrację należy wykonać ponownie.



Rysunek 21: Przykład złej kalibracji kwadratowej

## 8 Kalibrowanie czujnika w mieszalniku

Gdy czujnik jest zamontowany w mieszalniku obrabiającym różne materiały, a trzeba poznać % wilgotności, nie zawsze istnieje możliwość wykonania standardowego procesu kalibracji. Szczególnie dotyczy to produkcji betonu. Pobieranie próbek z gotowego mokrego betonu, a następnie jego suszenie poprzez ogrzanie, nie daje wiarygodnego % wilgotności z powodu zachodzących reakcji chemicznych, a także jest niebezpieczne. W takich sytuacjach zaleca się następującą metodę kalibracji.

1. % wilgotności wszystkich suchych materiałów należy obliczyć przy użyciu odpowiedniego skalibrowanego czujnika wilgotności lub w laboratorium.

W opisywanym przykładzie wilgotności i masy materiałów są następujące:

Piasek = 950 kg przy wilgotności 8%

Żwir = 1040 kg przy wilgotności 2,5%

Cement = 300 kg przy wilgotności 0% (zawsze powinna wynosić 0%)

2. W celu wyznaczenia zawartości wody w materiale należy obliczyć suchą masę za pomocą następującego wzoru:

$$\text{Sucha masa} = \frac{\text{Masa na mokro}}{(1 + \% \text{ wilgotności})} \quad (\% \text{ wilgotności: } 1=100\%, 0,1 = 10\%)$$

$$\text{Piasek} \frac{950}{1,08} = 879,63 \text{ kg}$$

$$\text{Kamienie} \frac{1040}{1,025} = 1014,63 \text{ kg}$$

$$\text{Cement} \frac{300}{1} = 300 \text{ kg}$$

$$\text{Razem sucha masa} = 879,63 + 1014,63 + 300 = \mathbf{2194,26 \text{ kg}}$$

3. Oblicz zawartość wody w materiale:

Zawartość wody = Masa na mokro – sucha masa

$$\text{Piasek} = 950 - 879,63 = 70,37 \text{ kg}$$

$$\text{Kamienie} = 1040 - 1014,63 = 25,37 \text{ kg}$$

$$\text{Cement} = 300 - 300 = 0 \text{ kg}$$

$$\text{Woda łącznie} = 70,37 + 25,37 + 0 = \mathbf{95,74 \text{ kg}}$$

4. Następnie sucha masa i masa wody służą do obliczenia % wilgotności materiału:

$$M\% = \frac{\text{Woda łącznie}}{\text{Sucha masa materiału}} \times 100$$

$$M\% = \frac{95,74}{2194,26} \times 100 = \mathbf{4,36\%}$$

5. Aby wyznaczyć punkt kalibracji, należy włożyć suchy materiał do mieszalnika i dokładnie go wymieszać do momentu, aż sygnał z czujnika będzie stabilny. Będzie to oznaka, że mieszanina jest jednorodna. Po ustabilizowaniu sygnału zapisać nieskalowaną wartość z czujnika. W tym przykładzie jest to 35.

6. Aby utworzyć drugi punkt kalibracji, dodać odmierzoną ilość wody do mieszalnika. W opisywanym przykładzie jest to 35 litrów. Dokładnie wymieszać materiał, aż sygnał czujnika ponownie będzie stabilny. Zapisać nieskalowaną wartość z czujnika, w tym przykładzie 46.

7. Obliczyć % wilgotności w mokrej mieszance za pomocą następującego równania:

Woda łącznie = Woda w suchym materiale + dodana woda

$$\text{Woda łącznie} = 95,74 + 35 = 130,74 \text{ litrów}$$

$$\% \text{ wilgotności} = \frac{\text{Woda łącznie}}{\text{Sucha masa materiału}} \times 100$$

$$\% \text{ wilgotności} = \frac{130,74}{2194,26} \times 100 = \mathbf{5,96\%}$$

8. Nieskalowane wartości oraz % wilgotności w mieszankach suchej i mokrej są wykorzystywane w kalibracji.

Dane kalibracyjne dla mieszanki są następujące:

% WILGOTNOŚCI	Nieskalowana
4,36	35
5,96	46

9. Dane kalibracyjne można wpisać do aplikacji Hydro-Com lub Excel w celu obliczenia współczynników kalibracji. Można to również zrobić ręcznie za pomocą następujących równań:

$$B \text{ (gradient)} = \frac{\text{Wilgotność (na mokro)} - \text{wilgotność (na sucho)}}{\text{Nieskalowana (na mokro)} - \text{nieskalowana (na sucho)}}$$

$$B = \frac{5,96 - 4,36}{46 - 35}$$

$$B = \frac{1,6}{11}$$

$$\mathbf{B = 0,145}$$

$$\% \text{ wilgotności} = B \times \text{Nieskalowana} + C$$

$$\therefore C \text{ (przesunięcie)} = \% \text{ wilgotności} - (B \times \text{Nieskalowana})$$

Używając wartości dla mokrej mieszanki:

$$C = 5,96 - (0,145 \times 46)$$

$$C = 5,96 - 6,67$$

$$\mathbf{C = -0,71}$$

10. Jeśli do czujnika zostaną załadowane wartości B i C, na wyjściu można ustawić % wilgotności.

Używając wartości B i C w tym przykładzie, gdy nieskalowana wartość wynosi 58:

$$\% \text{ wilgotności} = 0,145 \times 58 - 0,71$$

$$\% \text{ wilgotności} = 7,7\%$$

Dopóki receptura i proporcje materiałów pozostają niezmienione, kalibracja jest ważna.

## 9 Kalibracja dla stopnia Brix

Niektóre czujniki potrafią obliczać współczynnik Brix cieczy na podstawie nieskalowanej wartości (dokładniejsze informacje znajdują się w danych technicznych w podręczniku instalacji konkretnego czujnika). Współczynnik ten jest miarą zawartości rozpuszczonych ciał stałych w cieczy. Używa się go głównie w przemyśle spożywczym.

Kalkulacja stopnia Brix różni się od liniowego obliczania wilgotności. Do wykreślenia linii kalibracji służy następujące równanie:

$$\text{Brix} = A - B \cdot e^{\left(\frac{C \cdot us}{100000}\right)} + \frac{D \cdot us^2}{1000}$$

gdzie **us** to nieskalowana wartość pochodząca z czujnika. To równanie generuje krzywą wykładniczą.

Czujniki używane do mierzenia stopnia Brix muszą być skalibrowane dla monitorowanego procesu. Procedurę kalibracji opisano poniżej.

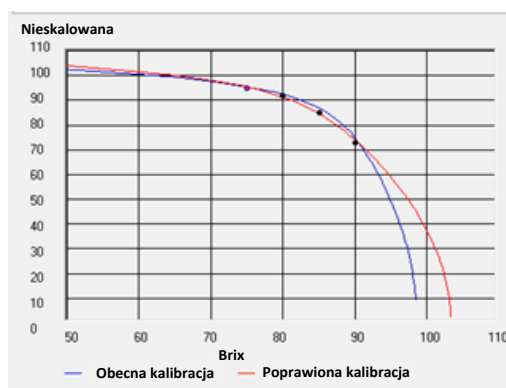
1. Aby wykonać kalibrację, należy skorelować szereg nieskalowanych wartości z odnośną wartością Brix.
2. Zapisać filtrowaną nieskalowaną wartość i w tym samym momencie pobrać próbkę materiału. Należy postarać się, aby było to jak najbliżej czujnika. Wtedy pobrana próbka najlepiej reprezentuje materiał faktycznie mierzony przez czujnik.
3. W trakcie pobierania próbki materiał musi przepływać przez czujnik. Zapisać filtrowaną nieskalowaną wartość z czujnika i w tym samym czasie za pomocą odpowiedniej metody pobrać próbkę materiału.
4. Próbka powinna być na tyle duża, aby umożliwić wykonanie kilku testów laboratoryjnych. Wyniki laboratoryjne należy z sobą porównać, ponieważ ewentualne odchylenia będą sugerowały nieprawidłowości w pobieraniu próbek lub procesie laboratoryjnym.
5. Średnia z wyników laboratoryjnych i filtrowanej nieskalowanej wartości tworzy jeden punkt kalibracji.
6. Kroki 3–5 należy powtórzyć w kolejnych punktach kalibracji. Najlepiej byłoby zebrać dane z punktów kalibracji reprezentujących pełen spodziewany zakres stopni Brix materiału.

