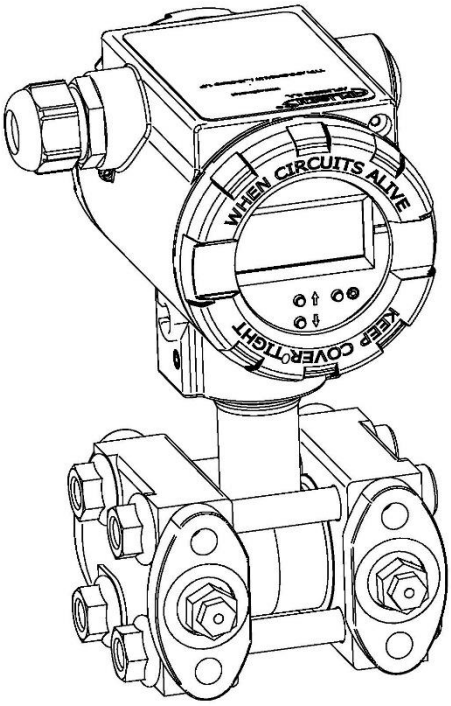
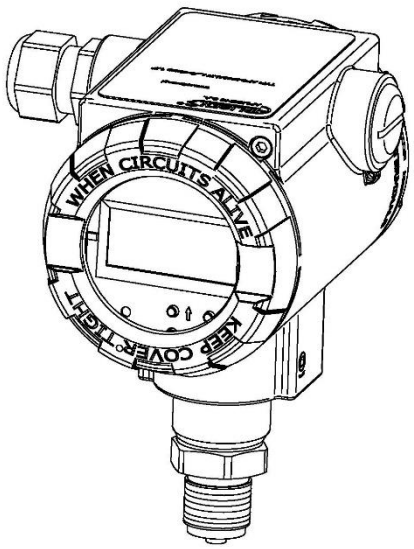
APLISENS S.A. – Produkcja Przemysłowej
Aparatury Pomiarowej i Elementów Automatyki

# INSTRUKCJA BEZPIECZEŃSTWA SIL

PRZETWORNIKI CIŚNIENIA I RÓŻNICY CIŚNIEŃ

## APC-2000ALW Safety
## APR-2000ALW Safety



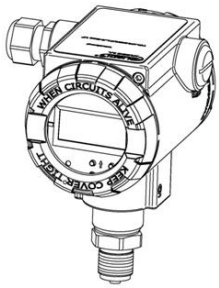




APLISENS S.A., 03-192 Warszawa, ul. Morelowa 7
tel. +48 22 814 07 77; fax +48 22 814 07 78
www.aplisens.pl, e-mail: marketing@aplisens.pl

KOD WYROBU – patrz: punkt **5.2. Instrukcji Obsługi**.
Kod QR lub numer ID umożliwia identyfikację przetwornika oraz szybki dostęp do dokumentacji znajdującej się na stronie producenta: instrukcji obsługi, instrukcji bezpieczeństwa SIL, instrukcji urządzenia budowy przeciwwybuchowej, informacji technicznej, deklaracji zgodności oraz kopii certyfikatów.

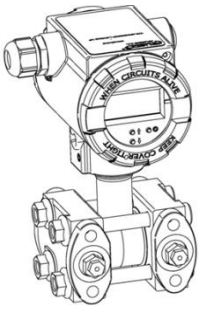
## APC-2000ALW Safety

ID: 0001 0004 0002 0000 0000 0006 0001 85
https://www.aplisens.pl/ID/000100040002000000000006000185



## APR-2000ALW Safety

ID: 0002 0004 0002 0000 0000 0006 0001 82
https://www.aplisens.pl/ID/000200040002000000000006000182



**Stosowane oznaczenia**

| Symbol | Opis |
|---|---|
|  | Ostrzeżenie o konieczności ścisłego stosowania informacji zawartych w dokumentacji dla zapewnienia bezpieczeństwa i pełnej funkcjonalności urządzenia. |

**PODSTAWOWE WYMAGANIA ZWIĄZANE Z BEZPIECZEŃSTWEM FUNKCJONALNYM**

Producent nie ponosi odpowiedzialności za szkody wynikające z niewłaściwego zainstalowania urządzenia, nieutrzymania go we właściwym stanie technicznym oraz użytkowania niezgodnego z jego przeznaczeniem.

Instalacja powinna być przeprowadzona przez wykwalifikowany personel posiadający uprawnienia do instalowania urządzeń elektrycznych oraz aparatury kontrolno-pomiarowej. Na instalatorze spoczywa obowiązek wykonania instalacji zgodnie z instrukcją oraz przepisami i normami dotyczącymi bezpieczeństwa i kompatybilności elektromagnetycznej, właściwymi dla rodzaju wykonywanej instalacji.

Należy przeprowadzić konfigurację systemu E/E/PE związanego z bezpieczeństwem zgodnie z zastosowaniem. Niewłaściwa konfiguracja może spowodować błędne działanie prowadzące do uszkodzenia systemu E/E/PE związanego z bezpieczeństwem lub wypadku.

W instalacji z aparaturą kontrolno-pomiarową istnieje, w przypadku przecieku, zagrożenie dla personelu od strony medium pod ciśnieniem. W trakcie instalowania, użytkowania i przeglądów systemu E/E/PE związanego z bezpieczeństwem należy uwzględnić wszystkie wymogi bezpieczeństwa i ochrony.

W przypadku stwierdzenia wadliwego działania systemu E/E/PE związanego z bezpieczeństwem, należy go odłączyć od instalacji i oddać do naprawy producentowi.

W celu zminimalizowania możliwości wystąpienia awarii i związanych z tym zagrożeń dla personelu, unikać instalowania i używania systemu E/E/PE związanego z bezpieczeństwem w szczególnie niekorzystnych warunkach, gdzie występują następujące zagrożenia:

- udary mechaniczne, silne wstrząsy i wibracje,
- nadmierne wahania temperatury;
- kondensacja pary wodnej, zapylenie, oblodzenie.

Przetworniki serii APC(R)-2000ALW Safety do pracy w pętli bezpieczeństwa funkcjonalnego powinny być skonfigurowane na sygnał wyjściowy 4…20 mA. Protokół HART lub przyciski lokalne zmieniające nastawy urządzenia można wykorzystywać do diagnostyki jak i konfiguracji wyrobu na stanowisku pracy. Po wykonaniu konfiguracji i uruchomieniu systemu bezpieczeństwa funkcjonalnego, należy korzystać tylko z analogowego prądowego sygnału wyjściowego.
Ze względów bezpieczeństwa należy uniemożliwić osobom postronnym dostęp do zmiany nastaw przetworników. Przetworniki posiadają możliwość blokady lokalnej zmiany nastaw programowo i poprzez plombowanie pokrywy obudowy.

Zmiany wprowadzane w produkcji wyrobów mogą wyprzedzać aktualizację dokumentacji papierowej użytkownika. Aktualne instrukcje znajdują się na stronie internetowej producenta pod adresem www.aplisens.pl.

