

Informacje ogólne

Pilz GmbH & Co. KG  
Felix-Wankel-Straße 2  
73760 Ostfildern, Niemcy  
Deutschland/Niemcy  
[www.pilz.com](http://www.pilz.com)

21 maja 2025 r.  
Strona 1 z 12

Sprawdzone rozwiązania automatyzacji

## **Wodór: Bezpieczny od produkcji do użytkowania**

Ostfildern, 21 maja 2025 r. – **Jako źródło energii wodór oferuje ogromny potencjał w zakresie ochrony klimatu. Niestety jego wytwarzanie, transport, składowanie i wykorzystanie wiąże się z wysokim ryzykiem. Gaz ten jest bowiem bezbarwny i bezwonny, a także wysoce łatwopalny. Rozwiązania firmy Pilz zapewniają ochronę w całym łańcuchu produkcji wodoru. Zapewniają bezpieczne dynamiczne monitorowanie zmiennych i całych sekwencji procesowych. Dzięki nim wodór może być nie tylko czysty, ale także bezpieczny.**

Wodór ma szerokie zastosowania w przemyśle: produkowany w sposób zrównoważony tzw. zielony wodór odgrywa ważną rolę w procesach produkcyjnych wymagających ogromnych nakładów energii, takich jak produkcja chemikaliów czy stali, gdzie może zastąpić paliwa kopalne i ograniczyć emisje CO<sub>2</sub>. Można go również magazynować, a w razie potrzeby przetwarzać z powrotem na energię elektryczną lub wykorzystywać jako paliwo w pojazdach wyposażonych w ogniwa paliwowe. Dzięki temu wodór stwarza jednocześnie wiele możliwości, jak i duże zagrożenia. Jest gazem silnie łatwopalnym i wysoce wybuchowym w kontakcie z powietrzem nawet w niewielkiej ilości – zapłon może nastąpić już przy stężeniu wodoru w powietrzu na poziomie 4%. Z tego powodu, aby uniknąć ryzyka zapłonu spowodowanego iskrami lub ciepłem, nie wolno mieszać powietrza i wodoru w niekontrolowany sposób. Bezpieczne wytwarzanie, transportowanie i wykorzystanie wymagają zastosowania odpowiednich systemów bezpieczeństwa.

## **Wymagania w zakresie technologii sterowania dla aplikacji wodorowych**

Szczególnie ważnymi czynnikami na jakie należy zwrócić uwagę w aplikacjach wykorzystujących wodór są szczelność gazowa, trwałość urządzeń odcinających, wytrzymałość ciśnieniowa oraz szczelność rur, czujników i zaworów. Ma to związek z faktem, że wyciek gazu, nadmierne ciśnienie lub nieszczelności zaworów mogą mieć poważne konsekwencje dla ludzi, instalacji i środowiska. W związku z tym rozwiązania w zakresie bezpieczeństwa często uwzględniają właściwości materiału i wymiarowanie mechaniczne: im solidniejsze zawory odcinające, tym bezpieczniejsze jest ich użytkowanie. Najwyższe ciśnienia procesowe towarzyszą napełnianiu wodorem pojazdów czy pociągów.

Wodór jest przeważnie przechowywany w stanie gazowym pod wysokim ciśnieniem – od 200 do 900 bar. Zwiększa to zawartość energii na metr sześcienny. Wodór w stanie gazowym jest bardzo lotny. Jako jeden z najlżejszych pierwiastków bardzo szybko unosi się i miesza z powietrzem. Gromadzenie się wodoru w zamkniętych pomieszczeniach lub budynkach może być problematyczne, ponieważ wiąże się z ryzykiem zapłonu lub wybuchu. Ponieważ wodór jest wysoce łatwopalny, nawet niewielkie iskry lub źródła ciepła mogą doprowadzić do eksplozji. Dlatego nawet najmniejsze wycieki wodoru z rurociągów, zaworów, przyłączy i zbiorników stanowią poważne ryzyko. Ponadto wodór jest gazem bezbarwnym i bezwonny. W efekcie pożary wodoru są często trudne do zlokalizowania i ugaszenia.

