Załącznik B5

**Wymagania szczegółowe dla branży AKPiA**

**Adres miejsca realizacji prac:**

PGE Energia Ciepła S.A. Oddział w Szczecinie

Nowe Czarnowo 76, 74-105 Nowe Czarnowo,

Działka nr 118/54 obręb Pniewo

**Nazwa i adres Zamawiającego:**

PGE Energia Ciepła S.A.

ul. Złota 59, Budynek Skylight, XII p.,

00-120 Warszawa

Spis treści

[Spis Tabel 5](#_Toc184205473)

[1 Definicje i skróty 8](#_Toc184205474)

[1.1 Definicje użyte w dokumencie 8](#_Toc184205475)

[1.2 Skróty użyte w dokumencie 9](#_Toc184205476)

[2 Wymagania dla systemów sterowania PLC i SCADA 10](#_Toc184205477)

[2.1 Główne założenia 10](#_Toc184205478)

[2.2 Wymagania ogólne 10](#_Toc184205479)

[2.3 Wymagania odnośnie miejsca zabudowy 12](#_Toc184205480)

[2.4 System SCADA 13](#_Toc184205481)

[2.5 Architektura systemu sterowania 14](#_Toc184205482)

[2.6 Prezentacja danych (synoptyki) 15](#_Toc184205483)

[2.7 Archiwizacja 17](#_Toc184205484)

[2.8 Raportowanie 18](#_Toc184205485)

[2.9 Narzędzia inżynierskie 18](#_Toc184205486)

[2.10 Sieci i urządzenia Komunikacyjne 19](#_Toc184205487)

[2.11 Panele dotykowe HMI 19](#_Toc184205488)

[2.12 PLC 20](#_Toc184205489)

[2.13 Licencjonowanie 22](#_Toc184205490)

[2.14 Dokumentacja 22](#_Toc184205491)

[2.15 Szkolenia 22](#_Toc184205492)

[2.16 Wymagania odbiorowe FAT i SAT 22](#_Toc184205493)

[2.17 Gwarancja 23](#_Toc184205494)

[3 Wymagania w zakresie serwerów czasu 23](#_Toc184205495)

[3.1 Wymagania w zakresie serwerów czasu i instalacji antenowej 23](#_Toc184205496)

[3.2 Wymagania w zakresie nadawania znacznika czasu 23](#_Toc184205497)

[4 Wymagania dla autonomicznych systemów sterowania BlackBox, komunikacji oddalonej i cyberbezpieczeństwa 23](#_Toc184205498)

[4.1 Wymagania dla autonomicznych systemow sterowania urządzeń BlackBox. 24](#_Toc184205499)

[4.2 Wymagania dla komunikacji z obiektami oddalonymi 24](#_Toc184205500)

[4.3 Wymagania dla cyberbezpieczeństwa systemów OT 24](#_Toc184205501)

[5 Wymagania w zakresie automatyki zabezpieczającej 24](#_Toc184205502)

[5.1 Informacje ogólne 24](#_Toc184205503)

[5.2 Podstawowe funkcje systemów automatyki zabezpieczającej 25](#_Toc184205504)

[5.3 Wymagania dla automatyki zabezpieczającej 25](#_Toc184205505)

[5.4 Dodatkowe wymagania dla dokumentacji systemu 26](#_Toc184205506)

[6 Testy fabryczne i obiektowe 26](#_Toc184205507)

[6.1 Testy FAT (Factory Acceptance Test) 26](#_Toc184205508)

[6.2 Testy SAT (Site Acceptance Test) 27](#_Toc184205509)

[6.3 Testy SIT 28](#_Toc184205510)

[6.4 I/O check out 28](#_Toc184205511)

[6.5 Sprawdzenie poziomów alarmowania 28](#_Toc184205512)

[6.6 Sprawdzenie sekwencji i UAR 29](#_Toc184205513)

[6.7 Raporty i protokoły 29](#_Toc184205514)

[7 Wymagania dla aparatury obiektowej 29](#_Toc184205515)

[7.1 Wymagania ogólne 29](#_Toc184205516)

[7.2 Jednostki Miar 30](#_Toc184205517)

[8 Wymagania w zakresie układów pomiarowych temperatury 30](#_Toc184205518)

[8.1 Rodzaje aparatury do pomiaru temperatury 30](#_Toc184205519)

[8.2 Przetworniki pomiarowe. 32](#_Toc184205520)

[8.3 Wymagania specyfikacyjne 32](#_Toc184205521)

[8.4 Umiejscowienie zabudowy aparatury pomiarowej 36](#_Toc184205522)

[8.5 Uruchomienie pomiaru 38](#_Toc184205523)

[8.6 Wymagane wyposażenie 38](#_Toc184205524)

[9 Wymagania w zakresie przyłączy mechanicznych aparatury do pomiaru temperatury. 39](#_Toc184205525)

[9.1 Informacje ogólne 39](#_Toc184205526)

[9.2 Umiejscowienie króćców do pomiaru temperatury 39](#_Toc184205527)

[9.3 Króćce i pochwy 42](#_Toc184205528)

[9.4 Instalacja i uruchomienie 46](#_Toc184205529)

[10 Wymagania w zakresie układów pomiarowych ciśnienia 48](#_Toc184205530)

[10.1 Rodzaje aparatury do pomiaru ciśnienia 48](#_Toc184205531)

[10.2 Parametry specyfikacyjne 48](#_Toc184205532)

[10.3 Umiejscowienie zabudowy aparatury pomiarowej 50](#_Toc184205533)

[10.4 Sposoby podłączenia 50](#_Toc184205534)

[10.5 Uruchomienie pomiaru 51](#_Toc184205535)

[10.6 Wymagane wyposażenie 52](#_Toc184205536)

[11 Wymagania w zakresie przyłączy mechanicznych aparatury do pomiarów ciśnienia, różnicy ciśnień i innej opartej na tych pomiarach 52](#_Toc184205537)

[11.1 Umiejscowienie króćców przyłączy do pomiaru ciśnienia 52](#_Toc184205538)

[11.2 Metody przyłączania układów pomiarowych 56](#_Toc184205539)

[11.3 Umiejscowienie króćców pomiarowych 57](#_Toc184205540)

[11.4 Elementy przyłączy 58](#_Toc184205541)

[12 Wymagania w zakresie układów pomiarowych poziomu 60](#_Toc184205542)

[12.1 Informacje ogólne 60](#_Toc184205543)

[12.2 Rodzaje i metody pomiarowe 60](#_Toc184205544)

[12.3 Parametry urządzeń 61](#_Toc184205545)

[12.4 Instalacja i uruchomienie 61](#_Toc184205546)

[13 Wymagania w zakresie pomiarów przepływu 62](#_Toc184205547)

[13.1 Wymagania ogólne 62](#_Toc184205548)

[13.2 Instalacja i uruchomienie 63](#_Toc184205549)

[14 Pomiary rozliczeniowe i bilansowe 63](#_Toc184205550)

[14.1 Układ pomiarowy gazu 64](#_Toc184205551)

[14.2 Układy pomiaru energii cieplnej 65](#_Toc184205552)

[15 Standardy Sterowania 68](#_Toc184205553)

[15.1 Wymagania ogólne 68](#_Toc184205554)

[15.2 Wymagania minimalne standardów sterowania (minimalne zestawienie sygnałów z punktu widzenia systemu nadrzędnego). 69](#_Toc184205555)

[16 Wymagania dla siłowników i napędów 72](#_Toc184205556)

[16.1 Wymagania ogólne 72](#_Toc184205557)

[16.2 Klasyfikacja napędów według rodzajów pracy 72](#_Toc184205558)

[16.3 Warunki otoczenia 73](#_Toc184205559)

[16.4 Przyłącza mechaniczne 73](#_Toc184205560)

[16.5 Wykonanie – wymagania podstawowe 75](#_Toc184205561)

[17 Zasilanie AKPiA 76](#_Toc184205562)

[17.1 Wymagania ogólne 76](#_Toc184205563)

[18 Wymagania w zakresie projektowania, doboru i układania kabli i przewodów AKPiA 77](#_Toc184205564)

[18.1 Ogólna charakterystyka i wymagania w zakresie układania przewodów i kabli 77](#_Toc184205565)

[18.2 Dobór przewodów i kabli 80](#_Toc184205566)

[18.3 Inne wymagania szczegółowe wynikające z przeznaczenia i zastosowania 83](#_Toc184205567)

[18.4 Kanalizacja kablowa 84](#_Toc184205568)

[18.5 Odbiory 85](#_Toc184205569)

[19 Ochrona przeciwwybuchowa 85](#_Toc184205570)

[19.1 Wymagania ochrony przeciwwybuchowej 85](#_Toc184205571)

[20 System sygnalizacji pożaru (SSP) 87](#_Toc184205572)

[20.1 Zadania automatycznego systemu sygnalizacji pożaru (SSP): 87](#_Toc184205573)

[20.2 Wymagania szczegółowe: 88](#_Toc184205574)

[21 Wymagania Dotyczące Projektowania i Dokumentacji 89](#_Toc184205575)

[21.1 Wymagania ogólne 89](#_Toc184205576)

[21.2 Wymagania odnośnie czynności wykonywanych okresowo – przeglądów i konserwacji. 90](#_Toc184205577)

[21.3 Wymagana dokumentacja w zakresie systemów sterowania to: 90](#_Toc184205578)

[21.4 W zakresie systemów automatyki zabezpieczającej wymaga się dostarczenia: 90](#_Toc184205579)

[21.5 W zakresie dostaw pomiarów fizykochemicznych wymaga się przedstawienia: 91](#_Toc184205580)

[22 Wykaz powiązanych norm i aktów prawnych 91](#_Toc184205581)

[23 Wykaz zalączników 101](#_Toc184205582)

# Spis Tabel

[*Tabela 1 - podstawowe jednostki miar* 31](#_Toc153263977)

[*Tabela 2 – Zalecane metody pomiarowe – pomiary poziomu* 61](#_Toc153263978)

[*Tabela 3 - wymagania dla przepływomierzy* 64](#_Toc153263979)

[*Tabela 4 –wymagania dla testów trwałości napędów* 73](#_Toc153263980)

[*Tabela 5 – oddziaływanie zakłóceń* 83](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153263981)

[*Tabela 6 – Wykaz norm 96*](#_Toc153263982)

[*Tabela 7 Ustawy, Dyrektywy oraz Rozporządzenia obowiązujące w dokumencie*  103](#_Toc153263983)

**Spis Rysunków**

[Rysunek 1 - Schemat architektury Systemu sterowania w środowisku zwirtualizowanym 15](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266377)

[Rysunek 2 - Schemat ogólny układu synoptyk 17](#_Toc153266378)

[Rysunek 3 - Warianty zabudowy czujników w zależności od długości czujnika i średnicy rurociągu 38](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266379)

[Rysunek 4 - Przykładowe warianty zabudowy czujników w zależności od długości czujnika i średnicy rurociągu 41](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266380)

[Rysunek 5 - Zabudowa czujnika temperatury w kanale spalin 42](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266381)

[Rysunek 6 - Przykłady króćców wkręcanych dla czujników pomiaru temperatury metalu oraz 44](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266382)

[Rysunek 7 - Przykłady króćców montażowych z gwintem zewnętrznym (po lewej) i wewnętrznym (po prawej) 45](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266383)

[Rysunek 8 - Przykładowa kieszeń do montażu czujników temperatury 46](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266384)

[Rysunek 9 - Przykład osłony ciśnieniowej wspawywanej z gwintem wewnętrznym 47](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266385)

[Rysunek 10 - Przykład zabudowy czujnika w osłonie ciśnieniowej (pochwie) 48](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266386)

[Rysunek 11 - Rekomendowane umiejscowienie króćców pomiarowych w rurociągu wodnym 53](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266387)

[Rysunek 12 - Rekomendowane umiejscowienie króćców pomiarowych w rurociągu parowym 54](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266388)

[Rysunek 13 - Rekomendowane umiejscowienie króćców pomiarowych w rurociągu parowym pod próżnią 54](#_Toc153266389)

[Rysunek 14 – Rekomendowane umiejscowienie króćców w rurociągu gazowym 55](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266390)

[Rysunek 15 - Rekomendowane umiejscowienie króćców pomiarowych dla pary, gazu, spalin i wody w rurociągu pionowym 55](#_Toc153266391)

[Rysunek 16 - Orientacyjne położenie króćca pomiarowego przy pomiarze poziomu 56](#_Toc153266392)

[Rysunek 17 - Umiejscowienie króćców pomiarowych do pomiaru gęstości w zbiornikach 56](#_Toc153266393)

[Rysunek 18 - Umiejscowienie króćców pomiarowych pomiaru poziomu w zbiornikach ciśnieniowych 57](#_Toc153266394)

[Rysunek 19 Schemat minimalnych odległości kabli AKPiA od energetycznych. 84](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266395)

[Rysunek 20 Zalecane rozmieszczenie kabli w korytach. 84](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266396)

[Rysunek 21 Taśma ostrzegawcza z napisem ,,UWAGA KANALIZACJA KABLOWA” 90](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153266397)

# Definicje i skróty

## Definicje użyte w dokumencie

### ***BlackBOX*** – dedykowany programowalny układ sterowania urządzenia wytwórczego, dostarczony wraz z samym urządzeniem.

### **DCS** – (ang. Distributed Control System) – Rozproszony System Sterowania – System odpowiadający za sterowanie i wizualizację procesu przemysłowego posiadający wspólną bazę danych dla sterowania i wizualizacji.

### ***Dodatni współczynnik temperaturowy*** – współczynnik temperaturowy określony odpowiednią zależnością (wzorem), informujący, że rezystancja czujnika (termorezystancyjnego) wzrasta wraz ze wzrostem temperatury

### ***Hazard and Operability Study (HAZOP****)* – analiza zagrożeń i zdolności operacyjnych wykorzystywana najczęściej do oceny ryzyka procesowego

### ***Historian*** – oprogramowanie przeznaczone do zbierania i analizowania danych produkcyjnych

### **HMI –** (ang. Human Machine Interface) –HMI oznacza „interfejs człowiek-maszyna” i odnosi się do oprogramowania implementowanego na panelu operatorskim umożliwiającego użytkownikowi komunikowanie się z maszyną, programem komputerowym lub systemem, technicznie jest to najczęściej panel operatorski.

### ***Host*** – maszyna komputerowa uczestnicząca w wymianie danych poprzez sieć komputerową za pomocą protokołu komunikacyjnego TCP/IP. W tym przypadku jest to fizyczna maszyna działająca jako maszyna wirtualna pełniąca funkcję serwerów i stacji roboczych

### ***Hypervisor (hipernadzorca)*** – narzędzie do zarządzania procesami wirtualizacji.

### ***Karty I/O*** - (ang. Input/Output) – moduły wejścia i wyjść systemu sterowania, kompatybilne z kontrolerami (procesorami). Rozróżniamy moduły wejść/wyjść binarnych (lub inaczej cyfrowych, dla wartości 0 lub 1 w postaci sygnału napięciowego) oraz analogowych (skwantowane/dyskretne wartości mierzone lub wyliczone przekazywane są jako sygnały prądowe lub napięciowe), moduły stosowane w systemach klasy DCS do zastosowań specjalnych jak np. moduły sterowania, regulacji, komunikacyjne, do układów zliczających

### ***LSZH (ang. Low Smoke Zero Halogen)*** – oznacza, że produkt lub izolacja wykonana jest z materiału niewydzielającego podczas pożaru szkodliwych i toksycznych substancji (halogenów) oraz dużych ilości dymu.

### **Oddział** – wyodrębniona organizacyjnie część przedsiębiorstwa Spółki posiadająca status pracodawcy, zarządzana przez Dyrektora Oddziału.

### ***Oprogramowanie DCS*** – łącznie oprogramowanie Narzędziowe DCS i Oprogramowanie Sterujące DCS pozwalające na korzystanie z systemu DCS.

### ***Oprogramowanie Narzędziowe DCS*** – zespół oprogramowania obejmujący między innymi następujące komponenty:

1. Oprogramowanie stacji systemowych tj. stacji procesowych, stacji operatorskich i inżynierskich,
2. Oprogramowanie służące do przygotowania oprogramowania sterującego (wykonanie aplikacji, konfiguracji, wizualizacji, diagnostyki i sterowania procesem),
3. Oprogramowanie bazodanowe wykorzystywane do archiwizacji danych procesowych i inżynierskich

### ***Oprogramowanie Sterujące DCS*** – zespół oprogramowania aplikacyjnego wraz z wizualizacjami, służące do sterowania i monitorowania procesów

### **PLC** –(ang. Programmable Logic Controller) – Programowalny sterownik logiczny – uniwersalne urządzenie mikroprocesorowe przeznaczone do sterowania pracą maszyny, urządzenia lub procesu technologicznego.

### ***Pomiary fizykochemiczne*** – pomiary polegające na analizie właściwości fizykochemicznych cieczy

### **Potencjał utleniania-redukcji (ORP)** - Potencjał redox będący miarą zdolności do oddawania i przyjmowania elektronów

### ***Serwer*** –komputer z odpowiednim oprogramowaniem biorący udział w udostępnianiu zasobów innym urządzeniom w sieci komputerowej np. serwer aplikacji, serwer bazy danych

### ***Sieć komunikacyjna*** – sieć integrująca poszczególne komponenty Systemu sterowania w warstwie obiektowej, warstwie procesowej oraz warstwie operatorskiej.

### **System nadzoru i akwizycji danych (SCADA)** – System informatyczny nadzorujący przebieg procesu technologicznego.

### ***System sterowania*** – kompletny system automatyki obejmujący zespół elementów (rozumianych jako sprzęt i oprogramowanie) składających się zwykle z warstwy procesowej (m. in., sterowniki, moduły rozszerzeń, w tym moduły wejść i wyjść, moduły komunikacyjne i inne), warstwy systemowej (np. serwery, stacje operatorskie) i magistral komunikacyjnych z osprzętem (w tym sieciowym).

### ***Ujemny współczynnik temperaturowy*** – współczynnik temperaturowy określony odpowiednią zależnością (wzorem), informujący, że rezystancja czujnika (termorezystancyjnego) maleje wraz ze wzrostem temperatury

### ***Wirtualizacja*** – polega na tworzeniu przy użyciu odpowiedniego oprogramowania odseparowanej warstwy sprzętu komputerowego tj. dzieleniu elementów sprzętowych jednego komputera (Hosta), takich jak procesor, pamięć operacyjna i masowa itp., na wiele urządzeń wirtualnych (maszyn wirtualnych). Każda maszyna wirtualna jest wyposażona we własny system operacyjny i działa jak niezależne urządzenie.

## Skróty użyte w dokumencie

### AKPiA - Aparatura Kontrolno-Pomiarowa i Automatyka

### CMMS - (ang. Computerised Maintenance Management Systems) Zautomatyzowany system wspierający utrzymanie ruchu

### CNBOP - Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej

### CPU - (ang. Central Processing Unit) Jednostka centralna sterownika

### DCS - (ang. Distributed Control System) Rozproszony System Sterowania

### DIN - (niem. Deutsches Institut für Normung) Niemiecki Instytut Normalizacyjny

### EIA - (ang. Electronic Industry Association) Stowarzyszenie Przemyslu Elektronicznego

### EMC - (ang. Electromagnetic Compatibility) Kompatybilność Elektromagnetyczna

### FAT - (ang. Factory Acceptance Test) Fabryczny Test Akceptacyjny

### FTP - (ang. Foiled Twisted Pair) przewód parowy ekranowany folią (aluminiową), tzw. skrętka ekranowana

### GK PGE- Grupa Kapitałowa PGE

### HART - - ang. Highway Addressable Remote Transducer (protokół komunikacyjny sieci przemysłowych),

### HDD - (ang. Hard Disk Drive) Napęd dysku twardego

### IEEE - (ang. Institute of Electrical and Electronics Engineers) Instytut Inżynierów Elektryków i Elektroników

### IEC - (ang. International Electrotechnical Commision) Międzynarodowa Komisja Elektrotechniczna

### ISO - (ang. International Organization for Standardization) Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna

### ITU - (ang. International Telecommunication Union) Międzynarodowy Związek Telekomunikacyjny

### KPI - (ang. Key Performance Indicator) Kluczowy Wskaźnik Efektywności

### MID - (Measuring Instruments Directive) dyrektywa dotyczaca aparatury pomiarowej

### NTC - (ang. negative temperature coefficient) ujemny współczynnik temperaturowy

### NTP - (ang. Network Time Protocol) Protokół synchronizacji czasu

### ORP - (ang. Oxidation Reduction Potential) Potencjał utleniania-redukcji

### P&ID - (ang. Piping and Instrumentation Diagram) Schemat orurowania i oprzyrządowania

### PoE - (ang. Power over Ethernet) Zasilanie po Ethernecie

### PTC - (ang. positive temperature coefficient) dodatni współczynnik temperaturowy

### PVC - (ang. Polyvinyl chloride) Polichlorek Winylu

### OPC UA (ang. OLE for Process Control Unified Architecture) – protokół komunikacyjny w standardzie OPC

### SAD – System akwizycji danych produkcyjnych

### SAT - (ang. Site Acceptance Test) Testy i badania odbiorowe

### SCADA - (ang. Supervisory Control And Data Acquisition) System nadzoru i akwizycji danych

### SIL *-* (ang. Safety Integrity Level) – poziom nienaruszalności bezpieczeństwa

### SSD - (ang. solid-state drive) Urządzenie pamięci masowej

### SSP – System Sygnalizacji Pożaru

### TIA - (ang. Telecommunications Industry Association) Stowarzyszenie Przemysłu Telekomunikacyjnego

### TOC - (ang. Total Organic Carbon) Ogólny węgiel organiczny

### UAR - Układ automatycznej regulacji

### UDT – Urząd Dozoru Technicznego

### UTP - (ang. Unshielded Twisted Pair) przewód parowy nie ekranowany, tzw. skrętka

### UV - promieniowane elektromagnetyczne ultrafioletowe o długosci fali od 10 do 400 nm

### VPN – (ang. Virtual Private Network) wirtualna sieć prywatna

# Wymagania dla systemów sterowania PLC i SCADA

## Główne założenia

### Poniższy rozdział określa wymagania dla systemu sterowania składającego się z takich elementów jak:

1. Programowalne sterowniki PLC z wszystkimi dostarczonymi modułami wejść/wyjść, modułami komunikacyjnymi i zasilaczami,Lokalne panele operatorskie HMI.
2. Magistrala komunikacyjna (w tym urządzenia pasywne i aktywne sieci).
3. Hardware i software systemu SCADA.

### Wymagania opisane w niniejszym rozdziale nie obejmują swym zakresem:

1. Systemów wspomagających zarządzanie produkcją takich jak SAD i CMMS.
2. Układów zabezpieczeń podlegających pod Dyrektywę Maszynową (MD) i Dyrektywę Ciśnieniową (PED) zrealizowanych na bazie platform sprzętowych PLC.
3. Aparatury obiektowej.

## Wymagania ogólne

### Opracowany algorytm sterowania całego procesu technologicznego powinien zapewniać skuteczne i bezpieczne działanie układu sterowania w każdych warunkach, również w stanach awaryjnych.

### Wszystkie dostarczone komponenty systemu muszą być fabrycznie nowe, wcześniej nieeksploatowane, pochodzić z autoryzowanego kanału sprzedaży producenta, nie posiadać wad prawnych. Wszystkie komponenty należy dostarczyć wraz z kompletem dokumentacji producenta.

### Wszystkie dostarczone komponenty Systemu sterowania muszą być w okresie aktywnej sprzedaży, a producent nie planuje w momencie zakupu zakończenia produkcji i świadczenia wsparcia dla komponentu, co powinno zostać poświadczone dokumentem, wystawionym przez dostawcę sprzętu zawierającym informacje dot. cyklu życia danego rozwiązania. Oświadczenia producenta sprzętu powinny stanowić integralną część projektu, a obowiązek ich przedstawienia spoczywa na Wykonawcy. Oferowane rozwiązanie musi gwarantować co najmniej 5 letnie wsparcie produktu w zakresie programowym oraz 10 letnie w zakresie sprzętowym.

### Wykonany projekt aplikacji systemu SCDA i PLC zostanie zarchiwizowany w najbardziej aktualnej wersji (w postaci backupu) i przekazany Zamawiającemu na pendrive.

### Wykonawca musi przekazać Zamawiającemu komplet narzędzi, w tym oprogramowanie wraz z niezbędnymi licencjami, hasłami, umożliwiające:

1. Tworzenie kopii zapasowych całego systemu SCADA,
2. Tworzenie kopii zapasowych sterowników PLC,
3. Odtwarzanie w/w za pomocą posiadanych kopii.

### Wszystkie elementy Systemu sterowania będą spełniać wymagania obowiązujących aktów prawnych, w tym dyrektyw, pod które podlegają (Dyrektywa ATEX 2014/34/UE, Dyrektywa MD 2006/42/WE, Dyrektywa PED 2014/68/UE, Dyrektywa EMC 2014/30/UE, Dyrektywa LVD 2014/35/UE).

### Elementy Systemu sterowania nie mogą mieć żadnych elementów ruchomych,.

### Wszystkie elementy systemu cyfrowego, w tym w szczególności:

1. Oprogramowanie bazowe stacji operatorskich,
2. Oprogramowanie bazowe stacji inżynierskiej,
3. Oprogramowanie bazowe stacji archiwizacji długoterminowej – Historian,
4. Oprogramowanie narzędziowe do aplikacji,

### muszą pochodzić od tego samego producenta i stanowić jednolity system cyfrowy klasy SCADA.

### Do konfiguracji systemu powinny być wykorzystywane moduły tego samego typu, co do pełnionej funkcji, aby ograniczyć ilość części zamiennych.

### W Systemach sterowania sugerowane jest stosowanie napięcia zasilania 230 VAC i 24 VDC.

### System sterowania powinien posiadać diagnostykę sprzętową, która będzie prezentowana na synoptykach paneli operatorskiego HMI jak i w systemie SCADA.

### Diagnostyką będą objęte minimum elementy Systemu sterowania takie jak: kontrolery PLC, moduły wejść/wyjść, zasilacze, moduły komunikacyjne, sieci i urządzenia komunikacyjne oraz warunki środowiskowe wewnątrz szaf sterowniczych.

### Zakres diagnostyki PLC i SCADA będzie obejmował co najmniej informację o:

1. Uszkodzeniu poszczególnych elementów systemu,
2. Przerwaniu linii, zwarciu, przekroczeniu zakresu pomiarowego danego toru pomiarowego,
3. Statusie redundancji (jeżeli jest stosowana),
4. Statusie komunikacji,
5. Statusie synchronizacji z serwerem czasu,
6. Błędach programowych sterownika (np. przekroczenie czasu ,,Scan Cycle Time”),
7. Statusie baterii (wyczerpanie, uszkodzenie),
8. Awarii zasilania szafy sterowniczej,
9. Otwarciu szafy sterowniczej (jeżeli sygnalizacja jest zastosowana),
10. Temperaturze w szafie sterowniczej,
11. Wilgotności w szafie sterowniczej (jeżeli jest mierzona),
12. Innych znaczących sygnałów w celu zapewnienia szybkiej diagnostyki stanów awaryjnych.

## Wymagania odnośnie miejsca zabudowy

### Wszystkie elementy Systemu sterowania powinny cechować się zdolnością do ciągłej pracy w warunkach przemysłowych adekwatnych do zastosowania z uwzględnieniem maksymalnych i minimalnych panujących warunków środowiskowych, np. temperatura, wilgotność, zapylenie, wibracje i środowiska wybuchowe, agresywne i inne stwarzające potencjalne ryzyko i niebezpieczeństwo dla ich poprawnej pracy. Możliwe graniczne warunki środowiskowe, które mogą wystąpić w konkretnej lokalizacji zostaną przeanalizowane przez projektanta i określone w projekcie.

### Wszystkie zainstalowane elementy systemu muszą pracować w warunkach środowiskowych zgodnych z ich DTR.

### Wszystkie szafy sterownicze (szafy poziomu procesowego) i systemowe (szafy poziomu operatorskiego) będą mieć zapewniony swobodny dostęp do urządzeń zabudowanych w ich wnętrzu w celu ich eksploatacji i serwisowania.

### Zaleca się unikanie lokalizacji szaf sterowniczych w miejscach:

1. Narażonych na działanie ujemnych temperatur i możliwości powstania kondensacji pary wodnej. W razie konieczności montażu w takich miejscach, należy każdorazowo wyposażyć szafę w grzałki antykondensacyjne oraz monitoring temperatury i wilgotności,
2. Narażonych na duże zyski cieplne emitowane z pracujących urządzeń. Szafy, w których urządzenia mają większy wydatek cieplny niż możliwość odprowadzenia ciepła grawitacyjnie przez szafę, winny być wyposażone w system chłodzenia. Zaleca się, aby wentylatory filtrujące były stosowane, gdy w otoczeniu nie ma zbyt dużej ilości pyłu, w innym przypadku stosować np. wymienniki ciepła lub klimatyzatory,
3. Potencjalnie narażonych na zalanie np. usadowienie pod rurociągiem z wodą,
4. Narażonych na ewentualne uszkodzenia mechaniczne,
5. Innych potencjalnie niebezpiecznych zagrożeń wskazanych na etapie projektu wykonawczego.

### Wszystkie szafy sterownicze i systemowe będą wyposażone w standardowe zamykane na klucz zamki uniwersalne, czujniki kontroli temperatury wewnątrz szafy oraz czujniki otwarcia drzwi (w zależności od konkretnego zastosowania i miejsca montażu) będą mieć zapewnione odpowiednie oświetlenie i dostęp do gniazda sieciowego 230VAC z uziemieniem ochronnym.

### Zaleca się, aby szafy systemowe (serwery systemu SCADA i poziomu operatorskiego) i infrastruktura sieciowa była lokalizowana w pomieszczeniach klimatyzowanych o zapewnionej temperaturze na poziomie około od 19 do 21°C. Szafy te powinny być usytuowane w pomieszczeniach objętych elektronicznym systemem kontroli dostępu i systemem sygnalizacji pożaru.

### Wszystkie wejścia i wyjścia do stref, w których umieszczone są elementy programowalne Systemu sterowane powinny być objęte systemem ciągłego monitoringu.

### Szafy sterownicze i systemowe będą wykonane z uwzględnieniem zaleceń Normy PN-EN *61439-2:2021-10*, PN-EN IEC 61439-2:2021-10, PN-EN 62208:2011 i PN-EN 60204-1:2018-12 .

### Rama szaf sterowniczych i systemowych będzie wykonana z blachy stalowej ocynkowanej, aluminiowej lub stali nierdzewnej, drzwi, ściany oraz cokół – z blachy stalowej malowanej farbą proszkową. Stosowany kolor powłoki lakierniczej standardowo RAL 7035. W warunkach występowania agresywnej korozji należy stosować szafy ze stali kwasoodpornej. W uzasadnionych przypadkach za zgodą Zamawiającego dopuszczalne jest stosowanie szaf z tworzywa sztucznego.Szafy sterownicze i systemowe będą mieć zapewnioną ochronę przed wnikaniem do obudowy obcych ciał stałych i cieczy adekwatną do zastosowania według klasyfikacji IP zgodnej z normą PN-EN 60529:2003.

### Wnętrza szaf sterowniczych i systemowych powinny mieć zapewnioną wolną przestrzeń pod ewentualną rozbudowę, typowo około 20%.

### Przewody podłączane na zaciski listew, urządzeń i modułów w szafach będą odpowiednio oznaczoneW miejscach narażonych na wibracje stosować przyłącza ze sprężyną naciągową w pozostałych miejscach zaciski sprężynowe lub skręcane. Zaleca się stosowanie złączek z możliwością mostkowania i kontroli dzięki dodatkowym otworom. Styki złączek będą miedziane.

### Układ funkcjonalny rozmieszczenia elementów składowych w szafach będzie przejrzysty i schematyczny oraz odpowiednio oznaczony.

### Projektując nowe pomieszczenia nadzoru (nastawnię) dla stałego pobytu osób powinny być brane pod uwagę i przeanalizowane następujące czynniki:

1. Lokalizacja,
2. Oświetlenie,
3. Usytuowanie pomieszczenia i pulpitu operatorskiego,
4. Ilość stanowisk operatorskich,
5. Rozmieszczenie ekranów z wizualizacjami,
6. Zapewnienia komunikacji (telefony, stacje robocze),
7. Ograniczony dostęp osób postronnych,
8. Zapewnienie klimatyzacji,
9. Wymagania bezpieczeństwa ppoż.,
10. BHP,
11. Inne aspekty zapewniające bezpieczeństwo i efektywność.

## System SCADA

### Wymaga się stosowania rozwiązań systemu SCADA w oparciu o wirtualizację aplikacji przemysłowej przy pomocy co najmniej dwówęzłowego klastra. Preferowana jest architektura High Avaibility, która jest oparta standardowo o 3 hosty.

### Wymagany jest nadzór nad klastrem poprzez rozwiązania typu Hypervisor lub inne podobne rozwiązania gwarantujące wysoką niezawodność działania maszyn wirtualnych.

### Zaleca się, aby pojedyncza maszyna wirtualna systemu SCADA spełniała poniższe minimalne wymagania:

1. Średnie obciążenie procesora nie przekraczało 70% maksymalnego zadeklarowanego,
2. Zajęcie pamięci RAM nie przekraczało 70% maksymalnej zadeklarowanej,
3. Maksymalna zajęcie przestrzeni dyskowej nie było większe niż 75% dostępnej przestrzeni dyskowej.

### Zaleca się, aby stacje komputerowe były wyposażone w:

1. Dyski SSD (dopuszczalne są dyski HDD w przypadku archiwizacji),
2. Standardowe interfejsy sieciowe i komunikacyjne (Ethernet, USB, HDMI, DVI itp.),
3. Modułową budowę umożliwiającą wymianę poszczególnych komponentów w przypadku ich uszkodzenia,
4. Klawiaturę w układzie QWERTY i mysz optyczną USB,
5. Redundantne zasilacze w przypadku serwerów.

### Wszystkie dostarczane w ramach projektu stacje robocze przeznaczone do Systemu sterowania powinny mieć zainstalowany ten sam system operacyjny (w tym jego wersje).

### Zastosowany system operacyjne powinien być oparty na architekturze 64 bitowej.

### Zastosowany system operacyjny powinien być oparty na wersji LTSC (Long-Term Servicing Channel), która będzie najdłużej wspierana przez producenta systemu.

### Nadrzędny System sterowania z poziomu stacji operatorskich powinien mieć minimum następujące funkcjonalności:

1. Umożliwiać nadzór nad procesem oraz zdalne sterowanie urządzeniami obiektowymi,
2. Prezentować na synoptykach stan procesu całego nadzorowanego układu technologicznego,
3. Alarmować o stanach niepożądanych,
4. Umożliwiać konfigurowanie i generowanie raportów,
5. Umożliwiać archiwizację dowolnie wybranych danych,
6. Przetwarzać gromadzone dane, umożliwiać wykonywanie operacji analitycznych i matematycznych,
7. Umożliwiać tworzenie dowolnie zdefiniowanych przebiegów czasowych wybranych danych w postaci trendów,
8. Udostępniać dowolnie wybrane dane do systemów zewnętrznych,

### Umożliwiać tworzenie kopii zapasowej i odtwarzanie dowolnego oprogramowania, zasobów oraz danych.

## Architektura systemu sterowania

### System Sterowania musi charakteryzować się:

1. Modułową architekturą, umożliwiającą budowę systemu w formie rozproszonej,
2. Skalowalnością w stopniu pozwalającym na jego rozbudowę do potrzeb biznesowych, wykorzystując dostarczone narzędzia inżynierskie, bez konieczności udziału firmy trzeciej. Rozbudowa powinna umożliwiać, co najmniej dodanie: nowych stacji operatorskich, inżynierskich, archiwizacji, ekrany synoptyczne, symbole graficzne, raporty, trendy, nowe zmienne, interfejsy komunikacyjne, definiowane alarmów i uprawnień użytkowników, rozbudowę układów PLC o nowe moduły I/O i moduły komunikacyjne,
3. Poziomem nadmiarowości adekwatnym do konkretnego zastosowania. Systemy redundantne przeznaczone będą dla procesów produkcyjnych, w których występuje wysokie ryzyko:

Nieplanowanego zatrzymanie produkcji.

Uszkodzenia maszyn, instalacji i urządzeń.

Zagrożenia dla życia i zdrowia ludzkiego.

Utrata wizerunku przedsiębiorstwa.

Koszt nieplanowanego postoju w przypadku wystąpienia awarii powodowałby utratę potencjalnych zysków ekonomicznych o stopniu znacznie większym niż koszty wdrożenia rozwiązania.

### System w architekturze redundantnej będzie zapewniał w sposób automatyczny i bezuderzeniowy przełączanie systemu na element rezerwowy w przypadku wystąpienia awarii oraz automatycznie synchronizował kluczowe dane procesowe (automatyczna synchronizacja danych procesowych podczas każdego skanu cyklu programu). Informacja o wystąpieniu awarii i przełączeniu na element rezerwowy będzie przesłana i wizualizowana w systemie SCADA.

### System w architekturze redundantnej przełączy się na element rezerwowy, co najmniej, jeżeli:

1. Jednostka podstawowa utraci zasilanie,
2. Jednostka podstawowa wykryje błąd krytyczny,
3. Jednostka podstawowa zostanie zatrzymana ręcznie,
4. Wymusi to program sterujący PLC bądź SCADA,
5. Przełączenie na element rezerwowy nastąpi ręcznie.

### Zaleca się, aby architektura Systemu sterowania w środowisku zwirtualizowanym „ideowo’’ wyglądała następująco.

Rysunek 1 - Schemat architektury Systemu sterowania w środowisku zwirtualizowanym

## Prezentacja danych (synoptyki)

### Synoptyki powinny być tak zaprojektowane, aby zapewnić użytkownikom optymalny przepływ informacji prezentowanych w prosty i przejrzysty.

### Zaprojektowany panel nawigacyjny powinien umożliwić szybki i intuicyjny dostęp do poszczególnych układów grafik oraz poruszanie się po poszczególnych poziomach ekranów wizualizacji.

### Rozmieszczenie elementów, grafik, wielkości czcionki, rozróżnienie kolorem powinno być tak wykonane, aby prezentowane dane ułatwiały zauważenie najistotniejszych informacji.

### Układ synoptyk w całości powinien być przygotowany w języku polskim. Dotyczy to w szczególności wszystkich opisów elementów ekranów synoptycznych oraz opisów, alarmów, komunikatów, uwag, itp.

### Sterowanie elementami wykonawczymi (np. zawory, pompy) będzie możliwe po kliknięciu na dany element, pojawiająca się stacyjka będzie umożliwiała uruchomienie, zatrzymanie, otwarcie, zamknięcie, przełączenie między trybami czy reset awarii i podgląd progów alarmowych, jak i aktualny poziom wartości pomiarowej i zadanej.

### Symbole procesu, które są odwzorowywane na synoptykach będą uwzględniały układ, symbolikę oraz przepływ procesu zastosowany na schematach P&ID. Kierunek przepływu medium będzie oznaczony strzałką.

### Przepływ procesu na synoptykach powinien być realizowany od lewej strony do prawej.

### Należy utrzymać stonowane kolory prezentowanych synoptyk, aby uzyskać czytelność kluczowych wartości procesu, wykorzystując różne odcienie jednego koloru zamiast całej palety barw unikając stosowania grafik 3D i animacji. Jasne, intensywne kolory powinny być używane tylko w celu szybkiego przyciągnięcia uwagi operatora w sytuacjach alarmowych bądź krytycznych.

### Znakowanie i kolorystyka elementów na układzie synoptyk na stacjach operatorskich powinna być zgodna z POZ 110023 Standardem technicznym w zakresie systemu znakowania elementów instalacji na obiektach w Grupie PGE EC.

### Należy stosować grafiki 2D w celu prezentacji stanu dynamicznego procesu np. aktualnego poziomu cieczy w zbiorniku (wizualizacja kształtu zbiornika bez zbędnych szczegółów ze słupkiem prezentującym poziom cieczy wewnątrz zbiornika).

### Wszystkie zdefiniowane alarmy będą prezentowane jasno i spójnie z uwzględnieniem:

1. Podziału alarmów na priorytety.
2. Koloru alarmu na ekranie uzależnionego od priorytetu alarmu.
3. Alarmy niepotwierdzone muszą się wyraźnie odróżniać od zatwierdzonych np. poprzez pulsowanie.
4. Prezentacji alarmu na grafice, z którą jest związany.
5. Sygnalizacji dźwiękowej.
6. Filtrowania alarmów według kryteriów czasu jego wystąpienia i priorytetów.

### Z poziomu stacji operatorskich będzie zapewniona dostępność do dokumentacji systemu np. instrukcji obsługi systemu SCADA.

### Stan systemu sterowania i dane diagnostyczne będą prezentowane użytkownikowi na odpowiednich synoptykach.

### System powinien umożliwiać nadawanie uprawnień użytkownikom systemu i/lub ich grup: użytkownicy będą podzieleni na min. trzy grupy (tryb śledzenia, tryb sterowania i tryb inżynierski), z której każda będzie posiadać różne poziomy uprawnień. Każdy z użytkowników będzie posiadał indywidualny login i hasło.

### Zmienne w Systemie nadrzędnym prezentowane na synoptykach powinny ulegać aktualizacji w czasie uzależnionym od:

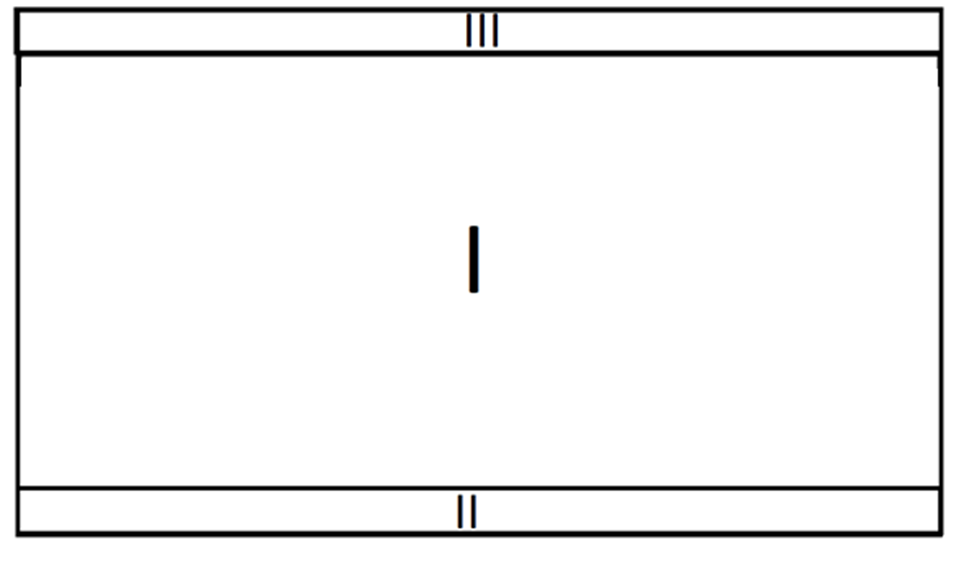
1. Określonych potrzeb technologicznych (w zależności czy zachodzący proces jest wolno czy szybkozmienny),
2. Rodzaju połączenia komunikacyjnego (dla połączenia po drucie czas 2s, dla połączenia bezprzewodowego czas ustalany indywidualnie).