# SPIS TREŚCI

# DEKLARACJA ZGODNOŚCI SIL

Numer dokumentu DZ.APC.APR.ALW.SIL.ID.REV4

Producent **APLISENS S.A.,**
**ul. Morelowa 7, 03-192 Warszawa**

Deklaruje z pełna odpowiedzialnością, że

**przetworniki ciśnienia**
**APC-2000ALW Safety ID: 0001 0004 0002 XXXX XXXX XXXX XXXX XX[1)]**

**przetworniki różnicy ciśnień**
**APR-2000ALW Safety ID: 0002 0004 0002 XXXX XXXX XXXX XXXX XX[1)]**

[1)] X w kodzie ID jest oznaczeniem producenta niezwiązanym z certyfikatem

spełniają wymagania norm:
**PN-EN 61508:2010 części 1 ÷ 7**
**PN-EN 61511-1:2017 + PN-EN 61511-1:2017/A1:2018-03**
**PN-EN 62061:2008 + PN-EN 62061:2008/A1:2013-06 + PN-EN 62061:2008/A2:2016-01**

| Wyroby | $\lambda_{total}$ FIT | $\lambda_{NE}$ FIT | $\lambda_{SD}$ FIT | $\lambda_{SU}$ FIT | $\lambda_{DD}$ FIT | $\lambda_{DU}$ FIT | SFF % | DC % | MTBF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| APC-2000ALW Safety | 905,321 | 265,723 | 0 | 138,208 | 451,857 | 49,533 | 92,256 | 90,121 | $1{,}105 \times 10^6$ h 126 Yrs |
| APR-2000ALW Safety | 919,621 | 265,723 | 0 | 138,208 | 453,387 | 62,303 | 90,472 | 87,919 | $1{,}087 \times 10^6$ h 124 Yrs |

| | |
|---|---|
| HFT=0, Route $1_H$ | SIL 2 |
| HFT=1, Route $1_H$ | SIL 3 |
| Systematic Capability, Route $1_S$ | SC 3 (SIL 3 Capable) |
| Subsystem | Type B |

Wyroby mogą być użyte w systemach związanych z bezpieczeństwem, spełniających wymagania do SIL 3 włącznie. Weryfikacja SIL systemu związanego z bezpieczeństwem należy do obowiązku integratora systemu.

Certyfikat o numerze 939/CW/001 został wydany przez UDT–CERT, Urząd Dozoru Technicznego, ul. Szczęśliwicka 34, 02-353 Warszawa w dniu: 06.06.2019.

Warszawa, 27.08.2019

Daniel Samczak
Koordynator ds. Bezpieczeństwa Funkcjonalnego

ul. Morelowa 7, Warszawa 03-192
tel. +48 22 814-07-77 fax +48 22 814-07-78
e-mail: marketing@aplisens.pl
www.aplisens.pl

Urząd Dozoru Technicznego
UDT-CERT

# CERTYFIKAT

## Nr 939/CW/001

**Urząd Dozoru Technicznego**
**Jednostka Certyfikująca Wyroby UDT-CERT**

poświadcza, że

**przetworniki ciśnienia**
**APC-2000ALW Safety ID: 0001 0004 0002 XXXX XXXX XXXX XXXX XX[1)]**

**przetworniki różnicy ciśnień**
**APR-2000ALW Safety ID: 0002 0004 0002 XXXX XXXX XXXX XXXX XX[1)]**

[1)] X w kodzie ID jest oznaczeniem producenta nie związanym z certyfikatem.

produkcji

**APLISENS S.A.**
**ul. Morelowa 7**
**03-192 Warszawa**

spełniają wymagania norm

**PN-EN 61508:2010 części 1 ÷ 7**
**PN-EN 61511-1:2017 + PN-EN 61511-1:2017/A1:2018-03**
**PN-EN 62061:2008 + PN-EN 62061:2008/A1:2013-06 + PN-EN 62061:2008/A2:2016-01**

dla poziomu nienaruszalności bezpieczeństwa:

**do SIL 3 włącznie, dla HFT=1 według Route $1_H$**
**do SIL 2 włącznie, dla HFT=0 według Route $1_H$**

oraz spełniają wymagania dla nienaruszalności systematycznej:

**do SC3 włącznie według Route $1_s$**

| Wyroby | $\lambda_{total}$ FIT | $\lambda_{NE}$ FIT | $\lambda_{SD}$ FIT | $\lambda_{SU}$ FIT | $\lambda_{DD}$ FIT | $\lambda_{DU}$ FIT | SFF % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **APC-2000ALW Safety** | 905,321 | 265,723 | 0 | 138,208 | 451,857 | 49,533 | 92,256 |
| **APR-2000ALW Safety** | 919,621 | 265,723 | 0 | 138,208 | 453,387 | 62,303 | 90,472 |

**Wyroby mogą być użyte w systemach związanych z bezpieczeństwem, spełniających wymagania do SIL3 włącznie. Weryfikacja SIL systemu związanego z bezpieczeństwem należy do obowiązku integratora systemu.**

Warunki wydania certyfikatu zgodności oraz jego ważności zawarte są w załączniku.

Data wydania **06.06.2019**

SIL CERTIFICATION

Dyrektor Departamentu Certyfikacji
i Oceny Zgodności

Jacek Niemczyk

UDT-CERT, 02-353 WARSZAWA, ul. SZCZĘŚLIWICKA 34

# 3. DEFINICJE I SKRÓTOWCE

**SIL** – poziom nienaruszalności bezpieczeństwa. Jest to poziom dyskretny 1 z 4 możliwych, odpowiadający zakresowi wartości nienaruszalności bezpieczeństwa, gdzie poziom nienaruszalności bezpieczeństwa 4 jest najwyższym poziomem integralności bezpieczeństwa, natomiast poziom nienaruszalności bezpieczeństwa 1 jest poziomem najniższym.

**SFF** – udział uszkodzeń bezpiecznych. Procentowy udział bezpiecznych uszkodzeń/usterek, które nie mogą spowodować awarii systemu. Im wyższa wartość, tym niższe prawdopodobieństwo niebezpiecznego uszkodzenia systemu.

**DC** – pokrycie diagnostyczne. Miara zdolności systemu do wykrywania uszkodzeń niebezpiecznych. Stosunek między wskaźnikiem uszkodzeń niebezpiecznych wykrytych a wskaźnikiem wszystkich uszkodzeń niebezpiecznych w systemie.

**PFH** – prawdopodobieństwo niebezpiecznego uszkodzenia na godzinę.

**$PFD_{avg}$** – średnie prawdopodobieństwo niezadziałania funkcji bezpieczeństwa w trybie pracy na rzadkie przywołanie.

**MTBF** – średni czas pomiędzy uszkodzeniami. Opisuje czas pracy pomiędzy dwoma następującymi po sobie uszkodzeniami podzespołów. Samo wskazanie MTBF odnosi się do niezawodności urządzenia.

**HFT** – tolerancja defektów sprzętu. Zdolność urządzenia do dalszego realizowania wymaganej funkcji bezpieczeństwa pomimo wystąpienia uszkodzeń.

**MTTR** – średni czas odnowy. Średni czas między wystąpieniem uszkodzenia a zakończeniem naprawy. MTTR obejmuje czas potrzebny na wykrycie uszkodzenia, rozpoczęcie działań naprawczych i pełne ich zakończenie.

**MRT** – oczekiwany całkowity czas naprawy (nie obejmuje czasu na wykrycie uszkodzenia).

**FMEDA** – szczegółowa analiza różnych trybów uszkodzeń i możliwości diagnostycznych urządzenia (Failure Modes Effects and Diagnostics Analysis).