Za pomocą aplikacji Hydro-Com należy obliczyć współczynniki kalibracji oraz zaktualizować czujnik o dane kalibracyjne.

### 9.1 Dobra/zła kalibracja do pomiaru stopnia Brix

Dobrą kalibrację do pomiaru stopnia Brix uzyskuje się poprzez analizowanie materiału w całym zakresie roboczym. Im lepsze rozłożenie punktów, tym wyższa dokładność.

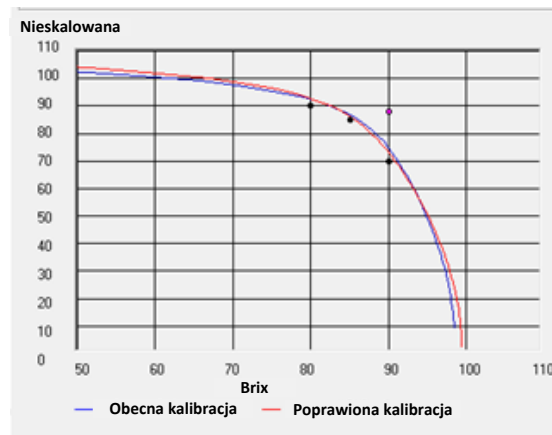
Rysunek 22 pokazuje dobrą kalibrację, gdzie wszystkie punkty znajdują się blisko krzywej najlepszego dopasowania.



Rysunek 22: Przykład dobrej kalibracji do pomiaru stopnia Brix

Rysunek 23 jest przykładem złej kalibracji dla stopni Brix. Poznać to po tym, że nie wszystkie punkty są blisko krzywej najlepszego dopasowania.





**Rysunek 23: Przykład złej kalibracji do pomiaru stopnia Brix**

Szczegółowe informacje o posługiwaniu się programem Hydro-Com zawiera podręcznik użytkownika HD0682.



Czujnik jest precyzyjnym przyrządem i często okazuje się bardziej dokładny niż inne urządzenia lub metody próbkowania używane do kalibracji. Aby uzyskać najbardziej wiarygodne wyniki, upewnić się, że instalacja spełnia podstawowe wytyczne określone poniżej, a w czujniku skonfigurowano odpowiednie parametry filtrowania.

Dobrym rozwiązaniem może być także wyregulowanie parametrów filtrowania i wygładzania sygnału w czujniku zgodnie z opisem w rozdziale 2 pkt. 5.

Wybranie alternatywnej metody pomiaru (rozdział 2, pkt 8) może zapewnić bardziej odpowiednią reakcję sygnału, ale wcześniej za pomocą aplikacji Hydro-Com należy prześledzić działanie w każdym trybie.

## 1 Informacje ogólne dotyczące wszystkich zastosowań

- **Zasilanie:** Przed użyciem czujnika zaleca się jego ustabilizowanie przez 15 minut od momentu podłączenia zasilania.
- **Umiejscowienie:** Czujnik powinien stykać się z reprezentatywną próbką materiału.
- **Przepływ:** Czujnik powinien stykać się z jednolitym strumieniem materiału.
- **Materiał:** Zmiana rodzaju lub źródła materiału może wpłynąć na odczyt wilgotności.
- **Rozmiar cząstek materiału:** Zmiana rozmiaru cząstek może wpłynąć na odczyt reologii materiału przy tej samej wilgotności. Większa liczba drobnych cząstek często prowadzi do sztywności materiału przy tej samej zawartości wilgoci. Sztywności nie należy traktować równoważnie ze zmniejszeniem wilgotności. Czujnik nadal będzie dokonywał pomiaru wilgotności.
- **Gromadzenie się materiału:** Należy unikać gromadzenia się materiału na ceramicznej płytce pomiarowej.

## 2 Procedury konserwacji

Pilnować, aby na ceramicznej płytce pomiarowej nie odkładał się materiał.

Sprawdzać, czy powierzchnia ceramicznej płytki pomiarowej nie jest popękana ani wyszczerbiona.



**PODCZAS WYKONYWANIA CZYNNOŚCI KONSERWACYJNYCH  
NIE UDERZAĆ W CERAMICZNĄ PŁYTKĘ POMIAROWĄ**



W poniższych tabelach zestawiono usterki najczęściej występujące podczas eksploatacji czujnika. Jeżeli nie można zdiagnozować problemu na podstawie tych informacji, należy skontaktować się z działem pomocy technicznej firmy Hydronix.