### Synoptyki będą podzielone według hierarchii z uwzględnieniem różnych poziomów podglądu nadzorowanego procesu. Poziomy powinny uwzględniać minimum:

1. Poziom nr 1 – ekrany podglądu całego procesu (wskaźniki jakości produkcji, ważne parametry procesu, wykresy wskazujące stan zaawansowania realizacji celu procesu produkcyjnego, status głównych urządzeń, itp.),
2. Poziom nr 2 – ekrany wybranego układu technologicznego (np. pompowni, węzła cieplnego, itp.),
3. Poziom nr 3 – ekrany szczegółów procesu (np. ekrany blokad, sekwencji, diagnostyki, alarmów, itp.).

### Wszystkie zagadnienia związane z układem synoptyk będą uzgadniane z Zamawiającym na etapie realizacji.

### Typowy/standardowy układ synoptyk powinien zawierać:

1. Obszar I stanowiący element centralny ekranu. W obszarze tym wyświetlane będą synoptyki, alarmy oraz trendy,
2. Obszar II stanowiący miejsce, w którym znajdował się będzie interfejs nawigacji po poszczególnych synoptykach. Kliknięcie na dany element nawigacji powinno powodować otwarcie właściwego ekranu synoptycznego,
3. Obszar III stanowiący element nawigacyjny po narzędziach systemu SCADA.

Rysunek 2 - Schemat ogólny układu synoptyk

## Archiwizacja

### Okres archiwizacji powinien być uzależniony od technologii. Zaleca się, aby kluczowe dane procesowe i pomiary bilansowe były archiwizowane w systemie DCS lub w Systemie Akwizycji Danych nie krócej niż 1 rok a optymalnie 3 lata. Dane starsze niż 1 rok mogą być przerzucane na inny dedykowany serwer np. Historian. Zapis powinien się odbywać z czasem 1 s oraz 500 ms (optymalnie 200 ms) dla dla pomiarów specjalnych i sygnałów wchodzących do zabezpieczeń.

### System SCADA będzie posiadał oprogramowanie w celu archiwizacji długoterminowej danych z warstwy operatorskiej i sterowników PLC w zakresie i stopniu uzależnionym od nadzorowanego procesu.

### Dostarczane oprogramowanie do gromadzenia danych długoterminowych powinno spełniać wymagania co do ilości przechowywanych danych, minimalnej częstotliwości próbkowania oraz czasu przechowywania, które zostaną uzgodnione na etapie projektowania systemu. Preferujemy minimalną częstotliwość próbkowania na poziomie 1 sekundy dla podstawowych sygnałów analogowych oraz 200 ms dla sygnałów biorących udział w układach zabezpieczeń i pomiarów stanu dynamicznego maszyn wirnikowych.

### Zastosowane rozwiązanie będzie oparte na dedykowanej bazie danych (rozwiązanie klasy Historian).

### Baza danych będzie umożliwiała archiwizację dowolnie wybranych danych procesowych, w tym archiwizację okresową i zdarzeniową.

### Niezależnie od powyższego zawsze powinny być archiwizowane zdarzenia alarmowe, zadziałanie zabezpieczeń, czynności operatora oraz główne dane procesowe z datą i czasem jego wystąpienia. Szczegółowy okres archiwizacji i typy danych w takim przypadku powinny być każdorazowo przeanalizowane na etapie realizacji.

### Dane będą udostępniane do zewnętrznych systemów tylko poprzez protokół OPC UA.

### Wszystkie gromadzone dane archiwalne powinny mieć możliwość podglądu w postaci tabelarycznej i exportu do Excel'a.

### W celu łatwej interpretacji aktualnej wartości danych w stosunku do ich wartości progowych i historycznych ważniejsze dane będą prezentowane w postaci trendów.

### Trendy będą umożliwiały zmianę skali względem uzyskiwanych wartości (oś Y) oraz zmianę czasu (oś X) w zależności od częstotliwości zmian danych przedstawionych na wykresie.

### Zastosowane narzędzie będzie umożliwiało modyfikację raportów wykorzystując różnego rodzaju funkcje statystyczne (np. min, max, średnia, itp.).

## Raportowanie

### System nadrzędny powinien być wyposażony w oprogramowanie umożliwiające tworzenie rozbudowanych i elastycznych raportów w zakresie i stopniu uzależnionym od potrzeb biznesowych. Zakres sprecyzowanych wymagań powinien być każdorazowo zdefiniowany na etapie realizacji.

### Raporty generowane przez system powinny mieć charakter zestawień krótkoterminowych, opierających się na danych rejestrowanych w systemie. W przypadku, gdy zakres prac obejmuje dostarczenie rozwiązania klasy Historian (dodatkowy moduł historyzacji), rozwiązanie to powinno również pełnić rolę jedynego spójnego narzędzia do definiowania i generowania raportów.

### Narzędzie do raportowania powinno umożliwiać użytkownikowi swobodne tworzenie i/lub modyfikowanie raportów.

### Raporty będą mogły być drukowane przez wskazane urządzenie lub rejestrowane i zapisywane, jako pliki na dysku.

## Narzędzia inżynierskie

### System sterowania będzie zarządzany z poziomu stacji inżynierskiej integrującej wszystkie dostarczone urządzenia pracujące w ramach wspólnej sieci tzn. serwery, PLC, panele operatorskie, switche, itp.

### Dostarczone oprogramowanie graficzne do tworzenia układu synoptyk wyposażone będzie w gotowe biblioteki elementów grafik ze swobodną możliwością definiowania kolorystyki, skryptów, funkcji i wartości zmiennych, itp.

### Oprogramowanie będzie umożliwiało tworzenie animacji obiektów ekranów synoptycznych. Obsługiwane powinny być, co najmniej następujące animacje: wypełnienie elementu kolorem (zarówno całkowite jak i częściowe), miganie, ukrywanie elementu, zmiana kolorów, zmiana wielkości, zmiana pozycji/umiejscowienia na ekranie.

### Całość konfiguracji Systemu SCADA będzie tworzona, konfigurowana i rekonfigurowana w jednolitym środowisku inżynierskim, tak jak i w warstwie procesowej PLC, Remote I/O, HMI itp., do postawienia całego systemu będzie wykorzystywane jedno narzędzie tego samego producenta (nie dotyczy układów gotowych dostarczonych z urządzeniem).

### System sterowania będzie posiadał możliwość wiązania elementów graficznych Systemu SCADA ze skryptami zawierającymi operacje i funkcje.

### Preferowana jest instalacja oprogramowania narzędziowego sterowników logicznych na stacji inżynierskiej z poziomu, której będzie możliwe ich zdalne programowanie i diagnozowanie.

### Oprogramowanie narzędziowe PLC będzie umożliwiało:

1. Konfigurowanie i parametryzację wszystkich komponentów Systemu sterowania PLC i HMI,
2. Modyfikowanie i rozbudowę programu,
3. Definiowanie, modyfikację oraz skalowanie zmiennych,
4. Podgląd oraz modyfikację kodu programu w czasie rzeczywistym,
5. Ściąganie i wgrywanie nowego programu do sterownika PLC,
6. Diagnozowanie poszczególnych elementów systemu,
7. Podgląd aktualnych stanów sygnałów analogowych i dwustanowych,
8. Wykorzystanie gotowych bibliotek z gotowymi blokami funkcyjnymi,
9. Tworzenie sekwencji.

## Sieci i urządzenia Komunikacyjne

### Podsystem komunikacyjny (komunikacja z urządzeniami wejść/wyjść) powinien stanowić integralną część Systemu sterowania i podlegać tym samym wymaganiom, co do możliwości rozbudowy, skalowania i dostępności.

### Podsystem komunikacyjny powinien w sposób automatyczny monitorować status i jakość komunikacji z urządzeniami wejść/wyjść oraz sygnalizować wszelkie wykryte nieprawidłowości (w tym status redundancji) na synoptykach stacji operatorskich dedykowanych dla alarmów sprzętowych.

### Wymaga się, aby odcinki sieci komunikacyjnej były wykonane zgodnie z punktem 21

### Zaleca się, aby szkielet sieci oparty był na switchach gigabitowych i standardzie transmisji dla Ethernetu w technologii min. Gigabit Ethernet zgodnie z IEEE 802.3z,

### Jako medium transmisyjne należy używać światłowodów oraz skrętki czteroparowej.

### W sieciach wymagane jest stosowanie ustandaryzowanych protokołów komunikacyjnych wykorzystywanych w automatyce przemysłowej, odpornych na zakłócenia elektromagnetyczne, drgania, wysokie temperatury, wilgotność oraz pracy na instalacji w specjalnych warunkach przemysłowych, jak np. w strefach zagrożonych wybuchem.

### Jako magistrala komunikacyjna systemu SCADA z PLC (w tym połączenia pomiędzy PLC, Remote I/O, HMI, switchami) wymaga się stosowanie Ethernetu przemysłowego z ustandaryzowanymi protokołami komunikacyjnymi: Ethernet/IP, Modbus TCP/IP i Profinet.

### W Sieciach polowych zalecane jest również stosowanie Ethernetu przemysłowego tam gdzie jest to możliwe, w innych sytuacjach protokołów typu Master–Slave takich jak: Profibus DP, Modbus RTU, HART oraz CAN wykorzystujące szeregowe i analogowe interfejsy komunikacyjne.

### Wymagana jest budowa sieci w topologii pierścienia (ang. Ring Topology), zarówno w pionowej warstwie komunikacyjnej, jak i poziomej warstwie procesowej.

### Switche na potrzeby Systemów sterowania powinny spełniać poniższe minimalne wymagania sprzętowe:

1. Posiadać liczbę portów Ethernet i Światłowodowych adekwatną do zastosowania z zachowaniem rezerwy 30% wolnych portów,
2. Wspierać zastosowane protokoły EtherNet/IP, PROFINET lub Modbus/TCP ułatwiając integrację i monitorowanie w systemach HMI/SCADA,
3. Stosowane będą switche zarządzalne,
4. Główne switche komunikacyjne (w uzgodnieniu z Zamawiającym) w tym przełączniki systemu SCADA i PLC muszą mieć możliwość mirroringu portu, a producent systemu musi gwarantować poprawność pracy systemu OT w takiej konfiguracji,
5. Dobór wydajności przełącznika powinien zapewnić prace z aktywnym przekierowaniem ruchu na port monitorujący z wszystkich portów przełącznika bez utraty pakietów.

### Niedopuszczalne jest stosowanie systemów monitorujących ruch sieciowy w Systemach sterowania, gdzie w jakikolwiek sposób naruszałyby spójność działania, bezpieczeństwo i niezawodność systemu.

### Wszystkie kontrolery powinny mieć zsynchronizowany czas i datę na wbudowanych portach Ethernet zgodnie z dostępnym serwerem czasu rzeczywistego NTP w sieci.

## Panele dotykowe HMI

### Panele operatorskie HMI będą realizowały funkcje umożliwiające lokalne sterowanie fragmentem procesu technologicznego i/lub jego monitorowanie.

### Stopień ochrony części czołowej panelu operatorskiego adekwatny do miejsca zabudowy, zalecany IP65 lub wyższy.

### Rozmiar wyświetlacza będzie każdorazowo dobierany w zależności od wielkości nadzorowanego procesu. Prezentowane dane będą przejrzyste i czytelne.

### Na synoptykach będzie prezentowana diagnostyka sterowników PLC i ich stanów pracy.

## PLC

### Systemy sterowania powinny być projektowane z wykorzystaniem elastycznej, modułowej platformy sprzętowej jednostek PLC, zgodnej z normą PN-EN 61131-2:2008 - Sterowniki programowalne - Część 2: Wymagania i badania dotyczące sprzętu.

### Projektując układy sterowania zaleca się wprowadzać podział na moduły funkcjonalne wynikające ze schematów technologicznych, zgodne z segmentacją zalecaną w standardach:

1. PN-EN 81346-1:2009 - Systemy przemysłowe, instalacje i urządzenia oraz wyroby przemysłowe. Zasady strukturyzacji i oznaczenia referencyjne - Część 1: Reguły podstawowe,
2. PN-EN IEC 81346-2:2019-11 - Systemy przemysłowe, instalacje i urządzenia oraz wyroby przemysłowe. Zasady strukturyzacji i oznaczenia referencyjne - Część 2: Klasyfikacja obiektów i klasy kodów.

### Program i konfiguracja sterownika powinna być przechowywana w nieulotnej pamięci w przypadku utraty zasilania.

### Sterownik powinien dysponować następującymi językami programowania Ladder diagram (LAD), Function block diagram (FBD) i Structured Text (ST).

### Podczas programowania sterowników programista powinien dochować wszelkich starań w celu stworzenia możliwie przejrzystego i czytelnego programu użytkownika, zoptymalizowanego pod kątem wymaganej pamięci oraz czasu wykonania programu. Zaleca się, aby programista kierował się normami PN-EN 61131 oraz zaleceniami producenta systemu opisanymi w podręcznikach programowania (zestaw reguł i zaleceń).

### W rezultacie stworzony program powinien być czytelny i zrozumiały dla użytkownia, z naniesionymi komentarzami w języku polskim wyjaśniającymi daną część kodu programu.

### Wprowadzanie zmian w programie sterownika będzie możliwe bez konieczności jego zatrzymywania, z możliwością podglądu online wykonywanego programu.

### Wymaga się, aby sterowniki były wyposażone w przyciski Start, Stop i Reset oraz sygnalizację poprawnej pracy, zatrzymania i błędu.

### W celu zdefiniowania oczekiwanej wydajności Systemu sterowania wymaga się odpowiedniego do zastosowania czasu skanu wykonywania programu jednostki PLC. Czas ten będzie uzależniony od potrzeb technologicznych, a w szczególności czy zachodzący proces jest wolno czy szybkozmienny. Czas definiowany będzie od momentu zainicjowania wymuszenia np. z poziomu stacji operatorskiej poprzez podanie stanu wysokiego, przez reakcję układu na obiekcie i odczycie zmiany w systemie kończąc.

### Redundantne elementy powinny gwarantować bezuderzeniowe przełączenie na element rezerwowy.

### Przewidziane rezerwy powinny wynosić 3% (nie więcej niż 16 wejść/wyjść) rezerw w zakresie gotowych do podłączenia wejść/wyjść. W Systemach sterowania opartych o swobodnie programowalne sterowniki PLC doposażenie układu o dodatkowe moduły wejść/wyjść nie stanowi większego problemu technicznego, dlatego zaleca się zachowania rezerwy na poziomie kaset RACK do podłączenia nowych modułów.

### Sterownik PLC powinien umożliwiać rozbudowę o moduły komunikacyjne obsługujące ustandaryzowane protokoły, które pozwolą na pracę kontrolera w kilku sieciach przemysłowych.

### W przypadku budowy systemu o charakterze rozproszonym, gdzie z uwagi na sterowany proces zbieranie danych realizowane jest z różnych miejsc na obiekcie, preferowane są rozwiązania wykorzystujące do zbierania danych oddalone układy wejść/wyjść (Remote I/O), skomunikowanych z kontrolerem za pośrednictwem magistrali komunikacyjnej.

### Wszystkie moduły sterownika PLC (oprócz układów typu blackbox) powinny: być tego samego typu w ramach tej samej funkcji lub charakterystyki modułów wejść/wyjść oraz być zainstalowane na płytach bazowych tego samego typu. Sygnały pomiarowe na modułach wejść/wyjść powinny być grupowane według:

1. Funkcji, jaką pełnią (bezpieczeństwa, układu regulacji),
2. Układu technologicznego, za jaki odpowiadają,
3. Poziomu napięcia, na jakim pracują.

### Elementy składowe Systemu sterowania będą spełniać co najmniej poniższe wymagania:

1. Zasilacze systemowe sterowników PLC powinny cechować się:
2. Zabezpieczeniami: zwarciowym, przepięciowym i przeciążeniowym – realizowanymi w zasilaczu lub oddzielnie,
3. Dobrą stabilizacją wartości napięcia wyjściowego w szerokim zakresie zmian napięcia sieci zasilającej,
4. Możliwością pracy w warunkach przemysłowych występujących w miejscu zabudowy,
5. Spełnieniem wymagań kompatybilności elektromagnetycznej EMC.

### Jednostka centralna CPU:

1. Wydajność procesora w zależności od złożoności algorytmu/procesu technologicznego i tym samym wymaganej mocy obliczeniowej. Zaleca się, aby maksymalne obciążenie procesora nie przekraczało 70% (w warunkach normalnej pracy) maksymalnej zadeklarowanej wydajności,
2. Rozmiar pamięci przeznaczony dla programu adekwatny do zastosowania z uwzględnieniem rezerwy 40% w stosunku do zadeklarowanej.

### Moduły wejść dyskretnych (DI):

1. Będą pozwalały odbierać sygnały cyfrowe z presostatów, termostatów, czujników poziomu, przekaźników, liczników, itp.,
2. Kanały będą galwanicznie izolowane od obiektu,
3. Moduły będą posiadać diody LED wyświetlające stan każdego kanału.

### Moduły wyjść dyskretnych (DO):

1. Będą stanowić interfejs z urządzeniami sterowanymi, takimi jak cewki przekaźników, elektrozaworów i styczników, itp.,
2. Preferowane jest stosowane wyjść półprzewodnikowych,
3. Kanały będą galwanicznie izolowane od obiektu,
4. Stosowane będą zabezpieczenia przeciwprzepięciowe takie jak np.; diody Zenera, warystory i układy RC,
5. Każdy sygnał wyjściowy z karty będzie podłączony do przekaźnika, który będzie działał, jako interfejs ze sterowanym elementem oraz jako oddzielacz galwaniczny kanały/obiekt,
6. Moduły będą posiadać diody LED wyświetlające stan każdego kanału,
7. Przy doborze odpowiedniego modułu należy uwzględnić maksymalną obciążalność prądową pojedynczego wyjścia oraz trwałość mechaniczną przekaźników dla zastosowań wymagających dużej liczby przełączeń.

### Moduł wejść analogowych (AI):

1. Standardowo dla sygnałów wejściowych z obiektu należy stosować moduły z wejściem prądowym w pętli 4-20 mA (z interpretacją < 3,8 mA jako uszkodzenie przetwornika pomiarowego i > 20,5 mA jako zwarcie pętli prądowej),
2. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie (za zgodą Zamawiającego) wejść napięciowych w lub wejść do pomiaru rezystancji,
3. Zaleca się stosowanie wejść pojedynczych single-ended,
4. Rozdzielczość adekwatna do zastosowania - podstawowa 12 bitów, dla pomiarów szczególnie istotnych i o bardzo wysokiej dokładności 16 bitów,
5. Dokładność względem zakresu wejściowego to min. 0,5%, przy ± 20 mA,
6. Galwaniczna separacja obwodów, kanał/obiekt (dotyczy pomiarów szczególnie istotnych).

### Moduł wyjść analogowych (AO):

1. Będzie umożliwiał pracę, jako wyjście prądowe w pętli 4-20 mA oraz jako napięciowe 0-10 VDC,
2. Możliwość konfiguracji trybu pracy (jako wyjścia napięciowe lub prądowe),
3. Rozdzielczość adekwatna do zastosowania. Minimum 8 bitów, typowo 12 bitów, dla sygnałów wymagających bardzo wysokiej dokładności 16 bitów,
4. Dokładność względem zakresu wyjściowego to min 0,6%, przy ± 20 mA.

## Licencjonowanie

### Oprogramowanie dostarczone musi pochodzić z oficjalnego kanału dystrybucyjnego producenta na terenie Polski. W przypadku zaproponowania rozwiązania z innego kanału dystrybucji Wykonawca musi przedstawić dokument potwierdzający, iż zaoferowany produkt posiada wsparcie producenta na terenie Polski.

### Wraz z dostarczonym oprogramowaniem zostaną dostarczone wszystkie niezbędne licencje producenta, jak również firm trzecich, niezbędne do:

1. Prawidłowego funkcjonowania (eksploatacji) systemu zgodnie z polityką licencyjną producenta, tzn., co najmniej do: prezentacji i archiwizacji danych oraz sterowania,
2. Możliwości pełnej modyfikacji/konfiguracji systemu, w tym, co najmniej do: modyfikacji i dodawania ekranów synoptycznych, dodawania grafik procesowych, dodawania, usuwania i modyfikacji zmiennych, konfigurowania połączeń komunikacyjnych, zarządzania bazą danych, przyłączania nowych torów pomiarowych do modułów wejść/wyjść sterowników PLC, definiowania i skalowania nowych zmiennych w sterownikach PLC, zarzadzania politykami bezpieczeństwa, zarządzania kontami, rolami i grupami użytkowników, w tym tworzenie kopii zapasowych całego systemu SCADA i PLC,
3. Bezterminowego używania oprogramowania umożliwiającego prowadzenie działań serwisowych systemu.

### Wymaga się wraz z dostarczonym oprogramowaniem licencji wieczystych systemu.

### Oprogramowanie napisane/skonfigurowane indywidualnie pod potrzeby danego wdrożenia (np. aplikacja SCADA, kod źródłowy PLC) powinno mieć autorskie prawa majątkowe przeniesione na Zamawiającego.

### Zapisy umowy licencyjnej powinny zostać dostarczone w języku polskim.

## Dokumentacja

### W ramach dostaw Systemów sterowania należy dostarczyć dokumentację zgodnie z zapisami dedykowanego załacznika.

## Szkolenia

### Przedstawiciele służb odpowiedzialnych za utrzymanie ruchu powinni zostać przeszkoleni co najmniej z zakresu:

1. Topologii i budowy systemu,
2. Budowy, eksploatacji i diagnostyki poszczególnych elementów składowych tworzących system,
3. Funkcjonalności systemu ze szczególnym uwzględnieniem zastosowanych bibliotek, driverów oraz funkcji aplikacyjnych,
4. Posługiwania się narzędziami i oprogramowaniem diagnostycznym,
5. Obsługi stacji inżynierskiej w zakresie: wykonywania i odzyskiwania kopii zapasowych,
6. Monitorowania systemu automatyki, zarządzania wersjami, wykonywaniem drobnych zmian konfiguracyjnych w tym graficznych, tj. nieingerujących w konfiguracje sprzętową systemu ani logikę sterowania,
7. Zastosowanych narzędzi inżynierskich i programów konfiguracyjnych.

## Wymagania odbiorowe FAT i SAT

### W ramach odbiorów Systemów sterowania należy przeprowadzić testy odbiorowe – zgodnie z zapisami dedykowanego rozdziału.

## Gwarancja

### System Sterowania musi być objęty gwarancją w okresie co najmniej 24 miesięcy od daty odbioru.

### Dostarczony hardware systemu nadrzędnego SCADA objęty będzie min. 5 letnią gwarancją producenta (np. Next Business Day) realizowaną w miejscu użytkowania sprzętu z określonym czasem reakcji od przyjęcia zgłoszenia.

### W czasie gwarancji Wykonawca musi aktualizować dostarczone Oprogramowanie Narzędziowe SCADA do najnowszych dostępnych wersji oraz usuwać podatności cyberbezpieczeństwa

### W przypadku wystąpienia Usterek/Awarii Systemu Sterowania, okres gwarancji udzielany na wdrażane rozwiązania ulega wydłużeniu o czas niesprawności systemu.

# Wymagania w zakresie serwerów czasu

## Wymagania w zakresie serwerów czasu i instalacji antenowej

### Instalacja serwera czasu wraz z instalacją antenową musi zostać zabudowana w układzie redundantnym (redundancja serwerów i anten).

### Dwa wzajemnie redundantne żródła czasu (anteny) powinny być możliwie daleko odsunięte od siebie. Dwa niezależne serwery w którym każdy serwer będzie wyposażony w dwa niezależne wejścia antenowe, do których podłączone będą 2 niezależne odbiorniki wielosatelitarne zwiększając w ten sposób redundancje i bezpieczeństwo pracy systemu.

### Serwery czasu powinny obsługiwać możliwie największą ilość interfejsów sieciowych, tak aby stanowiły jedyne zródło czasu dla wszystkich instalacji automatyki i elektrycznych (takich jak systemy DCS, PLC, stacje i panele operatorskie i inne).

### Wielosatelitowy serwer czasu powinien dostarczać wzorzec czasu z wielu systemów satelitarnych grupy GNSS (Global Navigation Satellite System) takich jak: GPS, Gallileo.

### Serwer czasu powinien być tak skonfigurowany, aby dostarczał na wyjściu prawidłowo skonfigurowany czas wg skali UTC.

### Serwer czasu powinien być wyposażony w wewnętrzny oscylator tak, aby zapewnić kilkutygodniowe utrzymanie czasu z dokładnością do ms w przypadku pracy bez anteny, np. gdy występują złe warunki pogodowe lub inne zakłócenia.

### Serwery czasu muszą być dostarczone wraz z wszelkim oprogramowaniem niezbędnym do zarządzania nimi, w tym do zmiany konfiguracji i rozbudowy.

## Wymagania w zakresie nadawania znacznika czasu

### Wymaga się, aby zdarzenia w systemach automatyki na wszystkich węzłach i obiektach znakowane były jednolitym czasem z najlepszą technicznie możliwą rozdzielczoscią.

### Preferowane jest, aby znakowanie czasem odbywało się na poziomie kart WE/WY obiektowych systemu sterowania, jeśli tylko jest to technicznie możliwe. W szczególności dotyczy to sygnałów związanych z bezpieczeństwem.

# Wymagania dla autonomicznych systemów sterowania BlackBox, komunikacji oddalonej i cyberbezpieczeństwa

## Wymagania dla autonomicznych systemow sterowania urządzeń BlackBox.

### Wszystkie komponenty systemu sterowania oraz aparatury kontrolno-pomiarowej urządzeń dostarczonych w postaci BlackBox (np. SPC, SG, kotły i sprężarki) będą przystosowane do pracy w docelowych warunkach środowiskowych (temperatura, wilgotność, ciśnienie).

### Konfiguracja i zmiana parametrów urządzeń, force’owanie sygnałów, przegląd stanu sekwencji, blokad i zabezpieczeń będą dostępne z poziomu stacji inżynierskiej lub innej dedykowanej stacji roboczej w pomieszczeniu inżyniera systemu.

### Dostarczone zostaną wszystkie licencje i hasła niezbędne do wykonania konfiguracji parametrów urządzeń oraz prowadzenia działań serwisowych

### Dostarczone zostaną narzędzia/rozwiązania, które pozwolą na przywrócenie programu sterownika PLC w przypadku wystapienia awarii.

### Wymagania dotyczące komunikacji opisano w punkcie 3.2.

## Wymagania dla komunikacji z obiektami oddalonymi

### Komunikacja pomiędzy autonomicznymi sterownikami a nadrzędnym sterownikiem PLC zostanie zapewniona w sposób umożliwiający sterowanie i wizualizację poprzez dwustronną wymianę sygnałów I/O.

### Powyższa komunikacja będzie się odbywać po linku cyfrowym przy użyciu protokołów Ethernet/IP, Modbus TCP/IP lub Profinet.

### Preferowane są połączenia przewodowe kablem światłowodowym lub kablem typu skrętka zgodnie z zapisami rozdziału 22 niniejszego dokumentu. W przypadku komunikacji z lokalnymi sterownikami SPC i AK łącze światłowodowe jest wymagane.

### Preferowanym jest używanie własnego okablowania ułożonego na terenie własnym. Należy unikać układania przewodów na terenach obcych z utrudnionym dostępem w przypadku konieczności naprawy połączenia, jednak dopuszcza się takie rozwiązanie.

### Jeżeli nie ma technicznej możliwości do wykonania połączenia zgodnie z punktem 3.2.2 lub generowało by to niewspółmierne wysokie koszty CAPEX, dopuszcza się wykorzystanie infrastruktury kablowej dzierżawionej np. u lokalnych dostawóc sieci komputerowych.

### Jeżeli nie ma technicznej możliwości wykonania połączenia przewodowego, dopuszcza się wykonanie połączenia bezprzewodowego w postaci prywatnego APN (wymagany LTE450 jeśli inwestycja znajduje się w obszarze świadczenia usługi) jako kanału głownego oraz APN publicznego lub łącza radiowego jako połączenia zapasowego.

## Wymagania dla cyberbezpieczeństwa systemów OT

### Wymagania odnośnie cyberbezpieczeństwa systemów OT opisano w osobnym dokumencie.

# Wymagania w zakresie automatyki zabezpieczającej

## Informacje ogólne

### Rozdział zawiera jedynie minimalne wymagania Zamawiającego w zakresie systemu automatyki zabezpieczającej. Określenie i spełnienie wszystkich wymagań formalnych i technicznych jest po stronie Wykonawcy.

### Zamawiający zakłada, iż Wykonawca uzyska dla dostarczanych urządzeń (w tym automatyki zabezpieczającej), w wymaganym zakresie, ocenę zgodności z wymaganiami zasadniczymi. Automatyka zabezpieczająca musi być wykonana zgodnie z obowiązującymi przepisami, w szczególności:

1. Dyrektywa 2014/68/UE – tzw. Dyrektywa ciśnieniowa/PED.
2. Dyrektywa 2006/42/WE – tzw. Dyrektywa maszynowa/MD.
3. Ustawa o dozorze technicznym.
4. Rozporządzenia w sprawie rodzajów urządzeń podlegających dozorowi.
5. Rozporządzenia w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego.
6. Warunki techniczne dozoru technicznego.
7. Norma PN-EN 12952 – w zakresie kotłów wodno-rurowych.
8. Norma PN-EN 12953 – w zakresie kotłów płomienicowo-płomieniówkowych.
9. Norma PN-EN 61508 – podstawowa norma w zakresie bezpieczeństwa funkcjonalnego systemów związanych z bezpieczeństwem, w tym projektowania i wytwarzania automatyki zabezpieczającej.
10. Norma PN-EN 61511 – w zakresie przyrządowych systemów bezpieczeństwa do sektora przemysłu procesowego, w ujęciu całego cyklu życia, w tym również eksploatacji.
11. Norma PN-EN ISO 13849-1:2023-09 –w zakresie systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem -- Część 1: Ogólne zasady projektowania.
12. Norma PN-EN ISO 13850:2016-03 – norma dotycząca bezpieczeństwa maszyn w zakresie awaryjnego zatrzymania.

## Podstawowe funkcje systemów automatyki zabezpieczającej

### Systemy Automatyki Zabezpieczającej muszą spełniać poniższe funkcje:

1. Ciągły monitoring stanu procesu.
2. Zapewnienie bezpieczeństwa ludzi i urządzeń. W razie wystąpienia stanów alarmowych lub awarii, doprowadzenie procesu do stanu bezpiecznego. W szczególności możliwe jest:

Automatyczne odstawienie całości lub części technologii,

Praca z częściowym obciążeniem, praca wybranych urządzeń, praca z innymi ograniczeniami,

Przekazanie sygnałów inicjujących do innych systemów związanych z bezpieczeństwem (np. inicjacja sygnalizacji ostrzegawczej lub automatycznego przewietrzania).

1. Umożliwienie analizy zdarzeń awaryjnych (w szczególności identyfikacja pierwszej przyczyny i analiza przebiegu awarii, narzędzia: trendy, zdarzenia, alarmy).
2. Wizualizacja stanu blokad i zabezpieczeń na lokalnym panelu HMI oraz w systemie SCADA.

## Wymagania dla automatyki zabezpieczającej

### Wymagane jest przeprowadzenie analizy i oceny ryzyka procesowego metodą HAZOP. Wszystkie zalecenia i wnioski wynikające z przeprowadzonej analizy muszą zostać zastosowane w układach sterowania i zabezpieczeń.

### Analizę i ocenę ryzyka procesowego należy realizować zgodnie z obowiązującymi w tym obszarze standardami, a w szczególności zgodnie z *POZ 110074 Standardem oceny bezpieczeństwa technologicznego w Grupie PGE EC*.

### Dane wejściowe do analizy i oceny ryzyka (np. matryca ryzyka) powinny być przygotowane zgodnie obowiązującymi standardami (*POZ 110074 Standard oceny bezpieczeństwa technologicznego w Grupie PGE EC*).

### W analizie ryzyka muszą brać udział przedstawiciele Zamawiającego. Skład zespołu należy dobrać odpowiednio do urządzenia/instalacji w uzgodnieniu z Zamawiającym. Należy wykorzystać matrycę ryzyka obowiązującą u Zamawiającego.

### Układy automatyki zabezpieczającej będą dostarczone razem z gotowymi urządzeniami wytwórczymi jako autonomiczne systemy lokalne. Preferuje się aby interfejs graficzny systemów zabezpieczeń był odwzorowany w systemie SCADA.

### Zastosowany poziom redundancji oraz logiki zabezpieczeń (np. zastosowanie głosowania 2 z 3 lub dodatkowej redundancji) powinny być adekwatne do potrzeb określonych podczas przeprowadzonych analiz. Zabrania się obniżania wymagań w stosunku do wyników analiz, przy czym również nie należy wprowadzać dodatkowej redundancji/nadmiarowości tam, gdzie nie jest to uzasadnione.

### Zastosowany poziom nienaruszalności bezpieczeństwa (SIL) powinien być zgodny z wynikami przeprowadzonych analiz. Obniżanie poziomu SIL jest zabronione, przy czym nie zaleca się także jego zawyżania – ze względu na nieuzasadniony wzrost kosztów zabudowy i utrzymania systemu.

### W większości przypadków w Systemach Automatyki Zabezpieczającej zaleca się stosowanie tzw. odwróconej logiki, tj. stanem normalnym, nie inicjującym zadziałania zabezpieczeń, jest logiczne „1”. Odpowiada to w układach przekaźnikowych wykorzystaniu wyjścia NO (Normalnie Otwartego) przekaźnika (przekaźnik zasilony = styk zamknięty = „1” na wyjściu = normalny stan pracy; brak napięcia lub uszkodzenie przekaźnika = styk otwarty = „0” = zadziałanie toru zabezpieczenia).

### W systemach zabezpieczeń należy stosować kodowanie KKS, zgodnie z obowiązującą w tym zakresie *INST 110395 Instrukcją oznaczania majątku produkcyjnego kodem KKS*.

### Dostarczone urządzenia / platforma w momencie przekazania do eksploatacji powinno być aktywnie wspierana i rozwijana przez producenta, tak aby umożliwić jak najdłuższy okres pracy bez konieczności modernizacji (zabudowywane systemy nie powinny – w miarę możliwości – wymagać kompleksowych modernizacji w okresie co najmniej 10 lat od uruchomienia. Mile widziane jest, aby produkt posiadał oficjalną deklarację producenta o zapewnieniu wsparcia i politykę wsparcia produktu).

### Automatyka zabezpieczająca, w szczególności jeśli jest realizowana na platformach cyfrowych, powinna spełniać wszystkie wymagania związane z cyberbezpieczeństwem. Wymagania te określono oddzielnych dokumentach.

### Należy stosować rozwiązania posiadające referencje z pracy w przemyśle, najlepiej w energetyce, gazownictwie, przemyśle petrochemicznym lub innym przemyśle ciężkim.

### System Automatyki Zabezpieczającej powinien umożliwiać użytkownikowi identyfikację pierwszej (pierwotnej) przyczyny awarii oraz odtworzenie sekwencji zdarzeń.

### System Automatyki Zabezpieczającej powinien posiadać funkcje autodiagnostyki. Komunikaty o błędach i awariach muszą być przesyłane do systemu nadrzędnego SCADA.

## Dodatkowe wymagania dla dokumentacji systemu

### Szczegółowe wymagania dotyczące dokumentacji systemów zabezpieczeń okreśłono w dedykowanym rozdziale.

# Testy fabryczne i obiektowe

## Testy FAT (Factory Acceptance Test)

### Testy FAT będą przeprowadzone u dostawcy urządzeń według opracowanego i przedstawionego wcześniej przez Wykonawcę i zatwierdzonego przez Zamawiającego programu testów FAT, w oparciu o wytyczne normy 62381 .

### Testy FAT odbędą się w miejscu wyznaczonym przez Wykonawcę.

### Testy FAT będą przeprowadzone przez personel Wykonawcy, w obecności przedstawicieli Zamawiającego, na wyłączne ryzyko i odpowiedzialność Wykonawcy.

### Podczas testów FAT Wykonawca zaprezentuje możliwie pełną funkcjonalność systemu, zarówno w części hardware jak i software.

### Wykonawca przygotuje program FAT (do zatwierdzenia przez Zamawiającego) oraz dokumentację w zakresie niezbędnym do przeprowadzenia testów. Dokumenty muszą być przekazane minimum 1 miesiąc przed rozpoczęciem FAT.

### Zamawiający wymaga aby w procedurze testów FAT znalazły się:

1. Sprawdzenie ilościowe i jakościowe komponentów.
2. Weryfikacja jakości montażu.
3. Sprawdzenie redundancji zasilania.
4. Sprawdzenie redundancji modułów CPU oraz serwerów, stacji inżynierskiej i stacji operatorskich.
5. Sprawdzenie komunikacji cyfrowej (z fizycznymi urządzeniami – jeśli jest to możliwe, lub, w razie braku dostępności fizycznych urządzeń - w zakresie list komunikacyjnych).
6. Sprawdzenie rezerw.
7. Sprawdzenie zachowania w sytuacji awarii systemu.
8. Sprawdzenie przywrócenia systemu po całkowitej utracie zasilania.
9. Sprawdzenie systemu operacyjnego i oprogramowania.
10. Sprawdzenie obciążenia kontrolerów i pamięci.
11. Sprawdzenie algorytmów, w tym:, (100%).
12. Zasymulowanie działania sekwencji.
13. Zasymulowanie zadziałania i sygnalizacji zabezpieczeń.
14. Sprawdzenie aplikacji operatorskich i inżynierskich.
15. Sprawdzenie sekwencji zdarzeń, identyfikacji pierwszej przyczyny.

## Testy SAT (Site Acceptance Test)

### Testy SAT będą przeprowadzone po montażu w miejscu docelowym, na budowanym obiekcie, według opracowanego i przedstawionego wcześniej przez Wykonawcę i zatwierdzonego przez Zamawiającego programu testów SAT, w oparciu o wytyczne normy 62381.

### Testy SAT będą prowadzone przez Wykonawcę, w obecności przedstawiciela Zamawiającego.

### Zakres SAT ma umożliwić sprawdzenie funkcjonowania systemu po zakończeniu montażu mechanicznego i zasileniu systemu na obiekcie ,zgodnie z założeniami PFU, projektu wykonawczego oraz z uwzględnieniem usunięcia błędów, usterek i wad oraz zaleceń wychwyconych podczas testów FAT.

### Nieobecność przedstawicieli Zamawiającego nie zwalnia Wykonawcy z obowiązku prowadzenia własnych badań odbiorowych, potwierdzanych w protokołach odbioru zamieszczanych jako załączniki dokumentacji powykonawczej, zgodnie z wymaganiami odbiorowymi Zamawiającego.

### Wykonawca przygotuje program SAT (do zatwierdzenia przez Zamawiającego) oraz dokumentację w zakresie niezbędnym do przeprowadzenia testów. Dokumenty muszą być przekazane minimum 2 tygodnie przed rozpoczęciem SAT.

### Testy SAT powinny obejmować m. in. tzw. testy na zimno:

1. Sprawdzenie komponentów systemu - zostaną sprawdzone po zamontowaniu na obiekcie,
2. Testy połączeń - sprawdzenie komunikacji i okablowania obiektu, aż do systemu wizualizacji na grafikach operatorskich,
3. Jeśli jakieś testy logik lub sterowań nie zostały przeprowadzone podczas odbiorów fabrycznych, zostaną one wykonane podczas testów na zimno,
4. Zostanie sporządzony protokół z listą przetestowanych urządzeń.

### Uruchomienie:

#### Podczas uruchomienia funkcji oprogramowania, zostaną one zaadaptowane do rzeczywistego procesu. Zostaną zapewnione prawidłowe funkcje blokad, automatyki jak również sterowań. Zostanie wykonane strojenie i ustawienie parametrów (np. progi alarmowe dla każdego pomiaru analogowego na obiekcie zostaną określone i wprowadzone do systemu.

#### Każda funkcja (pojedynczo) z całego obszaru procesowego zostanie przetestowana.

#### Zostanie sporządzony protokół z listą przetestowanych funkcji.

## Testy SIT

### Jeśli w ramach projektu zabudowano co najmniej dwa niezależne systemy sterowania, w szczególności systemy pochodzące od różnych dostawców, które zostały połączone w celu uzyskania pewnej funkcjonalności (np. System nadrzędny DCS/SCADA z systemami DCS/PLC kotłów, turbin, agregatów lub wiele systemów PLC pochodzących od różnych dostawców), należy dodatkowo przeprowadzić testy Integracji tych systemów (SIT), w celu upewnienia się, że została osiągnięta zakładana funkcjonalność.

### Testy SIT obejmują sprawdzenie komunikacji pomiędzy systemami.

### Testy SIT należy przeprowadzić w oparciu o wytyczne normy 62381.

## I/O check out

### Sprawdzenie „I/O check out” ma obejmować wszystkie pętle pomiarowe i sterujące na obiekcie.

### Sprawdzenie „I/O check out” to sprawdzenie całej pętli pomiarowej lub sterującej.

Weryfikacja polega na sprawdzeniu pętli od punktu pomiarowego na obiekcie do poziomu wizualizacji na grafice operatorskiej z uwzględnieniem wszystkich pośredniczących urządzeń i algorytmów (od urządzenia pomiarowego poprzez puszki/szafy krosowe, karty wejściowe do grafiki operatorskiej).