Konieczne jest nieograniczanie bezpieczeństwa wyłącznie do statycznej kontroli stanu. Sprawdzone w przemyśle rozwiązania

bezpieczeństwa mogą także mieć zastosowanie w branży wodorowej. Pomagają traktować bezpieczeństwo zawsze jako nadrzędną wartość w kontekście monitorowania komponentów i ich powiązań funkcjonalnych w łańcuchu procesów. Mogą przejąć odpowiedzialność nie tylko za statyczne zabezpieczenia komponentów, ale także za dynamiczne monitorowanie parametrów, takich jak ciśnienie czy temperatura lub przestrzeganie ograniczeń obciążenia kolejnych elementów instalacji. Systemy sterowania firmy Pilz odpowiadają za niezawodne wykrywanie wycieków gazu poprzez analizę wskazań detektorów gazu oraz za monitorowanie temperatury, ciśnienia, poziomu napełnienia, napięcia, natężenia i wyłącznika awaryjnego. W ciągu milisekund mogą zostać wykryte usterki i zainicjowane zdefiniowane wcześniej reakcje, które chronią ludzi i instalację.

## **Bezpieczna produkcja: Elektroliza i reforming parowy**

Wodór można wytwarzać na różne sposoby. W procesie elektrolizy prąd elektryczny jest wykorzystywany do rozbicia wody na części składowe, tj. tlen i wodór. Jednak różne procesy elektrolizy wymagają zastosowania różnych środków bezpieczeństwa. Niektóre procesy wymagają wysokiego ciśnienia i temperatury, które należy monitorować i kontrolować, w celu uniknięcia wypadków. W przypadku elektrolizy PEM ważnym mechanizmem bezpieczeństwa jest nadciśnieniowy zawór bezpieczeństwa, który otwiera się automatycznie, aby uwolnić nadmiar wodoru. Sterownik PNOZmulti 2 firmy Pilz sprawdził się w wielu branżach w zakresie monitorowania funkcji bezpieczeństwa – np. ciśnienia gazu. Ma to przede wszystkim związek z wysoką dokładnością pomiaru wartości związanych z bezpieczeństwem, które stanowią podstawę do podjęcia środków

bezpieczeństwa – dzięki temu elementy instalacji, w których zastosowano sterownik, są szczególnie wydajne i bezpieczne.

Oprócz monitorowania ciśnienia możliwe jest także precyzyjne nadzorowanie innych funkcji bezpieczeństwa wymaganych w procesie produkcji wodoru, np. temperatury i poziomu napełnienia, a także obecności i wycieków gazu. W elektrolizerach sterownik PNOZmulti 2 monitoruje również napięcie i prąd prostownika. Jest to o tyle istotne, że wahania lub zbyt wysokie napięcia mogą prowadzić do przedwczesnego zużycia ogniwi.

Reforming parowy to kolejna metoda wytwarzania wodoru z węglowych źródeł energii oraz z wody. W procesie tym paliwo, na przykład gaz ziemny czy nawet metanol, reaguje z parą wodną w warunkach wysokich wartości temperatury i ciśnienia. W wyniku reakcji powstają wodór i dwutlenek węgla. Procedura wymaga wysokich temperatur, które osiąga się za pomocą palników. Norma ISO 16110-1:2007 (Generatory wodoru wykorzystujące technologie przetwarzania paliwa – Część 1: Bezpieczeństwo) wskazuje wszystkie istotne zagrożenia (kwestie związane z kompatybilnością elektromagnetyczną, elektrycznością, wysokim ciśnieniem, zapobieganiem wybuchom itp.) w kontekście bezpieczeństwa produkcji wodoru z paliw kopalnych. Sterownik PNOZmulti 2 w wersji Burner i system sterowania PSS 4000 mogą nie tylko monitorować temperaturę i ciśnienie, ale także przejąć zadania kontroli i monitorowania w ramach zarządzania palnikami.