**ALARM_L** – stan alarmu diagnostycznego, w którym prąd I_ALARM_L jest mniejszy od 3,600 mA.

**FIT** – uszkodzenia w czasie. Wartość określana jako współczynnik uszkodzeń (**λ**) na miliard godzin.

**λ** – współczynnik intensywności uszkodzeń. Określa liczbę uszkodzeń układu w jednostce czasu.
**$\lambda_{SD}$** – współczynnik intensywności uszkodzeń bezpiecznych wykrywalnych.
**$\lambda_{SU}$** – współczynnik intensywności uszkodzeń bezpiecznych niewykrywalnych.
**$\lambda_{DD}$** – współczynnik intensywności uszkodzeń niebezpiecznych wykrywalnych.
**$\lambda_{DU}$** – współczynnik intensywności uszkodzeń niebezpiecznych niewykrywalnych.
**$\lambda_{NE}$** – współczynnik intensywności uszkodzeń bez efektu.
**$\lambda_{total}$** – współczynnik intensywności uszkodzeń (suma wszystkich składowych współczynników intensywności uszkodzeń).

# 4. INFORMACJE OGÓLNE

Funkcją bezpieczeństwa przetworników **APC-2000ALW Safety** oraz **APR-2000ALW Safety** jest pomiar ciśnień i różnic ciśnień gazów, pary i cieczy z założoną precyzją oraz dokładnością. Pomiar ten steruje proporcjonalnie prądem w 2-przewodowej pętli prądowej 4…20 mA oraz pomocniczo jest wyświetlany w zestandaryzowanych jednostkach na wskaźniku miejscowym LCD.

Przetworniki serii **APC(R)-2000ALW Safety** w wykonaniu standardowym, iskrobezpiecznym Exi, ognioszczelnym Exd stosowane są do pomiaru w systemach zapewniających poziom nienaruszalności bezpieczeństwa **SIL2** zgodnie z **PN-EN 61508:2010**.

## 4.1. Parametry techniczne

| Zasilanie | | Temperatury otoczenia | Alarmy | |
|---|---|---|---|---|
| Wykonanie Exi | 11,5 ÷ 30 V DC | -40 ÷ 85°C* (min; max) | diagnostyczny wewnętrzny | niski (LO) < 3,6 mA |
| Wykonanie standardowe, Exd | 11,5 ÷ 36 V DC | | krytyczny | niski (LO) << 3,6 mA |

* W przypadku wykonań iskrobezpiecznych, z uwagi na możliwe ograniczenia normy ATEX, maksymalna temperatura pracy dla klas T4, T5, T6 może być inna od zakładanej +85°C.

Pozostałe parametry techniczne znajdują się w **Instrukcji Obsługi**.

# 5. Opis wymagań bezpieczeństwa oraz restrykcje

W następujących warunkach pracy funkcja bezpieczeństwa nie jest gwarantowana:

– podczas konfiguracji;
– gdy jest aktywny HART® multi drop;
– podczas transmisji zmierzonych wartości poprzez protokół HART;
– podczas symulacji;
– podczas testów odporności;
– gdy blokada zapisu jest wyłączona.

Przetwornik skonfigurowany do pracy w pętli bezpieczeństwa funkcjonalnego po wykonaniu niezbędnych ustawień związanych z jego identyfikacją, metrologią i trybami alarmowymi, **musi** mieć ustawioną blokadę zapisu danych do przetwornika za pomocą protokołu HART, wykonaną za pomocą komunikatora lub Raport 2.

HART® jest znakiem zastrzeżonym FieldComm Group.

Dopuszczalny przyjęty w analizie FMEDA bezpieczny margines błędu pomiaru wynosi: **1%**.
Czas wykonania pełnego cyklu diagnostyk: **1 minuta**.
Okres użytkowania: **50 lat**, wyznaczony na podstawie zużycia komponentów.
Czas użytkowania nie dotyczy przyłączy procesowych (elementów zwilżanych).

## 5.1. Alarmy

Przetworniki serii APC(R)-2000ALW Safety posiadają system alarmów uruchamianych wskutek wykrycia stanów zagrażających przez diagnostykę wewnętrzną.

Wykrywane przez diagnostykę przetwornika będą stany zagrażające takie jak:

- zbyt niskie napięcia zasilania przetwornika;
- uszkodzenie mostka pomiarowego ciśnienia polegające na zwarciu, rozwarciu lub zmianie wartości jednego z piezorezystorów mostka;
- uszkodzenia mostka pomiarowego ciśnienia polegające na zwarciu lub rozwarciu bondów mostka;
- uszkodzenia polegające na zwarciu lub rozwarciu któregoś z połączeń mostka pomiarowego ciśnienia z przetwornikiem ADC;
- uszkodzenia referencji ratiometrycznych lub ich ponadnormatywne dryfty;

- uszkodzenia komponentów lub połączeń między nimi w torze pomiarowym ADC, pamięci współczynników związanych z linearyzacją / kompensacją głowicy, zasileń w obszarze pomiarowym czujnika ciśnień;
- uszkodzenia komponentów lub połączeń między nimi w torze przetwarzania D/A oraz U/I;
- stany przeciążeń ciśnieniowych struktury pomiarowej;
- uszkodzenia toru przesyłu cyfrowego sygnału pomiarowego poprzez barierę galwaniczną;
- uszkodzenia poszczególnych części funkcyjnych CPU takich jak pamięci RAM, FLASH, rejestry, blok wspomagania sprzętowego obliczeń zmiennoprzecinkowych, peryferia I/O;
- uszkodzenia w integralności wykonywania programu CPU;
- przekroczenie dopuszczalnej różnicy pomiędzy prądem zadanym (procesowym) a zmierzonym w pętli 4…20 mA;
- przekroczenia temperatur granicznych: mostka pomiaru ciśnień, przetwornika ADC, CPU;
- przekroczenia minimalnej lub maksymalnej temperatury pracy (temperatury otoczenia);
- przekroczenia wartości granicznych zasileń w obwodach przetwornika.

Jeżeli w wyniku cyberataku zostanie przekroczona progowa liczba nieautoryzowanych prób dostępu do zmiany hasła lub zmiany zabezpieczenia zapisu, nastąpi uruchomienie alarmu w przetworniku. Dostęp funkcji wyłączenia blokady chroniony jest za pomocą 32-bitowego hasła (4,3 mld kombinacji). Po 20 nieautoryzowanych próbach dostępu załącza się alarm trwający do chwili resetu programowego lub sprzętowego przetwornika.

Część diagnostyk posiada progi zadziałania eliminujące zdarzenia stochastyczne na rzecz zdarzeń skorelowanych. Dotyczy to w szczególności możliwych wpływów zakłóceń EM na transmisję cyfrową w obszarach magistrali SPI oraz w obszarze wzmacniaczy sygnału izolacji galwanicznej.

Wykryte przez diagnostykę przetwornika **nie będą**:

- rozszczelnienie układu ciśnieniowego przyłącza procesowego;
- wyciek oleju z czujnika ciśnień / różnic ciśnień lub separatorów spowodowany perforacją membrany czujnika;
- efekt przeniknięcia cząstek wodoru do przestrzeni czujnika lub separatorów i powstanie z tego tytułu błędu pomiarowego;
- ponadnormatywne drgania lub udary, chyba że doprowadzi to do destrukcji wewnętrznych elementów lub połączeń elektrycznych.

Ze względu na charakter zasilania i interfejsu elektrycznego przetwornika do sygnalizacji stanów alarmowych zastosowany jest alarmowy poziom prądu.
W trybie alarmu diagnostycznego przetwornik powinien wystawiać prąd nominalny o wartości: **I_ALARM_L = 3,600 mA – E**, gdzie E to przyjęty w założeniach FMEDA dopuszczalny błąd bezpieczny 1%, równoważny ±160 µA DC w prądzie pętli prądowej. Ostatecznie nominalna wartość zadana prądu w trybie ALARM_L wynosić powinna 3,440 mA.
Diagnostyka przetwornika nie stosuje trybu alarmowania prądem powyżej zakresu 20,500 mA. Z punktu widzenia PLC prąd powyżej wartości 20,660 mA należy rozpatrywać jako FAIL_SAFE i uszkodzenie bezpieczne diagnozowalne.