### W miejscu urządzenia pomiarowego należy wymusić za pomocą wzorcowanego zadajnika, co najmniej:

### W przypadku pomiarów 4-20mA wartości:

1. Wartość poniżej zakresu (poniżej 4mA),
2. 4mA,
3. 12mA,
4. 20mA
5. Powyżej zakresu (powyżej 20mA)

### W przypadku innych zakresów pomiarowych, należy przeprowadzić sprawdzenie wzorcowanym zadajnikiem, dla co najmniej 3 wartości na całym zakresie pomiarowym – po uprzednim uzgodnieniu z Zamawiającym.

### Dopuszcza się zadawanie wartości pomiarowych poprzez protokół HART.

### W przypadku sygnałów dwustanowych należy wymusić po stronie obiektu napięciowo dwa poziomy logiczne sygnału – wysoki i niski.

### W przypadku sygnałów wyjściowych weryfikacja polega na sprawdzeniu pętli od poziomu wizualizacji na grafice operatorskiej do punktu sterowanego na obiekcie (od grafiki operatorskiej poprzez karty wyjściowe puszki/szafy krosowe do zacisku urządzenia sterowanego). Wymuszenia wartości sterujących należy przeprowadzić analogicznie jak dla sygnałów wejściowych z tą różnica, że sygnały wmuszane należy forować z poziomu warstwy operatorskiej i weryfikować na stykach urządzeń sterowanych.

### Podczas sprawdzania pętli należy sprawdzać przypisane alarmy o ile są skonfigurowane w systemie. Sprawdzone alarmy powinny zostać ujęte w oddzielnym protokole dla alarmów.

### Protokół musi zawierać:

1. Datę wykonania sprawdzenia,
2. Nazwiska, nazwy firm, zakres i numery uprawnień osób wykonujących sprawdzenia,
3. Sposób wykonania sprawdzenia (z określeniem wykorzystanych urządzeń),
4. Listę punktów pomiarowych z opisem i oznaczeniem KKS,
5. Wartości zadane oraz odczytane w poszczególnych punktach kontrolnych (co najmniej na wizualizacji).
6. Każdy arkusz listy musi zostać podpisany przez przedstawiciela Wykonawcy.

## Sprawdzenie poziomów alarmowania

### Wszystkie alarmy Wykonawca musi zweryfikować i sprawdzić – co najmniej poprzez forsowanie wartości zadanej.

### Sprawdzenie alarmowania jest możliwe jedynie po odbiorze I/O check out dla danego punktu lub w trakcie procedury I/O check out.

## Sprawdzenie sekwencji i UAR

### Sprawdzenie sekwencji oraz układów automatycznej regulacji może nastąpić tylko po pozytywnym odbiorze I/O check out i poziomów alarmowania wszystkich punktów wchodzących w układ sekwencji lub UAR.

## Raporty i protokoły

### Czynności przeprowadzone w ramach testów FAT, SAT i SIT muszą zostać potwierdzone raportami i protokołami sporządzonymi najlepiej w trakcie lub bezpośrednio po przeprowadzonych testach – bez zbędnej zwłoki.

### Odnotowane zostaną wszystkie wady i usterki stwierdzone podczas testów.

### Raporty i protokoły podlegają zatwierdzeniu przez przedstawicieli Zamawiającego.

# Wymagania dla aparatury obiektowej

## Wymagania ogólne

### Wymagania opisane w punkcie 7 dotyczą aparatury zabudowywanej na instalacjach, które nie wchodzą w skład gotowych urządzeń (Pompy Ciepła, Agregaty Kogeneracyjne itp.). W ramach urządzeń typu Blackbox, poniższe wytyczne są zalecane, ale możliwe są od nich odstępstwa.

### Dostarczony układ AKPiA powinien zostać zaprojektowany i wykonany tak, aby spełniać wszystkie wymagania formalno-prawne w zakresie pomiarów rozliczeniowych, w szczególności pomiarów podlegających prawnej kontroli metrologicznej i innym aktom prawnym (rozliczenia z URE – wsparcie wysokosprawnej kogeneracji, rozliczenia paliw itp.).

### Należy zapewnić najwyższą możliwą unifikację rozwiązań technicznych i stosowanej aparatury AKPiA na obiekcie, w celu ułatwienia obsługi i remontów oraz minimalizacji ilości części zamiennych.

### Należy zapewnić swobodny i ergonomiczny dostęp, bez konieczności używania dodatkowych narzędzi lub sprzętu, do wszystkich urządzeń obiektowych AKPiA. Odczytywanie wskazań i oznaczeń oraz korzystanie z interfejsów urządzeń (praca z komunikatorem HART, laptopem itp.) oraz wykonywanie innych czynności diagnostycznych, serwisowych i remontowych nie może być utrudnione.

### Przewiduje się zastosowanie urządzeń pomiarowych analogowych wyposażonych w przetworniki z dwuprzewodowym wyjściem analogowym w standardzie 4..20mA,

### Preferowane są przetworniki z wbudowanym protokołem HART i wskaźniki mierzonych wielkości w jednostkach inżynierskich.

### Wszystkie urządzenia obiektowe, w szczególności przetworniki pomiarowe, muszą posiadać interfejs w języku polskim (język menu – polski). Jeśli język polski jest niedostępny – dopuszczalny jest język angielski.

### Aparatura obiektowa musi mieć zapewniony stopień ochrony adekwatny do miejsca i warunków zabudowy zgodny z ich DTR.

### Każda wolnostojąca sterownica, szafa bądź skrzynka AKPiA powinna zostać przeanalizowana i w razie potrzeby wyposażona w kompletny układ ogrzewania i/lub chłodzenia, dobrany z uwzględnieniem lokalnych warunków środowiskowych i wymagań urządzeń.

### Wszystkie urządzenia i instalacje, które z uwagi na miejsce zabudowy i/lub charakter pracy mogą być narażone na zamarzanie, muszą być wyposażone w elektryczne instalacje grzewcze.

### Wszystkie urządzenia podlegają oznaczaniu zgodnemu z kodem KKS, zgodnie z obowiązującą INST 110395 Instrukcją oznaczania majątku produkcyjnego kodem KKS i będą identyfikowane na obiekcie oraz w dokumentacji (w tym w dokumentacji wykonawczej) na podstawie swoich unikalnych oznaczeń KKS.

### Wszystkie urządzenia muszą zostać wyposażone w trwale przymocowane, grawerowane plakietki z numerem KKS i nazwą (grawerowane, czarny napis na białym tle) trwale przymocowane zawierająca dane obwodu pomiarowego: (opis, numer projektowy punktu pomiarowego, numer KKS oraz dopuszczalne wartości min – max jeśli są wymagane

### Szczegółowe wymagania odnośnie oznaczeń określone zostały w POZ 110023/B STANDARD TECHNICZNY W ZAKRESIE SYSTEMU ZNAKOWANIA ELEMENTÓW INSTALACJI NA OBIEKTACH W GRUPIE PGE EC, który jest dostępny pod adresem:

### [*https://swpp2.gkpge.pl/servlet/HomeServlet?MP\_action=publicFilesList&folder=00090008&MP\_module=main*](https://swpp2.gkpge.pl/servlet/HomeServlet?MP_action=publicFilesList&folder=00090008&MP_module=main).

### Wszystkie urządzenia (lub ich elementy) muszą posiadać znak CE i świadectwa zgodności z właściwymi wymaganiami (MID, MD, PED, ATEX, EMC, normami, wymaganiami UDT, itp.).

### Nie dopuszcza się stosowania urządzeń pomiarowych zawierających źródła izotopowe.

## Jednostki Miar

### Wymagana jest pełna unifikacja jednostek miar. W przypadkach nieokreślonych poniżej wykorzystywane będą jednoski miar zgodne z układem SI. Podstawowymi jednostkami miar używanymi podczas realizacji Umowy będą:

Tabela 1 - podstawowe jednostki miar

|  |  |
| --- | --- |
| Ciśnienie | bar, MPa |
| Temperatura | 0C |
| Przepływ (ciecz) | m3/h |
| Przepływ (gaz ziemny) | m3/h |
| Poziom | %, m, mm |
| Różnica ciśnień | mbar, bar, Pa |

# Wymagania w zakresie układów pomiarowych temperatury

## Rodzaje aparatury do pomiaru temperatury

### Pod względem zasady działania aparaturę do pomiaru temperatury możemy podzielić na:

#### Stykowe nieelektryczne, które stosowane są jako pomiary lokalne.

1. Termometry bimetalowe – są zlecane jako pomiary lokalne.
2. Termometry manometryczne – rekomenduje się zastosowanie tego rodzaju termometrów w przypadku pomiarów oddalonych oraz miejscowych powyżej 600°C (poniżej zaleca się stosowanie termometrów bimetalicznych).

#### Stykowe elektryczne, które wykorzystywane głównie są do pomiarów zdalnych.

1. Czujniki termoelektryczne (termopary). Czujniki w klasie 1 zaleca się stosować w układach zabezpieczeń, bilansowych i rozliczeniowych oraz tam gdzie jest to technicznie i/lub ekonomicznie uzasadnione. W pozostałych przypadkach wystarczające jest zastosowanie czujników w klasie 2. Termopary są rekomendowane głównie do pomiarów wysokich temperatur, powyżej 300°C, poniżej tej wartości zastosowanie mają głównie czujniki rezystancyjne.
2. Czujniki rezystancyjne metalowe – Do większości układów pomiarowych zalecane są czujniki Pt100, ale w przypadku stosowania w układach o małej bezwładności, gdzie wymagana jest szybka odpowiedź układu oraz istnieje konieczności uzyskania większej dokładności lub zmniejszenia wpływu rezystancji przewodów łączeniowych, zaleca się stosowanie czujników Pt500 lub Pt1000.
3. Czujniki rezystancyjne półprzewodnikowe – inaczej nazywane termistorami. Termistory NTC są wykorzystywane często w urządzeniach chłodniczych, grzewczych, wentylacyjnych i osuszających, motoryzacji oraz do kompensacji temperaturowej w układach elektronicznych natomiast w instalacjach przemysłowych nie są wykorzystywane. Wykorzystywane są najczęściej jako zabezpieczenia temperaturowe w siłownikach elektrycznych.
4. Najbardziej rozpowszechnione i zalecane są pirometry fotoelektryczne (pasmowe).

### Podział ze względu na zakresy pomiarowe

#### Termometry stykowe nieelektryczne:

1. Termometry rozszerzalnościowe szklane – w zależności od zastosowanej cieczy termometrycznej mogą być stosowane w zakresach od -200°C do +750°C. Termometry te nie są zalecane do pomiarów lokalnych w przemysłowych instalacjach technologicznych.
2. Termometry rozszerzalnościowe dylatacyjne – wykorzystuje się w zakresie temperatur dodatnich do 1000°C.
3. Termometry bimetalowe – wykonywane na zakresy od -100°C do +600°C.

#### Termometry manometryczne:

1. Cieczowe – w zależności od cieczy manometrycznej oraz jej dopuszczalnego ciśnienia wewnątrz układu pomiarowego od -50°C do +250°C,
2. Parowe – w zależności od temperatury wrzenia (dla danego ciśnienia) i temperatury krytycznej cieczy, którą wypełniony jest termometr, możemy nimi mierzyć temperatury w zakresach od -70°C do +650°C,
3. Gazowe – w zależności od zastosowanego, do wypełnienia termometru, gazu możemy je stosować do pomiaru temperatur w zakresie od -200°C do +500°C a nawet do +700°C.

### Stykowe elektryczne:

#### Czujniki termoelektryczne (poniżej wyszczególnione są tylko te najczęściej spotykane i zalecane):

1. Typu J (żelazo-konstantan) - stosowane do 600°C (dorywczo do 750°C, maksymalny czas ekspozycji w tej temperaturze wynosi 50 godzin),
2. Typu K (nikielchrom-nikielaluminium) - stosowane do 1100°C a nawet 1200°C (max. czas ekspozycji w tej temperaturze wynosi 50 godzin),
3. Typu S (platynarod-platyna) - stosowane do 1300°C (dorywczo do 1600°C, przy maksymalnym czasie ekspozycji w tej temperaturze wynosi 50 godzin).

#### Czujniki rezystancyjne metalowe:

1. Typu Pt – zalecany od -0°C do +300°C, typowy od -200°C do +850°C, graniczny od -250°C do +1000°C,
2. Typu Ni - typowy od -60°C do +150°C, graniczny od -60°C do +180°C,
3. Typu Cu - typowy -50°C…+150°C.

### Aparaturę do pomiaru temperatury możemy podzielić również pod względem przeznaczenia w zależności od klasy dokładności na:

#### Pomiary techniczne obejmujące: termometry o klasach 1 i 2, czujniki termoelektryczne w klasie 2 oraz czujniki rezystancyjne w klasie B. Przyrządy pomiarowe o tych klasach są rekomendowane do stosowania jako lokalne pomiary lub wskaźniki temperatury (termometry) lub zdalne pomiary temperatury (czujniki termoelektryczne i rezystancyjne).

#### Pomiary kontrolne, rozliczeniowe, bilansowe, UAR i w układach automatyki zabezpieczeń, obejmujące czujniki termoelektryczne w klasie 1 i czujniki rezystancyjne w klasie A lub lepszej (1/3B i 1/10B).

### Miejsca odczytu pomiaru:

#### Pomiary lokalne miejscowe – do tego typu pomiarów rekomendowane są termometry wskazówkowe bimetaliczne.

#### Pomiary lokalne oddalone – w przypadku oddalenia w granicach kilku metrów zalecane są termometry z częściową lub pełną kompensacją a przy oddaleniu w granicach kilkudziesięciu metrów zaleca się stosowanie termometrów z pełną kompensacją lub czujników elektrycznych (termoelektrycznych lub rezystancyjnych) z przetwornikiem wyposażonym w wyświetlacz.

#### Pomiary zdalne – do tego rodzaju pomiarów wykorzystywane są układy pomiarowe składające się z czujnika termoelektrycznego lub rezystancyjnego i przetwornika temperatury lub odpowiedniej analogowej karty pomiarowej w sterowniku np. PLC.

## Przetworniki pomiarowe.

### W celu umożliwienia odczytu temperatury mierzonej przy pomocy czujników termoelektrycznych i rezystancyjnych, wykorzystywane są przetworniki temperatury. Przetworniki te możemy scharakteryzować pod kątem wejścia i wyjścia, zasilania oraz miejsca zabudowy:

#### Wejście pomiarowe – Preferowane są przetworniki uniwersalne – przeznaczone do współpracy zarówno z czujnikami termoelektrycznymi jak i rezystancyjnymi (zalecane).

#### Sygnał wyjściowy – Preferowany standard to od 4 do 20 mA.

#### Zasilanie – Zalecane są przetworniki dwuprzewodowe z zasilaniem w wyjściowej pętli pomiarowej.

#### Miejsce zabudowy:

1. Do montażu w szafach na szynie DIN – wariant preferowany w większości przypadków.
2. W głowicy czujnika – nie jest to wariant zalecany, ale dopuszczalny w przypadku rozwiązań gotowych przy wykorzystaniu pomiaru jako miejscowy lub jednocześnie jako zdalny i miejscowy.
3. W obudowie razem z czujnikiem, przeznaczonej do montażu na ścianie – wariant zalecany i stosowany w układach wentylacji i klimatyzacji.

## Wymagania specyfikacyjne

### Termometry.

1. Typ termometru – do pomiarów miejscowych zalecane bimetaliczne (oznaczenie wg normy EN 13190 – BM).
2. Do pomiarów miejscowych – oddalonych rekomenduje się termometry gazowe (oznaczenie wg normy EN 13190 – GE).
3. Wielkość nominalna – zalecana wielkość średnicy obudowy to 160 mm, ale dla pomiarów łatwo dostępnych oraz w innych uzasadnionych przypadkach akceptowalna jest średnica nie mniejsza niż 100 mm.
4. Typ zamocowania – zalecany dolny.
5. Rozmiar gwintu (przyłącza procesowego) – zalecane M20x1,5.
6. Forma przyłącza – zalecana forma przyłącza (2 wg normy EN 13190), to zacisk śrubowy ustawny z gwintem cylindrycznym (rozmiar gwintu jw.) lub (3 wg normy EN 13190) zacisk śrubowy ustawny z gwintem stożkowym (rozmiar gwintu – zalecane M20x1,5). Taki rodzaj przyłącza umożliwia ustawienie głębokości zanurzenia termometru oraz optymalne ustawienie do odczytu pomiaru (obrót wokół osi pionowej).
7. Zakres pomiarowy – zaleca się, aby zakres pomiarowy obejmował około 70% zakresu nominalnego (np. jeżeli chcemy dokonać pomiaru o przewidywanej wartości 70°C, to zakres nominalny termometru powinien być od 0 do 100°C, przy czym 100oC jest temperaturą maksymalną, mogącą wystąpić w procesie). Najczęściej spotykane zakresy pomiarowe zamieszczone są w tabeli 1 poniżej (Zakresy pomiarowe oraz dopuszczalne graniczne błędy temperaturowe termometrów).
8. Długość czujnika – długość czujnika powinna być tak dobrana aby środek części wrażliwej znajdował się w osi rurociągu. Należy też pamiętać, że głębokość zanurzenia czujnika ma wpływ na wielkość błędu powstałego na skutek rozpraszania ciepła, dlatego aby zminimalizować ten błąd zaleca się głębokość zanurzenia:

W cieczach od 6 do 8 razy zewnętrzna średnica czujnika termometru (rurki osłonowej a nie pochwy).

W gazach od 10 do 15 razy zewnętrzna średnica czujnika termometru (rurki osłonowej a nie pochwy).

1. Warunki pracy:

Dobrane do miejsca zabudowy, sposobu zabudowy, rodzaju i parametrów mierzonego medium.

1. Materiał wykonania:

Obudowy – dobór do warunków otoczenia w miejscu pracy.

Przyłącza procesowego – dobór z uwzględnieniem rodzaju i parametrów medium, na którym pomiar jest wykonywany.

1. Informacje na podzielni (tarczy) – na podzielni powinny być umieszczone:

Jednostka temperatury – preferowaną jednostką jest °C.

Klasa dokładności.

Nazwa lub znak firmowy producenta i/lub dostawcy.

Pozycja położenia tarczy, jeżeli termometr był wzorcowany.

1. Stopień ochrony – zgodnie z normą EN 60529 zaleca się minimalne stopnie ochrony:

IP41 – do zastosowań wewnątrz pomieszczeń,

IP65 – do użytku na zewnątrz.

### Czujniki termoelektryczne głowicowe

1. Rodzaj głowicy:

DAN – zalecana w przypadku zastosowania pojedynczych czujników.

DANW – zalecana przy zastosowaniu czujników podwójnych i potrójnych lub w przypadku konieczności zabudowy wewnątrz głowicy przetwornika pomiarowego.

Dopuszcza się inne rodzaje głowic w przypadku rozwiązań całościowych lub uzasadnionych technicznie przypadkach.

1. Wykonanie czujnika:

Pojedynczy – zalecany dla pomiarów podstawowych, w sytuacjach, których możemy sobie pozwolić na brak pomiaru w przypadku jego uszkodzenia i oczekiwanie na wymianę oraz tam, gdzie wymiana czujnika jest możliwa bez odstawienia procesu technologicznego lub odstawienie takiego procesu jest możliwe w normalnych sytuacjach.

Pojedynczy z przetwornikiem – rozwiązanie niezalecane, ale dopuszczalne w przypadku rozwiązań gotowych oraz innych uzasadnionych przypadkach.

Pojedynczy z przetwornikiem i lokalnym wyświetlaczem – zalecany do stosowania: w szczególnych przypadkach np. w przypadku konieczności zabudowy pomiaru lokalnego oddalonego i braku możliwości jego zrealizowania przy pomocy termometru, w rozwiązaniach gotowych, gdzie stanowi on element całościowego rozwiązania oraz innych technicznie uzasadnionych.

Podwójny lub potrójny – zalecany w układach zabezpieczeń (nie dopuszcza się stosowania jako jednego potrójnego czujnika w reżimie działania 2z3), układach automatycznej regulacji, w sytuacjach, gdzie nie można sobie pozwolić na jego wymianę bez odstawienia procesu technologicznego, a odstawienie takiego procesu jest kosztowne i/lub pracochłonne i czasochłonne, oraz w innych uzasadnionych sytuacjach.

1. Typ termoelementu – zalecane J lub K, ale dopuszcza się inne typy dla rozwiązań gotowych oraz w sytuacjach technicznie uzasadnionych.
2. Rodzaj zamknięcia głowicy:

Na zatrzask – zalecana.

Na wkręt – dopuszcza się w przypadku rozwiązań całościowych oraz uzasadnionych technicznie przypadkach.

1. Długość czujnika – powinna być tak dobrana, aby środek części wrażliwej znajdował się w osi rurociągu. Należy też pamiętać, że głębokość zanurzenia czujnika ma wpływ na wielkość błędu powstałego na skutek rozpraszania ciepła, dlatego aby zminimalizować ten błąd zaleca się głębokość zanurzenia:

W cieczach od 6 do 8 razy zewnętrzna średnica rury osłonowej (nie pochwy).

W gazach od 10 do 15 razy zewnętrzna średnica rury osłonowej (nie pochwy).

1. Przyłącze procesowe – zleca się stosowanie przyłączy M20x1,5.
2. Rodzaj spoiny pomiarowej – zaleca się stosowanie spoiny odizolowanej od osłony a w przypadku czujników podwójnych lub potrójnych spoin odizolowanych od siebie i osłony.
3. Klasa dokładności – w układach automatycznej regulacji, układach zabezpieczeń oraz pomiarach rozliczeniowych i bilansujących zaleca się stosowanie 1. klasy dokładności, chyba, że uzasadnione jest stosowanie czujników w klasie 2. W pozostałych przypadkach dopuszcza się stosowanie czujników w obu klasach.
4. Zalecany standard sygnału wyjściowego 4…20 mA.

### Czujniki termoelektryczne kablowe

1. Wersja konstrukcyjna – w zależności od miejsca zabudowy, medium i przeznaczenia można zastosować czujnik z dodatkową osłoną zewnętrzną (pochwą) lub z króćcem pomiarowym (bez dodatkowej osłony).
2. Typ termoelementu – zalecane J lub K, ale dopuszcza się inne typy dla rozwiązań gotowych oraz w sytuacjach technicznie uzasadnionych.
3. Klasa dokładności – w układach automatycznej regulacji, układach zabezpieczeń oraz pomiarach rozliczeniowych i bilansujących zaleca się stosowanie 1. klasy dokładności. W pozostałych przypadkach dopuszcza się stosowanie czujników w obu klasach.
4. Izolacja przewodu – w zależności od warunków atmosferycznych oraz temperaturowych, panujących w miejscu zabudowy czujnika oraz przebiegu trasy przewodu, należy wybrać odpowiedni rodzaj izolacji przewodu.
5. Rodzaj gwintu – preferowany M12x1 ale w uzasadnionych przypadkach dopuszcza się inne np. G1/4” lub G1/2”.
6. Przyłącze elektryczne – standard stanowią wolne końce z zaprasowanymi końcówkami tulejkowymi.

### Czujniki rezystancyjne głowicowe – część wymagań identyczna jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych:

1. Rodzaj głowicy – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych.
2. Wykonanie czujnika – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych.
3. Długość elementu dystansowego (jeżeli jest przewidziany) – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych.
4. Rodzaj zamknięcia głowicy – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych.
5. Długość czujnika – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych.
6. Średnica osłony czujnika – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych.
7. Przyłącze procesowe – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych.
8. Połączenie czujnika – w zdecydowanej większości przypadków należy stosować 3 lub 4-przewodowe warianty połączenia. Połączenie 2-przewodowe stosuje się dla czujników w klasie dokładności B. Ze względu na wpływ rezystancji przewodów na wynik pomiaru nie jest to rozwiązanie zalecane.
9. Klasa dokładności – w układach automatycznej regulacji, układach zabezpieczeń oraz pomiarach rozliczeniowych i bilansujących zaleca się stosowanie klasy dokładności A. W pozostałych przypadkach dopuszcza się stosowanie czujników w obu klasach. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie klas 1/3B, 1/5B i 1/10B.
10. Zakres pomiarowy – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych.
11. Typ przetwornika – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych.

### Czujniki rezystancyjne kablowe – część wymagań identyczna jak dla czujników termoelektrycznych kablowych:

1. Wersja konstrukcyjna – jak dla czujników termoelektrycznych kablowych.
2. Wykonanie czujnika – czujnik ma być w wykonaniu pojedynczym, w uzasadnionych przypadkach podwójnym, typowo Pt, Ni czy Cu.
3. Długość osłony – jak dla czujników termoelektrycznych kablowych.
4. Długość przewodu przyłączeniowego – jak dla czujników termoelektrycznych kablowych.
5. Klasa dokładności – w układach automatycznej regulacji, układach zabezpieczeń oraz pomiarach rozliczeniowych i bilansujących zaleca się stosowanie klasy dokładności A. W pozostałych przypadkach dopuszcza się stosowanie czujników w obu klasach. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się stosowanie klas 1/3B, 1/5B i 1/10B.
6. Połączenie czujnika – – w zdecydowanej większości przypadków należy stosować 3 lub 4-przewodowe warianty połączenia. Połączenie 2-przewodowe stosuje się dla czujników w klasie dokładności B. Ze względu na wpływ rezystancji przewodów na wynik pomiaru nie jest to rozwiązanie zalecane, szczególnie przy czujnikach z długimi przewodami.
7. Izolacja przewodu – jak dla czujników termoelektrycznych kablowych.
8. Rodzaj gwintu – jak dla czujników termoelektrycznych kablowych.
9. Przyłącze elektryczne – jak dla czujników termoelektrycznych kablowych.

### Czujniki puszkowe – dedykowane są głównie do pomiaru temperatury otoczenia lub temperatury rurociągu w instalacjach grzewczych i klimatyzacyjnych.

1. Wykonanie czujnika – w zależności od zastosowania:

Z przetwornikiem lub bez.

Pojedynczy lub podwójny.

1. Rodzaj czujnika (Pt100, Pt500, Pt1000, Ni100, Ni500, Ni1000, Cu50 lub Cu100).
2. Długość osłony czujnika – standardowa 50 mm.
3. Średnica osłony czujnika – standardowa 6 mm.
4. Perforacja osłony – standardowo bez perforacji, ale w przypadku konieczności zmniejszenia stałej czasowej czujnika (bezwładności cieplnej) zaleca się wybrać osłonę z perforacją.
5. Klasa dokładności – należy dobrać zgodnie z wymaganiami, dla typowych rozwiązań wystarczające jest wykonanie w klasie B.
6. Połączenie z czujnikiem – 2, 3, lub 4-przewodowe. Połączenie 2-przewodowe występuje tylko w klasie dokładności B.
7. Zakres pomiarowy – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych (należy pamiętać, że zakres pomiarowy tych czujników mieści się w granicach od -40 do +85oC).
8. Typ przetwornika – jak dla czujników termoelektrycznych głowicowych.
9. Wykonanie obudowy – w zależności od zastosowania.

### Przetworniki pomiarowe:

1. Rodzaj przetwornika:

Na szynę DIN – rozwiązanie preferowane,

Głowicowe – rozwiązanie dopuszczalne dla rozwiązań gotowych, w przypadku konieczności wykorzystania pomiaru jednocześnie lub tylko jako lokalnego, w innych uzasadnionych technicznie sytuacjach.

1. Zakres pomiarowy – Zaleca się, aby maksymalna mierzona temperatura mieściła się w przedziale od 70 do 80% ustawionego zakresu pomiarowego.
2. Jednostka pomiaru – Preferowaną jednostką jest °C.
3. Wyświetlacz – Przy zakupie przetworników z możliwością diagnostyki oraz możliwości programowania, zmiany nastaw bez użycia programatora lub komputera zaleca się, aby były one wyposażone w wyświetlacz. W pozostałych przypadkach, w szczególności w razie montażu przetworników na szynę DIN wyświetlacz nie jest wymagany.
4. Parametry elektryczne:

Zasilanie – Przetworniki głowicowe powinny być zasilane dwuprzewodowo w pętli pomiarowej. Przy przetwornikach na szynę DIN dopuszcza się zasilanie odizolowane od pętli pomiarowej. Zakłada się napięcie zasilania 24 V DC. Przy doborze przetwornika do istniejącego napięcia zasilania należy wziąć pod uwagę min. dopuszczalne napięcie przetwornika, maksymalny prąd pobierany przez przetwornik oraz rezystancję wszystkich obciążeń w pętli pomiarowej.

Parametry wejściowe – Do celów serwisowych zalecane są rozwiązania uniwersalne, rozwiązania dedykowane dopuszczalne są głównie do rozwiązań gotowych, kompleksowych oraz w innych uzasadnionych przypadkach. Przetwornik powinien mieć możliwość wykrywania uszkodzeń obwodu wejściowego (minimum przerwa i zwarcie) a wskazane również uszkodzenia czujnika.

Parametry wyjściowe – Preferowany standard to od 4 do 20 mA. Zalecane jest aby przetwornik posiadał przyporządkowane granice zakresu np. od 3,8 do 20,5 mA, wartości prądu poza tymi granicami są informacją o uszkodzeniu przetwornika lub czujnika.

Komunikacja HART – przetwornik powinien mieć możliwość konfiguracji i diagnostyki poprzez protokół HART.

Separacja galwaniczna – przetwornik powinien posiadać pełną separacją galwaniczną pomiędzy wejściem a wyjściem.

Rezystancja obciążenia – jeżeli w pętli pomiarowej będą znajdowały się dodatkowe obciążenia (np. separatory, komunikacja HART) to należy to uwzględnić przy wyborze przetwornika i doborze zasilania. Rezystancja niezbędna do komunikacji HART wynosi 240 Ω.

Kompensacja zimnego złącza (w przypadku podłączenia termoelementów) – przetwornik powinien mieć wbudowaną kompensację zimnego złącza w oparciu o czujnik wewnętrzny oraz opcjonalnie zewnętrzny.

Przetwornik powinien spełniać wymagania EMC wg normy PN-EN 61326-1.

1. Stopień ochrony – Należy dobrać stopień ochrony w zależności od warunków otoczenia panujących w miejscu zabudowy.
2. Warunki pracy:

Zakres temperatur pracy (temp. otoczenia) – należy dobrać do warunków w miejscu zabudowy.

Wilgotność względna – zalecany zakres nie węższy niż od 30 do 80%.

1. Parametry metrologiczne:

Błąd podstawowy – zaleca się, aby wartość błędu podstawowego była nie większa niż 0,2%.

Czas ustalenia – Czas ten, w większości przypadków, nie powinien być większy niż 1 s.

## Umiejscowienie zabudowy aparatury pomiarowej

### Aparatura powinna być zabudowana w sposób umożliwiający łatwy dostęp i odczyt parametrów, nieblokujący dostępu do innych elementów, które tego dostępu wymagają oraz z uwzględnieniem lokalnych warunków otoczenia (temperatura, wilgotność, zapylenie, drgania lub wstrząsy) w celu zminimalizowania prawdopodobieństwa uszkodzenia.

### W przypadku braku możliwości zabudowy aparatury bezpośrednio na króćcu pomiarowym (dotyczy pomiarów lokalnych), zleca się umieszczenie aparatury w możliwie jak najbliższej odległości od źródła.

### Aparatura powinna być zabudowana na specjalnie dedykowanych do tego celu stojakach lub tablicach.

### W przypadku występowania dużego zapylenia lub innych niekorzystnych czynników można dopuścić zabudowę aparatury w przeznaczonych do tego celu skrzynkach pomiarowych. Przetworniki pomiarowe powinny być zabudowane w dedykowanych do tego celu szafkach.

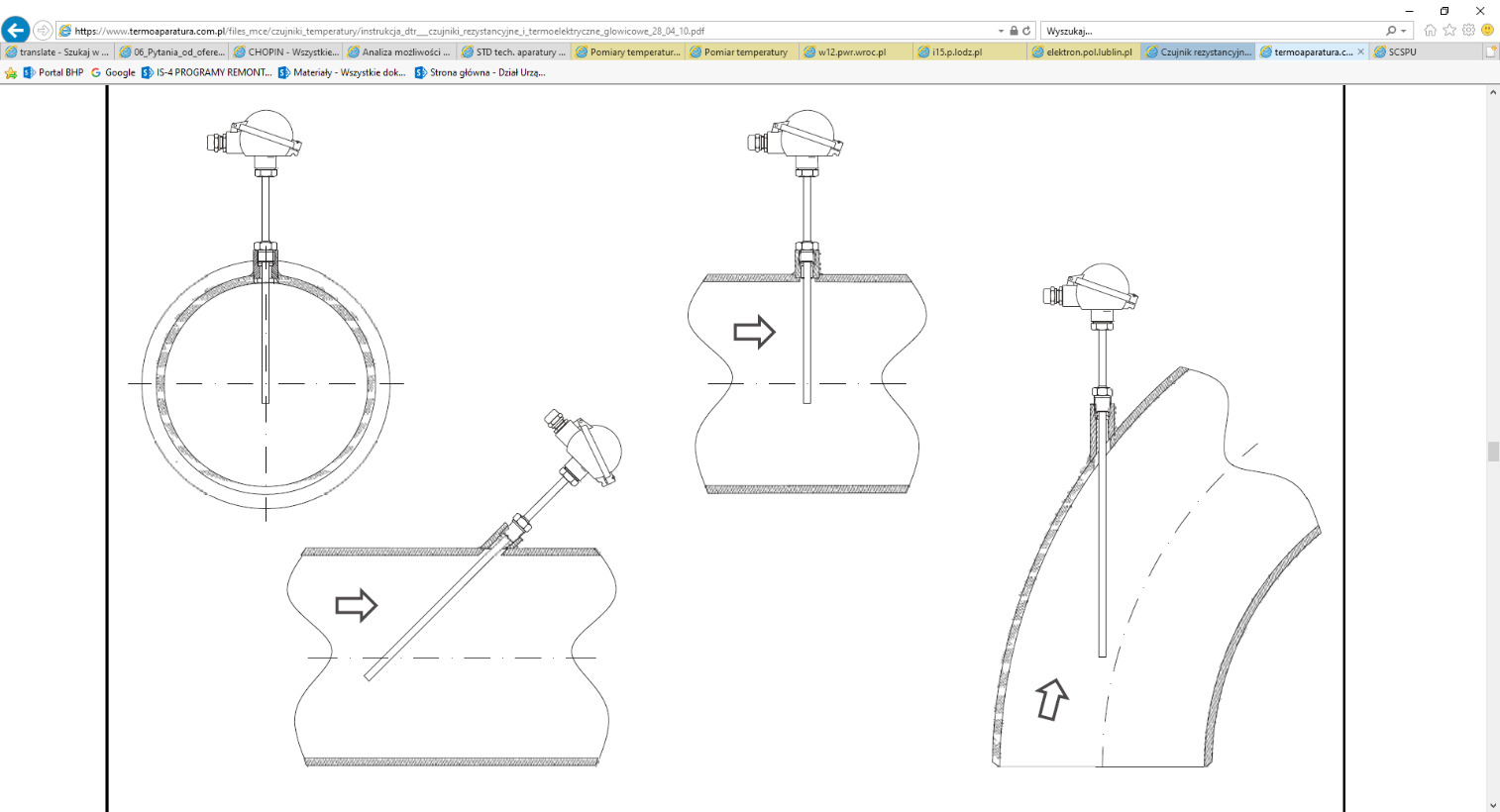
### Sposoby podłączenia

#### Zaleca się, aby urządzenie pomiarowe było zabudowane z wykorzystaniem elementów dobranych do parametrów ciśnieniowych i temperaturowych mierzonego medium (np. pochwy).

#### W przypadku konieczności zagwarantowania bardzo dobrej przenikalności cieplnej należy zastosować wypełnienie osłony i/lub pochwy (jeżeli jest zastosowana) pastą lub cieczą poprawiającą przewodność cieplną. Zastosowana pasta lub płyn powinny być dobrane do parametrów temperaturowych.

#### W przypadku pomiaru temperatury cieczy lub gazu w rurociągu zaleca się, aby część wrażliwa termometru lub czujnika temperatury była umieszczona w osi rurociągu. Zalecane głębokości zanurzenia czujników dla cieczy i gazów podane są w części dotyczącej termometrów oraz czujników termoelektrycznych i rezystancyjnych. Na rysunku nr 3 pokazane są przykłady zabudowy czujników w zależności od długości czujnika i średnicy rurociągu.

#### Jeżeli czujniki zostają wprowadzane do gorącego procesu (np. podczas wymiany przy pracującej instalacji), to ze względu na możliwość wystąpienia szoku termicznego, należy je wcześniej podgrzać lub wprowadzać nie szybciej niż od 10 do 20 cm/min przy temperaturach powyżej 1200°C i od 1 do 2 cm/min przy temperaturach powyżej 1600°C.



Rysunek 3 - Warianty zabudowy czujników w zależności od długości czujnika i średnicy rurociągu

#### Należy unikać poziomego montażu czujników samonośnych (bez dodatkowych podpór i zawieszeń) dłuższych niż 500 mm, szczególnie przy wysokich temperaturach.

#### Przy zabudowie czujników w kanałach spalin w miejscach w których zachodzą zmiany kierunków przepływu oraz silne zawirowania, należy stosować dodatkowe podpory lub podwieszenia czujników w celu zabezpieczenia przed wygięciem i/lub złamaniem.

#### Instalacja pomiarowa musi być szczelna.

#### Należy unikać wykonywania instalacji pomiarowych w miejscach występowania ciśnienia pulsującego oraz silnych zawirowań, dotyczy w szczególności długich czujników zabudowanych w kanałach o dużych średnicach, np. kanały spalin.

#### W przypadku konieczności zabudowy lokalnych oddalonych pomiarów temperatury z wykorzystaniem termometrów manometrycznych cieczowych, należy pamiętać o odpowiednim ułożeniu kapilary oraz właściwym zabudowaniu urządzenia pomiarowego względem czujnika tak aby zminimalizować błąd wynikający z wpływu ciśnienia hydrostatycznego słupa cieczy manometrycznej.

### Przyłącza elektryczne – dotyczą czujników, przetworników pomiarowych oraz termometrów kontaktowych (stosowanych sporadycznie). Poniżej zamieszczone są podstawowe wymagania dotyczące obwodów elektrycznych pomiarów temperatury.

#### Czujniki termoelektryczne:

1. Połączenie pomiędzy termoelementem, a przetwornikiem powinno być wykonane przy użyciu kabli termoparowych (rozwiązanie technicznie najlepsze, ale ekonomicznie uzasadnione tylko przy bardzo wysokich temperaturach oraz z czujnikami w klasie 1) lub kompensacyjnych (preferowane). Przewody termoparowe mogą być stosowane w tych samych temperaturach co termopary (w zależności od materiału izolacji kabla), a przewody kompensacyjne tylko do 200°C.
2. Materiał żył kabla powinien być dobrany do typu zastosowanego czujnika oraz jego klasy dokładności. Przewody termoelektryczne wykonuje się w klasie 1 i 2 a przewody kompensacyjne tylko w klasie 2.
3. Materiał izolacji kabla powinien być dobrany do warunków otoczenia (temperatura, wilgotność, agresywność atmosfery) w miejscu podłączenia i ułożenia trasy kablowej.
4. Przekrój żył kabla powinien być dobrany w zależności od długości kabla.
5. Zaleca się stosowanie kabli kompensacyjnych skręcanych i ekranowanych.
6. Przy podłączeniu kabla do termoelementu należy zachować zgodną biegunowość.

#### Czujniki rezystancyjne:

1. Połączenie pomiędzy czujnikiem rezystancyjnym a przetwornikiem pomiarowym lub kartą wejściową pomiarową powinno być wykonane w układzie 2, 3 lub 4-przewodowym.
2. Układ 2-przewodowy stosowany jest tylko dla czujników w klasie B i przeznaczony jest dla pomiarów niewymagających dużej dokładności, służących do orientacyjnych wskazań temperatury. Ze względu na wpływ rezystancji przewodów na wynik pomiaru (tym większy im dłuższy jest tor pomiarowy) rozwiązanie to nie jest zalecane.
3. Układ 3-przewodowy (z częściową kompensacją) i 4-przewodowy (z pełną kompensacją) dedykowane są dla czujników w klasie A i przeznaczone są dla pomiarów dokładnych w układach automatycznej regulacji, układach zabezpieczeń oraz do celów bilansowych i rozliczeniowych.
4. Materiał izolacji kabla powinien być dobrany do warunków otoczenia (temperatura, wilgotność, agresywność atmosfery) w miejscu podłączenia i ułożenia trasy kablowej.
5. Przekrój żył kabla powinien być dobrany w zależności od długości kabla.

#### Przetworniki pomiarowe:

1. W przypadku wykorzystania komunikacji zdalnej, w której Master HART nie jest podłączony lokalnie lub rolę tą pełni DCS bądź PLC, należy zapewnić, aby rezystancja pętli pomiarowej nie była mniejsza niż 240 Ω. W przypadku zasilania przetwornika z inteligentnych kart systemów pomiarowych wyposażonych w komunikację z protokołem HART taka rezystancja z reguły nie jest wymagana, a jej funkcję spełnia aktywna impedancja wejściowa pomiarowej karty systemowej wyposażonej w moduł komunikacyjny HART. W przypadku zastosowania kart pomiarowych wyposażonych w komunikację HART należy bezwzględnie stosować się do zaleceń jej producenta.

## Uruchomienie pomiaru

### Przed uruchomieniem należy sprawdzić układ wg poniższych punktów:

1. Sprawdzić czy zastosowane urządzenia są prawidłowo dobrane.
2. Sprawdzić czy czujnik jest prawidłowo zamontowany i czy układ jest szczelny.
3. Sprawdzić czy układ pomiarowy pomiędzy czujnikiem a przetwornikiem lub wejściem pomiarowym karty jest prawidłowo połączony.
4. W przypadku przetwornika należy sprawdzić czy jest właściwie podłączony (tor pomiarowy, zasilanie, ekranowanie, komunikacja HART – jeżeli jest wykorzystywana).
5. Uruchomić pomiar i sprawdzić prawidłowość wskazań.