## **Bezpieczne i wydajne procesy przechowywania i transportu wodoru**

Wytworzony wodór można przechowywać i transportować na różne sposoby w zależności od procesu produkcyjnego, odległości i potrzeb

użytkownika końcowego. Jako źródło energii w postaci sprężonej, wodór może być dostarczany na przykład transportem kolejowym, wodnym lub drogowym. Aby transport przebiegał bezpiecznie i efektywnie, wodór należy najpierw zmagazynować. W procesie tym gaz zostaje silnie sprężony i jest przechowywany w specjalnych zbiornikach wysokociśnieniowych. Ponieważ wodór jest wyjątkowo lekkim i lotnym gazem, w celu jego efektywnego przechowywania konieczne jest monitorowanie ciśnienia. W tym kontekście konieczne jest podjęcie szczególnych środków ostrożności, ponieważ zbyt wysokie lub zbyt niskie ciśnienie wiąże się z poważnymi potencjalnymi konsekwencjami.

Ważnym elementem zbiorników ciśnieniowych na wodór jest okładzina. Jest to dodatkowa wewnętrzna warstwa, która zapewnia bezpieczne przechowywanie wodoru i uszczelnianie zbiornika. Różnica ciśnień między stroną wewnętrzną a zewnętrzną zmienia się istotnie podczas procesów, w których następuje zmiana ciśnienia – na przykład podczas napełniania zbiornika, usuwania wodoru czy nawet w przypadku wahań temperatury. Częste gwałtowne zmiany ciśnienia mogą powodować naprężenia w kompozytowym materiale zbiornika. Skutkiem tego może być rozwarstwienie materiału, skrócenie żywotności zbiornika ciśnieniowego, a także wystąpienie nieszczelności, a w najgorszym przypadku nawet wybuch. Aby chronić zbiorniki z wodorem, a w szczególności osoby przebywające w punktach przeładunku, podczas napełniania i opróżniania zbiorników należy zachować szczególne środki ostrożności.

Sterownik PNOZmulti 2 firmy Pilz monitoruje procesy przeładunku dzięki bezpiecznemu przetwarzaniu wartości analogowych, a w razie wystąpienia błędu zatrzymuje proces. Niemiecka firma GP JOULE w

zakresie wykorzystania wodoru postawiła na rozwiązania bezpieczeństwa firmy Pilz. Przetwarza nadmiar energii elektrycznej na neutralny pod względem emisji CO<sub>2</sub> wodór, przechowuje go w zbiornikach na specjalnych naczepach i dostarcza go do stacji tankowania na terenie miasta. Tam odbywa się tankowanie zieloną energią pojazdów należących m.in. do miejskiego przewoźnika autobusowego. Napełnianie i opróżnianie mobilnych zbiorników wysokociśnieniowych jest równie proste, szybkie i przede wszystkim bezpieczne we wszystkich punktach przeładunku.

## **Wysoki poziom bezpieczeństwa**

Producenci zbiorników wodoru określają wartości graniczne dla napełniania i opróżniania, co wiąże się z koniecznością monitorowania ciśnienia i temperatury oraz prędkości napełniania i opróżniania. Utrzymanie tych wartości w każdym stanie roboczym jest ostatecznie zadaniem zaworu regulacji ciśnienia oraz funkcji sterowania i monitorowania w dystrybutorze (stanowisku tankowania wodoru). Jest to bardzo ważne zadanie, ponieważ to źródło wodoru ostatecznie odpowiada za bezpieczeństwo zbiornika magazynowego, do którego przepływa wodór (np. cysterny). Zbiornik wodoru nie jest wyposażony w elektrycznie sterowany zawór odcinający, który mógłby aktywnie ograniczać ciśnienie lub natężenie przepływu. Utrudnia to wymianę danych dotyczących bezpieczeństwa między źródłem a jego zbiornikiem wodoru. Sterownik bezpieczeństwa po stronie źródła wodoru chroni obie strony, a tym samym cały proces napełniania lub opróżniania.