**Alarmy diagnostyczne są załączone na stałe i nie podlegają jakiejkolwiek konfiguracji.**

W przypadku wystąpienia alarmów krytycznych, sterowanie jest natychmiast przekazywane do pętli nieskończonej powodując uruchomienie niezależnego układu watchdoga WDT_SIL z dyskryminatorem czasowym. Układ WDT_SIL w czasie do 2 sekund odłączy elektronikę główną przetwornika od zasilania powodując spadek prądu w pętli prądowej poniżej 0,3 mA. Stan ten będzie trwał aż do czasu całkowitego odłączenia zasilania od przetwornika i jego ponownego załączenia.

Przyczynami krytycznych alarmów są:

- błąd zmiennoprzecinkowych obliczeń matematycznych;
- wykrycie błędów pamięci RAM;
- wykrycie błędów pamięci FLASH;
- wykrycie błędów rejestrów CPU;

- niezgodność 8 sukcesywnych pomiarów prądu pętli prądowej z wartością zadaną prądu;
- zakłócenie automatu programu skutkujące wyjściem poza okno czasowe odświeżania WDT_SIL.

Alarmowe stany diagnostyczne (poza krytycznymi) są możliwe do odczytu poprzez komunikację **HART**. Komenda **HART CMD_48** (Read Additional Transmitter Status) umożliwia dokładniejszą identyfikację przyczyny alarmu.
Oprócz diagnostyki odczytywanej przez HART, stany diagnostyczne sygnalizowane są na lokalnym wyświetlaczu LCD. Alarmy diagnostyczne w poszczególnych blokach funkcjonalnych są sumowane logicznie w statusie błędów skumulowanych, które mogą być wyświetlane w postaci numerycznej na miejscowym wyświetlaczu LCD.

## 5.2. Restrykcje

Restrykcje przy użytkowaniu przetworników serii APC(R)-2000ALW Safety w układach bezpieczeństwa funkcjonalnego obejmują następujące zagadnienia:

- przetwornik pomiarowy **musi** być dostosowany do aplikacji uwzględniając charakterystykę medium procesowego oraz warunki otoczenia pracy;
- **nie należy przekraczać** dopuszczalnych zakresów pracy określonych w Informacji Technicznej przetwornika;
- wadliwy przetwornik należy wymienić **niezwłocznie** po stwierdzeniu niesprawności.

## 5.3. Uwagi dotyczące bezpieczeństwa cybernetycznego

Przemysłowe systemy sterowania, które dotychczas pracowały jako izolowane systemy, bazują teraz na otwartych platformach, mają punkty styku z teleinformatyczną siecią przedsiębiorstwa oraz korzystają z łączności realizowanej za pośrednictwem Internetu publicznego lub najczęściej sieci słabo chronionych. Mając na uwadze cyberbezpieczeństwo, po wykonaniu niezbędnych ustawień przetwornika związanych z jego identyfikacją, metrologią i trybami alarmowymi, przetwornik musi mieć włączone blokady:

- zdalnego (HART) zapisu danych lub zmiany nastaw;
- lokalnej zmiany nastaw z użyciem przycisków lokalnego MENU.

Po wykonaniu konfiguracji i uruchomieniu systemu bezpieczeństwa funkcjonalnego, należy korzystać tylko z analogowego prądowego sygnału wyjściowego. Odpowiedzialność za cyberbezpieczeństwo spoczywa na operatorze systemu, który musi zapewnić bezpieczne połączenie pomiędzy systemem E/E/PE związanym z bezpieczeństwem a siecią zakładową. Operator ustanawia i utrzymuje wszelkie odpowiednie środki uwierzytelniania, szyfrowania i instalowania odpowiedniego oprogramowania służącego do ochrony systemu automatyki, które muszą posłużyć przeciwko wszelkim naruszeniom bezpieczeństwa, nieautoryzowanemu dostępowi, ingerencji, włamaniom, przekłamaniom i kradzieży danych.

Aplisens S.A. i jego spółki zależne nie ponoszą odpowiedzialności za jakiekolwiek szkody i/lub straty związane z takimi naruszeniami bezpieczeństwa jak: nieautoryzowany dostęp, ingerencja, włamanie, wyciek i/lub kradzież danych lub informacji.

# 6. Testy funkcji bezpieczeństwa

## 6.1. Proof Test

Zaleca się przeprowadzanie testów funkcji bezpieczeństwa (Proof Test), które umożliwiają wykrycie 100% możliwych, niediagnozowalnych niebezpiecznych błędów przetworników.

Producent zaleca odstęp testów okresowych T[Proof] = 1 rok.

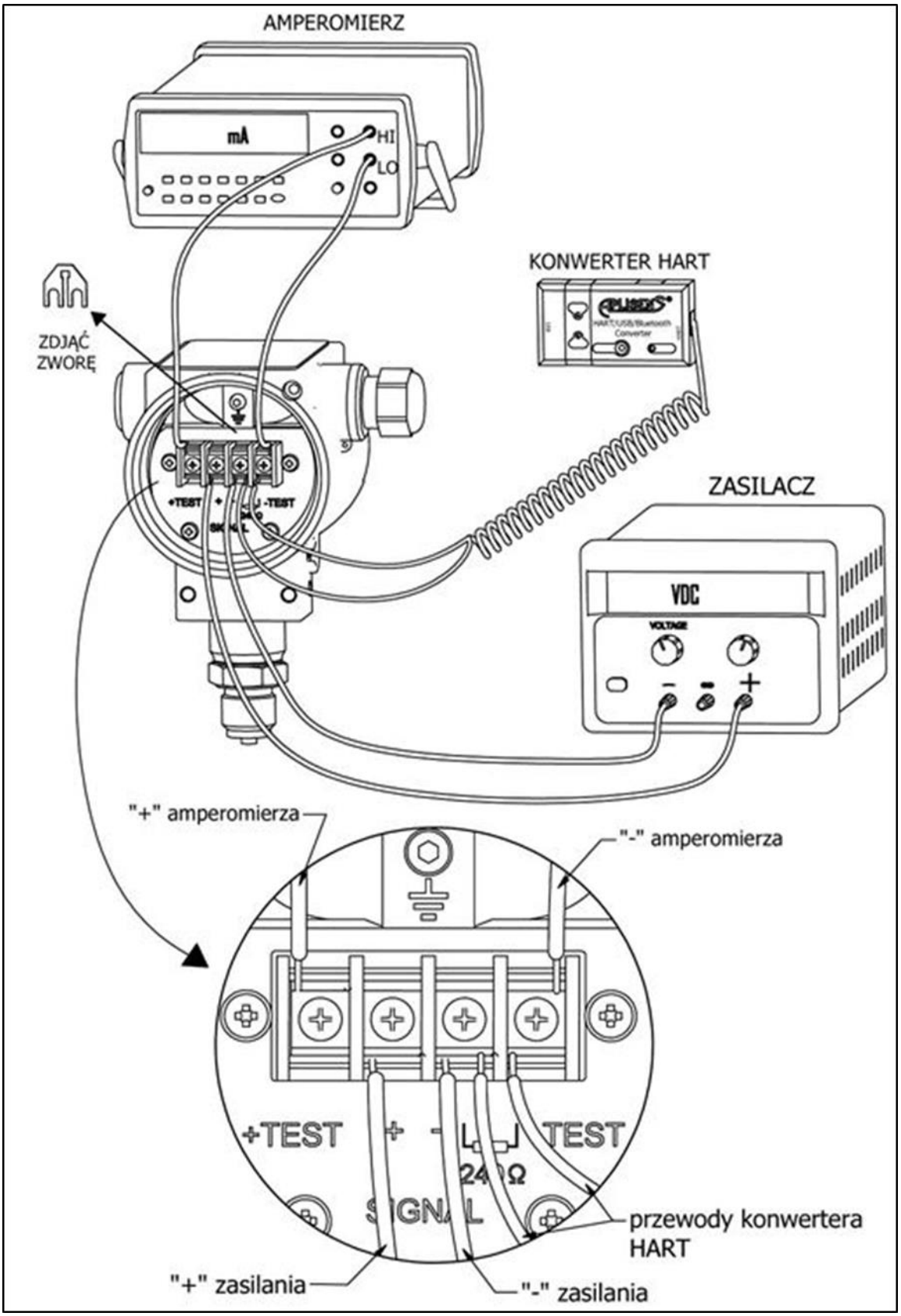
Test funkcji bezpieczeństwa wykonywany jest przy pomocy oprogramowania **RAPORT 2** produkcji APLISENS S.A. z pluginem **SIL PROOF TEST**.