## Wymagane wyposażenie

### Każde z powyższych urządzeń pomiarowych powinno zawierać w komplecie niezbędne elementy konieczne do zabudowy i prawidłowej pracy. Mogą to być zestawy montażowe, gniazda montażowe dla specjalnych wykonań pochwy. Niektóre z tych elementów muszą być uwzględnione na etapie zamawiania, ponieważ stanowią nierozłączną część urządzenia pomiarowego. W komplecie wyposażenia powinna znajdować się również niezbędna i wymagana dokumentacja. Wymaganie minimum stanowi DTR lub instrukcja obsługi. Dla przetworników wykorzystywanych w układach pomiaru w układach UAR, w układach zabezpieczeń oraz bilansowych i rozliczeniowych wymagane jest świadectwo wzorcowania. W przypadku wykonań specjalnych powinny to być dodatkowo świadectwa i/lub certyfikaty określone przez zamawiającego oraz wynikające z obowiązujących norm i przepisów dla danego wykonania.

# Wymagania w zakresie przyłączy mechanicznych aparatury do pomiaru temperatury.

## Informacje ogólne

### W poniższej części przedstawione są wymagania odnośnie przyłączy mechanicznych aparatury do pomiaru temperatury (lokalnych oraz zdalnych).

### Wymagania te dotyczą w szczególności:

1. miejsca zabudowy króćców pomiarowych,
2. rodzaju i parametrów medium, którego temperatura jest lub ma być mierzona,
3. rodzaju i materiału wykonania króćców pomiarowych.

### Przy projektowaniu umiejscowienia i rodzaju przyłącza pomiarowego należy mieć na uwadze, co ma znaczenie priorytetowe:

1. Dokładność i jak najlepsze odzwierciedlenie procesu,
2. Bezwładność (szybkość reakcji na zmiany temperatury),
3. Możliwość demontażu podczas pracy instalacji,
4. Łatwość dostępu.

## Umiejscowienie króćców do pomiaru temperatury

### Pomiar temperatury w rurociągach.

#### Przy zabudowie aparatury pomiarowej (termometry, czujniki temperatury) trzeba bezwzględnie pamiętać o tym, aby część aktywna urządzenia miała jak najlepszy kontakt ze środowiskiem, którego temperatura ma być mierzona.

#### Należy wziąć pod uwagę, że na pomiar ma wpływ zarówno medium, którego temperaturę mierzymy jak i temperatura otoczenia oddziałująca na część pasywną osłony czujnika (część osłon czujnika, która znajduje się po zewnętrznej części rurociągu).

#### Z powyższych względów, aby uniknąć błędów na skutek rozpraszania ciepła głębokość zanurzenia czujnika (w osłonie) powinna wynosić:

1. W cieczach 6…8 razy średnicy zewnętrznej osłony czujnika (nie pochwy),
2. W gazach 10…15 razy średnicy zewnętrznej osłony czujnika (nie pochwy).

#### Przy zabudowie czujnika na łuku należy usytuować czujnik w kierunku przeciwnym do przepływu. Rysunek nr 4 przedstawia przykładowe sposoby montażu czujników w sposób spełniający powyższe wymagania

Rysunek 4 - Przykładowe warianty zabudowy czujników w zależności od długości czujnika i średnicy rurociągu

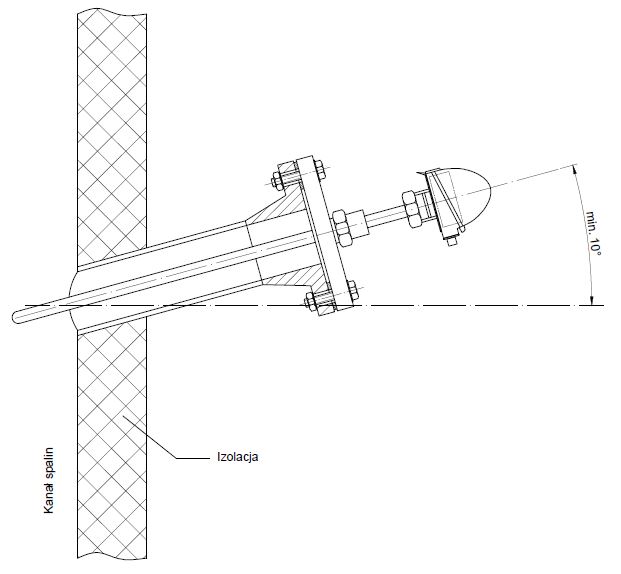
#### Jeżeli z przyczyn konstrukcyjnych możliwe jest jedynie zastosowanie małych długości montażowych, należy zastosować rozwiązanie specjalne dla danego wariantu.

### Pomiar temperatury w kanałach.

#### W punkcie tym zawarte są informacje dotyczące przyłączy mechanicznych do pomiaru temperatury w kanałach wielkogabarytowych np. spalin oraz wentylacji kontenera.

#### Ze względu na gabaryty kanałów oraz miejsce gdzie pomiar temperatury jest najbardziej prawidłowy (w osi kanału) długości czujników są często dość duże, nierzadko przekraczające długość 1 m.

#### Biorąc pod uwagę długość czujnika, silny podmuch przepływającego medium oraz możliwe turbulencje i wysoką temperaturę musimy zastosować adekwatny do warunków sposób montażu i kierować się poniższymi wymaganiami:

1. Czujniki zabudowywać w dowolnym położeniu do temperatury 500 oC. Powyżej tej temperatury zaleca się montaż w pozycji pionowej;
2. Bezwzględnie należy unikać poziomego montażu samonośnego czujników o długościach powyżej 500 mm przy temperaturach przekraczających 1200 oC. W przypadku konieczności zabudowy czujników o takich długościach, dla temperatury powyżej 500 oC, należy stosować dodatkowe wzmocnienia lub konstrukcje wsporcze, zalecane również dla montażu pionowego;
3. W przypadku nielaminarnego przepływu (zawirowania, niewiadome ukształtowanie przepływu) zaleca się stosowanie przekrojowego pomiaru temperatury przez zabudowę odpowiedniej ilości czujników (w zależności od przewidywanego rozkładu temperatur);
4. Szczególną uwagę należy zwrócić przy zabudowie czujników temperatur zabudowanych na wylocie z kotła, wchodzących do układu zabezpieczeń i funkcjonujących w reżimie 2z3. W takiej sytuacji czujniki muszą być zabudowane w miejscu występowania najwyższej spodziewanej temperatury i jednocześnie znajdować się w tej samej strudze spalin. Inne rozmieszczenie może powodować znaczne różnice temperatur;
5. Czujniki montowane w pionowych odcinkach kanałów spalin powinny być zabudowane w rurach osłonowych z zachowaniem montażu kołnierzowego. Zaleca się, aby rura osłonowa była wspawana pod kątem 10o, nie dopuszcza się, aby kąt był mniejszy niż 5o. Przykładowy montaż obrazuje rysunek.
6. Zaleca się izolowanie termiczne króćców w celu minimalizacji wykraplania gazów spalinowych o kwaśnym odczynie powodujących przyśpieszoną korozję.

Rysunek 5 - Zabudowa czujnika temperatury w kanale spalin

### Pomiar temperatury w zbiornikach.

Przy zabudowie króćców montażowych do pomiarów temperatury w zbiornikach należy wziąć pod uwagę poniższe wskazówki:

1. Przy jednopunktowym pomiarze powinien być on umieszczony w miejscu gdzie zawsze znajduje się medium, którego temperaturę mierzymy a więc poniżej poziomu minimum;
2. Jeżeli wymagany jest przekrojowy pomiar temperatury to należy przewidzieć zabudowę odpowiedniej ilości czujników (w zależności od przewidywanego rozkładu temperatur) lub czujników wielopunktowych (temperaturowy kabel lub taśma pomiarowa);
3. Należy wziąć pod uwagę elementy zabudowane wewnątrz zbiornika np. drabiny, nagrzewnice, mieszadła, elementy innych układów pomiarowych (rury osłonowe) lub wpływ na ich prawidłowe funkcjonowanie (laserowy lub radarowy pomiar poziomu o wąskim kącie wiązki);
4. Przy zabudowie króćców w nieizolowanych ścianach zbiornika należy przewidzieć odpowiednią długość czujników a co się z tym wiąże możliwą konieczność wykonania konstrukcji wsporczych (należy rozważyć możliwość zabudowy pionowych temperaturowych taśm lub kabli pomiarowych.

### Pomiary temperatury w instalacjach HVAC.

#### Zabudowa czujników temperatury w kanałach instalacji HVAC powinna być wykonywana w miejscach, gdzie panują najbardziej stabilne (reprezentatywne) warunki pomiaru, laminarny przepływ, najczęściej w odpowiedniej odległości od wszelkiego rodzaju czerpni, wydmuchów, rozgałęzień, chłodnic i nagrzewnic. Ze względu na często znacznie skomplikowany układ kanałów oraz zmiany kształtu ich przekroju spełnienie tych oczekiwań jest dość trudne. Trudno jest kierować się pojęciem średnicy czy wysokością lub szerokością kanału. Zalecenia w tej kwestii są bardzo zróżnicowane 2xd (d – średnica kanału), 5xd, 6xd, 2m. Pomiarom temperatury w układach HVAC nie stawia się tak wyśrubowanych wymagań jak w układach technologicznych w związku, z czym należy podejść do tego zdroworozsądkowo. Wystarczająca powinna być odległość będąca dwu lub trzykrotną wartością średnicy lub przekątnej kanału w zależności od kształtu. W przypadku zmiany kształtu lub rozmiaru przekroju należy zawsze kierować się wymiarem największym.

#### Ze względu na niewielką grubość ścianek kanałów w układach HVAC rozwiązania mocowań czujników są do nich dedykowane i często znacznie się różnią od tych stosowanych w układach technologicznych. Z tych samych powodów również głębokość zanurzenia czujnika w kanale (szczególnie przy dużych kanałach) jest znacznie mniejsza niż w kanałach spalin lub rurociągach technologicznych.

#### W układach grzewczych z nagrzewnicami wodnymi obligatoryjnie zastosowane jest zabezpieczenie przeciwzamrożeniowe nagrzewnicy. Najczęściej spotykanym rozwiązaniem jest zabudowa termostatu na nagrzewnicy od strony wylotu powietrza, co nie jest zalecane. Dużo lepszym, skuteczniejszym i zalecanym rozwiązaniem jest zabudowa zabezpieczenia na wylocie wody grzewczej z nagrzewnicy. Do montażu termostatu lub czujnika temperatury w takim układzie zaleca się stosowanie kieszeni pomiarowych.

#### Nagrzewnice elektryczne należy zabezpieczyć przynajmniej jednym termostatem.

## Króćce i pochwy

### Króćce, pochwy lub kieszenie stosujemy w celu możliwości zabudowy czujników temperatury, termometrów i termostatów w poszczególnych częściach instalacji (urządzenia, rurociągi, zbiorniki). Materiał wykonania króćców, pochew i kieszeni powinien być dobrany z uwzględnieniem:

1. Materiału, z jakiego wykonany jest fragment instalacji, w której montaż będzie wykonany,
2. Temperatury i ciśnienia medium, którego temperatura będzie mierzona,
3. Rodzaju medium (możliwość wystąpienia erozji lub korozji).

### Króćce pomiarowe.

#### Są to elementy pozwalające na bezpośrednią zabudowę czujników w układach technologicznych (czujnik ma bezpośrednią styczność z medium, którego temperatura jest mierzona np. pomiar temperatury gazów spalinowych). Zaleca się stosowanie króćców wspawywanych. Wyjątek stanowią pomiary temperatury metalu i łożysk, gdzie możemy stosować króćce wkręcane lub specjalnie przygotowane, do wkręcenia lub wsadzenia czujników, gniazda.

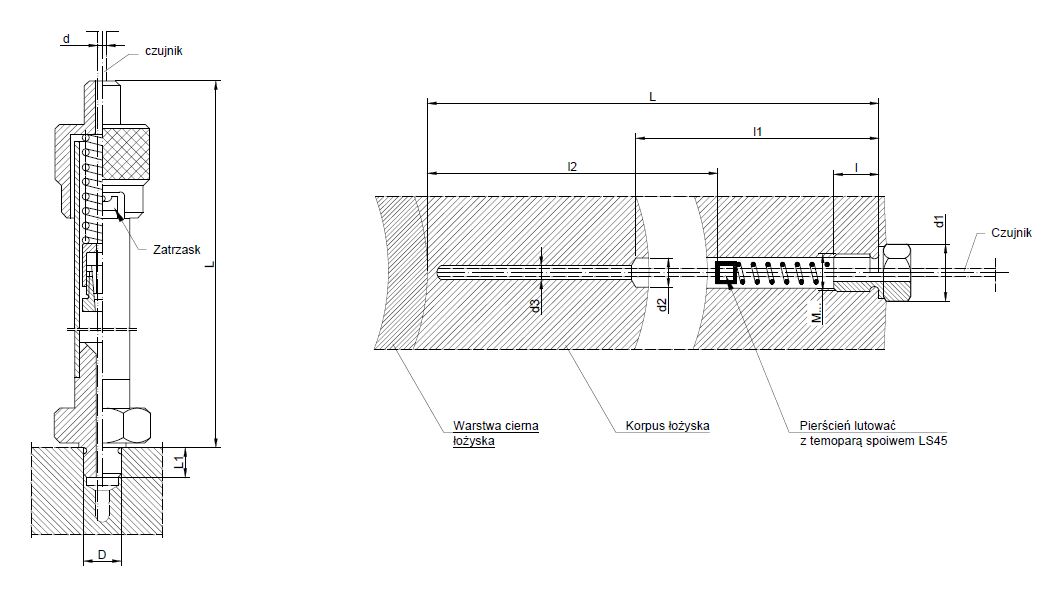
#### Zaleca się stosowanie króćców w poniższych rozwiązaniach:

1. Gdzie priorytetem jest szybkość pomiaru i jak najmniejsza bezwładność,
2. Przy nieagresywnych mediach o temperaturze i ciśnieniu, umożliwiających bezpieczną wymianę czujnika bez konieczności odstawienia instalacji,
3. Z nieagresywnymi mediami o ciśnieniu i temperaturze wymagającej odstawienia instalacji do wymiany czujnika, gdy takie odstawienie jest możliwe,
4. W sytuacji jak powyższym punkcie, przy agresywnych mediach i zastosowaniu czujników w wykonaniu specjalnym,
5. Gdzie w króćcu zabudowana będzie ciśnieniowa osłona czujnika (pochwa),
6. Przy pomiarach temperatury metalu lub łożysk.

#### Podział króćców

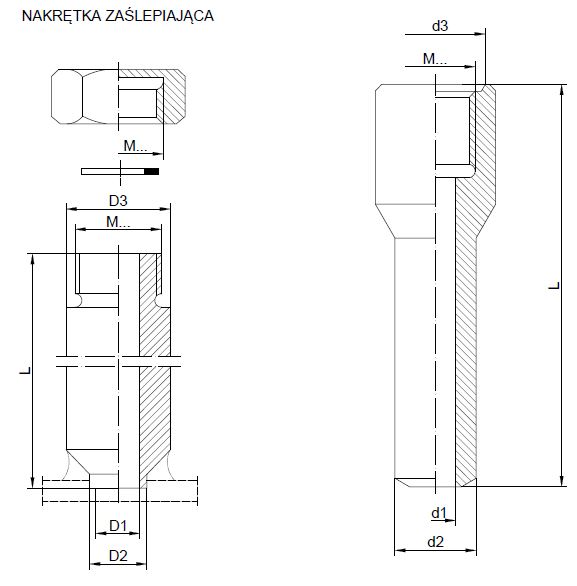
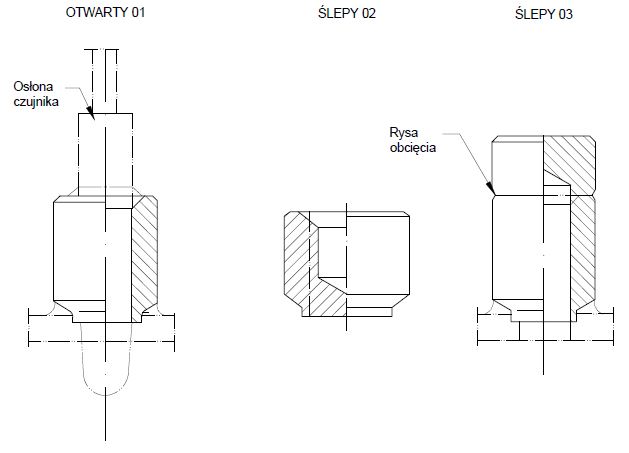
1. Ze względu na umiejscowienie gwintu:

z gwintem wewnętrznym (zalecane),

z gwintem zewnętrznym,

Rysunek 6 - Przykłady króćców wkręcanych dla czujników pomiaru temperatury metalu oraz

Czujników pomiaru temperatury łożysk



Rysunek 7 - Przykłady króćców montażowych z gwintem zewnętrznym (po lewej) i wewnętrznym (po prawej)

1. Ze względu na wykonanie:

Ślepy – zalecany do montażu w przypadku, kiedy czujnik lub osłona ma być montowana po próbie ciśnieniowej oraz jako rezerwa w przypadku możliwości wystąpienia w przyszłości konieczności zabudowy dodatkowego pomiaru (dalsza obróbka wg dokumentacji od króćca otwartego),

Otwarty – zlecany do standardowej zabudowy czujników, wykonany zgodnie ze specyfikacją.

1. Ze względu na sposób montażu:

Spawane – zalecane w większości przypadków,

Wkręcane – zlecane w sytuacjach uzasadnionych oraz tam gdzie nie można zastosować spawanych (np. temperatura metalu, temperatura łożysk, układy HVAC),

Kołnierzowe (króciec wspawany do kołnierza, kołnierz przykręcany) – zalecane w sytuacjach uzasadnionych oraz tam gdzie nie można zastosować spawanych lub w miejscach, w których istnieje konieczność wykonywania rewizji (np. pionowe kanały spalin).

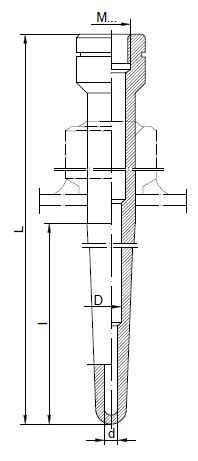
### Kieszenie.

#### Kieszenie mają zastosowanie do zabudowy czujników pomiaru temperatury w rurociągach o małej średnicy zazwyczaj poniżej 50 mm. Poniżej zamieszczony jest rysunek przykładowej kieszeni.

Rysunek 8 - Przykładowa kieszeń do montażu czujników temperatury

### Pochwy (osłony ciśnieniowe).

#### Osłony ciśnieniowe są elementami, służącymi do zabudowy czujników w sytuacjach, gdy czujnik nie może być zabudowany w bezpośrednim kontakcie z medium z powodu:

1. Chemicznie agresywnych właściwości medium,

Rysunek 9 - Przykład osłony ciśnieniowej wspawywanej z gwintem wewnętrznym

1. Właściwości erozyjnych medium,
2. Wysokiego ciśnienia i/lub temperatury medium,
3. Konieczności zapewnienia możliwości szybkiej wymiany czujnika – przy braku możliwości odstawienia układu, w którym czujnik jest zabudowany, w celu zapewnienia bezpiecznej wymiany.
4. Konieczności zapewnienia możliwości wymiany czujnika bez wymuszania odwadniania, opróżniania rurociągów lub zbiorników, np. z uwagi na dużą ilość / wysokie koszty czynnika (np. pomiary temperatury w akumulatorze ciepła, pomiary w zbiornikach oleju lub rurociągach wody demi). W takim przypadku dodatkowa osłona nie zawsze jest osłoną ciśnieniową.

#### Podział osłon.

1. Ze względu na umiejscowienie gwintu do montażu czujnika:

Z gwintem zewnętrznym,

Z gwintem wewnętrznym (zalecane).

1. Ze względu na sposób montażu:

Spawane – zalecane w większości przypadków,

Kołnierzowe (osłona wspawana do kołnierza, kołnierz przykręcany) – zalecane w sytuacji uzasadnionych oraz tam gdzie nie można zastosować spawanych lub w miejscach, których istnieje konieczność wykonywania rewizji.

## Instalacja i uruchomienie

### Zalecenia montażowe.

#### Poniżej zamieszczone są ogólne zalecenia dotyczące podłączenia aparatury od strony procesu technologicznego:

Rysunek 10 - Przykład zabudowy czujnika w osłonie ciśnieniowej (pochwie)

1. Wymagane jest, aby urządzenie pomiarowe było zabudowane z wykorzystaniem elementów dobranych do parametrów ciśnieniowych i temperaturowych mierzonego medium (np. pochwy),
2. W przypadku konieczności zagwarantowania bardzo dobrej przewodności cieplnej należy zastosować wypełnienie osłony i/lub pochwy (jeżeli jest zastosowana) pastą lub cieczą poprawiającą przewodność cieplną. Zastosowana pasta lub płyn powinny być dobrane do parametrów temperaturowych.
3. W przypadku pomiaru temperatury cieczy lub gazu w rurociągu zaleca się, aby część wrażliwa termometru lub czujnika temperatury była umieszczona w osi rurociągu, ponadto głębokości zanurzenia czujników dla cieczy i gazów nie powinny być mniejsze niż podane w części dotyczącej termometrów oraz czujników termoelektrycznych i rezystancyjnych.
4. Przy zabudowie czujnika w osłonie ciśnieniowej zaleca się, aby krawędź dzieląca ją na część prostą i stożkową znajdowała się powyżej wewnętrznej krawędzi rurociągu, co chroni ja przed erozją, na która to miejsce jest szczególnie wrażliwe. Ponadto minimalizujemy w ten sposób zaburzenia przepływu medium.
5. Jeżeli czujniki zostają wprowadzane do gorącego procesu (np. podczas wymiany przy pracującej instalacji), to ze względu na możliwość wystąpienia szoku termicznego, należy je wcześniej podgrzać lub wprowadzać nie szybciej niż 10…20 cm/min przy temperaturach powyżej 1200°C i 1…2 cm/min przy temperaturach powyżej 1600°C,
6. Należy unikać poziomego montażu czujników samonośnych (bez dodatkowych podpór i zawieszeń) dłuższych niż 500 mm, szczególnie przy wysokich temperaturach.
7. Przy zabudowie czujników w kanałach spalin w miejscach, w których zachodzą zmiany kierunków przepływu oraz silne zawirowania, należy stosować dodatkowe podpory lub podwieszenia czujników w celu zabezpieczenia przed wygięciem i/lub złamaniem,
8. Instalacja pomiarowa musi być szczelna,
9. Należy unikać wykonywania instalacji pomiarowych w miejscach występowania ciśnienia pulsującego oraz silnych zawirowań, dotyczy w szczególności długich czujników zabudowanych w kanałach o dużych średnicach.

### Uruchomienie pomiaru.

#### Przed uruchomieniem należy sprawdzić układ wg poniższych punktów:

1. Sprawdzić czy pochwa lub króciec jest umiejscowiony we właściwym miejscu i we właściwy sposób dla danego układu pomiarowego (czy jest w osi i w przeciwprądzie),
2. Sprawdzić wzrokowo poprawność montażu pochwy lub króćca wraz z czujnikiem pod kątem (dokładne sprawdzenie jest w zakresie branży mechanicznej):
3. Śladów uszkodzeń mechanicznych lub termicznych,
4. Nieszczelności,
5. Sprawdzić czy zastosowane urządzenia są prawidłowo dobrane (długość czujnika w stosunku do długości osłony),
6. Uruchomić pomiar i sprawdzić prawidłowość wskazań (odpowiedź układu na zmiany temperatury).

# Wymagania w zakresie układów pomiarowych ciśnienia

## Rodzaje aparatury do pomiaru ciśnienia

### Podział ze względu na zasadę działania

#### Pod względem zasady działania, możemy wyróżnić następujące zalecenia:

1. Manometry sprężynowe, zalecane jest do stosowania w przypadku konieczności lokalnej kontroli ciśnienia.
2. Manometry elektryczne (przetworniki pomiarowe) zalecane w przypadku konieczności transmisji pomiaru lub rejestracji, wizualizacji, wykorzystania do zabezpieczeń, w układach regulacji lub sterowania.

#### Podział ze względu na przeznaczenie

1. Pomiary techniczne obejmują przyrządy pomiarowe o klasach dokładności z zakresu 6…1. Przyrządy pomiarowe o tych klasach dokładności stosuje się, jako wskaźniki ciśnienia. Zaleca się, aby klasa dokładności aparatury wykorzystywanej w tych celach nie była wyższa niż 2,5.
2. Pomiary kontrolne i laboratoryjne obejmują aparaturę pomiarową o klasach 1...0,5. Dla pomiarów kontrolnych zaleca się stosowanie klasy nie większej niż 1.
3. Aparatura do pomiarów laboratoryjnych i wzorcowych obejmuje klasy poniżej 0,6.

## Parametry specyfikacyjne

### Manometry

#### Zakres pomiarowy – Zaleca się, aby górna granica mierzonego ciśnienia mieściła się w przedziale 50…80% zakresu pomiarowego (np. jeżeli mierzymy ciśnienie w granicach 5…8 bar to zakres pomiarowy manometru powinien wynosić 10 bar).

#### Jednostka pomiaru – Preferowaną jednostką jest bar (w przypadku niskich ciśnień mbar) lub MPa (dla mniejszych ciśnień kPa, Pa). Nie zaleca się stosowania jednostek anglosaskich – psi lub psig.

#### Klasa dokładności

1. Dla lokalnych wskaźników ciśnienia nie powinny być większe niż 2,5.
2. Dla lokalnych pomiarów kontrolnych nie powinny być większe niż 1.

#### Średnica obudowy – Zaleca się stosowanie obudów o średnicach 160 mm. Przy manometrach zabudowanych w szafkach lub na stojakach dopuszcza się stosowanie obudów o średnicy 100 mm.

#### Płyn wypełniający obudowę – Zaleca się stosowanie cieczy wypełniającej obudowę w przypadku konieczności stłumienia drań i wibracji przenoszonej na miernik. Zapobiega to zwiększonemu zużyciu części ruchomych i uszkodzeniom wywołanym przez drgania.

#### Warunki pracy – Dostosowane do konkretnego przypadku.

#### Przyłącze procesowe – Zaleca się stosowanie przyłącza dolnego z gwintem M20x1,5.

#### Materiał wykonania

1. Podzielnia – zalecana biała.
2. Wskazówka – zalecana czarna.
3. Obudowy – zaleca się dobór do warunków otoczenia w miejscu pracy.
4. Przyłącze procesowe – zaleca się dobór z uwzględnieniem rodzaju i parametrów medium, na którym pomiar jest wykonywany.
5. Podczas doboru urządzenia pomiarowego należy bezwzględnie sprawdzić czy dla danego typu/modelu dostępne są preferowane wykonania powyższych elementów lub czy akceptujemy materiały proponowane.

#### Stopień ochrony – Należy dobrać stopień ochrony w zależności od warunków otoczenia panujących w miejscu zabudowy. Zaleca się, aby IP nie było niższe niż 54. Stopień ochrony może być niższy, jeżeli aparatura zabudowana jest w szafce o IP nie mniejszym niż 54.

### Przetworniki pomiarowe

#### Zakres pomiarowy – Zaleca się, aby mierzone ciśnienie mieściło się w przedziale 50…80% podstawowego zakresu pomiarowego (np. jeżeli mierzymy ciśnienie w granicach 5…8 bar to ustawiony zakres pomiarowy przetwornika powinien wynosić 10 bar).

#### Jednostka pomiaru – Preferowaną jednostką jest bar (w przypadku niskich ciśnień mBar) lub MPa (w przypadku niskich ciśnień kPa lub Pa).

#### Wyświetlacz – Przetworniki wykorzystywane do pomiarów: poziomu, przepływu, w układach UAR, w układach zabezpieczeń oraz bilansowych i rozliczeniowych powinny być wyposażone w wyświetlacz. W przypadku pozostałych urządzeń, w szczególności zabudowanych w miejscach trudno dostępnych, wyposażenie w wyświetlacz nie jest wymagane.

#### Charakterystyka przetwarzania – Zalecane jest, aby przy wyborze przetwornika inteligentnego miał on możliwość wyboru charakterystyki przetwarzania. Minimalne wymagania w tym zakresie to charakterystyka liniowa. W przypadku przetworników wykorzystywanych do pomiaru przepływu powinien być możliwy wybór charakterystyki pierwiastkowej.

#### Parametry Elektryczne

1. Zasilanie - przetworniki powinny być zasilane dwuprzewodowo w pętli pomiarowej. Preferuje się napięcie zasilania 24 V DC. Przy doborze przetwornika do istniejącego napięcia zasilania należy wziąć pod uwagę minimalne dopuszczalne napięcie przetwornika, maksymalny prąd pobierany przez przetwornik oraz rezystancję wszystkich obciążeń w pętli pomiarowej.
2. Preferowany standard to sygnały pętli prądowej 4…20 mA.
3. Rezystancja obciążenia - jeżeli w pętli pomiarowej będą znajdowały się dodatkowe obciążenia   
   (np. separatory, komunikacja HART), to należy to uwzględnić przy wyborze przetwornika i doborze zasilania. Rezystancja niezbędna do komunikacji HART wynosi min. 250 Ω.

#### Materiał wykonania

1. Przyłącza i membrany – zaleca się wykonanie ze stali 316L. W przypadku specyficznych warunków należy indywidualnie dobrać materiał przyłącza i membrany.
2. Obudowy – zaleca się wykonanie z lakierowanego aluminium. Obudowa powinna bezwzględnie posiadać zewnętrzny zacisk uziemiający.

#### Stopień ochrony – Należy dobrać stopień ochrony w zależności od warunków otoczenia panujących w miejscu zabudowy. Zaleca się, aby IP nie było niższe niż 65.

#### Warunki pracy – Zakres temperatur – zaleca się dobór w zależności od warunków pracy.

#### Parametry metrologiczne

1. Błąd podstawowy – zaleca się, aby dla przetworników wykorzystywanych do pomiarów: poziomu, przepływu, w układach UAR, w układach zabezpieczeń oraz bilansowych i rozliczeniowych wartość błędu podstawowego była nie większa niż 0,1%. W pozostałych przypadkach błąd ten nie powinien być większy niż 0,5%.
2. Stabilność długoczasowa – powinna zapewniać nie przekroczenie błędu podstawowego przez 3 lata.
3. Błąd temperaturowy – zaleca się, aby błąd ten był nie większy 0,05%/10oC.
4. Zakres kompensacji temperaturowej – zalecane jest stosowanie metody aktywnej. Zaleca się, aby zakres kompensacji obejmował cały zakres temperatur pracy.
5. Czas przetwarzania – czas ten nie powinien być dłuższy niż 150 ms.
6. Tłumienie – przetworniki powinny mieć możliwość zmiany stałej czasowej w zakresie min. 0…30 s.
7. Dopuszczalne przeciążenie – zaleca się, aby dopuszczalne przeciążenie było nie mniejsze niż 150% zakresu podstawowego przetwornika.

## Umiejscowienie zabudowy aparatury pomiarowej

### Jeżeli nie ma przeciwskazań zaleca się zabudowę aparatury pomiarowej w miejscu źródła pomiaru.

### Aparatura powinna być zabudowana w sposób umożliwiający łatwy dostęp i odczyt parametrów, nieblokujący dostępu do innych elementów, które tego dostępu wymagają oraz z uwzględnieniem lokalnych warunków otoczenia (temperatura, wilgotność, zapylenie, drgania lub wstrząsy) w celu zminimalizowania prawdopodobieństwa uszkodzenia.

### W przypadku braku możliwości zabudowy aparatury bezpośrednio na króćcu pomiarowym, zaleca się umieszczenie aparatury w możliwie jak najbliższej odległości od źródła.

### Aparatura może być zabudowana na specjalnie dedykowanych do tego celu stojakach lub tablicach.

### W przypadku dużego zapylenia można dopuścić zabudowę aparatury w przeznaczonych do tego celu skrzynkach pomiarowych.

### Zabudowana aparatura powinna być oznakowana zgodnie z przyjętymi zasadami (tabliczka z nazwą pomiaru, oznaczeniem KKS oraz zakresem pomiarowym i datą montażu).

## Sposoby podłączenia

### Mówiąc o przyłączeniu urządzeń pomiarowych musimy wziąć pod uwagę zarówno przyłączenie po stronie mechanicznej jak i elektrycznej (dotyczy tylko przetworników).

#### Przyłącza mechaniczne

#### Poniżej zamieszczone są tylko ogólne zalecenia dotyczące podłączenia aparatury od strony procesu technologicznego. Szczegółowe informacje zawarte są w rozdziale *„przyłącza mechaniczne aparatury do pomiarów ciśnienia, różnicy ciśnień”.*

1. Zaleca się, aby urządzenie pomiarowe było podłączone w bezpośrednim sąsiedztwie króćca lub króćców pomiarowych z wykorzystaniem przeznaczonych do tego celu rurek i zaworów oraz innej dedykowanej aparatury. W przypadku, gdy nie jest to możliwe lub jest niekorzystne metrologicznie (istotny wpływ błędu temperaturowego) dopuszcza się stosowanie układu połączeń wykonanego z rurek impulsowych lub poprzez kompensator membranowy z kapilarą.
2. W przypadku pomiarów ciśnienia cieczy, przetwornik należy umieścić poniżej króćca pomiarowego.
3. W przypadku pomiarów ciśnienia pary instalacja impulsowa powinna być wypełniona kondensatem. Należy zapewnić stały poziom kondensatu, np. poprzez zastosowanie naczyń kondensacyjnych.
4. W przypadku pomiarów ciśnienia gazów przetwornik powinien być umieszczony powyżej króćca pomiarowego.
5. W przypadku zabudowy przetworników poniżej (lub powyżej) króćca pomiarowego, rurki impulsowe powinny być układane z ciągłym, możliwie stałym spadkiem (lub wzniosem), większym niż 7,5% (zalecane 10%). Spadek powinien być wykonany w taki sposób, aby dla pary, powietrza i gazów powodował odwodnienie układu w stronę rurociągu, a dla cieczy odpowietrzenie.
6. W przypadku instalacji rurek impulsowych na otwartej przestrzeni, należy je odpowiednio zabezpieczyć przed zamarzaniem.
7. W przypadku pomiarów realizowanych w mediach zawierających cząstki stałe, lepkie lub inne mogące powodować zatory lub złogi (np. twarda woda, zanieczyszczenia stałe, pył, zawiesiny) zaleca się:
8. Zabudowę aparatury pomiarowej w wykonaniu przeznaczonym do takich rozwiązań bezpośrednio w dedykowanym dla niej króćcu pomiarowym,
9. Zastosować aparaturę pomiarową z separatorem zabudowanym bezpośrednio w króćcu pomiarowym (najczęściej zabudowa kołnierzowa) lub zastosować rozwiązanie umożliwiające udrożnienie króćca (przedmuchiwania, przepłukiwania, np. zastosowanie separatorów i zaworów spustowych).
10. Instalacja pomiarowa musi być szczelna.
11. Należy unikać wykonywania instalacji pomiarowych w miejscach występowania ciśnienia pulsującego, a w razie konieczności takiego rozwiązania zastosować tłumienie pulsacji – preferowane tłumienie po stronie hydraulicznej, dopuszczalne tłumienie cyfrowe (w urządzeniu lub systemie).
12. W przypadku konieczności zabudowy pomiarów na rurociągach lub zbiornikach o dużych drganiach należy zastosować aparaturę z separatorami oraz przewodami kapilarnymi.
13. Podczas instalacji przetwornika na obiekcie może być wymagane wykonanie korekty wpływu pozycji na pomiar. Wpływ ten dotyczy możliwością przesunięcia "zera" przetwornika, związany jest z oddziaływaniem grawitacji na membranę pomiarową i jest tym większy im mniejszy jest podstawowy zakres pomiarowy przetwornika. Zerowanie wykonujemy po zamontowaniu, podłączeniu i zasileniu przetwornika. Możemy to wykonać przez menu lokalne lub przy pomocy komunikacji HART za pomocą komunikatora, komputera lub smartfona. Przetworniki z zakresami ABS nie umożliwiają wykonywania operacji zerowania, ponieważ są mniej wrażliwe na wpływ pozycji montażowej.

#### Przyłącza elektryczne

1. Przyłącza elektryczne dotyczą tylko przetworników pomiarowych.
2. Przyłącze elektryczne należy wykonać dwuprzewodowo i stanowi jednocześnie obwód zasilania i pomiarowy.
3. Do podłączenia przetworników rekomenduje się stosowanie dwuprzewodowej skrętki w ekranie.
4. Zalecana średnica zewnętrzna kabla dla dławnic dostępnych na rynku przetworników, wynosi od 5 do 10 mm.
5. W przypadku wykorzystania komunikacji zdalnej, w której Master HART nie jest podłączony lokalnie lub rolę tą pełni DCS bądź PLC, należy zapewnić, aby rezystancja pętli pomiarowej była nie mniejsza niż 250 Ω. W przypadku zasilania przetwornika z inteligentnych kart systemów pomiarowych wyposażonych w komunikację HART taka rezystancja z reguły nie jest wymagana, a jej funkcję spełnia aktywna impedancja wejściowa pomiarowej karty systemowej wyposażonej w moduł komunikacyjny HART. W przypadku zastosowania kart pomiarowych wyposażonych w komunikację HART należy bezwzględnie stosować się do zaleceń jej producenta.

## Uruchomienie pomiaru

### Przed uruchomieniem należy sprawdzić układ wg poniższych punktów:

#### Sprawdzić czy urządzenie ma właściwy zakres pomiarowy.

#### Sprawdzić czy instalacja jest poprawnie zmontowana i szczelna.

#### W zależności od układu pomiarowego sprawdzić czy układ jest odwodniony (dla gazów), odpowietrzony (dla cieczy), zalany (dla pary) lub ma wyrównane poziomy dla pomiaru różnicy ciśnień.

#### W przypadku przetwornika należy sprawdzić czy jest właściwie podłączony (tor pomiarowy, zasilanie, ekranowanie, komunikacja HART – jeżeli jest wykorzystywana).

#### Należy pamiętać, że od momentu uruchomienia przetwornika do momentu uzyskania poprawnego pomiaru może upłynąć około 5 sekund. Jest to czas wymagany na wykonanie całej procedury łańcucha pomiarowego.

#### Należy też pamiętać, że po uruchomieniu przetwornik musi się ustabilizować temperaturowo, szczególnie, jeżeli przed uruchomieniem nie znajdował się w miejscu zabudowy. Zazwyczaj jest to około 15 min, ale jeżeli temperatura korpusu różni się zdecydowanie od temperatury otoczenia, to czas ten może wynieść około 2 godzin.

#### Po wykonaniu powyższych czynności, jeżeli to konieczne, przeprowadzić zerowanie.

## Wymagane wyposażenie

### Każde z powyższych urządzeń pomiarowych powinno zawierać w komplecie niezbędne elementy konieczne do zabudowy i prawidłowej pracy. Mogą to być zestawy montażowe, gniazda montażowe dla specjalnych wykonań, separatory membranowe. Niektóre z tych elementów muszą być uwzględnione na etapie zamawiania, ponieważ stanowią nierozłączną część urządzenia pomiarowego (np. separatory membranowe). W komplecie wyposażenia powinna znajdować się również niezbędna i wymagana dokumentacja. Wymaganie minimum stanowi DTR lub instrukcja obsługi. Dla przetworników wykorzystywanych w układach pomiaru poziomu, przepływu, w układach UAR, w układach zabezpieczeń oraz bilansowych i rozliczeniowych wymagane jest świadectwo wzorcowania. W przypadku wykonań specjalnych powinny to być dodatkowo świadectwa i/lub certyfikaty określone przez zamawiającego oraz wynikające z obowiązujących norm i przepisów dla danego wykonania.

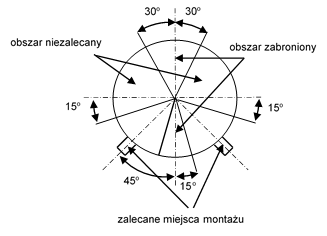
# Wymagania w zakresie przyłączy mechanicznych aparatury do pomiarów ciśnienia, różnicy ciśnień i innej opartej na tych pomiarach

## Umiejscowienie króćców przyłączy do pomiaru ciśnienia

### Akceptacja montażu króćców pomiarowych i zaworów odcinających od strony procesu oraz doboru materiału wykonania króćców leży po stronie branży mechanicznej.

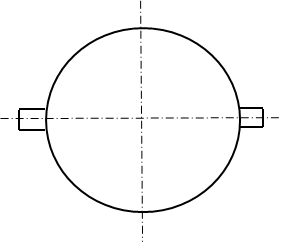
#### W rurociągach poziomych (w odniesieniu do przekroju poprzecznego rurociągu):

1. Dla wody



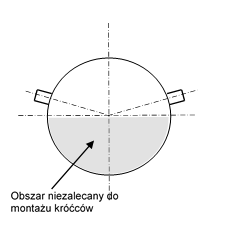
Rysunek 11 - Rekomendowane umiejscowienie króćców pomiarowych w rurociągu wodnym

W obszarach zabronionych kategorycznie odradza się montażu króćców przyłączeniowych. W dolnym obszarze zabronionym gromadzą się najczęściej wszelkie nieczystości, mogące doprowadzić do zanieczyszczenia układu pomiarowego i w konsekwencji zaburzeń w jego działaniu lub nawet braku działania. Począwszy od okolic osi poziomej aż do osi pionowej, umiejscowienie króćców również nie jest zalecane i doz, gdyż rurki powinny być automatycznie zalewane oraz odgazowywane w stronę rurociągu, a dodatkowo w miejscu zabronionym może pojawiać się mieszanina wody i powietrza lub wody i pary. Dodatkowo przy gorących cieczach zabudowa przyrządu pomiarowego bezpośrednio nad króćcem, w osi pionowej, naraża go na niepotrzebne nagrzewania spowodowane konwekcją od rurociągu. Zabudowa króćców w miejscach niezalecanych musi ustalona i zaakceptowana przez Zamawiającego.