Poprzez monitorowanie rampy ciśnienia możliwe jest bezpieczne kontrolowanie zmiennych procesu oraz wykrywanie wszelkich anomalii i błędów na wczesnym etapie. Sterownik bezpieczeństwa

PNOZmulti wykorzystuje bezpieczne przetwarzanie wartości analogowych do monitorowania krytycznych wartości granicznych ciśnienia i temperatury – a tym samym prędkości, z jaką odbywa się napełnianie oraz opróżnianie zbiorników wodoru. System składa się z jednostki bazowej PNOZ m B1 z kilkoma modułami wejściowymi wartości analogowych, które gwarantują wymaganą wysoką rozdzielczość przy niskim teoretycznym odchyleniu błędu, a także z modułu wyjściowego przekaźnika do sterowania zaworami bezpieczeństwa. Możliwe jest również rozszerzenie złączy Fieldbus, aby umożliwić prostą wymianę danych diagnostycznych ze sterownikiem procesowym. Blok monitorowania rampy zintegrowany z narzędziem programowym PNOZmulti Configurator niezawodnie kontroluje obowiązujące dla zbiornika magazynowego parametry graniczne ciśnienia. W razie przekroczenia lub nieosiągnięcia wartości sterownik PNOZmulti 2 uruchamia wymaganą reakcję – na przykład zamyka zawór lub dławi wyjście sprężarki. Wejście analogowe sterownika PNOZmulti 2 zapewnia dokładność stosowanych środków bezpieczeństwa na poziomie 1 procenta. Przykładowo jeżeli konieczne jest monitorowanie ciśnienia w zakresie od 0 do 1000 bar, odchylenie pomiaru przy zakresie pomiarowym 1000 bar wynosi zaledwie 10 bar. Dla porównania: odchylenie pomiaru wynosi już 50 bar, gdy dokładność środków bezpieczeństwa dla wejścia analogowego wynosi zaledwie 5 procent. W ten sposób możliwe jest precyzyjne ustawienie wartości granicznych z ich dynamicznym monitorowaniem aż do poziomu bezpieczeństwa SIL 3 zgodnie z normą IEC 62061.

## **Niezawodne napełnianie na stacjach napełniania wodorem**

Jednym z ważnych obszarów zastosowań wodoru jest napędzanie pojazdów. Aby wodór mógł być stosowany jako paliwo w silnikach spalinowych, potrzebna jest odpowiednia infrastruktura. Kluczowe dla rozwoju mobilności wodorowej są stacje napełniania wodorem. Stacja taka składa się ze strefy sprężania gazu do ciśnienia 1000 bar, układu chłodzenia, wysokociśnieniowych zbiorników magazynujących oraz pompy napełniającej. Układ stacji napełniania i system zarządzania nią zatwierdzają władze lokalne zgodnie z wymogami prawa krajowego lub regionalnego. Funkcje bezpieczeństwa, które należy uwzględnić przy obsłudze stacji napełniania wodorem, obejmują wykrywanie wycieków wodoru, wykrywanie płomieni i dymu oraz monitorowanie temperatury i ciśnienia. Obecnie na 10 publicznych stacjach napełniania we Francji za bezpieczeństwo podczas dozowania wodoru odpowiada system PSS 4000 firmy Pilz. Oddział Pilz Francja współpracuje tam z firmą Hydrogen Refueling Solutions (HRS) od 2023 r. Dzięki zdecentralizowanej strukturze i niezawodnym zdecentralizowanym wejściom analogowym kompletny system PSS 4000 można zbudować w sposób modułowy z zapewnieniem krótkich tras kablowych.

## **Bezpieczeństwo funkcjonalne wymaga zapewnienia bezpieczeństwa przemysłowego**

Wraz z rozrostem sieci cyfrowych oraz decentralizacją architektur instalacji i systemów eksploatacji wodoru coraz ważniejszym czynnikiem staje się bezpieczeństwo przemysłowe. Oznacza ono konieczność zabezpieczenia sieci instalacji produkcyjnych i przemysłowych w zakresie automatyki i sterowania procesami. Aby uniemożliwić nieautoryzowany dostęp do sieci sterowania, należy wykrywać i natychmiast eliminować wszelkie potencjalne słabe