**Lista kroków testu funkcji bezpieczeństwa (Proof Test):**

1. Skonfigurować PLC pracujący w pętli bezpieczeństwa w tryb pozwalający pominąć pomiary i alarmy z użytego w teście przetwornika.
2. Sprawdzić stan osłon mechanicznych przetwornika (brak poluzowań, przecieków) i wymienić odpowiedzialne za szczelność obudowy stwardniałe lub uszkodzone uszczelki i dławnice.
3. Sprawdzić stan połączeń elektrycznych (pewności połączeń przewodów do zacisków łączeniowych).
4. Sprawdzić stan linii przyłączeniowej (w przypadku przetarć izolacji wymienić kabel). Sprawdzić optycznie stan głowicy pomiarowej; w przypadku osadu na membranie pomiarowej głowicy osad usunąć chemicznie rozpuszczając go w środku nieniszczącym membrany. Nie wolno czyścić mechanicznie membrany pomiarowej. Jeśli na króćcu głowicy lub na membranie są ślady korozji, należy skontaktować się z producentem w celu wymiany głowicy lub zastosowania innych, odporniejszych materiałów dla głowicy do tej aplikacji.
5. Uruchomić na komputerze klasy PC pod kontrolą WINDOWS® oprogramowanie **Raport 2** produkcji APLISENS S.A. Do komputera dołączyć modem HART typu HART/USB produkcji APLISENS S.A. lub inny modem pracujący w standardzie BELL 202. Zasilacz, modem oraz amperomierz podłączyć do pętli prądowej zasilającej badany przetwornik zgodnie ze schematem na **Rys. 1**. Zwrócić uwagę na zdjęcie zwory do testu, po jego przeprowadzeniu należy ponownie zamontować zworę. Przetwornik zasilić napięciem 16,50 V DC mierzonym na zaciskach zasilacza.

   Wykonać identyfikację przetwornika i następnie otworzyć zakładkę „**SIL Proof Test**”. Usunąć programowe zabezpieczenie przed zapisem do przetwornika za pomocą komendy HART. W tym celu w zakładce „**SIL Proof Test**” z menu należy wybrać opcję „**Blokada zapisu**”. Uruchomiony zostanie kreator operacji. Należy postępować zgodnie z instrukcjami kreatora, który w kolejnych krokach zapyta o intencje operatora i wykona niezbędne działania.

   WINDOWS® jest znakiem firmowym należącym do Microsoft Corporation.




**Rys.1.** Układ podłączenia przetwornika do pętli prądowej w celu przeprowadzenia testu sprawdzającego

**6.** Wykonać testy wyjścia analogowego pętli prądowej. W tym celu na zakładce „**SIL Proof Test**” z menu należy wybrać opcję „**Test wyjścia analogowego**”. Uruchomiony zostanie kreator testu. Należy postępować zgodnie z instrukcjami kreatora, który w kolejnych krokach przeprowadzi testy przetwornika cyfrowo-analogowego, testy przetwornika U/I oraz testy toru kontroli prądu pętli prądowej.
Kreator kolejno zaleci:

**6.1.** Przetwornik zasilić napięciem 16,50 V DC mierzonym na zaciskach zasilacza. Za pomocą komendy HART wyjście prądowe przetwornika zostanie ustawione na prąd 20,660 mA odpowiadający maksymalnemu bezpiecznemu prądowi przetwornika. Za pomocą referencyjnego miliamperomierza prądu stałego o klasie ≤ 0,025 i rezystancji wewnętrznej ≤ 10 Ω włączonego w pętlę prądową odczytać prąd płynący w linii. Ten test, oprócz kontroli wartości prądu alarmowego, wykrywa ewentualne problemy związane z minimalnym napięciem zasilania przetwornika, które mogą powstać wskutek spadków napięć na rezystancji linii zasilającej lub rezystancji źródła zasilania.

**6.2.** Przy ustawionym wyjściu prądowym na prąd 20,660 mA kreator testu odczyta parametr **PVIret**. Dopuszczalna odchyłka parametru **PVIret** wynosi ±0,032 mA.

**6.3.** Za pomocą komendy HART wyjście prądowe przetwornika zostanie ustawione na prąd 3,280 mA odpowiadający prądowi alarmu LO (pomniejszonemu o dopuszczalny błąd 1%, czyli 0,16 mA). Za pomocą referencyjnego miliamperomierza prądu stałego o klasie ≤ 0,025 włączonego w pętlę prądową odczytać prąd płynący w linii. Ten test wykrywa ewentualne problemy związane z nadmiernym prądem jałowym pobieranym przez przetwornik (np. wskutek uszkodzenia elementu).

Jeżeli zmierzona wartość prądu w teście **6.1**, **6.2** lub **6.3** odbiega odpowiednio od wartości oczekiwanych (z uwzględnieniem dopuszczalnego uchybu z instrukcji obsługi), należy przeprowadzić procedurę kalibracji wyjścia analogowego – prądu dla 4 mA i 20 mA. Procedurę kalibracji należy wykonać z użyciem referencyjnego miliamperomierza prądu stałego o klasie ≤ 0,025 i rezystancji wewnętrznej ≤ 10 Ω. Po wykonaniu kalibracji należy wykonać od nowa czynności z punktu **6.** testu.

Jeżeli pomimo wykonanej kalibracji zmierzona wartość prądu w punkcie **6.1**, **6.2** lub **6.3** odbiega od wartości oczekiwanej (z uwzględnieniem dopuszczalnego uchybu z instrukcji obsługi), **test nie zostanie skończony z wynikiem pozytywnym**, **a przetwornik musi zostać odesłany do producenta w celu naprawy.**

**7.** Wykonać kontrolę funkcji pomiaru ciśnienia / różnicy ciśnień. W tym celu na zakładce „**SIL Proof Test**” należy wybrać opcję „**Test pomiaru ciśnień / różnicy ciśnień**”. Uruchomiony zostanie kreator testu. Kreator w kolejnych krokach przeprowadzi testy ciśnieniowe, należy postępować zgodnie z jego instrukcjami:

**7.1.** Przetwornik zasilić napięciem 16,50 V DC mierzonym na zaciskach zasilacza. Za pomocą zadajnika ciśnienia o klasie ≤ 0,03 doprowadzić do przetwornika ciśnienie referencyjne o wartości odpowiadającej 4 mA (0% zakresu nastawionego ciśnienia) i przy pomocy miliamperomierza o klasie ≤ 0,025 i rezystancji wewnętrznej ≤ 10 Ω wykonać pomiar prądu płynącego w pętli prądowej.