1. Dla pary

Rysunek 12 - Rekomendowane umiejscowienie króćców pomiarowych w rurociągu parowym

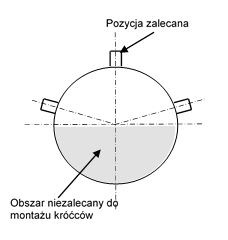
Pomiar ciśnienia absolutnego lub nadciśnienia pary może być usytuowany zarówno powyżej jak i poniżej poziomu rurociągu, dlatego zaleca się montaż króćców w osi poziomej, aby nie tworzyć zasyfonowania, np. przy skierowaniu króćca do góry i umieszczenia pomiaru poniżej rurociągu. Wiedząc dokładnie gdzie będzie usytuowany przetwornik pomiarowy, możemy króćce montować zarówno poniżej jak i powyżej osi poziomej. Należy tylko bezwzględnie przestrzegać, aby w przypadku umiejscowienia pomiaru poniżej króćca, instalacja impulsowa była zawsze zalana i odgazowana – warunek ten zapewnia zastosowanie naczyń kondensacyjnych, a w przypadku pomiaru zainstalowanego powyżej króćca, instalacja pomiarowa powinna być odwodniona.

1. Dla pary pod próżnią

Rysunek 13 - Rekomendowane umiejscowienie króćców pomiarowych w rurociągu parowym pod próżnią

Pomiar ciśnienia pary pod próżnią powinien być usytuowany zawsze powyżej rurociągu z bezwzględnym spadkiem w stronę króćca, bez żadnych syfonów. Układ powinien być zawsze dokładnie odwodniony. Króćce do montażu pomiarów ciśnieniami dla pary pod próżnią powinny być umiejscowione zawsze powyżej osi poziomej rurociągu, aby nie tworzyć miejsc zasyfonowania i zapewniać odwodnienie, ale nie w osi pionowej, aby nie narażać pomiaru na nagrzewanie konwekcyjne. Zabudowa króćców w miejscach niezalecanych musi ustalona i zaakceptowana przez Zamawiającego.

1. Dla gazów

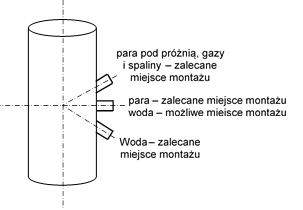


Rysunek 14 – Rekomendowane umiejscowienie króćców w rurociągu gazowym

Pomiary ciśnienia gazów – podobnie jak pary pod próżnią – powinny być usytuowane zawsze powyżej rurociągu z bezwzględnym spadkiem w stronę króćca, bez żadnych syfonów. Układ powinien być zawsze dokładnie odwodniony. Króćce do montażu pomiarów ciśnienia dla gazów powinny być umiejscowione zawsze powyżej osi poziomej rurociągu, aby nie tworzyć miejsc zasyfonowania i zapewniać odwodnienie, a najkorzystniejszym miejscem jest zabudowa w osi pionowej. Zabudowa króćców w miejscach niezalecanych musi ustalona i zaakceptowana przez Zamawiającego.

#### W rurociągach pionowych

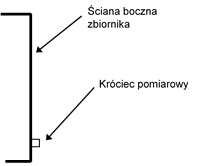
1. Dla wody, pary, gazów i spalin



Rysunek 15 - Rekomendowane umiejscowienie króćców pomiarowych dla pary, gazu, spalin i wody w rurociągu pionowym

#### W zbiornikach bezciśnieniowych (o ciśnieniu atmosferycznym)

1. Dla pomiaru poziomu



Rysunek 16 - Orientacyjne położenie króćca pomiarowego przy pomiarze poziomu

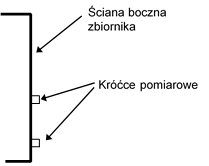
Położenie króćca powinno być ustalone w fazie projektowania zbiornika. Powinien być zabudowany na takiej wysokości aby uniemożliwić jego zatkanie przez zanieczyszczenia, gromadzące się na dnie zbiornika. W przypadku wystąpienia takiej konieczności, zaleca się:

###### zabudowę aparatury pomiarowej w wykonaniu przeznaczonym do takich rozwiązań bezpośrednio w dedykowanym dla niej króćcu pomiarowym,

###### zastosować aparaturę pomiarową z separatorem zabudowanym bezpośrednio w króćcu pomiarowym (najczęściej zabudowa kołnierzowa)

###### lub zastosować rozwiązanie umożliwiające udrożnienie króćca (przedmuchiwania, przepłukiwania).

1. Dla pomiaru gęstości

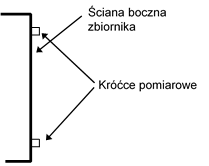


Rysunek 17 - Umiejscowienie króćców pomiarowych do pomiaru gęstości w zbiornikach

Umiejscowienie króćców (wysokość i odległość między nimi) powinny być ustalone w trakcie projektowania. Do wyliczenia gęstości niezbędne są wartość pomiaru różnicy ciśnień oraz odległość między króćcami.

#### W zbiornikach ciśnieniowych

1. Dla pomiaru poziomu



Rysunek 18 - Umiejscowienie króćców pomiarowych pomiaru poziomu w zbiornikach ciśnieniowych

Umiejscowienie króćców zależy od zakresu poziomu jaki ma być mierzony i powinno być ustalone w fazie projektowania zbiornika. Dolny króciec powinien być zabudowany na takiej wysokości aby uniemożliwić jego zatkanie przez zanieczyszczenia, gromadzące się na dnie zbiornika.

1. Dla pomiaru ciśnienia umiejscowienie możliwe jest w dowolnym miejscu zbiornika z wyjątkiem dna oraz powyżej poziomu przewidywanego na osady w celu zapobieżenia zabrudzeniu króćca.

## Metody przyłączania układów pomiarowych

### W poniższych punktach zamieszczone są zalecane do stosowania układy połączeń dla pomiarów ciśnienia, różnicy ciśnień oraz wykonane w oparciu o nie pomiary przepływu i poziomu. Z punktu widzenia wartości ciśnienia możemy je podzielić na pomiary do 4 MPa (40 bar) i powyżej. W obu przypadkach układy pomiarowe wyglądają podobnie. Różnicę stanowi zastosowanie dwóch zaworów odcinających od strony króćca pomiarowego.

### Ogólne zasady instalacji

#### Zaleca się, aby urządzenie pomiarowe było podłączone w bezpośrednim sąsiedztwie króćca lub króćców pomiarowych. W przypadku, gdy nie jest to możliwe lub jest niekorzystne metrologicznie (istotny wpływ błędu temperaturowego) dopuszcza się stosowanie układu połączeń wykonanego z rurek impulsowych lub poprzez kompensator membranowy z kapilarą.

#### W przypadku pomiarów ciśnienia cieczy, przetwornik należy umieścić poniżej króćca pomiarowego.

#### W przypadku pomiarów ciśnienia pary instalacja impulsowa powinna być wypełniona kondensatem. Należy zapewnić stały poziom kondensatu, np. poprzez zastosowanie naczyń kondensacyjnych.

#### W przypadku pomiarów ciśnienia pary umiejscowionych powyżej rurociągu lub zbiornika, instalacja impulsowa powinna być odwodniona.

#### W przypadku pomiarów ciśnienia gazów przetwornik powinien być umieszczony powyżej króćca pomiarowego.

#### W przypadku zabudowy przetworników poniżej (lub powyżej) króćca pomiarowego, rurki impulsowe powinny być układane bezwzględnie z ciągłym, możliwie stałym spadkiem (lub wzniosem), większym niż 7,5% (zalecane 10%). Spadek powinien być wykonany w taki sposób, aby dla powietrza i gazów powodował odwodnienie, a dla cieczy odpowietrzenie układu w stronę rurociągu lub zbiornika. Nie dopuszcza się układania rurek tego samego układu w sposób tworzący zasyfonowania, czyli raz ze spadkiem, a innym razem ze wzniosem, patrząc od króćca w stronę miejsca zabudowy przyrządu pomiarowego.

#### Średnicę rurek impulsowych należy dobrać dla zapewnienia właściwej dynamiki układu pomiarowego, jednocześnie standaryzując wykorzystywane średnice w zakresie projektu. W razie braku przeciwwskazań stosować ustandaryzowany rozmiar rurek pomiarowych, zalecany ϕ 14x3mm.

#### Połączenia gwintowe, w szczególności połączenia przetworników pomiarowych standaryzować. Preferowane są gwinty metryczne, zalecany dla przetworników pomiarowych to M 20x1,5.

#### W przypadku pomiarów realizowanych w mediach zawierających cząstki stałe, lepkie lub inne mogące powodować zatory lub złogi (np. twarda woda, zanieczyszczenia stałe, pył, zawiesiny) zaleca się:

1. zabudowę aparatury pomiarowej w wykonaniu przeznaczonym do takich rozwiązań bezpośrednio w dedykowanym dla niej króćcu pomiarowym,
2. zastosować aparaturę pomiarową z separatorem zabudowanym bezpośrednio w króćcu pomiarowym (najczęściej zabudowa kołnierzowa)
3. lub zastosować rozwiązanie umożliwiające udrożnienie króćca (przedmuchiwania, przepłukiwania).

#### Instalacja pomiarowa musi być szczelna.

#### Należy unikać wykonywania instalacji pomiarowych w miejscach występowania ciśnienia pulsującego, a w razie konieczności takiego rozwiązania zastosować tłumienie pulsacji – preferowane tłumienie po stronie hydraulicznej, dopuszczalne tłumienie cyfrowe (w urządzeniu lub systemie).

#### W przypadku konieczności zabudowy pomiarów na rurociągach lub zbiornikach o dużych drganiach należy zastosować aparaturę z separatorami oraz przewodami kapilarnymi.

#### Umiejscowienie króćców pomiarowych powinno być zgodne z punktem 11.1.

#### Króćce pomiarowe oraz przyłączone do nich elementy układu pomiarowego powinny być zabezpieczone przed dotykiem bezpośrednim w miejscach, w których temperatura przekracza 50°C i istnieje ryzyko bezpośredniego dotyku.

## Umiejscowienie króćców pomiarowych

### Umiejscowienie króćców przedstawiono na rysunkach w niniejszym dokumencie oraz załączonym pliku Przyłącza\_procesowe\_rysunki\_PGE\_EC.

### Załączone rysunki wraz z opisem i wymaganiami w niniejszym dokumencie należy traktować jako obowiązujące u Zamawiającego typowe sposoby zabudowy urządzeń pomiarowych (tzw. hook-up typicals).

### W projekcie wykonawczym należy uwzględnić rysunki wykonawcze zgodne z przedstawionymi sposobami zabudowy i wymaganiami Zamawiającego.

### Nietypowe przypadki, wykonania jednostkowe oraz zabudowa na urządzeniach gotowych – bez możliwości wprowadzania zmian – mogą stanowić odstępstwa od niniejszych wymagań.

### Odstępstwa muszą być być każdorazowo zatwierdzone przez Zamawiającego.

### W zakresie pomiarów ciśnienia i różnicy ciśnień uwzględniono następujące przypadki (nazwy odpowiadają nazwom rysunków w załączonym pliku):

#### Pomiar ciśnienia powietrza i gazu

1. Do 40 bar

#### Pomiar ciśnienia pary

1. Do 40 bar
2. Do 40 bar - urządzenie pomiarowe umiejscowione poniżej króćca pomiarowego

#### Pomiar ciśnienia wody

1. Do 40 bar
2. Uwaga: dla dużego oddalenia przyrządu pomiarowego od źródła zaleca się stosowanie zaworu odwadniającego. Zawór ten ułatwia odwadnianie oraz przepłukiwanie układu. Przy umiejscowieniu urządzenia pomiarowego w pobliżu króćca zawór ten oraz trójnik można wyeliminować.

#### Pomiar przepływu wody przez pomiar spadku ciśnienia na kryzie pomiarowej

1. Do 40 bar

#### Pomiar przepływu powietrza, gazów i spalin

1. Przez pomiar spadku ciśnienia na kryzie pomiarowej
2. Przez pomiar spadku ciśnienia na rurce Pitota

#### Pomiar poziomu w zbiorniku ciśnieniowym

1. Do 40 bar

## Elementy przyłączy

### Informacje ogólne

#### Wyłączną odpowiedzialność za wybór produktów odpowiadających ich wymaganiom, tak aby zapewnić właściwe działanie instalacji, ponosi Wykonawca.

#### Wszystkie elementy powinny być dobrane pod względem rodzaju medium, temperatury, ciśnienia występujących w układzie, warunków otoczenia, miejsca zabudowy oraz materiału wykonania pozostałych elementów układu, z którymi są połączone.

### Króćce pomiarowe

#### Materiał wykonania i sposób montażu powinien uwzględniać materiał wykonania elementu instalacji, w którym ma być zabudowany, parametry i właściwości medium, które ma podlegać pomiarowi oraz materiał, z którego wykonany jest element układu pomiarowego z nim połączony.

#### Zaleca się stosowanie połączeń spawanych. Połączenia skręcane należy stosować jeżeli nie ma innych możliwości lub gdy urządzenie pomiarowe musi być zabudowane bezpośrednio w rurociągu lub zbiorniku.

#### W przypadku pomiaru medium o wysokiej temperaturze, króćce pomiarowe oraz podłączone do nich elementy układu powinny być zabezpieczone przed dotykiem bezpośrednim w miejscach, w których temperatura przekracza 50°C i istnieje ryzyko bezpośredniego dotyku.

### Rurki impulsowe

#### Zaleca się stosowanie rurek impulsowych o rozmiarze 14x3 mm.

#### Rurki powinny być wykonane z materiału dostosowanego do parametrów i właściwości mierzonego medium, zaleca się stosowanie materiałów takich jak: stal 1.7335, 1.7715, 1.0425 lub stal kwasoodporna 1.4541.

#### Rurki powinny być układane na odpowiednio przygotowanych trasach w sposób trwały, uniemożliwiający ich przesuwanie.

#### Podczas ich układania powinien być zachowany odpowiedni spadek. Zaleca się aby był on większy lub równy 7,5%. Nie dopuszcza się spadku mniejszego niż 2%.

#### Jeżeli rurki układane są w pobliżu ciągów komunikacyjnych, to powinny być zabezpieczone przed możliwością ich dotknięcia lub uderzenia.

#### Rurki powinny posiadać jednoznaczne oznakowanie, do jakiego pomiaru przynależą oraz w przypadku pomiaru różnicy ciśnień oznaczenie króćca, do którego są podłączone (+, - lub H, L).

#### Poszczególne odcinki rurek powinny być połączone przez spawanie przy użyciu muf łączeniowych.

#### Podczas spawania należy zachować odpowiednią staranność, aby zapewnić współosiowość łączonych rurek oraz odpowiednią jakość połączenia.

### Zawory odcinające

#### Zawory przeznaczone do odcięcia aparatury pomiarowej od strony ciśnienia powinny być zabudowane jak najbliżej króćców pomiarowych.

#### Przy ciśnieniach wyższych niż 40 bar należy stosować odcięcie składające się z dwóch połączonych szeregowo zaworów.

#### Średnica przelotu zaworu powinna być dopasowana do średnicy wewnętrznej rurki impulsowej.

#### Zaleca się stosowanie materiałów wykonania takich jak dla rurek impulsowych.

#### Zawory powinny być wyposażone w pokrętła lub klucze.

### Zawory manometryczne i blokowe

#### Zawory manometryczne powinny być zabudowane przed samym urządzeniem pomiarowym.

#### Średnica przelotu zaworu powinna być dopasowana do średnicy wewnętrznej rurki impulsowej.

#### Zaleca się stosowanie materiałów wykonania takich jak dla rurek impulsowych.

#### Przy pomiarach ciśnienia cieczy zaleca się stosowanie zaworów z odpowietrzeniem.

#### Pod zaworami odpowietrzającymi powinny być zabudowane lejki lub korytka do układu odwodnień lub ścieków.

#### Zawory blokowe lub zblokowane są przeznaczone do montażu urządzeń pomiarowych różnicy ciśnień. Służą one, podobnie jak zawory manometryczne, jako dodatkowe odcięcia aparatury pomiarowej od strony ciśnienia. Umożliwiają obsługę przetworników w zakresie wykonywania niezbędnych czynności, takich jak włączanie przetwornika do ruchu oraz zerowanie przetwornika w warunkach ciśnienia statycznego. Stosowane są warianty trzy i pięciodrogowe.

#### Ze względu na większą funkcjonalność zaleca się stosowanie zaworów pięciodrogowych.

#### Wszystkie zawory zarówno manometryczne jak i blokowe czy zblokowane powinny być wyposażone w pokrętła lub klucze.

### Naczynia kondensacyjne

#### Zaleca się stosowanie tych naczyń w układach pomiaru poziomu w zbiornikach ciśnieniowych,  w celu zapewnienia stałej wartości poziomu odniesienia. Zaleca się ich stosowanie również w układach pomiaru przepływu pary.

### Rurki syfonowe

#### Rurki te stosowane są przy pomiarach ciśnienia cieczy, par i gazów w celu obniżenia temperatury medium, którego wartość ciśnienia ma być zmierzona. W układach pomiaru ciśnienia zastosowanie mają rurki syfonowe:

1. Typu P – pętlicowe mające zastosowanie przy pionowym wyjściu króćca pomiarowego.
2. Typu UA i UB – mające zastosowanie przy poziomym wyjściu króćca pomiarowego.
3. Wymiary przekrojów rurek syfonowych powinny być takie same jak stosowanych rurek impulsowych.

### Połączenia

#### W układach pomiarowych mogą występować połączenia spawane lub skręcane.

1. Połączenia spawane należy stosować pomiędzy króćcami i zaworami odcinającymi oraz pomiędzy zaworami odcinającymi a rurką impulsową lub przy połączeniach z takimi elementami jak łącznik czy trójnik.
2. W pozostałych przypadkach, jeżeli nie ma przeciwwskazań, zaleca się stosowanie połączeń skręcanych. W połączeniach skręcanych należy stosować gwint M20x1,5.

### Zamocowania aparatury

#### Aparatura powinna być zamocowana w sposób stabilny i trwały. Jeżeli nie jest zabudowana bezpośrednio na króćcach pomiarowych, to powinna być zamocowana na przygotowanej w tym celu konstrukcji np. uchwyty, stojaki lub tablice.

#### Jeżeli aparatura jest zabudowana w pobliżu ciągów komunikacyjnych to powinna być zabezpieczona przed dotykiem bezpośrednim. Zabezpieczenie powinno uniemożliwiać uszkodzenie aparatury poprzez uderzenie oraz poparzenie w przypadku wystąpienia na niej wysokiej temperatury.

# Wymagania w zakresie układów pomiarowych poziomu

## Informacje ogólne

### Dobierając metodę i aparaturę do pomiaru poziomu należy wziąć pod uwagę:

1. medium,
2. warunki otoczenia panujące w miejscu pomiaru (temperatura, ciśnienie, parowanie, skraplanie, pienienie, zapylenie, hałas),
3. elementy konstrukcyjne i wyposażenia obiektu, w którym pomiar ma być zabudowany (drabiny, mieszadła, rury, nagrzewnice, konstrukcje wsporcze i osłonowe),

### Przy projektowaniu układu pomiaru poziomu należy mieć na uwadze co ma znaczenie priorytetowe:

1. zakres pomiarowy,
2. dokładność, powtarzalność i niezawodność pomiaru,
3. szybkość reakcji,
4. możliwość demontażu (wymiany) podczas pracy instalacji,
5. łatwość dostępu,
6. koszt.

## Rodzaje i metody pomiarowe

### Zalecane metody pomiarowe

Tabela 2 – Zalecane metody pomiarowe – pomiary poziomu

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Pomiar poziomu** | **Możliwe do zastosowania metody pomiarowe** | **Zalecana metoda pomiarowa** | **Uwagi** |
| Zbiorniki materiałów sypkich. | Radarowa kontaktowa i bezkontaktowa, ultradźwiękowa, laserowa, izotopowa, elektromechaniczna. | Radarowa  bezkontaktowa | W przypadku materiałów oblepiających możliwe wykorzystanie układu ciągłego przedmuchu. |
| Zbiorniki bezciśnieniowe  czystych cieczy nieagresywnych. | Radarowa kontaktowa i bezkontaktowa, laserowa ultradźwiękowa, hydrostatyczna, pojemnościowa, magnetostrykcyjna. | Hydrostatyczna | W tym wypadku kryterium doboru stanowi cena i najlepsze możliwości do zabudowy. |
| Zbiorniki paliw. | Radarowa kontaktowa i bezkontaktowa, hydrostatyczna, magnetostrykcyjna. | Radarowa kontaktowa i bezkontaktowa | Pozostałe z metod mogą być zastosowane po uzasadnieniu, że jest to najlepsze z możliwych rozwiązanie. |
| Zbiorniki mediów agresywnych. | Radarowa kontaktowa i bezkontaktowa, izotopowa, hydrostatyczna. | Radarowa | Pozostałe z metod mogą być zastosowane po uzasadnieniu, że jest to najlepsze z możliwych rozwiązanie. |
| Bezkontaktowa lub izotopowa | Metoda izotopowa tylko w uzasadnionych przypadkach. Przy zastosowaniu tej metody koniecznym jest posiadanie inspektora ds. ochrony radiologicznej |
| Zbiorniki ścieków (brak pary i piany) | Radarowa bezkontaktowa i kontaktowa, hydrostatyczna (przy znajomości gęstości), laserowa, pojemnościowa. | Radarowa kontaktowa i bezkontaktowa | Pozostałe z metod mogą być zastosowane po uzasadnieniu, że jest to najlepsze z możliwych rozwiązanie. |
| Zbiorniki jednorodnych cieczy parujących i/lub pieniących | Radarowa kontaktowa i bezkontaktowa, hydrostatyczna | Wszystkie możliwe |  |
| Zbiorniki ciśnieniowe, ·wymienniki ciepła | Radarowa kontaktowa, magnetostrykcyjna, pojemnościowa, hydrostatyczna. | Radarowa Kontaktowa | Pozostałe z metod mogą być zastosowane po uzasadnieniu, że jest to najlepsze z możliwych rozwiązanie. |

## Parametry urządzeń

### Wymagania ogólne - parametry specyfikacyjne dla wszystkich metod pomiarowych.

#### Wyświetlacz – zalecany jeżeli producent ma w ofercie takie rozwiązanie w standardzie lub w przypadkach wykorzystania pomiaru poziomu w układach zabezpieczeń, regulacji bądź innych uzasadnionych. W pozostałych przypadkach nie zaleca się stosowania wyświetlaczy.

#### Jednostka pomiaru – preferowaną jednostką jest metr a w przypadku bardzo małych poziomów dopuszcza się cm lub mm. Nie zaleca się stosowania jednostek anglosaskich.

#### Parametry elektryczne:

1. Zasilanie – preferowane 24 V DC.
2. Preferowany standard to sygnały pętli prądowej 4…20 mA z protokołem HART.
3. Rezystancja obciążenia - jeżeli w pętli pomiarowej będą znajdowały się dodatkowe obciążenia (np. separatory, komunikacja HART), to należy to uwzględnić przy wyborze przetwornika i doborze zasilania. Rezystancja niezbędna do komunikacji HART wynosi min. 250 Ω.

#### Materiał wykonania

1. Przyłącze technologiczne – w większości przypadków zaleca się wykonanie ze stali 316L. W przypadku specyficznych warunków należy indywidualnie dobrać materiał przyłącza.
2. Obudowy – zleca się wykonanie z lakierowanego aluminium. Obudowa powinna bezwzględnie posiadać zewnętrzny zacisk uziemiający.

#### Stopień ochrony – należy dobrać w zależności od warunków otoczenia panujących w miejscu zabudowy. W większości przypadków zaleca się, aby IP nie było niższe niż 65.

#### Błąd pomiaru – W zależności od tego w jakim celu pomiar jest realizowany (rozliczeniowy, bilansowy, magazynowy, wskaźnik) oraz rodzaju medium, wymagane i możliwe do uzyskania są różne dokładności. W związku z powyższym należy dobrać metodę i aparaturę o dokładności, która spełnia postawione wymagania.

#### Wykonania specjalne, certyfikaty – Jeżeli ze względów na miejsce zabudowy, pełnioną funkcję lub inne wymagane jest wykonanie specjalne lub dostarczenie odpowiednich świadectw lub certyfikatów, to należy je dokładnie określić (np. certyfikat ATEX, SIL, MID itp., fabryczne świadectwo kalibracji, świadectwo wzorcowania wystawione przez laboratorium akredytowane).

## Instalacja i uruchomienie

### Zalecenia montażowe

#### Wymaga się, aby urządzenie pomiarowe było zabudowane z wykorzystaniem elementów dobranych do parametrów ciśnieniowych i temperaturowych w miejscu zabudowy.

#### W przypadku montażu wewnątrz zbiorników zamkniętych, a szczególnie ciśnieniowych instalacja pomiarowa musi być szczelna.

### Uruchomienie pomiaru

#### Przed uruchomieniem należy sprawdzić układ wg poniższych punktów.

1. Sprawdzić czy układ pomiarowy zabudowany jest we właściwym miejscu i we właściwy sposób w zależności od wdrażanego rozwiązania.
2. Sprawdzić wzrokowo poprawność montażu elementów układu pomiarowego pod względem śladów uszkodzeń mechanicznych lub termicznych, nieszczelności.
3. Sprawdzić czy zastosowane urządzenia są prawidłowo dobrane (długość sondy hydrostatycznej, długość linki lub pręta falowodu, zakres pomiarowy itp.).

#### Uruchomić pomiar i sprawdzić prawidłowość wskazań (odpowiedź układu na zmiany poziomu).

# Wymagania w zakresie pomiarów przepływu

## Wymagania ogólne

### W każdym przypadku pomiaru przepływu, Wykonawca dobierze odpowiednią metodę i urządzenie uwzględniając wszystkie warunki, w szczególności warunki otoczenia, dopuszczalny spadek ciśnienia, rodzaj mierzonego medium oraz przeznaczenie i zakres pomiaru. Standardem obowiązującym dla pomiarów przepływu jest *PN-EN ISO 5167.*

### Zamawiający dopuszcza stosowanie następujących metod pomiaru przepływu:

1. ultradźwiękowe,
2. elektromagnetyczne,
3. wirowe – Vortex,
4. Coriolisa,
5. termiczne,
6. manometryczne,
7. komorowe (rotorowe),
8. turbinowe,
9. inne – bezinwazyjne.

### z uwzględnieniem kompensacji od zmian temperatury i ciśnienia w przypadkach, kiedy jest to wymagane.

### Metoda pomiarowa powinna być dobrana optymalnie do wymagań.

### Dopuszcza się, w uzasadnionych przypadkach, wykorzystanie innych metod pomiarowych. Każde odstępstwo wymaga uzyskania zatwierdzienia przez Zamawiającego.

### Do pomiarów przepływu oleju należy stosować przepływomierze masowe typu Coriolisa.

### Do pomiarów (technologicznych) przepływu gazu ziemnego stosować przepływomierze termiczne lub mechaniczne z kompensacją od temperatury i ciśnienia lub metody ultradźwiękowe i wirowe.

### Do pomiarów mediów agresywnych preferowane jest stosowanie przepływomierzy elektromagnetycznych i ultradźwiękowych.

### Dopuszcza się, w uzasadnionych przypadkach, pomiary z wykorzystaniem elementów spiętrzających (kryzy, zwężki), jednak metoda ta nie jest preferowana i wymaga się każdorazowo uzyskania zatwierdzienia wykorzystania tej metody przez Zamawiającego.

### Zamawiający wymaga przedstawienia obliczeń doboru elementów spiętrzających włącznie z wyznaczeniem wymaganych odcinków prostych przed i za oraz błędu pomiarowego zgodnie z *PN-EN ISO 5167.*

### Materiał kryz i innych elementów mających kontakt z mierzonym medium powinien być odpowiednio dobrany. Jeśli nie ma szczególnych wymagań, jako standard należy zastosować stal nierdzewną 316.

### W przypadku pomiarów przepływu z wykorzystaniem elementów spiętrzających przeliczanie dP na wartość przepływu powinno następować w przetworniku. Wyjściem z przetwornika powinnna być wartość proporcjonalna do przepływu.

### Urządzenia pomiarowe powinny w normalnych stanach technologicznych pracować w przedziale 30-80% zakresu pomiarowego.

### Urządzenia do pomiaru przepływu powinny być, w większości przypadków, instalowane bezpośrednio w rurociągach z wykorzystaniem połączeń kołnierzowych, z zapewnieniem możliwości wymiany bez konieczności odwadniania całego rurociągu i odstawiania urządzeń (np. przez zabudowę zaworów odcinających przed i za odcinkiem pomiarowym).

### Dostarczone przepływomierze dla pomiarów szczególnie istotnych (wykorzystywanych w układach automatycznej regulacji, zabezpieczeniach i bilansowania oraz obliczeniach sprawnościowych) muszą być wyposażone w wyświetlacz ze wskazaniem mierzonej wielkości w jednostkach inżynierskich i interfejs (klawiatura, ekran dotykowy) umożliwiający wykonanie na miejscu ich konfiguracji i prostej diagnostyki. Konfiguracja powinna być również możliwa przy pomocy komunikatora, laptopa lub zdalnie ze stacji inżynierskiej.

### Wykonawca dobierze urządzenia gwarantujące dokładność i stabilność pomiaru adekwatną do konkretnego zastosowania. Generalnie jako minimum przyjmuje się:

Tabela 3 - wymagania dla przepływomierzy

|  |  |
| --- | --- |
| Dokładność – metoda zwężkowa | +/- 1% |
| Dokładność – metoda termiczna | +/- 1% |
| Dokładność – pozostałe metody | +/- 0,5% |
| Powtarzalność | +/- 0,25% |

## Instalacja i uruchomienie

### Zalecenia montażowe

#### Zaleca się, aby urządzenie pomiarowe było zabudowane z wykorzystaniem elementów dobranych do parametrów ciśnieniowych i temperaturowych w miejscu zabudowy.

#### Należy zapewnić odpowiednią długość odcinków prostych za i przed przepływomierzem lub w razie braku takiej możliwości zastosować prostownicę strumienia w celu spełnienia, wymaganych przez producenta, warunków zabudowy.

#### W przypadku montażu ingerującego w rurociąg instalacja pomiarowa musi być szczelna.

### Uruchomienie pomiaru

#### Sprawdzić czy układ pomiarowy zabudowany jest we właściwym miejscu i we właściwy sposób w zależności od wdrażanego rozwiązania.

#### Sprawdzić wzrokowo poprawność montażu elementów układu pomiarowego pod względem:

1. śladów uszkodzeń mechanicznych lub termicznych,
2. nieszczelności.

#### Sprawdzić czy zastosowane urządzenia są prawidłowo dobrane – porównać z wymaganiami, specyfikacją.

#### Uruchomić pomiar i sprawdzić prawidłowość wskazań (odpowiedź układu na zmiany przepływu).

### Wymagane wyposażenie

#### Każde z powyższych urządzeń pomiarowych powinno zawierać w komplecie niezbędne elementy konieczne do zabudowy i prawidłowej pracy. Mogą to być zestawy montażowe, dodatkowe kołnierze, uchwyty dla specjalnych wykonań. Niektóre z tych elementów muszą być uwzględnione na etapie zamawiania, ponieważ stanowią nierozłączną część urządzenia pomiarowego (np. elementy montażowe). W komplecie wyposażenia powinna znajdować się również niezbędna i wymagana dokumentacja. Wymaganie minimum stanowi DTR lub instrukcja obsługi. Dla przetworników wykorzystywanych w układach pomiaru przepływu, w układach UAR, w układach zabezpieczeń oraz bilansowych i rozliczeniowych wymagane jest świadectwo wzorcowania. W przypadku wykonań specjalnych powinny to być dodatkowo świadectwa i/lub certyfikaty określone przez Zamawiającego oraz wynikające z obowiązujących norm i przepisów prawnych dla danego wykonania.

# Pomiary rozliczeniowe i bilansowe

*Wymagania, zapisane w poniższych punktach, odnoszące się do chromatografu, dotyczą tylko sytuacji jeżeli będzie on przewidziany lub wymagany przez dostawcę agregatów kogeneracyjnych bądź kotłów*

## Układ pomiarowy gazu

### Układ pomiarowy gazu ziemnego będzie się składać z:

#### Pomiarów przepływu,

#### Pomiarów do korekcji: ciśnienia, temperatury.

#### Przeliczników objętości (liczników gazu).

#### Pomiarów parametrów jakościowych gazu, jeżeli będą wymagane (chromatograf gazowy, analizator zawartości siarki).

### Wymagania:

#### System pomiarowy powinien spełniać wymagania normy PN-EN 1776, wymagania dyrektywy MID i prawnej kontroli metrologicznej oraz wymagania URE.

#### Całość instalacji chromatografu i instalacji pomocniczych powinna stanowić jednolite rozwiązanie techniczne, pochodzące od producenta chromatografu.

#### Układ poboru próbek zostanie wykonany zgodnie z PN-EN ISO 10715 lub innym, właściwym standardem technicznym.

#### Oznaczanie składu gazu (chromatograf) będzie realizowane zgodnie z PN-EN ISO 6974.

#### Chromatograf będzie badać skład gazu (co najmniej 6 składników gazu ziemnego), obliczać gęstość, wartość opałową, ciepło spalania, górną i dolną liczbę Wobbego oraz punkt rosy.

#### Obliczenia parametrów gazu będą zgodne z PN-EN ISO 6976.

#### Przy doborze gazomierza należy wziąć pod uwagę następujące parametry:

1. szczytowe zapotrzebowanie gazu,
2. ciśnienie gazu przed gazomierzem,
3. zakresowość gazomierza, czyli stosunek minimalnego obciążenia gazomierza do obciążenia maksymalnego, tak aby pomiar był prowadzony w zakresie Qt≤Q≤Qmax (gdzie Qt to strumień objętości gazu w określonym punkcie skali, zależnym od rodzaju gazomierza i jego zakresowości).

#### Chromatograf i liczniki gazu będą posiadały funkcje autodiagnostyki i sygnalizacji błędów, w tym zdalnej do systemu DCS/SCADA.

#### Chromatograf, przepływomierze i przeliczniki będą wyposażone w intefejs w postaci wyświetlacza i przycisków umożliwiający odczytanie mierzonych wartości oraz parametrów.

#### Wraz z chromatografem zostanie dostarczone oprogramowanie inżynierskie umożliwiające konfigurację, podgląd mierzonych wartości, wykonywanie kalibracji, diagnostyki itp. Praca z tym oprogramowaniem powinna być możliwa miejscowo (laptop) lub zdalnie, ze stacji inżynierskiej.

#### Przepływomierze (liczniki) zostaną zabudowane z zachowaniem wymagań metrologicznych.

#### W przypadku pomiarów rozliczeniowych (fiskalnych oraz umieszczonych na granicy bilansowej jednostki kogeneracyjnej) zostanie zapewniona redundancja.

#### Zostaną zabudowane by-passy każdego przepływomierza (licznika), w sposób umożliwiający bezpieczny demontaż urządzenia pomiarowego.

#### Zastosowane zostaną odpowiednie odcinki proste przed i za przepływomierzem lub zabudowana zostanie prostownica strumienia, zgodnie z wymaganiami producenta.

#### Zamawiający preferuje liczniki mechaniczne z generatorami impulsów do przeliczników.

#### Nie dopuszcza się wyznaczania przepływu gazu metodą obliczeniową (bilans).

#### Metoda obliczeniowa (bilans) zostanie zaimplementowana jako dodatkowa walidacja pomiarów.

#### Prezlicznik będzie prezętował pomiary ilości gazu przeliczając objętości gazu z warunków pomiarowych na warunki normalne.

#### Chromatograf, przepływomierze i przeliczniki będą zasilane napięciem gwarantowanym.

#### Chromatograf, przepływomierze i przeliczniki gazu będą zabezpieczone (fizycznie i/lub hasłem) przed wprowadzaniem zmian w konfiguracji przez osoby nieupoważnione.

#### Dane z chromatografu i przeliczników będą przesyłane do systemu SCADA i SAD linkiem cyfrowym redundantnym. Dopuszczalna jest sieć o topologii ring.

#### Układy pomiarowe muszą spełniać wymagania wynikające z zabudowy w strefach zagrożenia wybuchem, zgodnie z przeprowadzoną przez Wykonawcę analizą.

### Instalacja, uruchomienie i wyposażenie

#### Wymagania dotyczące montażu, uruchomienia i wyposażenia są takie same jak dla przepływomierzy.

## Układy pomiaru energii cieplnej

### W celu opomiarowania produkcji, żużycia oraz sprzedaży energii cieplnej Zamawiający wymaga stosowania dedykowanych do tego celu, układów pomiarowych. Nie dopuszcza się stosowania algorytmów przeliczających zaimplementowanych w systemach służących innym celom jako ciepłomierzy (np. obliczenia w systemie SCADA).

### Układ pomiarowy w zalezności od przeznaczenia może być wykonany jako składany, co jest rozwiązaniem dedykowanym, lub zespolonym. Bez względu na wykonanie musi się on składać z pomiaru przepływu, temperatury oraz przelicznika ciepła.

### Zalecane układy pomiarowe.

### Tabela 2 Zalecane układy pomiarowe

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Miejsce zastosowania układu | Dedykowany rodzaj ciepłomierza | Dedykowany przelicznik wskazujący | Dedykowany pomiar przepływu | Dedykowane czujniki temperatury | Dedykowane przyłącza mechaniczne |
| Magistrale i dystrybucyjne, sieci ciepłownicze | składany | Zasilany z sieci 230 V AC lub 24 V DC bądź bateryjne, z modułem komunikacyjnym M-Bus i konwerterem – w zależności od dostępnego standardu – na: GPRS, Modbus, Ethernet. | Ultradźwiękowy, spiętrzający. | Pt 1000, głowicowe, 4.przewodowe, z dedykowanymi osłonami. | Kołnierzowe przystosowane do plombowania. |
| Węzły cieplne wyposażone w zasilanie elektryczne | składany | Zasilany z sieci 230 V AC lub 24 V DC, z modułem komunikacyjnym M-Bus i konwerterem – w zależności od dostępnego standardu – na: GPRS, Modbus, Ethernet. | Ultradźwiękowy. | Pt 1000, bezgłowicowe, 2. lub 4.przewodowe z dedykowanymi osłonami. | Kołnierzowe przystosowane do plombowania dla DN > 50 mm |
| Węzły cieplne niewyposażone w zasilanie elektryczne | składany | Zasilany bateryjnie ze zdalnym odczytem i przesyłem danych przez moduł komunikacyjny M-Bus z konwersją na GPRS lub system Q AMR. | Ultradźwiękowy. | Pt 1000, bezgłowicowe, 2. lub 4.przewodowe z dedykowanymi osłonami. | Kołnierzowe przystosowane do plombowania dla DN > 50 mm |
| Indywidualni odbiorcy oraz kompaktowe węzły cieplne | zespolony | Zasilany bateryjnie ze zdalnym odczytem i przesyłem danych przez moduł komunikacyjny M-Bus z konwersją na GPRS lub system Q AMR. | Ultradźwiękowy, elektromagnetyczny | Dedykowane dla danego rozwiązania | Skręcane półśrubunkowe mosiężne z możliwością plombowania. |
| Pomiary technologiczne (agregaty kogeneracyjne, kotły, turbiny) | składany | Zasilany z sieci 230 V AC lub 24 V DC, z modułem komunikacyjnym M-Bus i konwerterem – w zależności od dostępnego standardu – na: GPRS, Modbus, Ethernet. | Dobrany do warunków technologicznych i oczekiwań. | Pt 1000, głowicowe, 2. lub 4.przewodowe, z dedykowanymi osłonami. | Kołnierzowe przystosowane do plombowania. |

### Przelicznik ciepła – wymagania: Układ przelicznika ciepła ma umożliwiać odczyt, poza chwilową mocą cieplną i wartością zsumowaną zmierzonej energii cieplnej, wartości pomiarowych chwilowych przepływu, ciśnienia i temperatur. Wszystkie te wartości muszą być dostępne do zdalnego odczytu z przelicznika z wykorzystaniem linku cyfrowego.

1. Musi być odpowiednio dobrany do pozostałych elementów składowych układu pomiarowego.
2. Musi zapewniać możliwość archiwizacji danych (rejestry pamięci ), musi posiadać możliwość wskazania wartości mocy szczytowych i przepływów stanów awaryjnych z ostatnich 12 miesięcy.
3. Musi posiadać możliwość zdalnego odczytu danych.
4. Powinien być wyposażony w złącze optyczne, umożliwiające odczyt parametrów historycznych.
5. Obudowa przelicznika powinna umożliwiać mocowanie bezpośrednio na przepływomierzu i/lub w innym przeznaczonym do tego celu miejscu.
6. Przeliczniki ciepła powinny być zasilane napięciem z sieci. Zasilanie bateryjne jest dopuszczalne jako dodatkowe (awaryjne) zasilanie.

### Wszystkie urządzenia, z mozliwośćią wprowadzania danych, wchodzące w skład układu pomiaru ciepła muszą posiadać dodatkową ochronę przed zmianą wprowadzonych parametrów (np. hasło lub fizyczna blokada).

### Dostarczone urządzenia (przpływomierz, przelicznik) muszą być wyposażone w wyświetlacz ze wskazaniem mierzonej wielkości w jednostkach inżynierskich i interfejs (klawiatura lub ekran dotykowy) umożliwiający wykonanie na miejscu ich konfiguracji i prostej diagnostyki.

### Stosowane czujniki temperatury powinny być sparowane, tzn., że ich charakterystyki termometryczne powinny byś ze sobą zgodne, w granicach dopuszczalnego błędu, czyli tak, aby uzyskać jak najmniejszy błąd pomiarowy i rozbieżność pomiarów między jednym i drugim czujnikiem temperatury.

### Ciepłomierze powinny być co najmniej w 2. klasie oraz spełniać wszystkie wymagania wynikające z ich miejsca montażu i przeznaczenia (wymagania dyrektywy MID, prawnej kontroli metrologicznej, itp.).

### Zastosowana metoda i aparatura pomiarowa układów rozliczeniowych i bilansowych musi uwzględniać możliwość wykonywania okresowych legalizacji oraz wzorcowania.

### Zastosowana aparatura powinna posiadać oznakowania wg poniższych wytycznych.

#### W przypadku ciepłomierza zespolonego:

nazwa lub znak wytwórcy,

znak fabryczny,

rok produkcji i nr fabryczny,

znak typu (jeżeli został nadany),

wartości graniczne temperatur,

wartości graniczne zakresu różnic temperatur,

wartości graniczne przepływu,

miejsce zabudowy przepływomierza zasilanie (zalecane) lub powrót,

wartość ciśnienia nominalnego (jeżeli jest wyższa niż 10 bar),

oznaczenie kierunku przepływu nośnika ciepła w postaci strzałki.

stała impulsowania (imp/dm3),

próg rozruchu [l/h],

klasa dokładności,

średnica nominalna [mm],

współczynnik przepływu kv.