## 1 Diagnostyka czujnika

### 1.1 Objaw: brak sygnału wyjściowego z czujnika

Możliwa przyczyna	Kontrola	Wymagany wynik	Wymagane działanie w przypadku niepowodzenia
Wyjście działa nieprawidłowo	Przeprowadzić prosty test z ręką na czujniku	Odczyt natężenia w normalnym zakresie (0–20 mA, 4–20 mA)	Wyłączenie i ponowne włączenie zasilania czujnika
Brak zasilania czujnika	Zasilanie prądem stałym w puszcze przyłączowej	Od +15 Vdc do +30 Vdc	Znalezienie usterki w źródle zasilania/okablowaniu
Tymczasowe zablokowanie czujnika	Wyłączenie i ponowne włączenie zasilania czujnika	Prawidłowe działanie czujnika	Sprawdzenie zasilania
Brak sygnału wyjściowego czujnika w systemie sterowania	Zmierzyć prąd sygnału wyjściowego czujnika w systemie sterowania	Odczyt natężenia w normalnym zakresie (0–20 mA, 4–20 mA). Zmiany w zależności od wilgotności.	Sprawdzić okablowanie aż do puszki przyłączowej
Brak sygnału wyjściowego czujnika w puszcze przyłączowej	Zmierzyć prąd sygnału wyjściowego czujnika w kostce zaciskowej puszki przyłączowej	Odczyt natężenia w normalnym zakresie (0–20 mA, 4–20 mA) Zmiany w zależności od wilgotności	Sprawdzenie styków złącza czujnika
Styki złącza MIL uszkodzone	Odłączyć kabel czujnika i sprawdzić wszystkie styki	Styki wygięte, można przywrócić ich normalne położenie i przewodzenie prądu elektrycznego	Sprawdzenie konfiguracji przez podłączenie do komputera
Awaria wewnętrzna lub nieprawidłowa konfiguracja	Podłączyć czujnik do komputera za pomocą oprogramowania Hydro-Com i zgodnego konwertera RS485	Cyfrowe połączenie RS485 działa. Skorygować konfigurację	Cyfrowe połączenie RS485 nie działa. Należy przekazać czujnik do firmy Hydronix w celu naprawy

## 1.2 Objaw: nieprawidłowy analogowy sygnał wyjściowy

Możliwa przyczyna	Kontrola	Wymagany wynik	Wymagane działanie w przypadku niepowodzenia
Problem z okablowaniem	Okablowanie w puszcze przyłączowej i sterowniku PLC	Skręcone pary przewodów używane na całej długości od czujnika do sterownika PLC, prawidłowe okablowanie	Prawidłowe połączenie za pomocą kabla określonego w danych technicznych
Wyjście analogowe czujnika jest wadliwe	Odłączenie wyjścia analogowego od sterownika i użycie amperomierza	Odczyt natężenia w normalnym zakresie (0–20 mA, 4–20 mA)	Podłączyć czujnik do komputera i uruchomić oprogramowanie Hydro-Com. Sprawdzić wyjście analogowe na stronie diagnostycznej. Wymusić znaną wartość natężenia i sprawdzić ją amperomierzem.
Wadliwa karta wejścia analogowego sterownika PLC	Odłączenie wyjścia analogowego od sterownika PLC i zmierzenie analogowego sygnału wyjściowego czujnika za pomocą amperomierza	Odczyt natężenia w normalnym zakresie (0–20 mA, 4–20 mA)	Wymiana karty wejścia analogowego

## 1.3 Objaw: komputer nie komunikuje się z czujnikiem

Możliwa przyczyna	Kontrola	Wymagany wynik	Wymagane działanie w przypadku niepowodzenia
Brak zasilania czujnika	Zasilanie prądem stałym w puszcze przyłączowej	Od +15 Vdc do +30 Vdc	Znalezienie usterki w źródle zasilania/ okablowaniu
Złącze RS485 nieprawidłowo połączone z konwerterem	Instrukcje okablowania konwertera oraz sygnały A i B mają prawidłową orientację.	Konwerter RS485 połączony prawidłowo	Sprawdzenie ustawienia portu COM komputera