**7.2.** Za pomocą zadajnika ciśnienia o klasie ≤ 0,03 doprowadzić do przetwornika ciśnienie referencyjne o wartości odpowiadającej 12 mA (50% zakresu nastawionego ciśnienia) i przy pomocy miliamperomierza o klasie ≤ 0,025 i rezystancji wewnętrznej ≤ 10 Ω wykonać pomiar prądu płynącego w pętli prądowej.

**7.3.** Za pomocą zadajnika ciśnienia o klasie ≤ 0,03 doprowadzić do przetwornika ciśnienie referencyjne o wartości odpowiadającej 20 mA (100% zakresu nastawionego ciśnienia) i przy pomocy miliamperomierza o klasie ≤ 0,025 i rezystancji wewnętrznej ≤ 10 Ω wykonać pomiar prądu płynącego w pętli prądowej.

Jeżeli zmierzone wartości prądu odbiegają od wartości oczekiwanej, która powinna zmieścić się w przedziale ±0,012 mA (z uwzględnieniem dopuszczalnego uchybu wynikającego z instrukcji obsługi), należy przeprowadzić procedurę kalibracji ciśnieniowej przetwornika dla zadanych wartości ciśnienia referencyjnego odpowiadającego początkowi i końcowi zakresu nastawionego (lub podstawowego). W takim przypadku po wykonaniu kalibracji należy ponowić test począwszy od punktu **7**.

Jeżeli przy poprawnie przeprowadzonej procedurze kalibracji przetwornik w dalszym ciągu wystawia prąd o wartości odbiegającej od wartości oczekiwanej (z uwzględnieniem dopuszczalnego uchybu wynikającego z instrukcji obsługi), **przetwornik niezwłocznie musi zostać odesłany do producenta w celu naprawy.**

**8.** Przetwornik zasilić napięciem 16,50 V DC mierzonym na zaciskach zasilacza. Wykonać kontrolę pomiaru temperatur struktury czujnika ciśnieniowego, przetwornika ADC oraz głównego mikrokontrolera. W tym celu, po ustabilizowaniu się warunków termicznych w środowisku o temperaturze 15 - 25°C, należy zmierzyć za pomocą referencyjnego termometru elektronicznego o klasie co najmniej „B" – temperaturę korpusu przetwornika. Przez „ustabilizowane warunki termiczne" rozumie się zapewnienie w miarę jednorodnej temperatury korpusu przetwornika oraz zintegrowanego z nim czujnika ciśnienia. Z menu zakładki „**SIL Proof Test**" należy wybrać opcję „**Testy temperaturowe**". Uruchomiony zostanie kreator testu. Należy postępować zgodnie z instrukcjami kreatora, który w kolejnych krokach przeprowadzi testy temperaturowe. Oprogramowanie odczyta drugą, trzecią i czwartą zmienną procesową (SV, TV, FV). Odpowiadają one kolejno temperaturze czujnika ciśnienia (SV), temperaturze głównego mikrokontrolera (TV) oraz temperaturze przetwornika ADC (FV).

Jeżeli przy poprawnie przeprowadzonej procedurze testu wartości temperatur SV, TV, FV odbiegają od temperatury zmierzonej za pomocą referencyjnego termometru elektronicznego o więcej niż 5°C, **przetwornik niezwłocznie musi zostać odesłany do producenta w celu naprawy**.

**9.** Przetwornik zasilić napięciem 16,50 V DC mierzonym na zaciskach zasilacza. Wykonać kontrolę funkcjonowania modułów alarmowych. Z menu zakładki „**SIL Proof Test**" należy wybrać opcję „**Test modułów alarmowych**". Uruchomiony zostanie kreator testu. Należy postępować zgodnie z instrukcjami kreatora, który w kolejnych krokach przeprowadzi testy podstawowego oraz zapasowego modułu alarmowego.

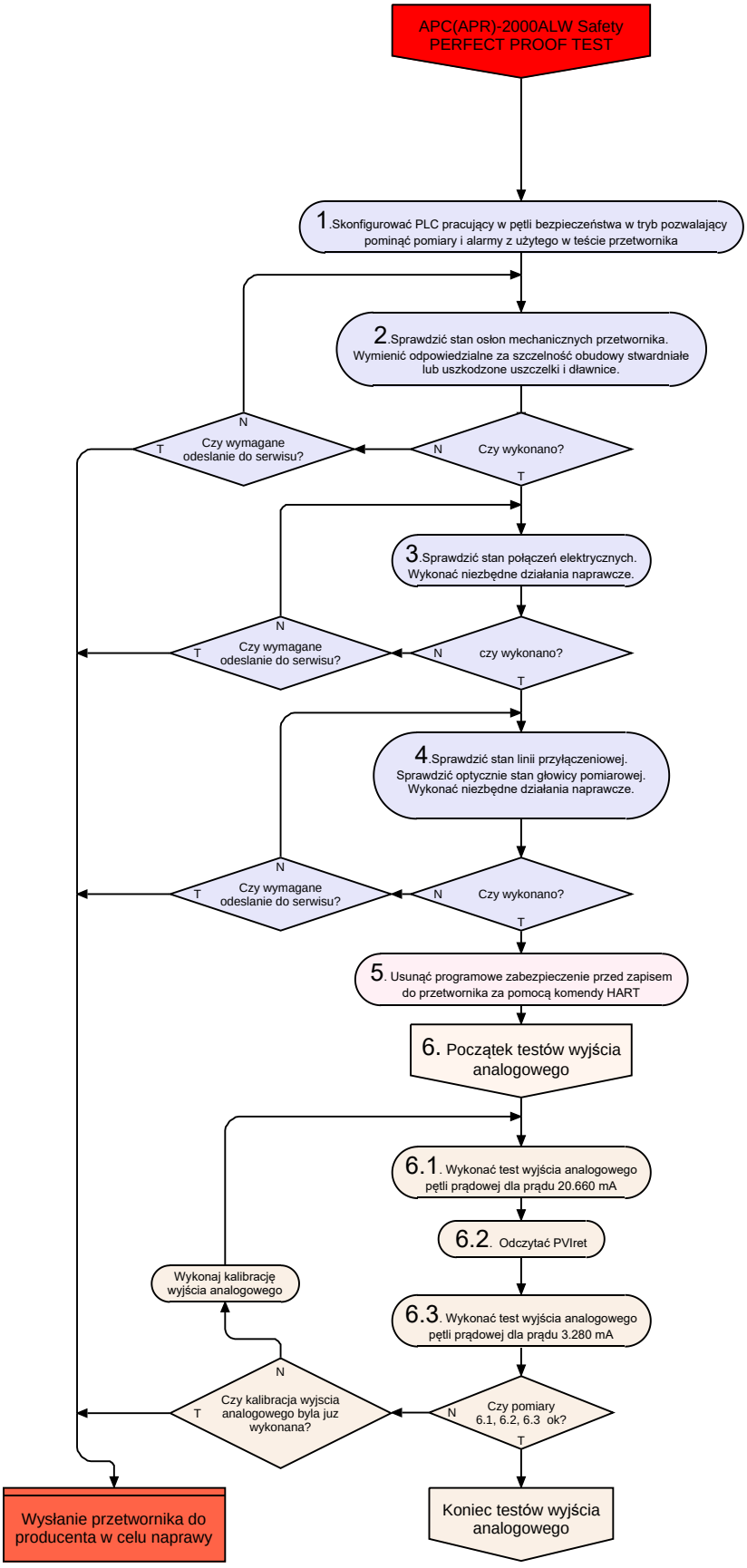
Jeżeli przy poprawnie przeprowadzonej procedurze testu przetwornik nie zachowa się zgodnie z opisem zawartym w kreatorze testu, **niezwłocznie musi on zostać odesłany do producenta w celu naprawy**.