#### W przypadku ciepłomierza składanego:

1. Na przeliczniku wskazującym:

nazwa lub znak wytwórcy,

znak fabryczny,

rok produkcji i nr fabryczny,

znak typu (jeżeli został nadany),

wartości graniczne temperatur,

wartości graniczne zakresu różnic temperatur,

miejsce zabudowy przepływomierza zasilanie (zalecane) lub powrót,

rodzaj czujników temperatury,

charakterystyki wyjścia przetwornika przepływu,

stała impulsowania (imp/dm3),

próg rozruchu [l/h],

klasa dokładności.

1. Na parze czujników temperatury:

nazwa lub znak wytwórcy,

znak fabryczny,

rok produkcji i nr fabryczny,

znak typu (jeżeli został nadany),

wartości graniczne zakresu różnic temperatur,

rodzaj czujników temperatury.

1. Na przetworniku przepływu:

nazwa lub znak wytwórcy,

znak fabryczny,

rok produkcji i nr fabryczny,

znak typu (jeżeli został nadany),

wartość ciśnienia nominalnego,

wartość ciśnienia nominalnego, jeżeli jest wyższa niż 10 bar,

oznaczenie kierunku przepływu nośnika ciepła w postaci strzałki,

charakterystyki wyjścia przetwornika przepływu,

średnica nominalna [mm],

współczynnik przepływu kv.

### Zalecenia montażowe

#### Poniżej zamieszczone są ogólne zalecenia dotyczące podłączenia aparatury od strony procesu technologicznego oraz po stronie elektrycznej:

1. ciepłomierz lub jego część składowa powinny być zamontowane zgodnie z instrukcją montażową opracowaną przez producenta,
2. części składowe ciepłomierza (w przypadku ciepłomierza składanego) powinny być do siebie dobrane pod względem sygnałów wyjściowych i wejściowych,
3. ciepłomierz lub jego część składowa powinny być właściwie dobrane do warunków w miejscu zabudowy (pod względem zakresu parametrów pomiarowych i rozmiaru),
4. przepływomierz powinien być zamontowany w odpowiednim rurociągu (zasilającym lub rekomendowane powrotnym) oraz odpowiedniej pozycji (rurociąg poziomy lub pionowy oraz względem osi rurociągu przy zabudowie poziomej), również pod względem kierunku przepływu i z zachowaniem odpowiedniej długości odcinków prostych przed i za,
5. czujniki temperatury powinny być zamontowane we właściwej pozycji: prostopadle lub przeciwprądowo (równolegle lub pod kątem 45o) do kierunku przepływu tak, aby umieszczone w ich końcach elementy termoczułe znajdowały się w osi rurociągu,
6. czujniki temperatury muszą być zamontowane na tym samym obwodzie co przetwornik przepływu – należy zwrócić uwagę na podmieszanie w instalacji,
7. miejsce montażu powinno być tak dobrane, by zminimalizować wpływ uderzeń i wibracji mechanicznych oraz pola elektromagnetycznego, pochodzących z otoczenia ciepłomierza,
8. należy przeciwdziałać niekorzystnym zjawiskom hydraulicznym (kawitacji, pulsowaniu przepływu, uderzeniom hydraulicznym), które mogłyby spowodować uszkodzenie ciepłomierza,
9. przed montażem ciepłomierza lub przepływomierza rurociągi powinny być przepłukane i oczyszczone,
10. instalacja pomiarowa musi być szczelna,
11. zasilanie elektryczne powinno być podłączone zgodnie z instrukcją montażu i, jeżeli to wymagane, przyrząd powinien być uziemiony,
12. przewody łączące części składowe ciepłomierza nie powinny być prowadzone razem z przewodem zasilającym – w przypadku zasilania z sieci wymagane jest zachowanie minimum 50 mm odległości,
13. przewody łączące czujniki temperatury z przelicznikiem wskazującym nie powinny być przedłużane ani skracane,
14. po zainstalowaniu ciepłomierza czujniki temperatur i przetworniki przepływu powinny zostać zaplombowane,
15. odbiór instalacji należy udokumentować.

### Uruchomienie pomiaru

#### Przed uruchomieniem należy sprawdzić układ wg poniższych punktów:

1. sprawdzić czy układ pomiarowy zabudowany jest we właściwym miejscu i we właściwy sposób, w zależności od wdrażanego rozwiązania. Szczególną uwagę należy zwrócić na czujniki temperatury, czy miejsce zabudowy jest zgodne z przeznaczeniem czujnika (zasilanie i powrót),
2. sprawdzić wzrokowo poprawność montażu elementów układu pomiarowego pod względem:

śladów uszkodzeń mechanicznych lub termicznych,

nieszczelności.

1. sprawdzić czy zastosowane urządzenia są prawidłowo dobrane – porównać z wymaganiami, specyfikacją,
2. uruchomić pomiar i sprawdzić prawidłowość wskazań (odpowiedź układu na zmiany przepływu i temperatury).

### Wymagane wyposażenie

#### Niezbędne elementy konieczne do zabudowy i prawidłowej pracy. – Mogą to być zestawy montażowe, dodatkowe kołnierze, uchwyty dla specjalnych wykonań. Niektóre z tych elementów muszą być uwzględnione na etapie zamawiania, ponieważ stanowią nierozłączną część urządzenia pomiarowego (np. elementy montażowe).

#### Niezbędna i wymagana dokumentacja. – Wymaganie minimum stanowi instrukcja obsługi, instrukcja montażowa i procedura sprawdzania opracowane przez producenta, certyfikat nadania typu (w przypadku ciepłomierzy składanych każdy z elementów składowych musi posiadać zatwierdzenie typu), deklaracje zgodności (z typem).

#### W przypadku wykonań specjalnych powinny to być dodatkowo świadectwa i/lub certyfikaty określone przez Zamawiającego oraz wynikające z obowiązujących norm i przepisów prawnych dla danego wykonania.

# Standardy Sterowania

## Wymagania ogólne

### Sygnalizacja, pomiary i sterowania będą przesyłane konwencjonalnie „po drucie” (w pętli prądowej 4…20 mA lub napięciowo 0/1…10V) i/lub cyfrowo „po linku”.

### Zamawiający wymaga, aby podczas realizacji Umowy były stosowane uniwersalne standardy sterowania (listy sygnałów), dzięki czemu zostanie uzyskana unifikacja rozwiązań. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się możliwość odstępstw od przyjętych standardów – za zgodą Zamawiającego.

### Wykonawca opracuje standardy, które podlegają opiniowaniu i zatwierdzeniu przez Zamawiającego. Zamawiający wymaga przygotowania rysunków przedstawiających standardy dla wszystkich typowych przypadków, które będą się powtarzać w projekcie.

### Każdy standard będzie zawierać:

1. Typ urządzenia, którego dotyczy.
2. Sposób przesyłania sygnałów (analog/cyfra, jaki nośnik, jaki protokół komunikacyjny).
3. Listę sygnałów.

### Sygnały do sterowania i zabezpieczeń będą przesyłane „po drucie”. Pozostałe sygnały mogą być przesyłane cyfrowo. Sterowania szczególnie istotne dla prowadzenia ruchu EC mają być wykonane w konwencji „po drucie”.

### Standardy muszą spełniać minimalne wymagania określone poniżej.

## Wymagania minimalne standardów sterowania (minimalne zestawienie sygnałów z punktu widzenia systemu nadrzędnego).

### Napęd 0,4 kV bez falownika P > 15 kW)

#### Wejścia binarne:

1. Brak gotowości elektrycznej (logiczne „1” jest stanem gotowości),
2. Napęd załączony,
3. Napęd wyłączony,
4. Załączenie lokalne (jeśli występuje),
5. Wyłączenie lokalne (jeśli występuje),
6. Awaryjne wyłączenie miejscowe,
7. Człon ruchomy w położeniu „próba” – w przypadku rozdzielni kasetowych,

#### Wejścia analogowe:

1. Obciążenie (pomiar prądu w jednej fazie),

#### Wyjścia binarne:

1. Rozkaz załącz,
2. Rozkaz wyłącz,
3. Zezwolenie na sterowanie miejscowe – sygnał ciągły.

### Napęd 0,4 kV bez falownika (P < 15 kW)

#### Wejścia binarne:

1. Brak gotowości elektrycznej (logiczne „1” jest stanem gotowości),
2. Napęd załączony,
3. Napęd wyłączony,
4. Załączenie lokalne (jeśli występuje),
5. Wyłączenie lokalne (jeśli występuje),
6. Awaryjne wyłączenie miejscowe,
7. Człon ruchomy w położeniu „próba” – w przypadku rozdzielni kasetowych.

#### Wyjścia binarne:

1. Rozkaz załącz,
2. Rozkaz wyłącz,
3. Zezwolenie na sterowanie miejscowe – sygnał ciągły.

### Napęd 0,4 kV z falownikiem (P > 15 kW)

#### Wejścia binarne:

1. Brak gotowości elektrycznej (logiczne „1” jest stanem gotowości),
2. Napęd załączony,
3. Napęd wyłączony,
4. Załączenie lokalne (jeśli występuje),
5. Wyłączenie lokalne(jeśli występuje),
6. Awaryjne wyłączenie miejscowe,
7. Człon ruchomy w położeniu „próba” – w przypadku rozdzielni kasetowych,
8. Falownik zakłócenie (zbiorczy sygnał błędu),
9. Falownik gotowość,
10. Falownik praca.

#### Wejścia analogowe:

1. Pomiar prądu/mocy z falownika (w jednej fazie),
2. Pomiar prędkości obrotowej lub wartości procentowej obrotów nominalnych.

#### Wyjścia binarne:

1. Rozkaz załącz,
2. Rozkaz wyłącz,
3. Zezwolenie na sterowanie miejscowe – sygnał ciągły.

#### Wyjścia analogowe:

1. Zadawanie prędkości obrotowej.

### Napęd 0,4 kV z falownikiem (P < 15 kW)

#### Wejścia binarne:

1. Brak gotowości elektrycznej (logiczne „1” jest stanem gotowości),
2. Napęd załączony,
3. Napęd wyłączony,
4. Załaczenie operacyjne przyciskiem na zestaw. ster. lokalnego (jeśli występuje),
5. Wyłaczenie operacyjne przyciskiem na zestaw. ster. lokalnego (jeśli występuje),
6. Awaryjne wyłączenie miejscowe,
7. Człon ruchomy w położeniu „próba” – w przypadku rozdzielni kasetowych,
8. Falownik zakłócenie,
9. Falownik gotowość,
10. Falownik praca.

#### Wejścia analogowe:

1. Pomiar prędkości obrotowej lub wartości procentowej obrotów nominalnych.

#### Wyjścia binarne:

1. Rozkaz załącz,
2. Rozkaz wyłącz,
3. Zezwolenie na sterowanie miejscowe – sygnał ciągły.

#### Wyjścia analogowe:

1. Zadawanie prędkości obrotowej.

### Zawór regulacyjny z siłownikiem elektrycznym 0,4 kV (z korbą), sterowany analogowo

#### Wejścia binarne:

1. Brak gotowości elektrycznej (logiczne „1” jest stanem gotowości),
2. Tryb sterowania Lokalne/Zdalne,
3. Zadziałanie krańcówki OTWARTA,
4. Zadziałanie krańcówki ZAMKNIĘTA,
5. Zadziałanie krańcówki MOMENTOWEJ (otwarcie, zamknięcie).

#### Wejścia analogowe:

1. Sygnał położenia: 4..20 mA.

#### Wyjścia analogowe:

1. Sterowanie 4..20 mA (wartość zadana położenia).

### Napęd zaworu odcinającego

#### Wejścia binarne:

1. Brak gotowości elektrycznej (logiczne „1” jest stanem gotowości),
2. Ruch napędu,
3. Zasuwa otwarta (wyłącznik krańcowy),
4. Zasuwa zamknięta (wyłącznik krańcowy),
5. Zadziałanie łącznika momentowego,
6. Sterowanie zdalne/lokalne.

#### Wyjścia binarne:

1. Zamknij – sygnał ciągły,
2. Otwórz – sygnał ciągły,
3. Stop,
4. Zezwolenie na sterowanie miejscowe – sygnał ciągły.

### Wymagania minimalne dla siłownika regulacyjnego z napędem pneumatycznym

#### Wejścia binarne:

1. Otwarcie (wyłącznik krańcowy),
2. Zamknięcie (wyłącznik krańcowy),
3. Gotowość / brak gotowości (logika odwrotna)

#### Wejścia analogowe:

1. Aktualne położenie.

#### Wyjścia analogowe:

1. Wartość zadana położenia.

### Wymagania minimalne dla siłownika odcinającego pneumatycznego, jednostronnego działania

#### Wejścia binarne:

1. Otwarcie (wyłącznik krańcowy),
2. Zamknięcie (wyłącznik krańcowy),
3. Gotowość / brak gotowości (logika odwrotna)

#### Wyjścia binarne:

1. Zamknij/otwórz.

### Wymagania minimalne dla siłownika odcinającego pneumatycznego, dwustronnego działania

#### Wejścia binarne:

1. Otwarcie (wyłącznik krańcowy),
2. Zamknięcie (wyłącznik krańcowy),
3. Gotowość / brak gotowości (logika odwrotna)

#### Wyjścia binarne:

1. Zamknij,
2. Otwórz.

### Wymagania minimalne dla zaworów elektromagnetycznych

#### Wyjścia binarne:

1. Zamknij/ otwórz.

#### Wejścia binarne:

1. Gotowość / brak gotowości (logika odwrotna)

# Wymagania dla siłowników i napędów

## Wymagania ogólne

### Zamawiający wymaga jako standard zastosowania siłowników z napędem elektrycznym, zasilanych napięciem 0,4kV. Stosowanie napędów pneumatycznych i elektrozaworów jest dopuszczalne wyłącznie w uzasadnionych przypadkach, za zgodą Zamawiającego.

### Wykonawca zadba o unifikację rodzajów stosowanych siłowników.

### Minimalne wyposażenie i funkcjonalność napędu:

#### Możliwość ręcznej zmiany pozycji przy użyciu manipulatora.

#### Wyposażone w rozłączalny napęd ręczny, korba (sterowanie ręczne bez potrzeby przełączania trybu pracy) rozłączany przy sterowaniu elektrycznym oraz uniemożliwiający sterowanie elektryczne podczas manewrowania napędem ręcznym,

#### Wyłączniki kranćowe: momentowe, drogowe (w obu kierunkach),

#### Budowa kompaktowa, elektronika sterująca i interfejsy komunikacyjne zintegrowane z siłownikiem w formie demontowalnych modułów,

#### Możliwość sterowania lokalnego i przełączania wyboru sterowania zdalne/lokalne wbudowane w siłownik,

#### Lokalne wskazanie położenia i sygnalizacja pozycji krańcowych,

#### Podstawowa regulacja siłownika nie wymagająca ingerencji mechanicznej (ustawianie wyłączników drogowych i momentowych oraz kalibracja przetwornika położenia),

#### Zdolność wymiany sygnałów co najmniej w zakresie wynikającym z zatwierdzonego przez Zamawiającego standardu sterowania.

## Klasyfikacja napędów według rodzajów pracy

Tabela 4 –wymagania dla testów trwałości napędów

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Typ napędu | Zakres znamionowych wartości momentu lub siły | Liczba cykli pracy | | |
| Klasa A i B | Klasa C | Klasa D |
| Niepełno obrotowy | Do 125 Nm | 10 000 | 1 800 000 | 10 000 000 |
| Wieloobrotowy | Do 100 Nm | 10 000 | 1 800 000 | 10 000 000 |
| Liniowy | Do 20 kN | 10 000 | 1 800 000 | 10 000 000 |

### Klasa A: jest to praca dwustanowa (ON/OFF). Rozwiązanie zalecane dla armatury odcinającej oraz odwodnień, odpowietrzeń, zrzutów awaryjnych.

### Klasa B: polega na sterowaniu impulsowym (pozycjonowaniu). Rozwiązanie zalecane do armatury odcinającej wymagającej sporadycznego ustawienia w położeniach pośrednich. Nie należy wykorzystywać tego rodzaju siłowników jako regulacyjnych.

### Klasa C: jest to praca regulacyjna. Rozwiązanie zalecane do prostych układów regulacji, nie wymagających ciągłej pracy napędu.

### Klasa D: regulacja ciągła.Rozwiązanie zalecane do układów regulacji o dużej dynamice zmian sygnału wejściowego lub zakłóceń oraz konieczności utrzymania dużej stabilności i małego błędu wartości regulowanej.

## Warunki otoczenia

### Zgodnie z normą siłowniki powinny być wykonane dla zakresu temperatury nie mniejszego niż -20…+60 oC lub dla zakresu szerszego, w zależności od lokalnych warunków środowiskowych.

### Stopień ochrony zapewniony przez obudowę: zgodnie z normą EN 60529 stopień ochrony powinien być nie mniejszy niż IP65.

### Napędy elektryczne przewidziane do zabudowy w obszarach niebezpiecznych (np. zagrożenie wybuchem) musza być zaprojektowane i certyfikowane zgodnie z obowiązującymi przepisami.

### Zabezpieczenia antykorozyjne elementów zewnętrznych napędów elektrycznych powinny być zgodne z PN-EN ISO 12944-5:2020-03 lub równowazne i udokumentowane.

### Zamawiający i Dostawca muszą ustalić możliwe rozwiązanie, gwarantujące prawidłową pracę w warunkach wibracji (drgań), udarów oraz zjawisk sejsmicznych, wystepujących lub mogacych wystapic w miejscu zabudowy.

## Przyłącza mechaniczne

### Przyłącza mechaniczne napędów niepełnoobrotowych

#### Przyłącze napędu niepełnoobrotowego musi być wykonane zgodnie z normą EN ISO 5211. Przyłącze może być zintegrowane z napędem lub stanowić osobny element, który można poddać dodatkowej obróbce. Materiał, z którego wykonane jest przyłącze musi być podany w dokumentacji technicznej siłownika.

### Przyłącza mechaniczne napędów wieloobrotowych

#### Przyłącze napędu wieloobrotowego musi być wykonane zgodnie z normą EN ISO 5210. Przyłącze może być zintegrowane z napędem lub stanowić osobny element, który można poddać dodatkowej obróbce. Materiał, z którego wykonane jest przyłącze musi być podany w dokumentacji technicznej siłownika.

### Przyłącze napędu liniowego

#### Przyłącze napędu liniowego będzie wykonane zgodnie z PN-EN ISO 22153:2021-09.

### Kierunek zamykania

#### Za standardowy przyjmuje się kierunek zamykania:

1. Dla napędów niepełno obrotowych i wieloobrotowych – zgodny z kierunkiem wskazówek zegara patrząc od strony napędowej w stronę napędzaną.
2. Dla napędów liniowych – wysuwanie z siłownika.

### Kierunek ruchu awaryjnego

#### Przejazd awaryjny występuje w siłownikach, posiadających taką funkcję, w stanach awaryjnych lub w przypadku napędów wyposażonych w akumulatory, zapewniające taki ruch w przypadku zaniku napięcia zasilania. Ruch awaryjny należy stosować w sytuacjach wymagających zapewnienia bezpieczeństwa obsługi lub instalacji, może on odbywać się zarówno w kierunku otwarcia jak i zamknięcia. Kierunek ruchu awaryjnego powinien być trwale zaznaczony na siłowniku, a informacja o takiej funkcji powinna znajdować się w dokumentacji technicznej napędu wraz z opisem możliwych do skonfigurowania opcji. W układach technologicznych zastosowanie tego rozwiązania powinno być przemyślane i stosowane w wypadkach, kiedy takie awaryjne otwarcie lub zamkniecie musi nastąpić, oczywiście w sytuacji zaniku napięcia zasilania podstawowego i awaryjnego, jeżeli istnieje oraz w przypadku braku komunikacji z układem sterowania.

### Przyłącze elektryczne

#### Siłowniki elektryczne muszą być wyposażone w odpowiednią ilość przepustów i dławików kablowych lub gotowych przyłączy w postaci gniazd i wtyków (rozwiązanie rekomendowane, a w przypadku maszyn takich jak agregaty kogeneracyjne lub turbiny, wymagane).

### Parametry operacyjne

#### Napięcie zasilania

1. Napęd powinien być zdolny do wytworzenia znamionowych wartości momentu lub siły przy zasilaniu elektrycznym o napięciu znamionowym z odchyłką nie większą niż ±10% i częstotliwości różniącej się nie więcej niż ±2% od wartości znamionowej.

#### Parametry ruchu siłowników elektrycznych:

1. Parametry zawarte w normie PN-EN ISO 22153:2021-09 określają dla siłowników klasy A, minimalną liczbę cykli ruchu w pełnym zakresie na godzinę lub sumaryczny czas trwania ruchu w ciągu jednej godziny, a dla pozostałych klas liczbę uruchomień na godzinę. Parametry te dotyczą pracy w temperaturze otoczenia nie przekraczającej 40 oC. Powyżej tej temperatury mogą być stosowane współczynniki korekcyjne,
2. siłowniki niepełnoobrotowe:

Klasa A – przez jeden cykl rozumie się przemieszczenie w pełnym zakresie (90o), w kierunku otwórz oraz zamknij, przy średnim obciążeniu nie mniejszym niż 30% momentu znamionowego, ze zdolnością przenoszenia obciążenia równego 100% momentu znamionowego na odcinku nie krótszym niż 5%, przy ruchu w pełnym zakresie dla każdego z kierunków. Łączny czas pracy nie powinien przekraczać 15 minut w ciągu godziny,

Klasa B – przez jedno uruchomienie rozumie się przemieszczenie w zakresie nie mniejszym niż 1o w jednym z kierunków, przy obciążeniu minimum 30% momentu znamionowego. Współczynnik trwania ruchu powinien wynosić nie więcej niż 25%, tj. na każdą 1 sekundę ruchu przypadają 3 s spoczynku,

Klasa C i D - przez jedno uruchomienie rozumie się przemieszczenie w zakresie nie mniejszym niż 1o w jednym z kierunków przy obciążeniu minimum 30% momentu znamionowego,

1. siłowniki wieloobrotowe:

Klasa A – przez jeden cykl rozumie się przemieszczenie w pełnym zakresie, w kierunku otwórz i/lub zamknij, w czasie 15 minut, przy średnim obciążeniu nie mniejszym niż 30% momentu znamionowego, ze zdolnością przenoszenia obciążenia równego 100% momentu znamionowego przez minimum 10% czasu jednego pełnego przejazdu,

Klasa B – przez jedno uruchomienie rozumie się przemieszczenie na wyjściu napędu o minimum 1 obrót w jednym z kierunków, przy średnim obciążeniu wynoszącym minimum 30% momentu znamionowego,

Klasa C - przez jedno uruchomienie rozumie się przemieszczenie na wyjściu minimum w zakresie ¼ obrotu w jednym z kierunków w zakresie nie mniejszym niż 1o w jednym z kierunków, przy obciążeniu równym 30% momentu znamionowego. Współczynnik trwania ruchu powinien wynosić nie więcej niż 25%, tj. na każdą 1 sekundę ruchu przypadają 3 s spoczynku,

Klasa D - przez jedno uruchomienie rozumie się przemieszczenie na wyjściu minimum w zakresie ¼ obrotu w jednym z kierunków w zakresie nie mniejszym niż 1o w jednym z kierunków, przy obciążeniu równym 30% momentu znamionowego. Dla momentów znamionowych powyżej 2500 Nm parametry muszą być ustalone pomiędzy kupującym, a producentem lub dostawcą,

1. siłowniki liniowe:

Klasy A – przez jeden cykl rozumie się przemieszczenie w zakresie 40 mm, w każdym z kierunków (40 mm w kierunku otwarcia i 40 mm w kierunku zamknięcia), przy średnim obciążeniu wynoszącym 30% znamionowej siły napędowej, ze zdolnością przenoszenia obciążenia równego 100% znamionowej siły napędowej na odcinku równym min. 10% powyższego przemieszczenia,

Klasa B - przez jedno uruchomienie rozumie się przemieszczenie na odcinku równym min. 1% minimalnego skoku dla danej wielkości siłownika, podanego w tabeli 3, w jednym z kierunków przy obciążeniu równym 30% znamionowej siły wyjściowej. Współczynnik trwania ruchu powinien wynosić nie więcej niż 25%, tj. na każdą 1 sekundę ruchu przypadają 3 s spoczynku,

Klasa C i D - przez jedno uruchomienie rozumie się przemieszczenie na odcinku równym min. 1% minimalnego skoku dla danej wielkości siłownika, podanego w tabeli 3, w jednym z kierunków przy obciążeniu równym 30% znamionowej siły wyjściowej. Dla klasy D przy znamionowej sile napędowej powyżej 70 kN parametry muszą być ustalone pomiędzy kupującym, a producentem lub dostawcą.

## Wykonanie – wymagania podstawowe

### Silnik

#### Silnik jest integralną częścią napędu i jest dobierany przez producenta tak, aby napęd dotrzymywał wymaganych parametrów operacyjnych opisanych w pkt 16.4.7.2.

### Przekładnia wewnętrzna napędu

#### Przekładnia napędu ma być odpowiednio smarowana, całkowicie zamknięta i szczelna. Sposób smarowania oraz zastosowany środek smarny dobiera producent tak, aby był on stosowny do warunków otoczenia i dowolnej pozycji pracy napędu.

### Praca w trybie ręcznym

#### Napęd powinien w standardzie posiadać element umożliwiający obsługę ręczną w celu przesterowania przyłączoną armaturą. Element ten powinien spełniać poniższe kryteria:

Na element sterowania ręcznego nie może być przekazany napęd od strony silnika. Wyjątek stanowią napędy liniowe i niepełno obrotowe, ale pod warunkiem spełnienia przez producenta lub dostawcę stosownych wymagań bezpieczeństwa.

Wielkość elementu ręcznego powinna być dobrana zgodnie z normą PN-EN 12570.

Standardowo element ten powinien przy zamykaniu kręcić się zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

#### Ogranicznik ruchu – wyłącznik krańcowy

1. Napęd musi posiadać układ wyłączający silnik w przypadku osiągniecia ustalonego położenia krańcowego zamknięcia i otwarcia – wyłączniki krańcowe. Układ ten musi spełniać poniższe kryteria:

Wyłączniki te muszą dać się niezależnie regulować w celu ustawieniu wymaganego położenia krańcowego zarówno w kierunku zamknięcia jak i otwarcia.

Nastawa wyłączników krańcowych nie może ulegać zmianie w przypadku zaniku napięcia zasilania.

Powtarzalność miejsca wyłączenia w stosunku do nastawy nie powinna mieścić się w granicach tolerancji ± 1% dla przemieszczeniu liniowym (napędy liniowe i wieloobrotowe) oraz ± 1o dla ruchu kątowego (napędy niepełno obrotowe).

Jeżeli wyłączniki maja być połączone z obwodem zewnętrznym, to parametry elektryczne takich łączników powinny być podane w dołączonej do napędu dokumentacji technicznej.

### Sygnalizacja położenia – sygnalizacja krańcowa

#### W przypadku konieczności sygnalizacji położenia w układach zewnętrznych napęd powinien wyposażony w niezależny od powyższego i oddzielony galwanicznie i spełniający te same kryteria zestaw łączników krańcowych.

### Ogranicznik momentu lub siły napędowej – wyłącznik momentowy

#### Napęd powinien być wyposażony w ogranicznik momentu lub siły na wyjściu napędowym, działający niezależnie w obu kierunkach. Wyłączniki momentowe powinny spełniać poniższe kryteria:

1. Wyłączniki te muszą dać się niezależnie regulować w celu ustawieniu granicznej wartości momentu lub siły zarówno w kierunku zamknięcia jak i otwarcia.
2. Nastawa wyłączników momentowych nie może ulegać zmianie w przypadku zaniku napięcia zasilania.
3. Jeżeli wyłączniki maja być połączone z obwodem zewnętrznym, to parametry elektryczne takich łączników powinny być podane w dołączonej do napędu dokumentacji technicznej.

#### Zabudowa ograniczników momentu lub siły nie jest konieczna w przypadku:

1. gdy sterowany siłownikiem zawór nie jest osadzony w gnieździe,
2. małych napędów niepełno obrotowych i liniowych.

### Lokalny wskaźnik położenia

#### Każdy siłownik powinien być wyposażony w lokalny wskaźnik położenia. Wskaźnik ten powinien jednoznacznie określać położenie zamknięcia lub otwarcia. Brak wskazań oznacza położenie pośrednie.

# Zasilanie AKPiA

## Wymagania ogólne

### Wymagania dotyczące zasilania są zawarte w wymaganiach szczegółowych branży elektrycznej.

### Zakres branży AKPiA obejmuje dystrybucję zasilania 230VAC oraz 24VDC dla urządzeń pomiarowych; dotyczy to obwodów zasilania, zasilaczy oraz wewnęrznych baterii podtrzymujących.

### Dla systemu SCADA+PLC, systemów automatyki zabezpieczającej, lokalnych sterowników i aparatury obiektowej wymaga się spełnienia wszystkich wymagań i zaleceń dostawców w zakresie zasilania, ekranowania, połaczeń wyrównawczych, uziemień i kompatybilności elektromagnetycznej. Określenie i spełnienie tych wymagań jest po stronie Wykonawcy. Obowiązują również wymagania opisane w niniejszym PFU w rozdziałach dotyczących tych urządzeń.

### Zamawiający przewiduje jako standard zasilanie:

#### 230VAC 50Hz lub 24VDC dla urządzeń pomiarowych,

#### 230VAC 50Hz lub 220/24VDC dla zaworów elektromagnetycznych,

#### 400VAC 50Hz dla siłowników armatury, klap,

#### 230VAC 50Hz lub 400VAC dla urządzeń pomocniczych, oświetlenia, wentylacji, klimatyzacji,

#### 230VAC 50Hz, 24VDC lub 400VAC dla pozostałych urządzeń.

*Szczegółowe wymagania dotyczące zasilania zostały opisane w części elektrycznej. Zasilanie Gwarantowane. Układy zasilania gwarantowanego oraz UPS należy zaprojektować zgodnie z wymaganiami branży elektrycznej. Wytyczne opisane w niniejszym rozdziale dotyczą dodatkowych, specyficznych wymagań branży AKPiA.*

### Kluczowe systemy i urządzenia AKPiA, m.in.:

#### Systemy sterowania, systemy OT i systemy zabezpieczeń, w tym:

1. System SCADA (wszystkie jego komponenty),
2. Wybrane podsystemy lokalne i sterowniki PLC,

#### Kluczowe serwery i urządzenia sieciowe (np. serwery), będą zasilane napięciem gwarantowanym. W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się zastosowanie lokalnych UPS -każdorazowo za zgodą Zamawiającego. Zostanie zapewnione podtrzymanie zasilania na czas, który pozwoli na bezpieczne odstawienie instalacji oraz dodatkowo na czas potrzebny na ewakuację oraz podstawowe czynności pomocnicze takie jak np. zapis plików (co najmniej 30 min dłużej niż wymagałaby tego sama technologia).

### Uziemienia i ekrany

#### Dla systemu DCS, systemów automatyki zabezpieczającej, lokalnych sterowników itd. wymaga się spełnienia wszystkich wymagań obowiązujących przepisów i norm a także wymagań i zaleceń dostawców tych systemów w zakresie zasilania i uziemień. W szczególności wymaga się wykonania dedykowanych uziemień dla tych systemów, jeśli jest to zalecane przez dostawcę. Określenie i spełnienie tych wymagań jest po stronie Wykonawcy.

#### W zakresie branży elektrycznej jest wykonanie siatki uziemień i doprowadzenie do szaf/skrzynek punktów uziemień, zarówno na obiekcie jak i w pomieszczeniach AKPiA oraz wykonanie połaczeń wyrównawczych.

### Uziemienie ekranów

#### Wymaga się zachowania ciągłości ekranów przewodów na całej ich długości. Jako standard, ekrany mają być uziemiane do wydzielonych szyn w szafach krosowych / systemowych (nie na obiekcie). Sygnały będą prowadzone do systemów automatyki w zbiorczych, ekranowanych kablach z parowanymi żyłami. Kable sygnałowe, w tym pomiarowe i sterownicze, powinny być zabezpieczone od zewnętrznych zakłóceń elektromagnetycznych.

### Uziemienie obudowy

#### Aparatura posiadająca obudowy metalowe będzie podłączana do sieci uziemień, zgodnie z obowiązującymi standardami.

# Wymagania w zakresie projektowania, doboru i układania kabli i przewodów AKPiA

## Ogólna charakterystyka i wymagania w zakresie układania przewodów i kabli

### Podczas projektowania tras kablowych i układania w nich kabli należy kierować się następującymi zasadami:

#### Długość powinna być jak najkrótsza (przy uwzględnieniu innych zasad oraz optymalnego wykonania gospodarki kablowej).

#### Liczba skrzyżowań, zbliżeń z innymi instalacjami powinna zostać ograniczona do minimum.

#### Liczba przejść przez ściany / stropy oraz inne przeszkody powinna być jak najmniejsza.

#### Linie / trasy rezerwowe powinny być prowadzone inną trasą niż podstawowe.

#### Zaleca się unikać zbędnych łączeń kabli, wszystkie kable należy układać z jednego, niełączonego odcinka (jeżeli jest to możliwe), o maksymalnej długości nieprzekraczającej wymagań systemów i parametrów transmisyjnych kabla.

#### Trasy kablowe muszą przebiegać bezkolizyjnie z innymi instalacjami i urządzeniami.

#### Aby uniknąć ryzyka uszkodzenia kabli, a w szczególności kabli światłowodowych podczas instalowania wymaga się przestrzegania dopuszczalnych minimalnych temperatur układania określonych przez producenta kabla.

#### Kable światłowodowe należy układać zgodnie z normami PN-EN 60794-2, PN-EN 60794-3 i PN-EN 60794-5.

#### Kable układane w rurach osłonowych nie powinny mieć jakichkolwiek zapętleń lub innych nieciągłości, mogących mieć szkodliwy wpływ na powłokę kabla podczas jego przeciągania.

#### Kable przeznaczone do instalacji napowietrznych oraz w kanalizacji kablowej będą posiadały odpowiednią siłę naciągu w zależności od zastosowanej metody układania, pneumatycznej (wdmuchiwanie) i mechanicznej (zaciąganie). Należy przestrzegać maksymalnej siły naciągu podawanej przez producenta okablowania.

#### Kable i przewody układane na korytach i drabinach kablowych będą mocowane w sposób uniemożliwiający ich przemieszczanie. W pionowych trasach kablowych nie zaleca się stosować obejm łatwopalnych np. z PVC.

#### Kable należy układać na przeznaczonych do tego korytkach, drabinkach lub kanałach kablowych. Ułożenie kabli bezpośrednio na suficie lub na ścianie musi uzyskać uprzednią zgodę Zamawiającego.

#### Należy przestrzegac minimalnych promieni gięcia kabli określone przez producenta okablowania i odpowiednie normy.

#### Trasy i kable używane do systemów związanych z ochroną przeciwpożarową będą oddzielone od kabli innych obwodów, aby zminimalizować możliwość spowodowania przez inne obwody nieprawidłowego ich działania np. systemów SSP.

#### Kable w zależności od typu przesyłanego sygnału będą podzielone na następujące grupy sygnałów, które będą bardziej lub mniej wrażliwe na zakłócenia. W tabeli przedstawiono podział na poszczególne grupy.

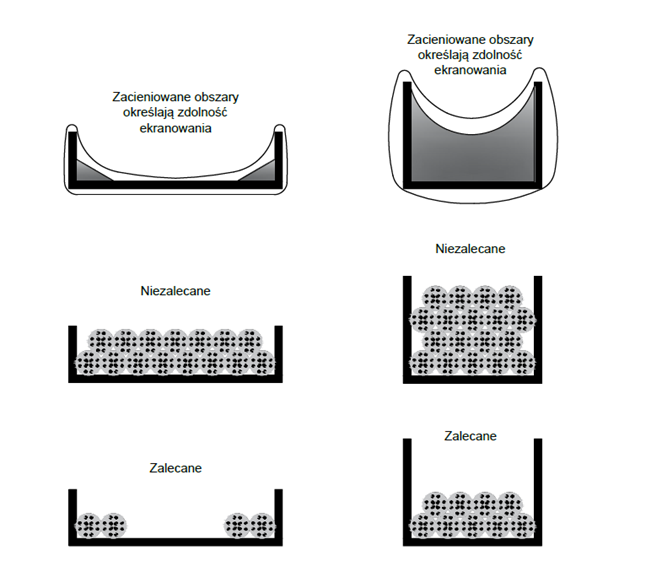
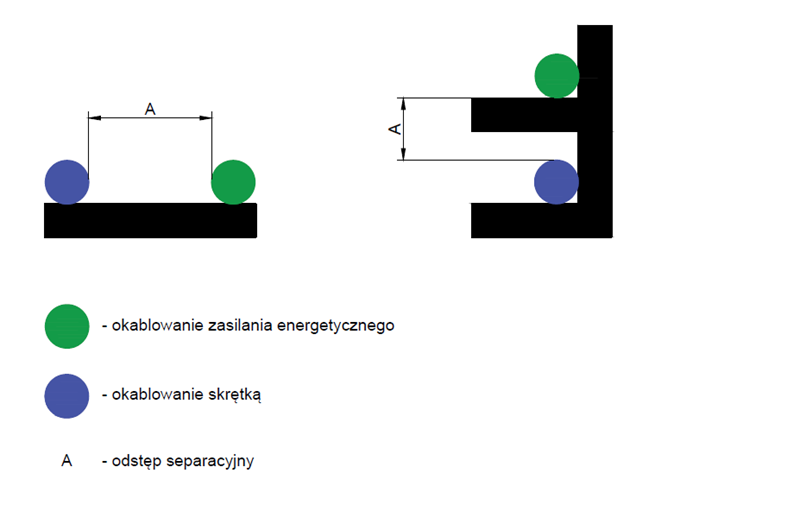
Tabela 5 – oddziaływanie zakłóceń

#### Kable AKPiA w zależności od odpowiednich grup sygnałów będą układane z zachowaniem odpowiednich, minimalnych odległości separacyjnych od źródeł emitujących zakłócenia. Kable różnych grup sygnałów nie mogą być prowadzone w tej samej wiązce kabli.

#### Podział tras kablowych i ich wykonanie należy zrealizować zgodnie z POZ 110095/A Standard techniczny w zakresie wymagań technicznych gospodarki kablowej SN oraz nN.

#### W korytkach kablowych, gdzie utrzymanie odpowiedniej separacji obwodów jest trudne do zrealizowania za pomocą pojedynczych kanałów zaleca się stosować przegrody lub oddzielne korytka/drabinki kablowe.

#### Skrętki komputerowe będą odseparowane zgodnie z normą PN-EN 50174-2. Odstęp separacyjny pomiędzy kablami powinien być zachowany między poszczególnymi punktami zamocowań kabli.



Rysunek 19 Schemat minimalnych odległości kabli AKPiA od energetycznych.

Rysunek 20 Zalecane rozmieszczenie kabli w korytach.

#### Kable należy układać według poniższych zaleceń, a także według zaleceń normy PN-EN 50174-2.

#### Wszystkie kable i trasy kablowe będą wyraźnie oznaczone zgodnie z wymaganiami zawartymi w POZ 110023 Standardzie technicznym w zakresie systemu znakowania elementów instalacji na obiektach w Grupie PGE EC, który jest dostępny pod adresem:

<https://swpp2.gkpge.pl/servlet/HomeServlet?MP_action=publicFilesList&folder=00090008&MP_module=main>

#### Układanie kabli i przewodów w pomieszczeniach zagrożonych wybuchem będzie uwzględniało wymagania odpowiednich przepisów i norm, a w szczególności:

#### Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej.

#### Wymagania Normy PN-EN IEC 60079.

### Należy unikać prowadzenia tras kablowych przez pomieszczenia zagrożone wybuchem, a jeżeli zajdzie taka konieczność, prowadzone kable w strefach powinny być zaprojektowane i wykonane tak, aby ryzyko zapoczątkowania reakcji spalania (wybuchu) było zredukowane do minimum.

### Dopuszcza się, aby kable i przewody były prowadzone przelotem przez przestrzenie zagrożone wybuchem (jeżeli nie ma innych możliwości prowadzenia tras kablowych) z wyłączeniem stref 0 i 20.

### Kable i przewody prowadzone przelotowo przez strefy zagrożone wybuchem powinny posiadać zabezpieczone przepusty przed wejściem i wyjściem z tych stref.

### Przejścia przewodów i kabli przez ściany i stropy powinny być chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi i uszczelnione materiałem nierozprzestrzeniającym płomienia o bardzo dobrych właściwościach termoizolacyjnych oraz zapewniać wymaganą klasę odporności ogniowej, nie niższą niż klasa odporności ogniowej ścian i stropów danego pomieszczenia.

### Kable układane w strefach zagrożonych wybuchem będą prowadzone w taki sposób, aby podczas normalnej eksploatacji nie mogły zostać np. zerwane. Trasa kablowa powinna przebiegać tak, aby podczas ewentualnej awarii przewody nie uległy uszkodzeniu wskutek np. zalania chemikaliami lub gorącymi cieczami.

### Wszelkie połączenia i rozgałęzienia muszą być realizowane wewnątrz obudów urządzeń przeciwwybuchowych dedykowanych do zastosowania w danej strefie.

### Okablowanie obwodów iskrobezpiecznych powinny być odseparowane od wszystkich innych kabli nieiskrobezpiecznych.

### Wprowadzanie kabli i przewodów do urządzeń w wykonaniu przeciwwybuchowym będzie wykonywane przez dławice w wykonaniu przeciwwybuchowym.

### Przewody i kable, a zwłaszcza obwody iskrobezpieczne, powinny być chronione przed oddziaływaniem pól elektromagnetycznych i elektrostatycznych, bezpośrednim uderzeniem pioruna, uszkodzeniami mechanicznymi oraz wszelkimi innymi zagrożeniami, które mogą doprowadzić do ich uszkodzenia i zainicjowania wybuchu lub pożaru.

## Dobór przewodów i kabli

### Kable i przewody będą spełniać wymagania obowiązujących aktów prawnych i właściwych norm wymienionych w pkt. 26. Standardy opisane w niniejszym dokumencie jak np. ISO, DIN, N-SEP, IEEE, IEC, ITU i innych organizacji są zalecane do stosowania, ale nie obowiązkowe.