Nieprawidłowy port COM wybrany w oprogramowaniu Hydro-Com	Wybór odpowiedniego portu COM w programie Hydro-Com.	Zmiana portu COM na prawidłowy	Określenie numeru przypisanego do faktycznego portu COM przy użyciu menedżera urządzeń w komputerze
Wiele czujników z tym samym adresem	Połączyć się kolejno z pojedynczymi czujnikami	Czujnik znaleziony pod danym adresem. Należy zmienić numer portu i powtórzyć operację dla wszystkich czujników w sieci.	Wypróbowanie alternatywnego połączenia RS485-RS232/USB (jeśli dostępne)

#### 1.4 Objaw: prawie ciągle odczyt wilgotności

Możliwa przyczyna	Kontrola	Wymagany wynik	Wymagane działanie w przypadku niepowodzenia
Pusty zasobnik lub odkryty czujnik	Czujnik zakryty materiałem	Głębokość materiału co najmniej 100 mm	Napełnienie zasobnika
Materiał zablokowany w zasobniku	Materiał nie przylega nad czujnikiem	Płynny przepływ materiału nad czujnikiem po otwarciu śluzy	Poszukanie przyczyn nierównomiernego przepływu. Jeśli problem cały czas występuje, zmiana umiejscowienia czujnika.
Gromadzenie się materiału na powierzchni czujnika	Oznaki odkładania się suchego materiału na powierzchni płytki ceramicznej	Ceramiczna płytka pomiarowa powinna być oczyszczana przepływającym materiałem	Sprawdzenie, czy płytka ceramiczna jest ustawiona pod kątem 30–60°. Jeśli problem cały czas występuje, zmiana umiejscowienia czujnika.
Nieprawidłowa kalibracja wejścia w systemie sterowania	Zakres sygnałów wejściowych systemu sterowania	System sterowania akceptuje zakres sygnałów wyjściowych czujnika	Modyfikacja systemu sterowania lub rekonfiguracja czujnika
Czujnik w stanie alarmowym — 0 mA w pętli 4–20 mA	Zawartość wilgoci w materiale poprzez wygrzanie w suszarce	Musi być w zakresie roboczym czujnika	Wyregulowanie zakresu i/lub kalibracji czujnika
Zakłócenia od telefonów komórkowych	Używanie telefonów komórkowych w pobliżu czujnika	Brak działających źródeł fal radiowych w pobliżu czujnika	Uniemożliwienie użytkownika w zasięgu 5 m od czujnika
Nie załączono	Przyłożenie sygnału	Średni odczyt	Sprawdzenie w

przełącznika Średnia/wstrzymanie	do wejścia cyfrowego	wilgotności powinien się zmienić	aplikacji diagnostycznej Hydro-Com
Brak zasilania czujnika	Zasilanie prądem stałym w puszcze przyłączowej	Od +15 Vdc do +30 Vdc	Znalezienie usterki w źródle zasilania/okablowaniu
Brak sygnału wyjściowego czujnika w systemie sterowania	Zmierzyć prąd sygnału wyjściowego czujnika w systemie sterowania	Zmiany w zależności od wilgotności	Sprawdzić okablowanie aż do puszek przyłączowej
Brak sygnału wyjściowego czujnika w puszcze przyłączowej	Zmierzenie prądu sygnału wyjściowego czujnika w kostce zaciskowej puszek przyłączowej	zmiany w zależności od wilgotności	Sprawdzenie konfiguracji wyjścia czujnika
Czujnik się wyłączył	Odłączyć zasilanie na 30 s i spróbować ponownie lub zmierzyć pobór prądu z zasilacza	Normalna praca w zakresie 70–150 mA	Sprawdzenie, czy temperatura roboczej mieści się w zadanym przedziale
Awaria wewnętrzna lub nieprawidłowa konfiguracja	Wymontowanie czujnika, wyczyszczenie powierzchni i sprawdzenie odczytu (a) przy czystej ceramicznej płytce pomiarowej oraz (b) z dłonią mocno przyciskającą płytkę ceramiczną	Odczyt powinien się zmieniać w rozsądnym zakresie	Sprawdzenie działania w aplikacji diagnostycznej Hydro-Com