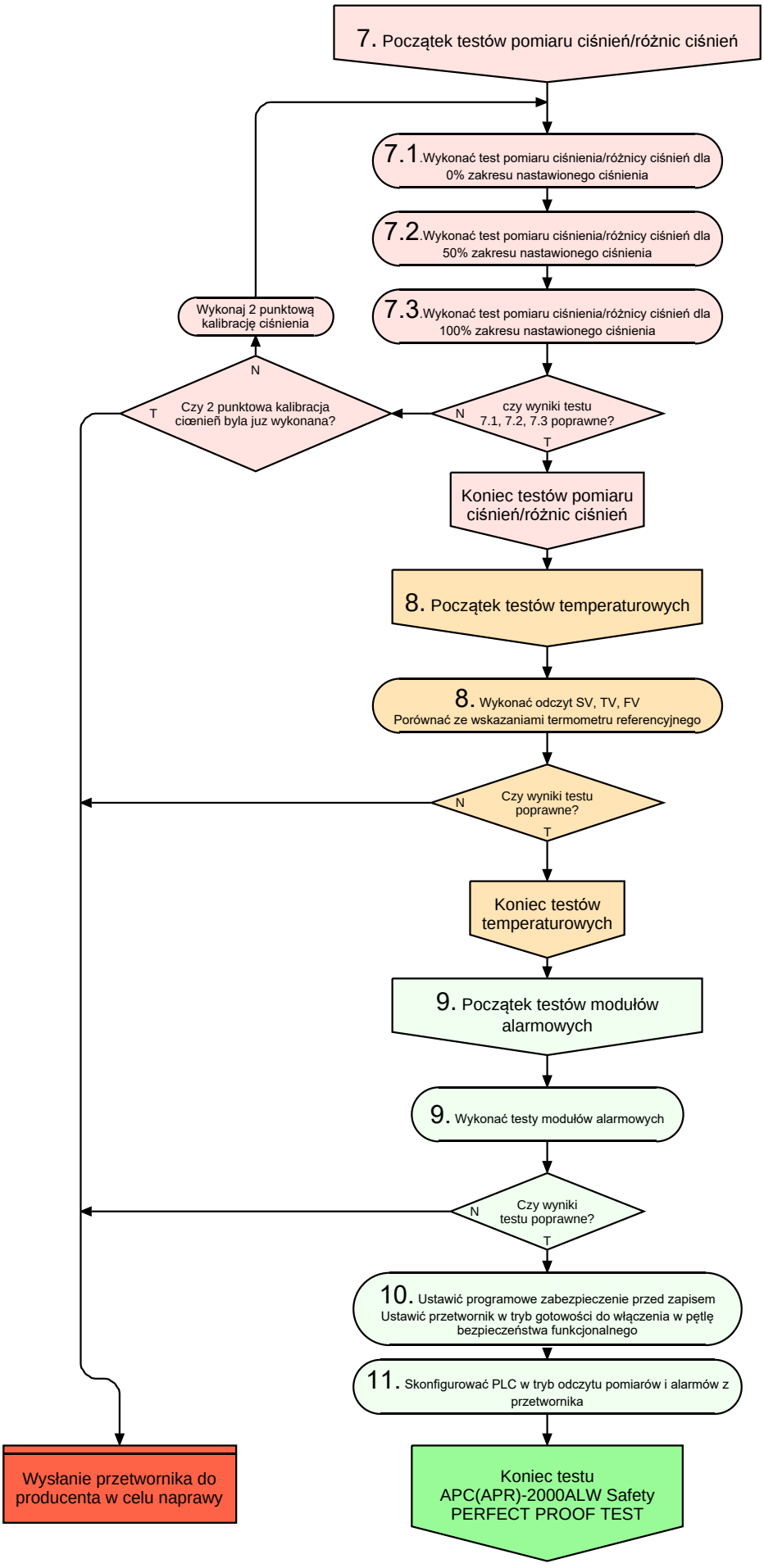
**10.** Ustawić programowe zabezpieczenie przed zapisem do przetwornika za pomocą komendy **HART** (oprogramowanie Raport 2 produkcji APLISENS S.A.). W tym celu w zakładce „**SIL Proof Test**" z menu należy wybrać opcję „**Blokada zapisu**". Uruchomiony zostanie kreator operacji. Należy postępować zgodnie z instrukcjami kreatora, który w kolejnych krokach zapyta o intencje operatora i wykona niezbędne działania. Po poprawnym zakończeniu testów kreator testu wygeneruje raport z testu i ustawi przetwornik w tryb gotowości do włączenia w pętlę bezpieczeństwa funkcjonalnego.

**11.** Skonfigurować PLC pracujący w pętli bezpieczeństwa w tryb pozwalający odczytywać pomiary i alarmy z użytego w teście przetwornika. Udokumentować i zarchiwizować wyniki testu.

Lista kontrolna czynności do wykonania dla Testu sprawdzającego (Proof Test) została zamieszczona w **załączniku 1** instrukcji bezpieczeństwa.

## 6.2. Schemat blokowy Testu sprawdzającego (Proof Test)




7. Początek testów pomiaru ciśnień/różnic ciśnień
7.1.Wykonać test pomiaru ciśnienia/różnicy ciśnień dla 0% zakresu nastawionego ciśnienia
7.2.Wykonać test pomiaru ciśnienia/różnicy ciśnień dla 50% zakresu nastawionego ciśnienia
7.3.Wykonać test pomiaru ciśnienia/różnicy ciśnień dla 100% zakresu nastawionego ciśnienia
czy wyniki testu 7.1, 7.2, 7.3 poprawne?
N
T
Czy 2 punktowa kalibracja ciœnień byla juz wykonana?
N
T
Wykonaj 2 punktową kalibrację ciśnienia
Koniec testów pomiaru ciśnień/różnic ciśnień
8. Początek testów temperaturowych
8. Wykonać odczyt SV, TV, FV
Porównać ze wskazaniami termometru referencyjnego
Czy wyniki testu poprawne?
N
T
Koniec testów temperaturowych
9. Początek testów modułów alarmowych
9. Wykonać testy modułów alarmowych
Czy wyniki testu poprawne?
N
T
10. Ustawić programowe zabezpieczenie przed zapisem
Ustawić przetwornik w tryb gotowości do włączenia w pętlę bezpieczeństwa funkcjonalnego
11. Skonfigurować PLC w tryb odczytu pomiarów i alarmów z przetwornika
Wysłanie przetwornika do producenta w celu naprawy
Koniec testu APC(APR)-2000ALW Safety PERFECT PROOF TEST

## 7. Naprawa

Nie dopuszcza się żadnych napraw ani innych ingerencji w układ elektroniczny przetwornika. Oceny uszkodzenia i ewentualnej naprawy może dokonać jedynie serwis APLISENS S.A. Funkcje bezpieczeństwa nie mogą być zagwarantowane, jeśli naprawy dokona ktokolwiek inny.