### Kable przeznaczone do przesyłania danych będą się charakteryzować odpowiednią niską tłumiennością oraz odpornością na zakłócenia.

### .Przy doborze odpowiedniego okablowania powinno się uwzględnić poniżej opisane zależności.

### Klasę odporności ogniowej kabli

#### Przewody i kable stosowane, jako wyroby budowlane będą spełniać wymagania Dyrektywy CPR i norm PN-EN 50575 i PN-EN 13501. Od 1 lipca 2017 r. wszystkie przewody i kable stosowane i instalowane na stałe w budynkach, traktowane są jako wyroby budowlane podlegające stosownym regulacjom. Nowe przepisy nakładają na producentów obowiązek opracowania i udostępnienia DoP, a także oznakowania wyrobów objętych normą odpowiednim znakiem CE. Norma PN-EN 50575 określa wymagania dotyczące odpowiedniego oznaczenia w warunkach działania ognia, metody badań i oceny kabli zasilających, sterowniczych i telekomunikacyjnych stosowanych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej. Kable i przewody objęte normą są przeznaczone do zasilania energią elektryczną oraz zastosowań telekomunikacyjnych w budynkach oraz innych obiektach budowlanych w celu ograniczenia powstawania oraz rozprzestrzeniania się ognia i dymu. Niniejsza Norma Europejska dotyczy:

1. Kabli elektroenergetycznych – żył izolowanych i przewodów stosowanych np. do zasilania energią elektryczną;
2. Kabli sterowniczych i telekomunikacyjnych – przewodów, kabli symetrycznych oraz współosiowych z żyłami metalowymi stosowanymi np. w urządzeniach telekomunikacyjnych, do transmisji danych, sygnałów częstotliwości radiowej i wizyjnych oraz sygnalizacyjnych i sterowniczych;
3. Kabli światłowodowych – stosowanych np. w urządzeniach telekomunikacyjnych, do przesyłania danych, sygnałów częstotliwości radiowej i wizyjnych oraz w urządzeniach sygnalizacyjnych i aparaturze sterowniczej.

#### Wymagania, co do zastosowania kabli o określonej klasie reakcji na ogień w określonym rodzaju budynku powinny wynikać z analizy ryzyka dokonanej przez projektanta lub z innych krajowych dokumentów formalno-prawnych. Zaleca się dobór klasy palności kabla w zależności od klasy pożarowej budynku lub jego strefy pożarowej i uwzględnienie wytycznych np. N SEP-E 007.

#### Zaleca się, aby kable stosowane wewnątrz budynku były kablami bezhalogenowymi (LSZH) oraz charakteryzowały się wykonaniem w wersji trudnopalnej, samogasnącej i nierozpowszechniającej płomienia. Szczególnie wymagane w pomieszczeniach i strefach zagrożonych wybuchem i pożarem oraz miejscach ciągłego przebywania ludzi i dróg ewakuacyjnych oraz wszędzie tam, gdzie pożar mógłby spowodować duże starty materialne.

### Strefy zagrożone wybuchem - 1, 21, 2, 22

#### Projektowanie, dobór i montaż instalacji elektrycznych w przestrzeniach zawierających gazowe atmosfery wybuchowe należy realizować zgodnie z wymaganiami Normy PN-EN 60079-14.

#### Kable i przewody będą wykonane w izolacji samogasnącej i spełniać będą wymagania Normy PN-EN 60332-1.

#### W miejscach, gdzie przewody do strefy wchodzą liczną grupą, w korycie lub kanale kablowym zaleca się stosowanie przewodów o podwyższonym poziomie bezpieczeństwa ogniowego według Normy PN-EN 60332-3.

#### Zaleca się, aby kable miały kształt cylindryczny (przekrój możliwie maksymalnie zbliżony do koła), aby mogły zostać właściwie uszczelnione w miejscach wejścia do urządzeń Ex.

### Strefy zagrożone wybuchem - dodatkowe specjalne wymagania dla strefy 0 lub 20

#### Kable stosowane w strefach 0 lub 20 czyli w miejscach występowania atmosfery wybuchowej, podlegają szczególnym wymaganiom, aby zabezpieczyć te miejsca przed wystąpieniem iskry mogącej być źródłem zapłonu niebezpiecznej mieszanki.

#### W tych strefach wymaga się stosowania okablowania iskrobezpiecznego, czyli okablowania wykorzystywanego w obwodach niskoprądowych i niskonapięciowych, dla których podczas normalnej pracy jak i wadliwej pracy nie powstanie iskra mogąca być źródłem zapłonu atmosfery wybuchowej. Wymagania dla tego typu okablowania określono w Normie PN-EN IEC 60079-0:2018-09.

### Zespoły kablowe związane z bezpieczeństwem w czasie pożaru

#### Zespoły kablowe stosowane w systemach zasilania i sterowania urządzeniami służącymi ochronie osób i mienia powinny zapewniać ciągłość dostawy energii elektrycznej lub przekazu sygnału przez czas wymagany do uruchomienia i działania urządzenia zgodnie z Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 roku w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie.

#### Zespoły kablowe w obwodach instalacji związanych z podtrzymaniem funkcji w czasie pożaru powinny mieć klasyfikację E (według Normy DIN 4102) odpowiednią do wymaganego czasu ich działania (rzeczywistego przewodzenia prądu i/lub przenoszenia sygnału) według wg PN-EN 1363-1 wyrażoną w minutach, odpowiednio 30, 60 i 90 minut.

#### Zespół kablowy powinien być tak wykonany, aby nie mógł szkodliwie oddziaływać na sąsiadujące elementy budowlane. Może być mocowany tylko do takich części budowli, których klasa odporności ogniowej jest nie mniejsza niż klasa podtrzymania funkcji tegoż zespołu kablowego.

#### Jeżeli obwód należący do systemu podtrzymania funkcji w czasie trwania pożaru przechodzi przez więcej niż jedną strefę pożarową, to przyjmuje się, że hipotetyczny pożar będzie ograniczony do jednej strefy pożarowej i tylko w jej obrębie przewody będą poddane cieplnemu oddziaływaniu pożaru. Za podstawę obliczeń należy przyjąć długość najdłuższego odcinka przewodów rozpatrywanego obwodu znajdującego się w jednej strefie pożarowej. Trasę przewodów należy tak dobierać, aby w miarę możności minimalizować zarówno łączną jej długość, jak i długość obliczeniowego odcinka w każdej ze stref pożarowych.

#### Projektując instalacje związane z podtrzymaniem funkcji w czasie trwania pożaru należy dobierać odpowiednio większe przekroje przewodów i kabli, niż by to wynikało z obciążalności prądowej – z uwzględnieniem scenariuszy pożarowych. Wynika to z znacznych przyrostów temperatury podczas trwania pożaru, co przekłada się na zmianę parametrów elektrycznych kabla, wzrasta znacznie rezystancja żył i wyniku tego następuje zwiększony spadek napięcia. Pominięcie cieplnego oddziaływania pożaru na rezystancję przewodów, od których wymaga się określonej klasy podtrzymania funkcji, jest niedopuszczalne. Wymaga się, przedstawienia metodyki doboru i obliczeń zespołów kablowych związanych z podtrzymaniem funkcji w czasie trwania pożaru.

#### Dopuszcza się, pominięcie zwiększenia rezystancji przewodów w warunkach pożaru, jeżeli przewody są ułożone w ognioodpornych termoizolacyjnych kanałach kablowych.

#### Zespoły kablowe stosowane w przeciwpożarowych instalacjach sterowania i sygnalizacji, w dozorowych liniach systemów sygnalizacji pożarowej, autonomicznych systemach sterowania gaszeniem i oddymiania pożarowego będą spełniały wymagania określone przez CNBOP w standardach CNBOP-PIB.

### Ekranowanie

#### Zaleca się, aby kable AKPiA charakteryzowały się odpowiednią adekwatną do zastosowania odpornością na zakłócenia elektromagnetyczne według klasyfikacji normy PN-EN 50117 i wymagań EMC.

#### Kable zastosowane w środowisku szczególnie narażonym na wpływ zakłóceń elektromagnetycznych będą charakteryzowały się doborem adekwatnych metod niwelujących ich wpływ np. poprzez zwiększonej gęstości oplotu, odpowiedniej separacji przestrzennej od źródeł zakłóceń itp

#### Przewody nieekranowane można stosować wszędzie tam, gdzie nie ma zakłóceń lub nie odnotowuje się ich wpływu na jakość przesyłanych danych.

#### W kablach AKPiA i skrętkach komputerowych stosowanych do przesyłania sygnałów analogowych i cyfrowych wymaga się stosowania izolowanych żył skręcanych w wiązki.

#### Zastosowany typ ekranowania skrętki komputerowej powinien być każdorazowo dobrany w zależności od zastosowania, a w szczególności miejsca instalacji. Zaleca się w większości przypadków stosować skrętki typu S/FTP (każda para jest ekranowana folią, a całość dodatkowo ekranowana siatką) lub SF/FTP (każda para jest ekranowana folią, a całość dodatkowo ekranowana folią i siatką).

### Kolorystyka kabli

#### Kolorystyka przewodów w zakresie kabli zasilających i sterowniczych będzie zgodna z Standardem technicznym w zakresie systemu znakowania elementów instalacji na obiektach w Grupie PGE EC POZ 110023.

#### Sekwencja kolorów skrętki komputerowej będzie zgodna z standardem kolorów np. EIA/TIA T568B.

#### Kolor płaszcza skrętek i światłowodów będzie uzależniony od zastosowania i przeznaczenia:

1. Skrętki i światłowody stosowane poza budynkami będą w kolorze czarnym
2. Skrętki i światłowody stosowane w komunikacji opartej o protokół Profibus będą w kolorze fioletowym
3. Skrętki i światłowody stosowane w komunikacji opartej o protokół ProfiNet będą w kolorze zielonym
4. Skrętki i światłowody stosowane w komunikacji w oparciu o pozostałe protokoły będą w kolorze szarym
5. Skrętki i światłowody stosowane w komunikacji wyższych warstw oraz sieciach bazujących na standardzie Ethernetu będą w kolorze szarym

#### Sekwencje kolorów włókien światłowodów zaleca się, aby była zgodna z standardem np. IEC60304.

#### Kable stosowane do pracy w obwodach iskrobezpiecznych będą miały płaszcz w kolorze niebieskim.

### Miejsca instalacji

#### Ważnym kryterium doboru kabli są spodziewane warunki eksploatacyjne, czyli ryzyka zewnętrzne, jakim będzie lub może być, poddany zainstalowany kabel podczas wieloletniej eksploatacji. Ryzyka, o których mowa, wynikają z warunków środowiska otaczającego kabel wzdłuż całej trasy jego ułożenia, w szczególności należy uwzględnić:

1. Narażenie na warunki atmosferyczne tj. wysoką i niską temperaturę, opady, promieniowanie słoneczne itp. W takich miejscach należy stosować kable specjalnego przeznaczenia adekwatne do takich zastosowań.
2. Kable i elementy ich mocowań narażone na działanie promieni słonecznych będą odporne na działanie promieniowania UV.
3. Kable układane w gruncie lub na zewnątrz budynku będą wypełnione żelem zapobiegającym propagowaniu wilgoci w strukturę kabla i dostawaniu się wilgoci w przypadku drobnego mechanicznego uszkodzenia powłoki zewnętrznej kabla.
4. Kable układane w ziemi będą wzmacniane włóknem szklanym lub innym materiałem zapewniającym ochronę przed gryzoniami.
5. Kable narażone na obciążenia mechaniczne należy każdorazowo układać w rurach osłonowych, korytkach, peszlach lub innych osłonach chroniących kable przed zniszczeniem. W przypadku występowania dużych obciążeń mechanicznych zaleca się stosowanie węży osłonowych wykonanych ze stali.
6. Kable przeznaczone do pracy w warunkach środowiskowych agresywnych chemicznie będą się cechować wysoką odpornością na różnego rodzaju czynniki chemiczne.
7. W przypadku bliskości źródeł ciepła należy stosować kable w wykonaniu specjalnym, odpornym na wysokie temperatury lub stosować miejscowe rozwiązania w postaci osłon termicznych.

## Inne wymagania szczegółowe wynikające z przeznaczenia i zastosowania

### Kable zasilające

#### Kable przeznaczone do zasilania AKPiA będą spełniać te same wymagania co sieci nN branży elektrycznej.

#### Dla zasilania AKPiA stosować kable o izolacji min. 0,6/1 kV.

#### Dobór kabli należy przeprowadzić zgodnie z normą PN-HD 60364-5-52:2011.

#### Kable zasilające będą wykorzystywane tylko do zasilania aparatury AKPiA, nie dopuszcza się stosowania współdzielonych kabli wielożyłowych w celu zasilania i przesyłania sygnałów. Wyjątek stanowią kable, w których przewody zasilające są jednocześnie przewodami transmitujące sygnał pomiarowy z wykorzystaniem specyficznych, zaprojektowanych do tego celu protokołów takich jak np. protokół HART.

### Kable AKPiA

#### Zaleca się stosować minimalne przekroje przewodów 0,5 mm2 dla kabli AKPiA (za wyjątkiem kabli specjalnych).

#### Standardowo, w przypadku kabli AKPIA należy stosować przewody posiadające żyły miedziane kl. 5 wg PN-EN 60228.

#### Należy unikać stosowania kabli, gdzie liczba żył przekracza 24.

#### Rekomenduje się zachowanie rezerwy żył adekwatnej do zastosowania kabla. W przypadku kabli wielożyłowych rezerwa ta powinna zwykle wynosić 10-20% wolnych żył, ale nie mniej niż jedna para.

#### Należy stosować jednoznaczne, czytelne i trwałe numerowanie żył w celu ich łatwej identyfikacji np. białe cyfry na czarnej izolacji.

#### Wszystkie kable przed wejściem do szaf, obudów urządzeń itp. będą zakończone dławikami kablowymi zapewniającymi odpowiednią do zastosowania szczelność połączenia.

### Skrętki komputerowe

#### Jako kable stosowane do transmisji cyfrowej w większości przypadków zaleca stosować skrętki komputerowe.

#### Jeśli oprócz transmisji sygnałów cyfrowych przewidywane jest zasilanie urządzeń aktywnych sieci, to należy uwzględnić obciążalność prądową dobieranej skrętki. Napięcia i prądy nie mogą być większe niż te występujące w sieciach teleinformatycznych i telekomunikacyjnych zgodnie z normą PN-EN 50288-1, typowo 42 do 56 VDC.

#### Zasilanie urządzeń aktywnych sieci takich jak np. kamery, telefony IP/VoIP może być realizowany wg. standardu IEEE, min. PoE+.

#### W zależności od rodzaju skrętki należy stosować złącza RJ45, dla wyższych kategorii (od 7 wzwyż) skrętek GG45, TERA.

#### Pomiary certyfikujące sieć pod kątem spełniania wymagań określonej kategorii muszą być wykonywane na gotowym kanale, sam pomiar okablowania nie jest wystarczający.

#### W większości przypadków zaleca się stosować skrętki komputerowe Cat 6A według standardu TIA/EIA 568A, żyły miedziane wielodrutowe kl. 5 wg PN-EN 60228.

#### Skrętki komputerowe powinny być każdorazowo dopasowane do właściwych urządzeń, jakie mają połączyć.

#### Skrętki komputerowe zaleca się stosować do połączeń nie dłuższych niż 100m.

### Kable światłowodowe

#### Kable światłowodowe spełniać będą wymagania normy PN-EN 60793-2 i PN-EN 60794-1.

#### Kable światłowodowe zaleca się stosować wszędzie tam, gdzie wymagana jest duża przepustowość projektowanego łącza, transmisja sygnału będzie realizowana na duże odległości, wymagane jest pewne odporne na zakłócenia łącze.

1. Dobór odpowiedniego kabla światłowodowego w zależności od długości połączenia będzie uwzględniał poniższe zalecenia:

Stosować kable światłowodowe z włóknami wielomodowymi w instalacjach lokalnych, gdzie rozmiar sieci nie przekracza kilkuset metrów.

Stosować kable światłowodowe z włóknami jednomodowymi do budowy sieci optycznych na duże odległości.

Stosować włókna jednomodowe o zmniejszonym promieniu gięcia dla połączeń typu patchcord.

#### Kable światłowodowe układane w budynkach będą spełniać wymagania normy PN-EN 60794-2.

#### Kable światłowodowe układane poza budynkiem będą spełniać wymagania normy PN-EN 60794-3.

#### Kable światłowodowe należy zakończyć z odpowiednim zapasem na przeznaczanych do tego przełącznicach lub patch-panelach światłowodowych. Panel czołowy musi posiadać naniesione numery portów światłowodowych.

#### Włókna światłowodowe należy łączyć poprzez spawanie metodą termiczną.

#### Ilość włókien ustalana będzie każdorazowo na etapie projektu wykonawczego. Każdorazowo w zależności od potrzeb należy określać ilość rezerwowych włókien.

#### Zakończenia włókien światłowodowych zaleca się realizować złączkami typu SC lub LC.

#### Dla poszczególnych elementów toru optycznego należy przyjąć dopuszczalne maksymalne wartości tłumienia:

1. Spaw – 0,15 dB
2. Złącze rozłączne – 0,3 dB
3. Włókno światłowodu - zgodnie z kartą katalogową producenta
4. Inne elementy pasywne – zgodnie z kartą katalogową producenta

## Kanalizacja kablowa

### Rury osłonowe kanalizacji kablowej należy układać zgodnie z zaleceniami N SEP-E-004.

### Zbliżenia lub skrzyżowania kanalizacji kablowej oraz linii optotelekomunikacyjnej podziemnej z innymi obiektami uzbrojenia terenowego powinny spełniać wymagania Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 26.10.2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie.

### Rura osłonowa musi zabezpieczać zaciągnięty kabel przed uszkodzeniami mechanicznymi na całej długości ciągu. Zaleca się stosować rury osłonowe gładkościenne.

### Średnica i długość rur osłonowych powinna być tak dobrana i zaprojektowana, aby umożliwiała układanie dodatkowych kabli w przyszłości (zachowanie rezerwy na poziomie 20%).

### Łączenia rur osłonowych należy realizować złączkami skręcanymi lub innymi metodami zapewniającymi szczelność połączenia.

### Wszystkie zakończenia rur osłonowych należy uszczelniać.

### Zabrania się łączenia kabli w studniach kablowych oraz w gruncie. Preferowane jest prowadzenie kabla od punktu przyłączenia do punktu odbioru w jednym odcinku prefabrykacyjnym.

### Kanalizacja kablowa musi posiadać studnie kablowe na zakrętach oraz na przejściach przez przeszkody (np. drogi). Studnie kablowe mogą być wykonane z PVC lub betonu w zależności od obszaru instalacji.

### Studnie kablowe przed wejściami do budynków należy tak dobrać, aby zapewniały miejsce dla zapasu kabli.

### W połowie głębokości wykopu powinna zostać ułożona taśma ostrzegawcza z napisem „UWAGA KANALIZACJA KABLOWA” w kolorze pomarańczowym (w przypadku pojedynczego okablowania np. światłowodów ,,UWAGA KABEL ŚWIATŁOWODOWY”).

Rysunek 21 Taśma ostrzegawcza z napisem ,,UWAGA KANALIZACJA KABLOWA”

## Odbiory

### Podczas odbiorów tras kablowych i kabli należy zweryfikować poprawność ich wykonania zgodnie z wymaganiami niniejszego dokumentu. Szczególną uwagę należy zwrócić na trasy prowadzonych kabli, zastosowaną jakość materiałów, estetykę wykonania, sposób mocowania kabli, znakowanie oraz wyniki przeprowadzonych pomiarów itp.

### Pomiary należy wykonywać dla wszystkich połączeń kablowych układanych w gruncie i głównych połączeń komunikacyjnych zdefiniowanych na etapie projektu wykonawczego.

### Pomiary w sieciach nN należy realizować zgodnie z PN-HD 60364-6.

### W przypadku systemów SSP należy wykonać pomiary ciągłości linii dozorowych, rezystancji i stanu izolacji według zaleceń CNBOP.

### Wykonane połączenia oparte na skrętkach komputerowych należy sprawdzić testerem w celu określenia ciągłość połączenia i kolejność par skrętki.

### Pomiary właściwości transmisyjnych całych torów światłowodowych należy wykonywać dwukierunkowo metodą transmisyjną lub reflektometryczną. Pomiary będą określały wartości tłumienia poszczególnych elementów toru transmisyjnego (spawów, połączeń rozłącznych, włókien światłowodów itp.). Pomiary należy wykonywać zgodnie z PN-EN IEC 60793-1-40.

# Ochrona przeciwwybuchowa

## Wymagania ochrony przeciwwybuchowej

### System detekcji gazu lub par cieczy należy stosować wszędzie tam gdzie są magazynowane gazy niebezpieczne lub występuje zagrożenie ich emisji.

### Detektory gazu należy umieszczać z dala od otworów wentylacyjnych i naturalnych ciągów wentylacyjnych oraz wylotów gazów spalinowych.

### Detektory gazu należy montować pionowo lub w ostateczności poziomo, nie należy montować detektorów z sensorem skierowanym do góry.

### System detekcji gazu powinien charakteryzować się wielopoziomowym układem progów alarmowych.

### System detekcji powinien uwzględniać sygnalizację optyczną i akustyczną.

### Detektory gazu będą spełniać wymagania normy PN-EN 50271.

### Należy stosować adresowalne moduły sterujące.

### Poniższe zagadnienia i wymagania zostały określone min. w oparciu o:

### PN-EN IEC 60079 - Atmosfery wybuchowe,

### PN-EN 13237 - Atmosfery potencjalnie wybuchowe - Przestrzenie zagrożone wybuchem. Terminy i definicje dotyczące urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w przestrzeniach zagrożonych wybuchem.

### Wszystkie urządzenia zabudowane w strefach zagrożonych wybuchem będą zgodne z:

### Wymaganiami Dyrektywy ATEX,

### wewnętrznymi wymaganiami Zamawiającego,

### przepisami krajowymi dotyczącymi wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej, sprzętu zabezpieczającego, sterującego i regulacyjnego przeznaczonego do użytku poza atmosferą potencjalnie wybuchową, który wymagany jest lub przyczynia się do bezpiecznego funkcjonowania urządzeń i systemów ochronnych wobec zagrożeń wybuchowych, oraz komponentów, które są częścią urządzeń i systemów ochronnych.

### Spełnienie wymagań należy zapewnić począwszy od fazy projektu, w tym doboru urządzeń, zapewnienia wymaganej dokumentacji i jej kompletności, zainstalowania i zapewnienia bezpiecznych warunków pracy.

### Wszystkie urządzenia zabudowane w strefach zagrożonych wybuchem będą przystosowane do występującej atmosfery.

### Wykonawca dobierze urządzenia uwzględniając ich wymagania serwisowe. W związku z niemożliwością ingerowania w część instalacji podczas jej pracy oraz nieekonomiczne odstawienia urządzeń ze względu na wymagane przeglądy, należy dobrać takie urządzenia, w których producent zaleca przegląd (związany z ATEX) z częstotliwością nie częstszą niż 1 raz w roku. W przypadku posiadania kilku takich samych urządzeń, dobrą praktyką jest posiadanie zapasowych detektorów umożliwiających ciągłą pracę instalacji (poprzez ich podmianę) w czasie przeglądu serwisowego.

### Wykonawca będzie zobowiązany do wykonania dokumentacji „DZPW - Dokument Zabezpieczenia Przed Wybuchem” dla projektowanych obiektów oraz dla części terenów objętych strefą zagrożenia wybuchem na podstawie wykonanej wcześniej oceny ryzyka związanego z możliwością wystąpienia atmosfery wybuchowej.

### W powyższej dokumentacji (DZPW) Wykonawca określi rodzaje i zasięg stref zagrożenia wybuchem oraz wykona kwalifikację obiektów z jednoznacznym określeniem, które pomieszczenia są zagrożone wybuchem.

### Wykonawca w fazie realizacji projektu, oznakuje wszystkie wyznaczone strefy zagrożenia wybuchem stosownymi oznaczeniami.

### Dla wszystkich urządzeń zainstalowanych w strefach zagrożonych wybuchem należy przewidzieć system oznaczeń w celu rejestracji wymaganych resursów przeglądowych. Należy w dokumentacjach DTR tych urządzeń, określić okresy resursów przeglądowych.

### W przypadku kwalifikacji obiektów/pomieszczeń do niezagrożonych wybuchem (w których występują substancje palne i/lub wybuchowe) wymagane będą obliczenia sprawdzające potwierdzające przyjęte założenie.

### Wykonany dokument (DZPW) musi spełniać wymagania Dyrektywy ATEX 99/92/WE oraz przepisów krajowych w sprawie minimalnych wymagań, dotyczących bezpieczeństwa i higieny pracy, związanych z możliwością wystąpienia w miejscu pracy atmosfery wybuchowej oraz zostać opracowany przy zastosowaniu odpowiednich norm obowiązujących w tym zakresie.

### Dokument (DZPW) musi być opracowany przez podmiot posiadający odpowiednią wiedzę i udokumentowane doświadczenie w zakresie opracowywania dokumentacji związanej z zagrożeniem wybuchem oraz uzgodniony z Zamawiającym.

### Wykonawca zrealizuje system bezpieczeństwa instalacji gazowej składający się ze stacjonarnego systemu eksplozymetrycznego do pomiaru stężenia metanu w stacji przygotowania gazu. Kryteria detekcji powinny ograniczać błędne wyzwalanie procedur automatycznych (przez fałszywe alarmy) np. poprzez zwielokrotnianie liczby detektorów (koncepcja rozwiązań wymaga uzgodnienia z Zamawiającym). W skład systemu będzie wchodzić:

### układ alarmowy i optyczny sygnalizujący osiągnięcie 1-go progu stężenia metanu (max 10% Dolnej Granicy Wybuchowości) oraz włączenie wentylacji awaryjnej,

### układ wykonawczy odcinający zasilanie gazu po osiągnięciu 2-go progu stężenia (max 40% Dolnej Granicy Wybuchowości), wyłączenie napędu sprężarek gazu (jeżeli występują).

### Wartości progów alarmowych dobrane zostaną przez projektanta, który uwzględni poziom alarmowania względem DGW gazu wybuchowego. Poziom alarmowania uwzględniał będzie min. 4 progi dla instalacji z obsługą oraz 2 dla instalacji bezobsługowych.

### Awaryjne odcięcie gazu powinno umożliwić szybkie odcięcie dopływu gazu w przypadku np. wykrycia wycieku gazu z instalacji, zaniku napięcia zasilania, zbyt wysokiego, niskiego ciśnienia gazu lub innych przypadków wynikających z : scenariuszy pożarowych, DZPW i przeprowadzonych analiz ryzyka.

### Stację przygotowania gazu oraz kotłownię należy wyposażyć w wentylację kategorii A. System awaryjnej wentylacji mechanicznej musi odpowiadać warunkom ustalonym ze względu na niebezpieczeństwo pożaru i wybuchu oraz powinien być sprzężony z automatycznym stacjonarnym systemem detekcji metanu, który będzie uruchamiał wentylację w przypadku przekroczenia 10% DGW. System wentylacji musi być wyłączany przez system sygnalizacji pożaru w przypadku jego wystąpienia we wskazanej strefie.

# System sygnalizacji pożaru (SSP)

*Wymagania poniższego rozdziału dotyczą systemu sygnalizacji pożaru. Wymagania przeciwpożarowe opisano w osobnym dokumencie.*

## Zadania automatycznego systemu sygnalizacji pożaru (SSP):

### automatyczne wykrywanie i sygnalizacje zarzewia pożaru w chronionych obiektach

### możliwość ręcznego sygnalizowania pożaru za pośrednictwem przycisków ROP (ręczne ostrzegacze pożarowe)

### ostrzeganie obsługi poprzez rozproszoną sygnalizację akustyczno-optyczną

### uruchamianie automatycznych systemów gaszenia pożaru w wybranych strefach, o największym niebezpieczeństwie pożarowym (jeżeli takowe są planowane)

### archiwizacja i raportowanie stanów systemu (alarmy, awarie, odłączenia, czynności serwisowe, itp.)

### sterowanie klapami odcinającymi wentylacji (jeżeli takowe są planowane)

### Przewiduje się dwa warianty pracy centrali SSP:

#### W przypadku ciągłego trybu pracy operatorów nastawni. Wyłączenie p. pożarowe i wyłączenie bezpieczeństwa nowych jednostek wytwórczych realizowane będą przez operatora, na podstawie sygnałów generowanych przez centralkę p. pożarową lub inicjowanych przez obsługę przyciskami bezpieczeństwa.

#### W przypadku braku ciągłej obsługi nastawni. Wyłączenie p. pożarowe i wyłączenie bezpieczeństwa nowch jednostek wytwórczych realizowane będą w trybie automatycznym, na podstawie sygnałów generowanych przez centralkę p. pożarową lub inicjowanych przez obsługę przyciskami bezpieczeństwa.

### Należy zapewnić wysoką poprawność działania systemu SSP, co jest szczególnie istotne w wariancie automatycznego odstawiania technologii (22.1.7.2). Kontenery AK będą wyposażone w centrale wentylacyjne sprzężone sygnałami z centralami detekcji gazu. System ppoż. będzie posiadał wyższy priorytet zadziałania niż centrale detekcji gazu. Oznacza to m.in. to, że w przypadku wykrycia pożaru w trakcie działania centrali detekcji gazu w trybie alarmowym, przepustnice central wentylacyjnych i tak zostaną zamknięte. Należy dobrać typ i lokalizację czujek oraz matrycę sterowań SSP, tak aby zarzewie pożaru zostało rozpoznane możliwie jak najszybciej, nawet w przypadku działania centrali wentylacyjnej na drugim biegu (z maksymalnym wydatkiem). Z drugiej jednak strony należy dążyć do minimalizacji ilości wystąpień fałszywych alarmów SSP, spowodowanych np. zabrudzeniem czujek optycznych lub zyskami cieplnymi, które wynikają ze standardowej pracy silnika spalinowego AK. Zaleca się stosowanie czujek multisensorowych (np. czujka optyczna dymu + ciepła) oraz rozważenie oparcia matrycy sterowań SSP o działanie kilku czujek w koincydencji.

### Przewidywany system powinien być oparty na centralce mikroprocesorowej, co powinno umożliwić ochronę całego obiektu.

### Wskazane jest aby Centrale połączone były ze sobą za pomocą podwójnej pary światłowodów/przewodów w formie pierścienia, tworząc w ten sposób sieć central z redundancją. Każda z central powinna mieć własne zasilane oraz zasilanie rezerwowe.

### Pętle dozorowe powinny być wyposażone w urzadzenia detekcyjne i ostrzegawcze dostosowane do charakteru obiektu i wymagań prawnych, ochrony przeciwpożarowej oraz dokumentów zabezpieczenia pożarowego instalacji.

### System powinien zostać wyposażony w automatyczną funkcje protokołowania.

### Zakres zadania powinien obejmować również dostarczenie oprogramowania i licencji niezbędnych do prawidłowego nadzoru i eksploatacji zainstalowanych systemów i urzadzeń.

### Sposób rozmieszczenia poszczególnych elementów systemu i ich ilość (czujki, przyciski ROP, sygnalizatory) należy dobrać w ten sposób aby zapewnić nadzór całego obszaru zgodnie z aktualnie obowiązującymi przepisami i normami w zakresie ochrony i sygnalizacji ppoż. oraz wytycznymi producentów urządzeń.

### Konfiguracja (progi detekcji) czujek ma uwzględniać zadymienie, temperaturę i obecność gazów tła występujące w normalnych warunkach w nadzorowanych obiektach.

### W przypadku montażu czujek w strefach międzystropowych oraz tam gdzie czujka jest niewidoczna należy zastosować wskaźniki zadziałania.

### Sposób rozmieszczenia i zabudowy musi zapewniać bezpieczny i swobodny dostęp do poszczególnych elementów systemu w celu ich obsługi oraz serwisowania.

### Sposób montażu instalacji musi być dostosowany do charakteru oraz przeznaczenia istniejących obiektów i urządzeń w celu ograniczenia wzajemnego wpływu instalacji.

### Zaleca się wykonanie systemu do wykrywania pożaru w przestrzeni podłogi technicznej pomieszczeń ruchu elektrycznego, serwerowni i nastawni.Zainstalowane elementy systemu (centrale, czujki, przyciski ROP, sygnalizatory) należy oznakować w sposób trwały i czytelny zgodnie ze schematem przyjętym na obiekcie EC i obowiązującymi przepisami.

### Wszystkie urządzenia i materiały użyte do montażu instalacji sygnalizacji pożaru muszą posiadać certyfikat zgodności i/lub aprobatę techniczną.

### Wykonawca ułoży trasy kablowe i kable zasilające oraz wyposaży obwody zasilające w niezbędną aparaturę zabezpieczającą i sterowniczą.

## Wymagania szczegółowe:

### Wymaga się całkowitej ochrony SSP obiektu. W uzasadnionych przypadkach Zamawiający może wyrazić zgodę na odstąpienie od realizacji ochrony pomieszczenia/obiektu lub realizacji funkcji wykrywania pożaru w inny sposób niż rekomenduje normatyw projektowy.

### System sygnalizacji pożaru powinien spełniać wymagania Norm EN 54-2:2002/A1:2007, EN 12094-1:2006 i normatywu projektowego PKN-CEN/TS 54-14. W szczególnych przypadkach dopuszcza się odstępstwo od normatywu, po uzyskaniu zgody przez Zamawiającego.

### Centrala/sterownik powinna posiadać Świadectwo dopuszczenia, Certyfikat stałości właściwości użytkowych i Deklaracją właściwości użytkowych wydane przez CNBOP.

### Centrala sygnalizacji pożarowej musi przede wszystkim podjąć decyzję o zainicjowaniu alarmu pożarowego, wysterowaniu urządzeń sygnalizacyjnych i przeciwpożarowych oraz o przekazaniu informacji do centrum monitorowania lub systemu nadzoru.

### Centralka ma precyzyjnie i w czytelny sposób informować o strefie powstania pożaru bez znaczenia czy to będzie wewnątrz wbudowany wyświetlacz graficzny czy oddzielny dedykowany.

### Centrala sygnalizacji pożarowej musi posiadać pamięć o pojemności wystarczającej na przechowywanie zdarzeń oraz dodatkową pamięć blokowaną przed zapisem (tzw. „czarna skrzynka”) z programowalnym czasem blokady i ilości zapisywanych zdarzeń.

### Zabudowana centralka powinna zachować min 30% rezerwy na każdej pętli dozorowej.

### W pętlach dozorowych należy stosować okablowanie ekranowane min. 2x1,5mm2.

### Komunikacja pomiędzy centralami pracującymi w sieci musi być zrealizowana za pomocą skrętki kategorii min. 6.

### System sygnalizacji pożarowej musi umożliwiać integrację z systemami zewnętrznymi takimi jak SCADA poprzez otwarte protokoły komunikacji z wykorzystaniem dedykowanego Gateway-a (driver) i technologii TCP/IP.

### Połączenia pomiędzy każdymi dwoma centralami sygnalizacji pożarowej powinny być zdublowane.

### System nadzoru i wizualizacji zdarzeń pożarowych musi być systemem dedykowanym dla zastosowanego systemu sygnalizacji pożarowej. Rozwiązanie polegające na zastosowaniu dwóch systemów od różnych producentów nie jest dozwolone chyba, że systemy posiadają deklaracje kompatybilności wydane przez tych producentów.

### Centralka sygnalizacji pożarowej musi posiadać port LAN/WAN.

### Automatyczne czujki punktowe muszą się charakteryzować następującymi cechami:

#### Praca jako interaktywne czujki wielokryterialne, umożliwiające działanie zarówno jako czujka dymu lub temperatury jak również jako czujka optyczno-temperaturowa (dualna).

#### Wykrywanie wszystkich typów pożarów testowych.

### Wykonawca dostarczy Zamawiającemu macierz sterowań oraz scenariusz pożarowy. Nastąpi to napóźniej na etapie projektowania wykonawczego.

# Wymagania Dotyczące Projektowania i Dokumentacji

## Wymagania ogólne

### W zakresie projektowania i dokumentacji AKPiA obowiązują ogólne wymagania określone w PFU. W niniejszym rozdziale zestawiono dodatkowe, szczególne wymagania dla branży.

### W pierwszej fazie projektowania należy przedstawić Zamawiającemu draft wykazu dokumentacji z podziałem na zeszyty i tomy obejmujący cały zakres dokumentacji w zakresie AKPIA. Wykaz oprócz podziału na tomy i zeszyty powinien zawierać oznaczenie kodu dokumentacji zgodny z przyjęta procedurą w projekcie oraz krótki opis zawartości.

### Każdorazowo przy przekazywaniu dokumentacji elektroniczne należy dostarczyć spis zawartości przekazywanej dokumentacji w formie tabelarycznej programu MS Excel, który musi posiadać hiperłącza do plików stanowiących zawartość przekazywanych projektów. Powyższy wykaz będzie zawierał kartę zmian.

### Wszelkie elektroniczne dokumenty tj. wykazy tabelaryczne oraz pliki tekstowe muszą być zgodne z formatami MS Office.

### Dokumentacja techniczna przekazywana Zamawiającemu w formie PDF musi być dostarczana w dwóch egzemplarzach edytowalnym i nieedytowalnym. Wersja edytowalna musi posiadać możliwość przeszukiwania zawartości dokumentu – nie dopuszcza się stosowania dokumentów PDF w formie skanu lub wklejonego obrazu.

### Rysunki i schematy w plikach PDF powinny posiadać hiperłącza zapewniające otwieranie dokumentów przywołanych w pierwotnym pliku PDF

### Wszystkie dokumentacje DTR należy dostarczyć również w plikach PDF umożliwiających przeszukiwanie ich zawartości wraz z wykazem tabelarycznym.

## Wymagania odnośnie czynności wykonywanych okresowo – przeglądów i konserwacji.

### Harmonogram przeglądów

### Zakres przeglądów – lista czynności

### Dokumentacja niezbędna do wykonania przeglądów (instrukcje, DTR, protokołów kalibracji, legalizacji)

### Dokumentacja do wykonania w trakcie przeglądów (karty przeglądów)

### Plan odtworzenia po awarii (związane z systemem Backup)

## Wymagana dokumentacja w zakresie systemów sterowania to:

### Projekt Wykonawczy/Powykonawczy zawierający: schematy obwodowe, schematy strukturalne systemu wraz z połączeniami sterowników lokalnych i ich adresami IP, schematy komunikacyjne, wykaz UAR i algorytmów, ,,I/O check lista’’, dokumentacja obwodowa, i logiczna, obliczenie zysków energii cieplnej urządzeń/szaf AKPiA (w celu doboru HVAC) ,

### Macierze przyczyn i skutków.

### Lista progów awaryjnych.

### Wydruki grafik operatorskich.

### Wydruki konfiguracyjne systemu.

### Dokumentacja DTR urządzeń,

### Dokumentację licencyjna określającą warunki i sposób korzystania z dostarczonego oprogramowania narzędziowego, dokumentację sprzedażową, instrukcje obsługi, certyfikaty.

### Dokumentację z układem szaf systemowych, wykaz komponentów systemu.

### Protokoły z testów odbiorowych FAT i SAT,

### Listę urządzeń zakwalifikowanych do odpowiednich poziomów SIL.

### Procedury tworzenia kopii zapasowych (backup), odtworzenia systemu,

### Aktualny backup stworzonego projektu SCADA i PLC,

### Product & Software Lifecycle Support (cykl życia systemu określony przez producenta),

## W zakresie systemów automatyki zabezpieczającej wymaga się dostarczenia:

### Dokumenty potwierdzające uzgodnienie dokumentacji technicznej z UDT (dotyczy układów automatyki zabezpieczającej instalacji ciśnieniowych).

### Tabelę przyczynowo-skutkową działania systemu (cause and effect matrix).

### Harmonogram (plan) wykonywania testów okresowych i jednostkowych (proof test).

### Instrukcję wykonywania testów (proof test) (instrukcja sprawdzania zabezpieczeń).

### Harmonogram (plan) wykonywania okresowych czynności eksploatacyjnych, przeglądowych i konserwacyjnych.

### Plan zapewnienia ciągłości działania i odtworzenia po awarii.

## W zakresie dostaw pomiarów fizykochemicznych wymaga się przedstawienia:

### wykazu zastosowanej aparatury do pomiarów fizykochemicznych z podaniem takich informacji jak m.in.: producent, model, rodzaj pomiaru, zakres pomiarowy, kod specyfikacji zamówienia,

### wykazu w formie tabeli zastosowanych roztworów buforowych, czyszczących, reagentów, elektrolitów, złóż żywicznych itp. z podaniem informacji o oczekiwanym czasie ich wymiany, terminie ważności, stężeniu/składzie, producencie

### wykazu czynności konserwacyjnych z podziałem na poszczególne analizatory i czasookresem ich wykonywania,

### dostarczenia pełnej instrukcji obsługi analizatorów w języku polskim. Instrukcja powinna zawierać opis wykonywania kalibracji, czyszczenia, konserwacji, wymiany elementów zużywających się, wymiany reagentów i roztworów, diagnostyki, listy części zamiennych itp.