### 1.5 Objaw: niespójne lub nierównomierne odczyty, które nie odzwierciedlają zawartości wilgoci

Możliwa przyczyna	Kontrola	Wymagany wynik	Wymagane działanie w przypadku niepowodzenia
Resztki na czujniku	Resztki, takie jak strzępy ścierek do czyszczenia zasłaniające powierzchnię czujnika	Czujnik nigdy nie może być przesłonięty żadnymi resztkami	Poprawa sposobu przechowywania materiału. Zamocowanie drucianych siatek u góry zasobników i otworów wlotowych mieszalnika.
Materiał zablokowany w zasobniku	Materiał przylega nad czujnikiem	Płynny przepływ materiału nad powierzchnią czujnika po otwarciu śluzy	Poszukanie przyczyn nierównomiernego przepływu materiału. Jeśli problem cały czas występuje,



			zmiana umiejscowienia czujnika.
Gromadzenie się materiału na powierzchni czujnika	Oznaki odkładania się suchego materiału na powierzchni płytki ceramicznej	Ceramiczna płytka pomiarowa zawsze powinna być oczyszczana przepływającym materiałem	Zmiana kąta ustawienia płytki ceramicznej w przedziale 30–60°. Jeśli problem cały czas występuje, zmiana umiejscowienia czujnika.
Niewłaściwa kalibracja	Dopasowanie wartości kalibracyjnych do zakresu roboczego	Wartości kalibracyjne są rozłożone w całym zakresie, aby uniknąć ekstrapolacji	Wykonanie dalszych pomiarów kalibracyjnych
Lód formuje się na materiale	Temperatura materiału	Brak lodu na materiale	Czujnik nie działa, jeśli jest oblodzony
Nie jest używany sygnał Średnia/wstrzymanie	System sterowania oblicza średnie odczyty wsadów	W obliczeniach mas wsadów muszą być wykorzystywane średnie odczyty wilgotności	Modyfikacja systemu sterowania i/lub rekonfiguracja czujnika
Nieprawidłowe używanie sygnału Średnia/wstrzymanie	Wejście Średnia/wstrzymanie działa w trakcie głównego przepływu materiału z zasobnika	Wejście Średnia/wstrzymanie może być aktywne tylko podczas głównego przepływu, a nie w trakcie wyrównywania materiału	Modyfikacja synchronizacji, tak aby był mierzony główny przepływ, a nie wyrównywanie
Nieprawidłowa konfiguracja czujnika	Włączenie wejścia Średnia/wstrzymanie. Obserwacja zachowania czujnika.	Wartość wyjściowa powinna być stała przy wyłączonym wejściu Średnia/wstrzymanie i ładowaniu przy włączonym wejściu	Wyjście czujnika skonfigurowane prawidłowo dla zastosowania
Nieadekwatne podłączenia uziemiające	Podłączenia uziemiające elementów metalowych i kabli	Różnica potencjału względem masy musi być zminimalizowana	Zapewnić ekwipotencjalne połączenie elementów metalowych

## 1.6 Charakterystyka wyjść czujnika

	Sygnał wyjściowy filtrowany nieskalowany (wartości przybliżone)			
	RS485	4–20 mA	0–20 mA	0–10 V
Czujnik wystawiony na działanie powietrza	0	4 mA	0 mA	0 V
Dłoń na czujniku	75-85	16–17,6 mA	15–17 mA	7,5–8,5 V