punkty instalacji. Jednym z przykładów jest zdalne połączenie ze zbiornikiem do produkcji wodoru w celu sprawdzania stanu systemu. Jeżeli w ramach takiego połączenia możliwe jest wprowadzenie nieautoryzowanych zmian w częściach systemu związanych z bezpieczeństwem, wówczas dana część instalacji wymaga zastosowania szczególnych środków bezpieczeństwa, które gwarantują bezpieczną eksploatację. System do identyfikacji i zarządzania uprawnieniami dostępu – I.A.M. firmy Pilz, zapewnia wsparcie na etapach od uwierzytelniania użytkownika po wybór trybu pracy oraz od zabezpieczania danych i sieci po zarządzanie dostępem do maszyny.

## **Kompleksowe podejście do bezpieczeństwa i cyberbezpieczeństwa**

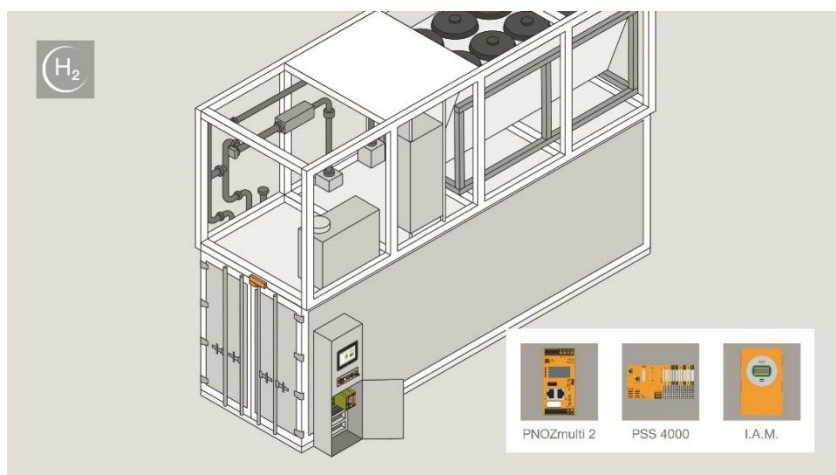
Rozwiązania automatyzacyjne mogą być cennym uzupełnieniem klasycznych mechanicznych zabezpieczeń stosowanych w aplikacjach wykorzystujących wodór. Ma to związek z tym, że bezpieczeństwo funkcjonalne zawsze uwzględnia cały cykl życia urządzeń zabezpieczających. Ciągła, usystematyzowana ocena bezpieczeństwa funkcjonalnego zapewnia ochronę ludzi, instalacji i środowiska – począwszy od produkcji źródła energii, aż po jego wykorzystanie na stacji napełniania. Ponadto w firmie Pilz jesteśmy absolutnie przekonani, że jedynym sensownym rozwiązaniem jest kompleksowe podejście do zagadnień bezpieczeństwa i cyberbezpieczeństwa. Dzięki zapewnieniu cyberbezpieczeństwa instalacje i maszyny są odpowiednio zabezpieczone przed nieupoważnioną ingerencją i niewłaściwym użyciem.

((Liczba znaków: 15 041))

## Zdjęcia:



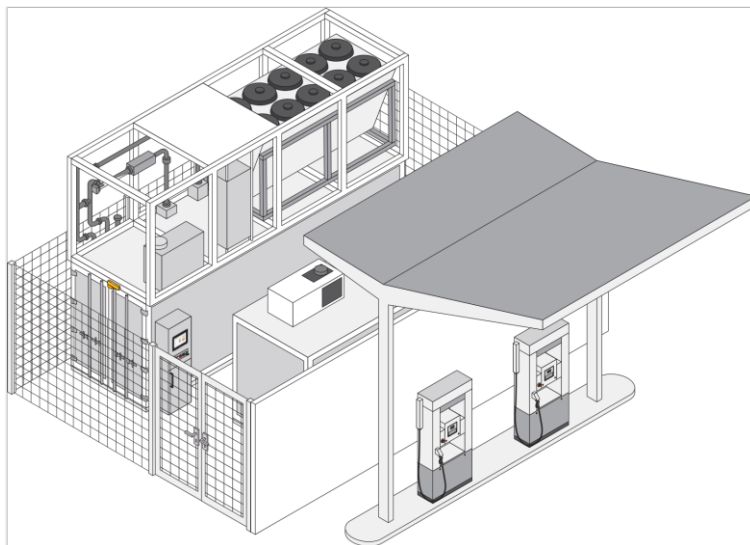
**Podpis:** Bezpieczeństwo funkcjonalne podczas elektrolizy realizowane jest w oparciu o wejścia analogowe sterownika PNOZmulti 2 lub system automatyki PSS 4000. Dostępne są również systemy zarządzania dostępem i uprawnieniami, które pozwalają zapobiec wszelkim manipulacjom. **Copyright:** © iStock.com/jeremyiswild, © Pilz GmbH & Co. KG