## 8. Dane niezawodnościowe

| Wyroby | $\lambda_{total}$ FIT | $\lambda_{NE}$ FIT | $\lambda_{SD}$ FIT | $\lambda_{SU}$ FIT | $\lambda_{DD}$ FIT | $\lambda_{DU}$ FIT | SFF % | DC % | MTBF |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| APC-2000ALW Safety | 905,321 | 265,723 | 0 | 138,208 | 451,857 | 49,533 | 92,256 | 90,121 | $1{,}105\times10^{6}$ h 126,094 Yrs |
| APR-2000ALW Safety | 919,621 | 265,723 | 0 | 138,208 | 453,387 | 62,303 | 90,472 | 87,919 | $1{,}087\times10^{6}$ h 124,133 Yrs |

| Wyroby | T[Proof] = 1 rok | T[Proof] = 2 lata | T[Proof] = 5 lat | T[Proof] = 10 lat |
|---|---|---|---|---|
| APC-2000ALW Safety | $PFD_{avg} = 2{,}17\times10^{-4}$ | $PFD_{avg} = 4{,}34\times10^{-4}$ | $PFD_{avg} = 1{,}08\times10^{-3}$ | $PFD_{avg} = 2{,}17\times10^{-3}$ |
| APR-2000ALW Safety | $PFD_{avg} = 2{,}73\times10^{-4}$ | $PFD_{avg} = 5{,}46\times10^{-4}$ | $PFD_{avg} = 1{,}36\times10^{-3}$ | $PFD_{avg} = 2{,}73\times10^{-3}$ |

| | |
|---|---|
| **Systematic Capability** | SC 3 (SIL 3 Capable) |
| **Random Capability** | Type B Element<br>SIL2@HFT=0; SIL3@HFT=1; Route $1_H$ |

**PFH = $\lambda_{DU}$**
**MTTR = MRT = 8h**
Dla wyżej wymienionych wyrobów producent zaleca odstęp testów okresowych **T[Proof] = 1 rok.**

# 9. Rejestr zmian

| Nr zmiany | Edycja dokumentu | Data | Opis zmian |
|---|---|---|---|
| - | 014.004.001 | 12-03-2019 | Pierwsza wersja, opracował dział KBF. |
| 1 | 01.A.001<br>014.004.002 | 19-03-2019 | Dodano informacje związane z cyberbezpieczeństwem, opracował dział KBF. |
| 2 | 01.A.002<br>014.004.003 | 01-04-2019 | W liście kontrolnej dodano informację dotyczącą cyberataków, opracował dział KBF. |
| 3 | 01.A.003<br>014.004.004 | 15-04-2019 | Dodano kody QR, opracował dział KBF. |
| 4 | 01.A.004<br>014.004.005 | 15-05-2019 | Zmieniono kody QR, opracował dział KBF. |
| 5 | 01.A.005<br>014.004.006 | 28-05-2019 | Zmiana deklaracji zgodności, opracował dział KBF. |
| 6 | 01.A.006 | 06-06-2019 | Dodanie certyfikatu SIL, zmiana deklaracji zgodności zgodnie z certyfikatem, opracował dział KBF. |
| 7 | 01.A.007 | 29-08-2019 | Zmieniono deklaracje zgodności SIL, opracował dział KBF. |
| 8 | 01.A.008 | 01-07-2020 | Zmiany redakcyjne. Opracował dział DBFD. |
| 9 | 01.B.001 | 27-04-2023 | Zmiany redakcyjne, zmieniono kody QR i numery ID w związku z aktualizacją certyfikatów przeciwwybuchowych. Opracował dział DBFD. |

## **Załącznik 1.** Lista kontrolna czynności do wykonania Testu sprawdzającego **(Proof Test)**

Data rozpoczęcia testu: _____

Osoba przeprowadzająca test: _____

**1.** Skonfigurować PLC pracujący w pętli bezpieczeństwa w tryb pozwalający pominąć pomiary i alarmy z użytego w teście przetwornika.

wykonano? **T/N** **[ ]**

**2.** Sprawdzić stan osłon mechanicznych przetwornika (brak poluzowań, przecieków) i wymienić odpowiedzialne za szczelność obudowy stwardniałe lub uszkodzone uszczelki i dławnice.

wykonano? **T/N** **[ ]**

**3.** Sprawdzić stan połączeń elektrycznych (pewności połączeń przewodów do zacisków łączeniowych).

wykonano? **T/N** **[ ]**

**4.** Sprawdzić stan linii przyłączeniowej (w przypadku przetarć izolacji wymienić kabel).

wykonano? **T/N** **[ ]**

Sprawdzić optycznie stan głowicy pomiarowej. W przypadku osadu na membranie pomiarowej głowicy osad usunąć chemicznie rozpuszczając go w środku nieniszczącym membrany.

wykonano? **T/N** **[ ]**

**5.** Usunąć programowe zabezpieczenie przed zapisem do przetwornika za pomocą komendy HART.

wykonano? **T/N** **[ ]**

**UWAGI:**

**6.** Wykonać testy wyjścia analogowego pętli prądowej.

**6.1.** Wykonać test wyjścia analogowego pętli prądowej dla prądu 20,660 mA.

wykonano? **T/N** **[ ]**

**6.2.** Odczytać PVIret dla prądu 20,660 mA.

wykonano? **T/N** **[ ]**

**6.3.** Wykonać test wyjścia analogowego pętli prądowej dla prądu 3,280 mA.

wykonano? **T/N** **[ ]**

Czy wyniki testów są poprawne? **T/N** **[ ]**

Czy była przeprowadzona kalibracja? **T/N** **[ ]**

**UWAGI:**

---

**7.** Wykonać testy pomiarów ciśnień / różnicy ciśnień.

**7.1.** Wykonać test dla 0% zakresu ciśnienia nastawionego.

wykonano? **T/N** **[ ]**

**7.2.** Wykonać test dla 50% zakresu ciśnienia nastawionego.

wykonano? **T/N** **[ ]**

**7.3.** Wykonać test dla 100% zakresu ciśnienia nastawionego.

wykonano? **T/N** **[ ]**

Czy wyniki testów są poprawne? **T/N** **[ ]**

Czy była przeprowadzona kalibracja? **T/N** **[ ]**

**UWAGI:**

**8.** Wykonać testy temperaturowe poprzez odczyt SV, TV, FV i porównanie ze wskazaniem termometru referencyjnego.

Czy wyniki testów są poprawne? **T/N** **[ ]**

**UWAGI:**

---

**9.** Wykonać testy modułów alarmowych (testy obejmują również alarmowanie wywołane cyberatakami).

Czy wyniki testów są poprawne? **T/N** **[ ]**

**UWAGI:**

---

**10.** Skontrolować poprawność nastawy jednostki ciśnienia.

wykonano? **T/N** **[ ]**

Skontrolować poprawność nastawy typu charakterystyki przetwarzania.

wykonano? **T/N** **[ ]**

Skontrolować poprawność nastawy początku i końca zakresu nastawionego ciśnienia.

wykonano? **T/N** **[ ]**

Skontrolować poprawność nastawy stałej czasowej.

wykonano? **T/N** **[ ]**

Skontrolować pool-adres przyrządu (powinien być równy zero – praca analogowa).
wykonano? **T/N** **[ ]**

Skontrolować konfigurację wyjścia analogowego – tryb pracy oraz rodzaj prądu alarmowego „L”.

wykonano? **T/N** **[ ]**

Ustawić w przetworniku programowe zabezpieczenie przed zapisem.

wykonano? **T/N** **[ ]**

**UWAGI:**

**11.** Skonfigurować PLC w tryb odczytu pomiarów i alarmów z przetwornika włączając go w pętlę bezpieczeństwa funkcjonalnego.

wykonano? **T/N** **[ ]**

**UWAGI:**

Data zakończenia testu i podpis osoby przeprowadzającej test:

…… ……

Data Podpis