- P: Program Hydro-Com nie wykrywa żadnego czujnika*
- O: Jeżeli w sieci RS485 podłączono więcej niż jeden czujnik, należy się upewnić, że każdy czujnik ma inny adres. Upewnić się, że czujnik jest prawidłowo podłączony i jest zasilany z odpowiedniego źródła prądu stałego 15–30 V= oraz że przewody RS485 są podłączone do komputera za pośrednictwem odpowiedniego konwertera RS232/485 lub USB/RS485. Upewnić się, że w aplikacji Hydro-Com wybrano prawidłowy port COM.
- P: Jak często należy kalibrować czujnik?*
- O: Rekalibracja jest konieczna tylko w przypadku znaczącej zmiany gradacji materiału lub podłączenia innego źródła materiału. Niemniej zaleca się regularne pobieranie próbek na miejscu (zob. Wprowadzenie do kalibracji względem materiału na stronie 29) w celu weryfikacji dokładności i poprawności kalibracji. Wpisz te dane na listę i porównaj z wynikami z czujnika. Jeśli punkty leżą blisko lub na linii kalibracji, kalibracja nadal jest dobra. W razie stwierdzenia większych odchyłów wykonaj ponownie kalibrację.
- P: Czy po wymianie czujnika trzeba skalibrować nowy czujnik?*
- O: Zazwyczaj nie, zakładając, że czujnik zostanie zamontowany dokładnie w tym samym miejscu. Skopiuj dane kalibracyjne dotyczące materiału do nowego czujnika, a odczyty wilgotności powinny być takie same. Niemniej warto zweryfikować kalibrację, pobierając próbkę, jak pokazuje Wprowadzenie do kalibracji względem materiału na stronie 29, i sprawdzając ten punkt kalibracji. Jeśli punkt leży blisko lub na linii, kalibracja nadal jest dobra.
- P: Co zrobić, jeśli w dniu kalibracji materiał ma niewielkie zróżnicowanie wilgotności?*
- O: Tylko piasek (tylko model HP04)
- Jeśli po osuszeniu różnych próbek okazało się, że różnice w wilgotności między nimi są niewielkie (1–2%), należy poprzestać na jednym dobrym punkcie kalibracji, uśredniając odczyty nieskalowane i wartości wilgotności możliwej do usunięcia w suszarce. Aplikacja Hydro-Com umożliwi wykonanie poprawnej kalibracji w oczekiwaniu na możliwość dodania kolejnych punktów. Gdy wilgotność zmieni się o więcej niż 2%, ponownie pobrać próbki i uzupełnić kalibrację o dodatkowe punkty. .
- P: Czy jest konieczna rekalibracja po zmianie rodzaju używanego materiału?*
- O: Tak, kalibrację trzeba wykonać dla każdego typu materiału.
- P: Której zmiennej wyjściowej używać?*
- O: To zależy od tego, czy kalibracja jest zapisana w czujniku czy w sterowniku wsadu oraz czy do uśredniania wsadu jest używane wejście cyfrowe. Więcej informacji zawiera Konfiguracja wyjść analogowych na stronie 15.
- P: Wydaje się, że wyznaczone punkty kalibracji są mocno rozproszone. Czy jest to problem i czy można coś zrobić, aby poprawić wyniki kalibracji?*
- O: Jeśli linię kalibracji trzeba wyznaczać wśród rozproszonej chmury punktów, jest to oznaka nieprawidłowości w metodzie pobierania próbek. Sprawdzić, czy czujnik jest zamontowany na drodze ruchu materiału. Gdy położenie czujnika jest poprawne, a pobieranie próbek odbywa się zgodnie z opisem na stronie 33, nie powinien występować duży rozrzut punktów. Do kalibracji użyć średniej nieskalowanej wartości. Okres uśredniania można ustawić za pomocą parametru „Średnia/wstrzymanie” lub poprzez zdalne uśrednianie. Więcej informacji znajduje się w podręczniku użytkownika programu Hydro-Com (HD0682).

*P: Odczyty czujnika zmieniają się przypadkowo i nie są spójne ze zmianami wilgotności materiału. Jaka jest przyczyna?*

*O:* Być może w trakcie przepływu materiału jego część odkłada się na powierzchni czujnika. W takim przypadku nawet jeśli wilgotność się zmienia, czujnik widzi tylko materiał tuż przed sobą, co skutkuje w miarę stabilnym odczytem. Wskazania pozostają stałe do momentu, aż nagromadzony materiał się odklei i przez powierzchnię czujnika zacznie przepływać nowy materiał. Wtedy wartość odczytów gwałtownie się zmienia. Aby sprawdzić, czy faktycznie doszło do takiej sytuacji, należy spróbować obić bok zasobnika/silosu (w celu odspojenia przywartego materiału) i sprawdzić, czy odczyty się zmieniają. Sprawdzić również nachylenie zamontowanego czujnika. Ceramika powinna być ustawiona pod kątem umożliwiającym ciągły przepływ materiału po powierzchni płytki czołowej czujnika. Czujniki do zasobników mają na tylnej nalepce dwie kreski wskazujące kąt, pod jakim czujnik należy zamontować względem przepływającego materiału. Jedna z linii musi być wyrównana z kierunkiem przesuwanego się materiału.