**Podpis:** Elektrolizery do produkcji wodoru – monitorowanie ochrony i bezpieczeństwa w oparciu o systemy automatyki firmy Pilz  
**Copyright:** Pilz GmbH & Co. KG



**Podpis:** Typowe funkcje bezpieczeństwa na stacji napełniania wodorem obejmują wykrywanie wycieków wodoru, wykrywanie płomieni i dymu oraz monitorowanie temperatury i ciśnienia. **Copyright:** © iStock.com/Scharfsinn86, © Pilz GmbH & Co. KG



**Podpis:** Zapobieganie atmosferom wybuchowym stanowi kluczowy czynnik ochrony przed wybuchami na stacjach napełniania wodorem. Ważne jest wczesne wykrycie wycieku i szybkie wdrożenie odpowiednich środków. **Copyright:** Pilz GmbH & Co. KG

## Pilz – The Spirit of Safety



Firma Pilz jest globalnym dostawcą produktów, systemów i usług w dziedzinie technologii automatyzacji. Jako pionier w dziedzinie bezpieczeństwa automatyzacji firma Pilz tworzy rozwiązania zapewniające bezpieczeństwo ludzi, maszyn i środowiska. Założona w 1948 r. firma rodzinna z Ostfildern zatrudnia obecnie około 2500 osób w 42 oddziałach na całym świecie.

Jako lider technologii przedsiębiorstwo oferuje kompletne rozwiązania automatyzacji dla bezpieczeństwa i ochrony przemysłowej maszyn. Obejmują one technologie czujników, sterowania i napędów – w tym systemy komunikacji, diagnostyki i wizualizacji przemysłowej. Uzupełnieniem oferty są świadczone na całym świecie usługi doradcze, inżynieryjne i szkoleniowe. Rozwiązania firmy Pilz są wykorzystywane w wielu branżach poza inżynierią mechaniczną, takich jak: intralogistyka, maszyny pakujące, technologia kolejowa czy robotyka.

[www.pilz.com](http://www.pilz.com)

## Firma Pilz w mediach społecznościowych:

Na naszych kanałach w mediach społecznościowych udostępniamy podstawowe informacje o firmie i personelu firmy Pilz oraz przekazujemy najświeższe aktualności ze świata technologii automatyzacji.

 [www.pilz.com/facebook](http://www.pilz.com/facebook)  
 [www.pilz.com/xing](http://www.pilz.com/xing)  
 [www.pilz.com/youtube](http://www.pilz.com/youtube)  
 [www.pilz.com/linkedin](http://www.pilz.com/linkedin)

## Kontakt z mediami:

### Martin Kurth

Corporate and  
Technical Press  
Tel.: +49 711  
3409-158  
m.kurth@pilz.de

### Sabine Karrer

Prasa korporacyjna  
i techniczna  
Tel.: +49 711  
3409-7009  
s.skaletz-  
karrer@pilz.de

### Jenny Skarman

Prasa techniczna  
Tel.: +49 711 3409-  
1067  
j.skarman@pilz.de

### Eva Gellner-Rößle

Prasa techniczna  
Tel.: +49 711 3409-7147  
e.roessle@pilz.de

### Hansjörg Sperling- Wohlgemuth

Zarządzanie  
konferencjami  
i prezentacjami

Tel.: +49 711 3409-  
239  
h.sperling@pilz.de