*P: Czy kąt ustawienia czujnika wpływa na odczyty?*

*O:* Tak, zmiana kąta ustawienia czujnika może spowodować zmianę odczytów. Jest to spowodowane zmianą gęstości lub stopnia sprasowania materiału przesuwanego się nad powierzchnią pomiarową. W praktyce niewielkie zmiany kąta będą miały pomijalny wpływ na odczyty, jednak mocniejsze przestawienie czujnika (>10 stopni) zmieni odczyty i w efekcie unieważni kalibrację. Dlatego jest bardzo ważne, aby po wyjęciu lub wymianie czujnika założyć go z powrotem pod tym samym kątem.

*P: Dlaczego sygnał wyjściowy czujnika wskazuje ujemną wilgotność, gdy zasobnik jest pusty?*

*O:* Nieskalowana wartość wyjściowa powietrza jest niższa niż nieskalowany odczyt 0% wilgotności materiału. W związku z tym wartość wyjściowa wilgotności będzie ujemna.

*P: Jaka jest maksymalna dozwolona długość kabla?*

*O:* Należy sprawdzić to w danych technicznych w podręczniku instalacji konkretnego czujnika.

## 1 Odniesienia do dokumentów

Ta sekcja zawiera wykaz wszystkich innych dokumentów przywołanych w niniejszym podręczniku użytkownika. Podczas czytania niniejszego podręcznika warto korzystać z tych materiałów.

Numer dokumentu	Tytuł
HD0682	Podręcznik użytkownika oprogramowania Hydro-Com
HD0675	Podręcznik instalacji czujników Hydro-Probe i Hydro-Probe XT
HD0676	Podręcznik instalacji czujników Hydro-Mix
HD0677	Podręcznik instalacji czujników Hydro-Probe Orbiter
HD0678	Podręcznik instalacji elektrycznej czujnika wilgoci Hydronix
EN0077	Metody sterowania wilgotnością podczas porcjowania
EN0078	Integracja czujników Hydro-Mix i Hydro-Probe w rurze zsykowej do ziarna
EN0079	Domyślne fabryczne parametry czujnika HP04
EN0080	Domyślne fabryczne parametry czujnika XT02
EN0081	Domyślne fabryczne parametry czujnika HM08
EN0082	Domyślne fabryczne parametry czujnika ORB3



## Skorowidz

Alarmy		Konfiguracja .....	13
Dolny limit .....	19	Nieprawidłowe dane.....	19
Górny limit .....	19	Parametry	
Tryb alarmowy.....	19	Uśrednianie .....	19
Automatyczne śledzenie .....	19	Parametry uśredniania.....	19
Brix .....	39	Pojemnik pusty.....	19
Czas filtrowania .....	20, 21	Próbki	
Czas wygładzania .....	21	Międzynarodowe normy .....	35
Dolny limit.....	Zob. Alarmy	SSD.....	31
Filtrowanie .....	20	Stan nasycony powierzchniowo suchy .....	Zob.
Filtrowany sygnał .....	23	SSD	
Filtry		Surowa nieskalowana .....	20
Narastanie napięcia wyjściowego .....	20	Średnia nieskalowana.....	16
Filtry narastania napięcia wyjściowego .....	20	Średnia/wstrzymanie.....	17
Górny limit .....	Zob. Alarmy	Technika pomiaru .....	13
Hydro-Com .....	15, 51	Tryby pomiaru .....	24
Kalibracja.....	51	Wartość absorpcji wody .....	31
Brix .....	39	Wejścia/wyjście cyfrowe .....	17
Dobra i zła .....	35	Wilgoć swobodna .....	31
Dobra/zła .....	40	Wilgotność	
Procedura .....	33	Powierzchniowa .....	31
W systemie sterowania .....	32	Ujemna .....	52
Wewnątrz czujnika .....	32	Wilgotność całkowita.....	31
Wewnątrz mieszalnika.....	37	Wilgotność surowa .....	20
Zapisywanie danych .....	32	Wilgotność/temperatura .....	18
Kalibracje		Wyjście.....	15
Dobre/złe kalibracje kwadratowe .....	37	Wyjście analogowe .....	13, 15
		Zawartość wilgoci.....	35