# Wykaz powiązanych norm i aktów prawnych

Tabela 6 – Wykaz norm[[1]](#footnote-2)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Lp.** | **Norma** | **Nazwa / zakres normy** |
|  | API 670 | Machinery Protection Systems |
|  | ASME B40.100 | Pressure Gauges and Gauge Attachments |
|  | CNBOP-PIB-0001:2019 | Standard CNBOP-PIB. Ochrona przeciwpożarowa: Wprowadzanie do obrotu i użytkowania wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej |
|  | DIN 16281 | Wsparcie dla przyrządów pomiarowych i armatury |
|  | DIN 16282 | Rurki syfonowe do manometrów i ich akcesoria |
|  | DIN 16283 | Przyłącza gwintowane do manometrów i ich akcesoriów |
|  | DIN 43772 | Control technology - Protective tubes and extension tubes for liquid-in-glass thermometers, dial thermometers, thermocouples and resistance thermometers - Dimensions, materials, testing (Technika sterowania - Rurki ochronne i rurki przedłużające do termometrów szklanych, termometrów zegarowych, termopar i termometrów oporowych - Wymiary, materiały, testowanie) |
|  | EIA-310 | Specification for „standard rack” |
|  | IEC 61511 | Bezpieczeństwo funkcjonalne -- Przyrządowe systemy bezpieczeństwa do sektora przemysłu procesowego – Części 1-3. |
|  | IEEE C37.90.1 | Wyposażenie dodatkowe: zabezpieczenie przeciwprzepięciowe |
|  | IEEE C62.41.1 | Wyposażenie dodatkowe: zabezpieczenie przeciwprzepięciowe. |
|  | ISO/IEC 11801 | Information technology – Generic cabling for customer premises |
|  | N SEP-E-004 | Elektroenergetyczne i sygnalizacyjne linie kablowe. Projektowanie i budowa |
|  | N SEP-E-007 | Instalacje elektroenergetyczne i teletechniczne w budynkach. Dobór kabli i innych przewodów ze względu na ich reakcję na ogień |
|  | PKN-CEN/TS 54-14 | System sygnalizacji pożarowej -- Część 14: Wytyczne planowania, projektowania, instalowania, odbioru, eksploatacji i konserwacji |
|  | PN-EN 10204 | Wyroby metalowe - Rodzaje dokumentów kontroli |
|  | PN-EN 1092-1:2018-08 | Kołnierze i ich połączenia - Kołnierze okrągłe do rur, armatury, kształtek, łączników i osprzętu z oznaczeniem PN - Część 1: Kołnierze stalowe |
|  | PN-EN 1127-1 | Zapobieganie wybuchowi i ochrona przed wybuchem.  Część 1: Pojęcia podstawowe i metodyka |
|  | PN-EN 12405-1 | Gazomierze - Przeliczniki - Część 1: Przeliczanie objętości |
|  | PN-EN 12464-2 | Światło i oświetlenie. Oświetlenie miejsc pracy. Część 2: Miejsca pracy na zewnątrz |
|  | PN-EN 12570 | Armatura przemysłowa – Metoda ustalania wielkości momentu napędowego |
|  | PN-EN 13190 | Termometry wskazówkowe |
|  | PN-EN 13237 | Atmosfery potencjalnie wybuchowe |
|  | PN-EN 13501-1 | Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków -- Część 1: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień |
|  | PN-EN 13501-6 | Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków -- Część 6: Klasyfikacja na podstawie badań reakcji na ogień kabli elektroenergetycznych, sterowniczych i telekomunikacyjnych |
|  | PN-EN 1363-1 | Badania odporności ogniowej -- Część 1: Wymagania ogólne |
|  | PN-EN 14181 | Emisja ze źródeł stacjonarnych – Zapewnienie jakości automatycznych systemów pomiarowych. |
|  | PN-EN 14791 | Emisja ze źródeł stacjonarnych -- Oznaczanie stężenia masowego tlenków siarki -- Standardowa metoda odniesienia |
|  | PN-EN 15259 | Jakość powietrza -- Pomiary emisji ze źródeł stacjonarnych -- Wymagania dotyczące odcinków pomiarowych i miejsc pomiaru, celu  i planu pomiaru oraz sprawozdania z pomiaru |
|  | PN-EN 15267-1 | Jakość powietrza -- Certyfikacja automatycznych systemów pomiarowych -- Część 1: Zasady ogólne |
|  | PN-EN 15267-3 | Jakość powietrza. Certyfikacja automatycznych systemów pomiarowych. Część 3: Wymagania eksploatacyjne i procedury badawcze dla automatycznych systemów pomiarowych do monitoringu emisji ze stacjonarnych źródeł emisji. |
|  | PN-EN 187000 | Ogólne wymagania. Kable światłowodowe. |
|  | PN-EN 50117 | Kable współosiowe |
|  | PN-EN 50130-4 | Systemy alarmowe - Część 4: Kompatybilność elektromagnetyczna - Norma dla grupy wyrobów: Wymagania dotyczące odporności urządzeń systemów sygnalizacji pożarowej, sygnalizacji włamania, sygnalizacji napadu, CCTV, kontroli dostępu i osobistych. |
|  | PN-EN 50130-4 | Systemy alarmowe - Część 4: Kompatybilność elektromagnetyczna - Norma dla grupy wyrobów: Wymagania dotyczące odporności urządzeń systemów sygnalizacji pożarowej, sygnalizacji włamania, sygnalizacji napadu, CCTV, kontroli dostępu i osobistych. |
|  | PN-EN 50173 | Technika informatyczna - Systemy okablowania strukturalnego |
|  | PN-EN 50174 | Technika informatyczna. Instalacja okablowania.  Część 1: Specyfikacja i zapewnienie jakości.  Część 2: Planowanie i wykonywanie instalacji wewnątrz budynków.  Część 3: Planowanie i wykonywanie instalacji na zewnątrz budynków. |
|  | PN-EN 50271 | Elektryczne przyrządy pomiarowe do wykrywania i pomiaru gazów palnych, gazów toksycznych lub tlenu |
|  | PN-EN 50288-1 | Przewody wielożyłowe stosowane w cyfrowej i analogowej technice przesyłu danych -- Część 1: Wymagania ogólne |
|  | PN-EN 50470 | Urządzenia do pomiarów energii elektrycznej (prądu przemiennego) |
|  | PN-EN 50491-5-3 | Ogólne wymagania dla domowych i budynkowych systemów elektronicznych (HBES) oraz systemów automatyzacji i sterowania budynków (BACS) - Część 5-3: Wymagania kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) dla HBES/BACS stosowanych w środowisku przemysłowym. |
|  | PN-EN 50529 | Norma dotycząca EMC dla sieci |
|  | PN-EN 50575 | Kable i przewody elektroenergetyczne, sterownicze i telekomunikacyjne -- Kable i przewody do zastosowań ogólnych w obiektach budowlanych o określonej klasie odporności pożarowej |
|  | PN-EN 60051 | Elektryczne przyrządy pomiarowe wskazujące analogowe o działaniu bezpośrednim i ich przybory. |
|  | PN-EN 60079 | Atmosfery wybuchowe. Zabezpieczenie urządzeń. |
|  | PN-EN 60204-1 | Bezpieczeństwo maszyn - Wyposażenie elektryczne maszyn - Część 1: Wymagania ogólne |
|  | PN-EN 60297 | Konstrukcje mechaniczne do urządzeń elektronicznych. |
|  | PN-EN 60332 | Badanie palności kabli i przewodów elektrycznych oraz światłowodowych |
|  | PN-EN 60529 | Stopnie ochrony zapewniane przez obudowy (Kod IP) |
|  | PN-EN 60584 | Termoelementy – Część 1. Charakterystyki, Część 2. Tolerancje, Część 3: Kable rozszerzające i kompensacyjne -- Tolerancje i systemy rozpoznawcze |
|  | PN-EN 60654 | Urządzenia do pomiarów i sterowania procesami przemysłowymi. |
|  | PN-EN 60721-3-0 | Klasyfikacja warunków środowiskowych. Część 3-0: Klasyfikacja grup czynników środowiskowych i ich ostrości. Wytyczne ogólne |
|  | PN-EN 60730-1 | Automatyczne regulatory elektryczne do użytku domowego  i podobnego - Część 1: Wymagania ogólne. |
|  | PN-EN 60730-2-6 | Automatyczne regulatory elektryczne do użytku domowego  i podobnego - Część 2-6: Wymagania szczegółowe dotyczące automatycznych regulatorów elektrycznych ciśnienia, z uwzględnieniem wymagań mechanicznych. |
|  | PN-EN 60751 | Czujniki platynowe przemysłowych termometrów rezystancyjnych i platynowe czujniki temperatury |
|  | PN-EN 60770-3 | Przetworniki stosowane w systemach sterowania procesami przemysłowymi - Część 3: Metody oceny charakterystyk przetworników inteligentnych (lub aktualnie obowiązująca) |
|  | PN-EN 60793-2 | Światłowody - Część 2: Specyfikacja wyrobu - Postanowienia ogólne |
|  | PN-EN 60794 | Kable światłowodowe |
|  | PN-EN 60825-1 | Bezpieczeństwo urządzeń laserowych - Część 1: Klasyfikacja sprzętu i wymagania |
|  | PN-EN 60839-11-1 | Systemy alarmowe i elektroniczne systemy zabezpieczeń - Część 11-1: Elektroniczne systemy kontroli dostępu - Wymagania dotyczące systemów i części składowych. |
|  | PN-EN 60839-11-2 | Systemy alarmowe - Systemy kontroli dostępu stosowane w zabezpieczeniach - Część 7: Zasady stosowania |
|  | PN-EN 60870-2-2 | Urządzenia i systemy telesterowania. Część 2-2: Warunki pracy. Warunki środowiskowe (klimatyczne, mechaniczne i inne oddziaływania nieelektryczne) |
|  | PN-EN 60947 | Aparatura rozdzielcza i sterownicza niskonapięciowa |
|  | PN-EN 61000-4-4 | Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-4: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na serie szybkich elektrycznych stanów przejściowych |
|  | PN-EN 61000-6-2 | Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-2: Normy ogólne - Odporność w środowiskach przemysłowych |
|  | PN-EN 61000-6-3 | Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 6-3: Normy ogólne – Norma emisji w środowiskach: mieszkalnym, handlowym  i lekko uprzemysłowionym. |
|  | PN-EN 61003-1 | Systemy sterowania procesami przemysłowymi -- Przyrządy z wejściami analogowymi i wyjściami dwu- lub wielostanowymi -- Część 1: Metody wyznaczania właściwości |
|  | PN-EN 61010-1 | Wymagania bezpieczeństwa dotyczące elektrycznych przyrządów pomiarowych, automatyki i urządzeń laboratoryjnych - Część 1: Wymagania ogólne |
|  | PN-EN 61131 | Sterowniki programowalne PLC |
|  | PN-EN 61131-1 | Sterowniki programowalne - Część 1: Postanowienia ogólne |
|  | PN-EN 61131-2 | Sterowniki programowalne - Część 2: Wymagania i badania dotyczące sprzętu |
|  | PN-EN 61131-3:2013-10 | Sterowniki programowalne - Część 3: Języki programowania |
|  | PN-EN 61131-5 | Sterowniki programowalne - Część 5: Komunikacja |
|  | PN-EN 61152 | Wymiary metalowych osłon czujników termometrycznych. |
|  | PN-EN 61439 | Rozdzielnice i sterownice niskiego napięcia. |
|  | PN-EN 61518 | Wymiary połączeń między miernikami różnicy ciśnień a kołnierzowymi urządzeniami odcinającymi pracującymi w zakresie do 413 bar (41,3 MPa) |
|  | PN-EN 62061 | Bezpieczeństwo maszyn - Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych, elektronicznych i elektronicznych programowalnych systemów sterowania związanych z bezpieczeństwem |
|  | PN-EN 62208 | Puste obudowy do rozdzielnic i sterownic niskonapięciowych - Wymagania ogólne |
|  | PN-EN 62271-1 | Wysokonapięciowa aparatura rozdzielcza i sterownicza - Część 1: Postanowienia wspólne |
|  | PN-EN 62381 | Systemy automatyzacji w przemyśle procesowym - Fabryczny test akceptacyjny (FAT), obiektowy test akceptacyjny (SAT) i obiektowy test integracyjny (SIT) |
|  | PN-EN 81346-1 | Systemy przemysłowe, instalacje i urządzenia oraz wyroby przemysłowe. Zasady strukturyzacji i oznaczenia referencyjne - Część 1: Reguły podstawowe |
|  | PN-EN 837-1 | - Ciśnieniomierze z rurką Bourdona -. Wymagania i badania |
|  | PN-EN 837-2 | Ciśnieniomierze -- Zalecenia dotyczące doboru i instalacji ciśnieniomierzy (lub aktualnie obowiązująca). |
|  | PN-EN 837-3 | Ciśnieniomierze -- Ciśnieniomierze membranowe i puszkowe -- Wymagania i badania |
|  | PN-EN 894 | Bezpieczeństwo maszyn. Wymagania ergonomiczne dotyczące projektowania wskaźników i elementów sterowniczych.  Część 1: Ogólne zasady interakcji między człowiekiem a wskaźnikami i elementami sterowniczymi  Część 2: Wskaźniki  Część 3: Elementy sterownicze |
|  | PN-EN IEC 60228 | Żyły przewodów i kabli |
|  | PN-EN IEC 60445 | Zasady podstawowe i bezpieczeństwa przy współdziałaniu człowieka z maszyną, znakowanie i identyfikacja – Identyfikacja zacisków urządzeń i końcówek przewodów a także samych przewodów |
|  | PN-EN 61140 | Ochrona przed porażeniem prądem elektrycznym -- Wspólne aspekty instalacji i urządzeń |
|  | PN-EN 62491 | Systemy przemysłowe, instalacje i urządzenia oraz wyroby przemysłowe -- Etykietowanie kabli i żył izolowanych |
|  | PN-EN IEC 61326-1 | Wyposażenie elektryczne do pomiarów, sterowania i użytku w laboratoriach - Wymagania dotyczące kompatybilności elektromagnetycznej (EMC) - Część 1: Wymagania ogólne |
|  | PN-EN IEC 61508 | Bezpieczeństwo funkcjonalne elektrycznych/ elektronicznych/ programowalnych systemów związanych z bezpieczeństwem – Części 1-7. |
|  | PN-EN IEC 81346-2 | Systemy przemysłowe, instalacje i urządzenia oraz wyroby przemysłowe. Zasady strukturyzacji i oznaczenia referencyjne - Część 2: Klasyfikacja obiektów i klasy kodów |
|  | PN-EN ISO 10715 | Gaz ziemny – wytyczne pobierania próbek |
|  | PN-EN ISO 12100 | Bezpieczeństwo maszyn – Ogólne zasady projektowania – Ocena ryzyka i zmniejszanie ryzyka |
|  | PN-EN ISO 12944 | Farby i lakiery – ochrona przed korozją konstrukcji stalowych za pomocą ochronnych systemów malarskich |
|  | PN-EN ISO 13849 | Bezpieczeństwo maszyn – Elementy systemów sterowania związane z bezpieczeństwem |
|  | PN-EN ISO 20816 | Drgania mechaniczne – Pomiar i ocena drgań maszynowych. |
|  | PN-EN ISO 228-1 | Gwinty rurowe połączeń ze szczelnością nie uzyskiwaną na gwincie - Część 1: Wymiary, tolerancje i oznaczenie |
|  | PN-EN ISO 5167 | Pomiary strumienia płynu za pomocą zwężek pomiarowych wbudowanych w całkowicie wypełnione rurociągi o przekroju kołowym:  Część 1: Zasady i wymagania ogólne  Część 2: Kryzy  Część 3: Dysze i dysze Venturiego  Część 4: Klasyczna zwężka Venturiego |
|  | PN-EN ISO 5210 | Armatura przemysłowa – przyłącza wieloobrotowego napędu armatury |
|  | PN-EN ISO 5211 | Armatura przemysłowa – Przyłącza niepełnoobrotowego napędu armatury |
|  | PN-EN ISO 5667-1 | Pobieranie próbek - Część 1: Wytyczne opracowywania programów pobierania próbek i technik pobierania |
|  | PN-EN ISO 5667-13 | Jakość wody - Pobieranie próbek - Część 13: Wytyczne dotyczące pobierania próbek osadów |
|  | PN-EN ISO 6974 | Gaz ziemny – oznaczanie składu metodą chromatografii gazowej z oszacowaniem niepewności |
|  | PN-EN ISO 6976 | Gaz ziemny – obliczanie wartości kalorycznych, gęstości, gęstości względnej i liczby Wobbego na podstawie składu |
|  | PN-EN ISO 7919 | Mechanical vibration of nonreciprocating machines – Measurements on rotating shafts and evaluation criteria. |
|  | PN-EN ISO/IEC 17050-1 | Ocena zgodności - Deklaracja zgodności składana przez dostawcę - Część 1: Wymagania ogólne. |
|  | PN-HD 60364-4-41 | Instalacje elektryczne niskiego napięcia.  Część 4-41: Ochrona dla zapewnienia bezpieczeństwa -- Ochrona przed porażeniem elektrycznym. |
|  | PN-IEC 61882 | Badania zagrożeń i zdolności do działania (badania HAZOP) - Przewodnik zastosowań |
|  | PN-ISO 10396 | Emisja ze źródeł stacjonarnych. Pobieranie próbek do automatycznego pomiaru stężenia składników gazowych. |
|  | PN-ISO 10816 | Ocena drgań maszyny na podstawie pomiarów na częściach niewirujących |
|  | PN-ISO 14164 | Emisja ze źródeł stacjonarnych. Pomiar strumienia objętości gazu  w kanałach. Metoda automatyczna. |
|  | PN-ISO 17089-1 | Pomiar przepływu płynu w przewodach zamkniętych -- Gazomierze ultradźwiękowe. |
|  | PN-ISO/IEC 27001 | Technika informatyczna – Techniki bezpieczeństwa - Systemy zarządzania bezpieczeństwem informacji – Wymagania. |
|  | PN-ISO/IEC 27002 | Technika informatyczna - Techniki bezpieczeństwa - Praktyczne zasady zarządzania bezpieczeństwem informacji. |
|  | PN-ISO/IEC 27005 | Technika informatyczna - Techniki bezpieczeństwa - Zarządzanie ryzykiem w bezpieczeństwie informacji |
|  | PN-M-42325 | Wyroby metalowe - Rodzaje dokumentów kontroli. |
|  | PN-M-42370 | Pomiar strumienia objętości płynu w przewodach – Przepływomierze ultradźwiękowe |
|  | PN-M-42377 | Pomiary strumienia płynu za pomocą zwężek pomiarowych. Wytyczne doboru dysz i kryz nieobjętych ISO 5167-1 |
|  | PN-M-42378 | Pomiary strumienia płynu za pomocą zwężek pomiarowych - Wytyczne dotyczące wpływu odchyleń od wymagań i warunków stosowania podanych w ISO 5167-1. |
|  | PN-Z-04030-7 | Badania zawartości pyłu. Pomiar stężenia i strumienia masy pyłu w gazach odlotowych metodą grawimetryczną. |
|  | WUDT-UC:2017 | Warunki UDT dla urządzeń ciśnieniowych |

Tabela 7 Ustawy, Dyrektywy oraz Rozporządzenia obowiązujące w dokumencie [[2]](#footnote-3)

|  |  |
| --- | --- |
|  | Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2017/1442 z dnia 31 lipca 2017 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do dużych obiektów energetycznego spalania zgodnie dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE |
|  | Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2017/1442 z dnia 31 lipca 2017 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) w odniesieniu do dużych obiektów energetycznego spalania zgodnie dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE |
|  | Decyzja wykonawcza Komisji (UE) 2019/2010 z dnia 12 listopada 2019 r. ustanawiająca konkluzje dotyczące najlepszych dostępnych technik (BAT) zgodnie z dyrektywą Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE w odniesieniu do spalania odpadów |
|  | Dyrektywa 2000/76/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 4 grudnia 2000 r. w sprawie spalania odpadów |
|  | Dyrektywa 2001/80/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 23 października 2001 r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza z dużych obiektów energetycznego spalania |
|  | Dyrektywa 2006/42/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 17 maja 2006 r. w sprawie maszyn, zmieniająca dyrektywę 95/16/WE (przekształcenie) (Tekst mający znaczenie dla EOG) |
|  | Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2015/2193 z dnia 25 listopada 2015 r. w sprawie ograniczenia emisji niektórych zanieczyszczeń do powietrza ze średnich obiektów energetycznego spalania |
|  | Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2010/75/UE z dnia 24 listopada 2010 r. w sprawie emisji przemysłowych (zintegrowane zapobieganie zanieczyszczeniom i ich kontrola) |
|  | Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/30/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do kompatybilności elektromagnetycznej (Dyrektywa 2014/30/EU, Dyrektywa EMC) |
|  | Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/34/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (wersja przekształcona) Tekst mający znaczenie dla EOG |
|  | Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/35/UE z dnia 26 lutego 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku sprzętu elektrycznego przewidzianego do stosowania w określonych granicach napięcia (Dyrektywa 2014/35/EU, Dyrektywa niskonapięciowa (LVD)) |
|  | Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/68/UE z dnia 15 maja 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich odnoszących się do udostępniania na rynku urządzeń ciśnieniowych (Dyrektywa 2014/68/UE, Dyrektywa PED) |
|  | Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 26 października 2005 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać telekomunikacyjne obiekty budowlane i ich usytuowanie (Dz. U. 2005 nr. 219 poz. 1864 wraz z późn. zm.) |
|  | Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie krajowych ocen technicznych (Dz.U. 2016 poz. 1968 wraz z późn. zm.) |
|  | Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2002 nr 75 poz. 690 wraz z późn. zm.) |
|  | Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 15 grudnia 2020 r. w sprawie rodzajów wyników pomiarów prowadzonych w związku z eksploatacją instalacji lub urządzenia i innych danych zbieranych w wyniku monitorowania procesów technologicznych oraz terminów i sposobów prezentacji (Dz.U. 2020 Poz. 2405 z późn. Zm.) |
|  | Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 22 lutego 2022 r. w sprawie danych objętych Krajowym Rejestrem Uwalniania i Transferu Zanieczyszczeń (Dz.U. 2022 Poz. 455 z późn. Zm.) |
|  | Rozporządzenie Ministra Klimatu i Środowiska z dnia 7 września 2021 r. w sprawie wymagań w zakresie prowadzenia pomiarów wielkości emisji (Dz.U. 2021 poz. 1710 wraz z późn. zm.) |
|  | Rozporządzenie Ministra Klimatu z dnia 24 września 2020 r. w sprawie standardów emisyjnych dla niektórych rodzajów instalacji, źródeł spalania paliw oraz urządzeń spalania lub współspalania odpadów (Dz.U. 2020 poz. 1860 wraz z późn. zm.) |
|  | Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 11 lipca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń ciśnieniowych i zespołów urządzeń ciśnieniowych (Dz.U. 2016 Poz. 1036 z późniejszymi zmianami) |
|  | Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 6 czerwca 2016 r. w sprawie wymagań dla urządzeń i systemów ochronnych przeznaczonych do użytku w atmosferze potencjalnie wybuchowej (Dz. U. 2016 Nr poz. 817 wraz z późn. zm.) |
|  | Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz.U. 2010 nr 109 poz. 719 wraz z późn. zm.) |
|  | Rozporządzenie Ministra Transportu z dnia 20 października 2006 r. w sprawie warunków technicznych dozoru technicznego w zakresie projektowania, wytwarzania, eksploatacji, naprawy i modernizacji specjalistycznych urządzeń ciśnieniowych (Dz.U. 2006 Nr 199 poz. 1469 z późniejszymi zmianami) |
|  | Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 7 grudnia 2012 r. w sprawie rodzajów urządzeń technicznych podlegających dozorowi technicznemu (Dz.U. 2012 Poz. 1468 z późniejszymi zmianami) |
|  | Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2018/2066 z dnia 19 grudnia 2018 r. w sprawie monitorowania i raportowania w zakresie emisji gazów cieplarnianych na podstawie dyrektywy 2003/87/WE Parlamentu Europejskiego i Rady oraz zmieniające rozporządzenie Komisji (UE) nr 601/2012 |
|  | Ustawa z dnia 10 kwietnia 1997 r. - Prawo energetyczne (Dz.U. 1997 Nr 54 poz. 348 z późniejszymi zmianami) |
|  | Ustawa z dnia 12 czerwca 2015 r. o systemie handlu uprawnieniami do emisji gazów cieplarnianych (Dz.U. 2015 poz. 1223 z późniejszymi zmianami) |
|  | Ustawa z dnia 16 kwietnia 2004 r. o wyrobach budowlanych (Dz. U. 2004 Nr 92 poz. 881 wraz z późn. zm.) |
|  | Ustawa z dnia 21 grudnia 2000 r. o dozorze technicznym (Dz.U. 2000 Nr 122 poz. 1321 z późniejszymi zmianami) |
|  | Ustawa z dnia 25 czerwca 2015 r. o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych, ustawy - Prawo budowlane oraz ustawy o zmianie ustawy o wyrobach budowlanych oraz ustawy o systemie oceny zgodności (Dz.U. 2015 poz. 1165 wraz z późn. zm.) |
|  | Ustawa z dnia 27 kwietnia 2001 r. Prawo ochrony środowiska (Dz. U. 2001 nr 62 poz. 627 z późn. zm.) |
|  | Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. - Prawo budowlane (Dz.U. 1994 Nr 89 poz. 414 z późniejszymi zmianami) |
|  | Wytyczne UDT WUDT-UC Specyfikacje techniczne dla urządzeń ciśnieniowych |

# Wykaz zalączników

[Załącznik 1E.1 – Pomiar ciśnienia pary do 40 bar przy umiejscowieniu przyrządu pomiarowego poniżej króćca pomiarowego 107](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153274914)

[Załącznik 1E.2 – Pomiar ciśnienia pary powyżej 40 bar przy umiejscowieniu przyrządu pomiarowego poniżej króćca 108](#_Toc153274915)

[Załącznik 1E.3 – Pomiar ciśnienia pary do 40 bar 109](#_Toc153274916)

[Załącznik 1E.4 – Pomiar ciśnienia pary powyżej 40 bar 110](#_Toc153274917)

[Załącznik 1E.5 – Pomiar ciśnienia powietrza i gazu do 40 bar 111](#_Toc153274918)

[Załącznik 1E.6 – Pomiar ciśnienia powietrza i gazu powyżej 40 bar 112](#_Toc153274919)

[Załącznik 1E.7 – Pomiar ciśnienia wody do 40 bar 113](#_Toc153274920)

[Załącznik 1E.8 – Pomiar ciśnienia wody powyżej 40 bar 114](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153274921)

[Załącznik 1E.9 – Pomiar poziomu w zbiorniku ciśnieniowym do 40 bar 115](#_Toc153274922)

[Załącznik 1E.10 – Pomiar poziomu w zbiorniku ciśnieniowym powyżej 40 bar 116](#_Toc153274923)

[Załącznik 1E.11 – Pomiar przepływu pary do 40 bar 117](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153274924)

[Załącznik 1E.12 – Pomiar przepływu pary powyżej 40 bar 118](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153274925)

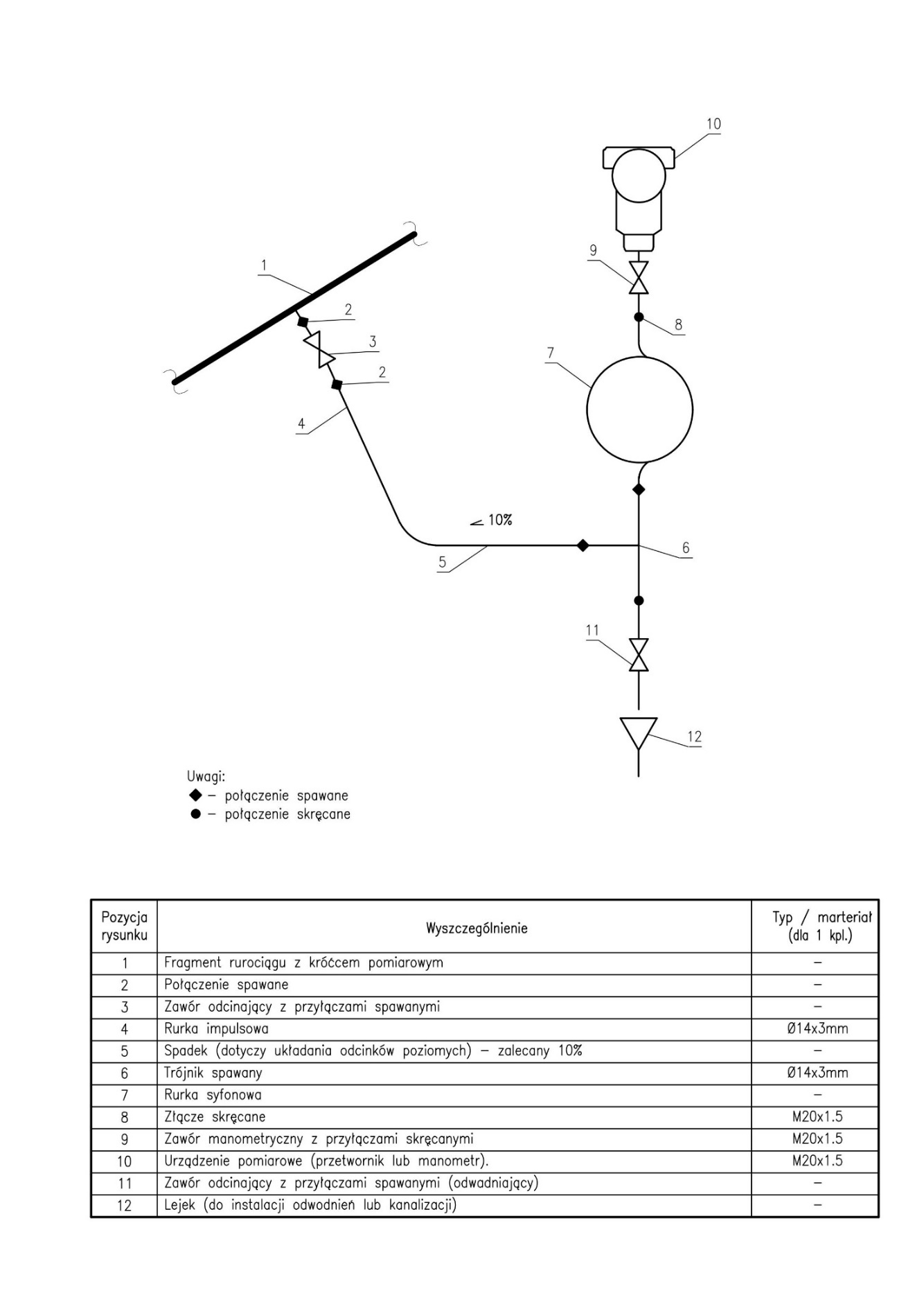
[Załącznik 1E.13 – Pomiar przepływu powietrza gazów przez spadek ciśnienia na kryzie do 40 bar 119](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153274926)

[Załącznik 1E.14 – Pomiar przepływu powietrza gazów przez spadek ciśnienia na zwężce do 40 bar 120](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153274927)

[Załącznik 1E.15 – Pomiar przepływu powietrza i gazów rurka Pitota do 40 bar 121](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153274928)

[Załącznik 1E.16 – Pomiar przepływu wody do 40 bar 122](https://pgeec.gkpge.pl/projekt/EC_Gryfino/Przygotowanie_projektu/01_Analizy_Koncepcja_SW_PFU/03_PFU_EDO_2023/Załączniki_do_PFU/Zał.%201E%20do%20PFU%20Wymagania_szczegółowe_branży_AKPiA.docx#_Toc153274929)

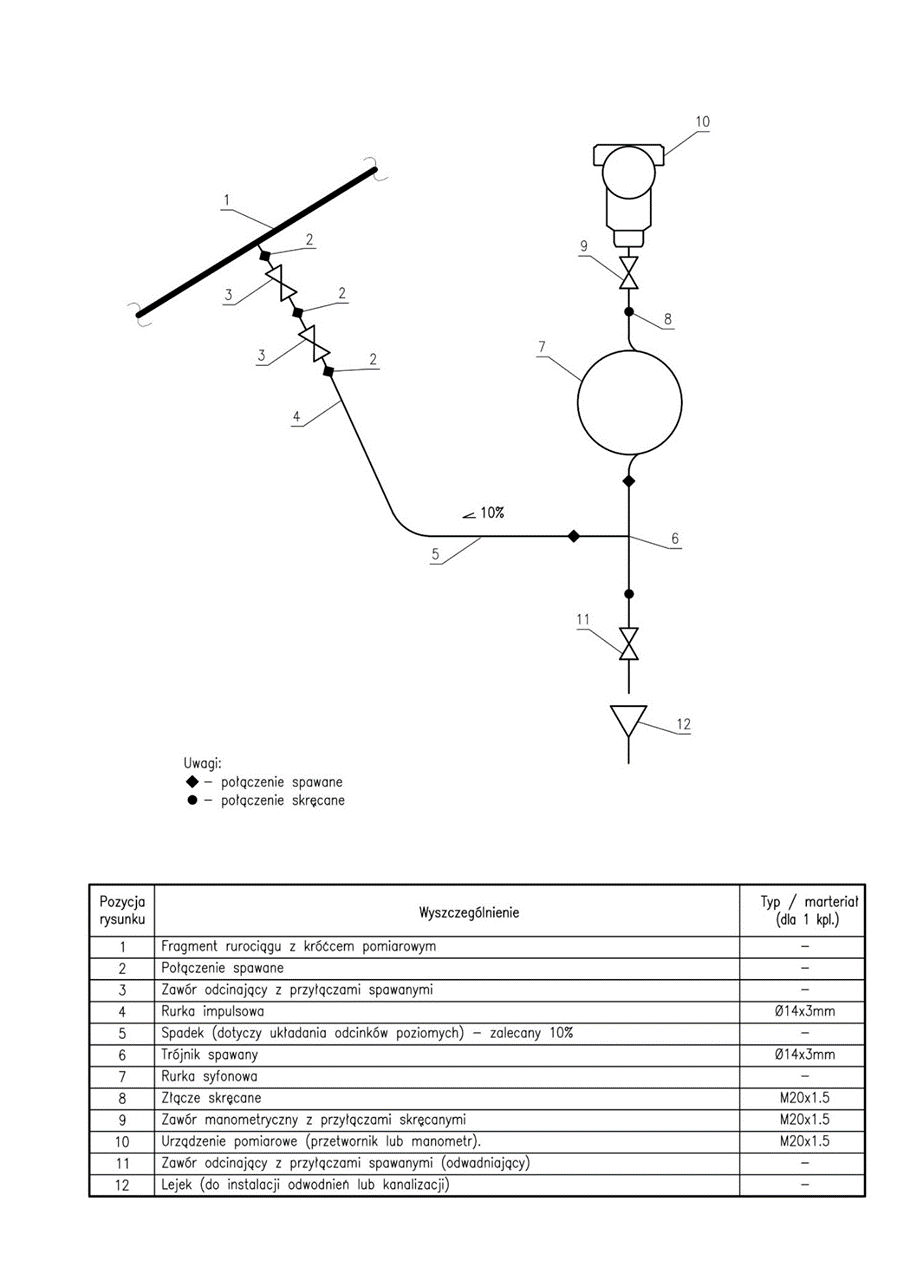
[Załącznik 1E.17 – Pomiar przepływu wody powyżej 40 bar 123](#_Toc153274930)



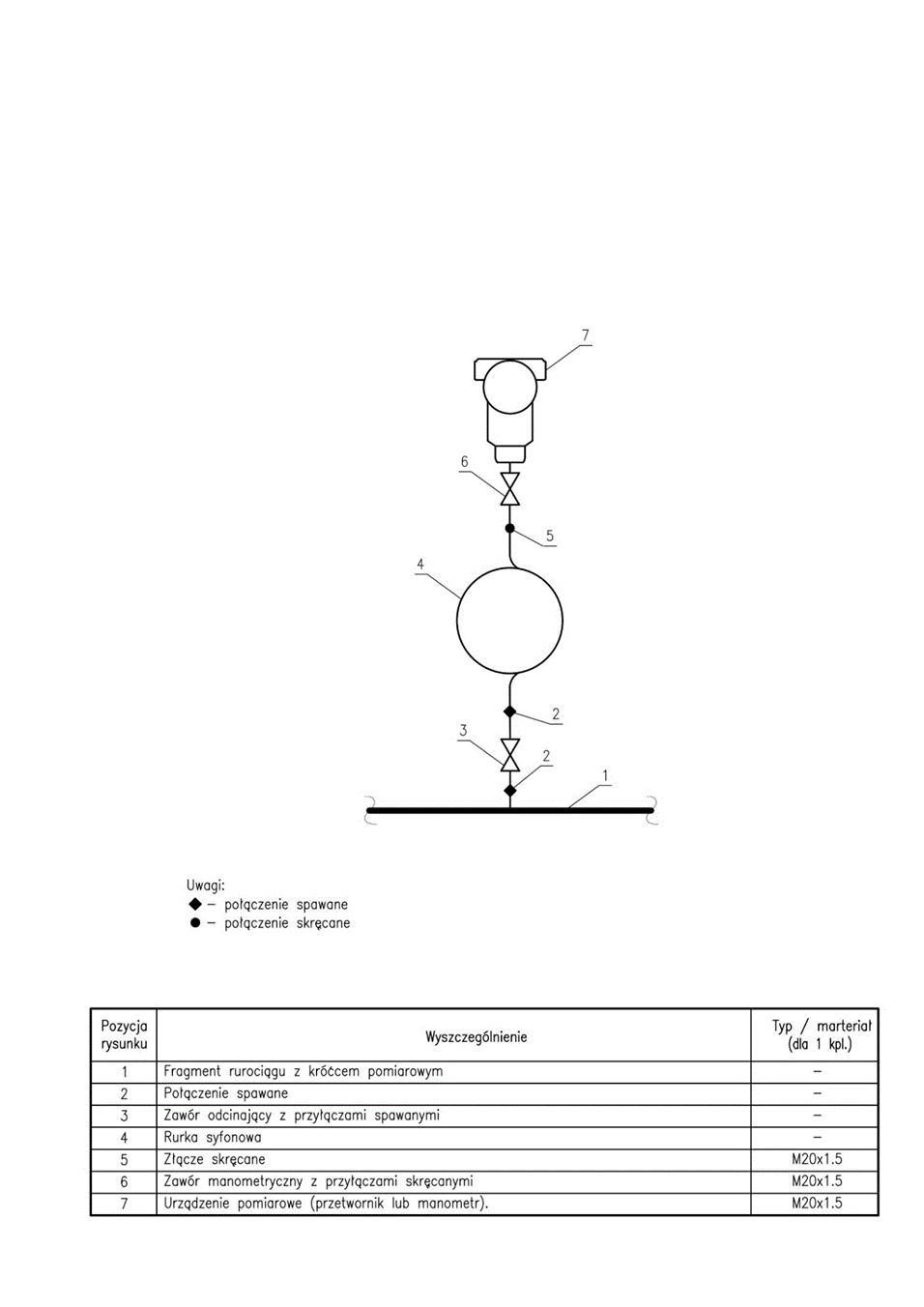
Załącznik 1E.1 – POMIAR CIŚNIENIA PARY DO 40 BAR PRZY UMIEJSCOWIENIU PRZYRZĄDU POMIAROWEGO PONIŻEJ KRÓĆCA POMIAROWEGO

Załącznik 1E.1 – Pomiar ciśnienia pary do 40 bar przy umiejscowieniu przyrządu pomiarowego poniżej króćca pomiarowego

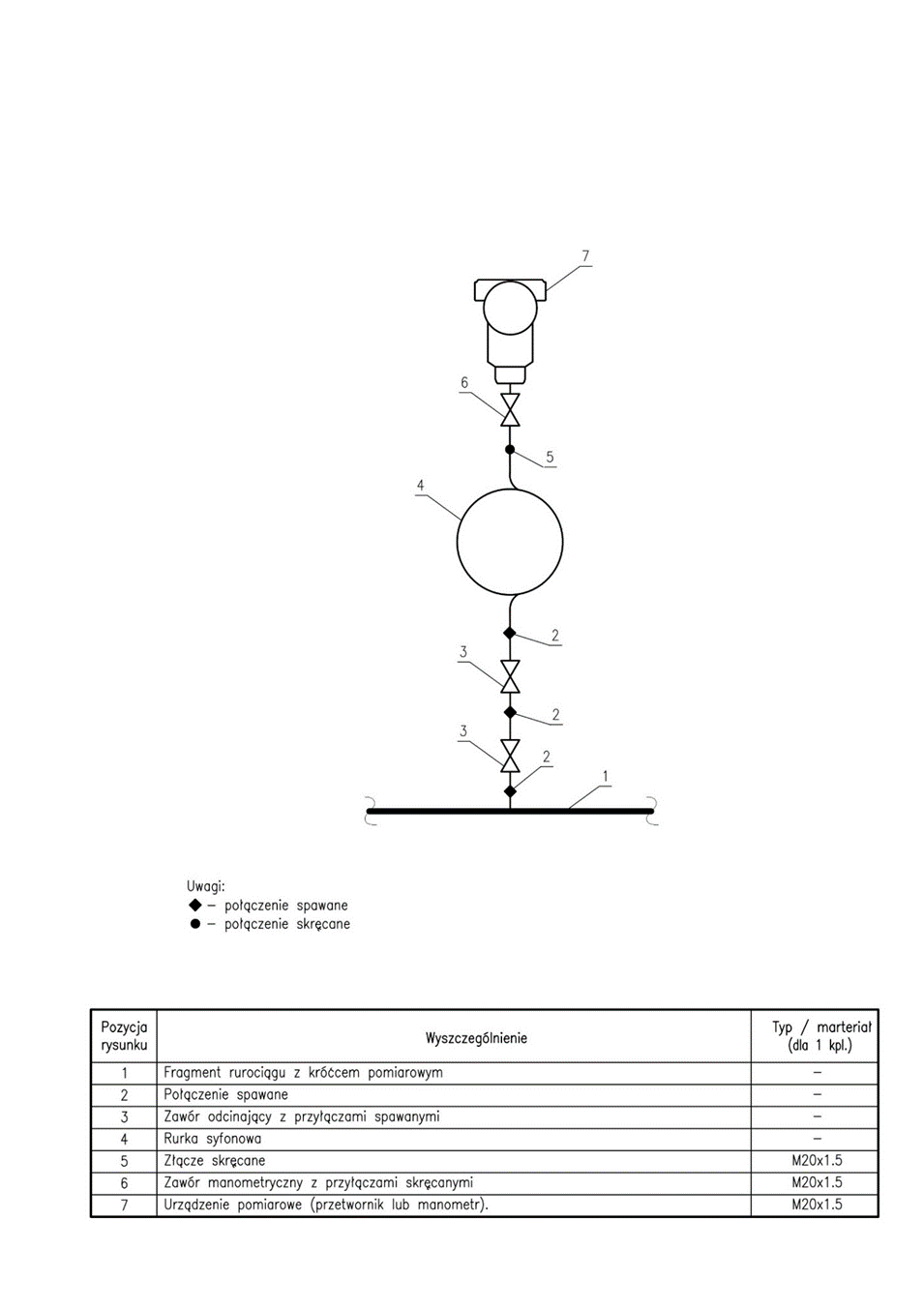
Załącznik 1E.2 – Pomiar ciśnienia pary powyżej 40 bar przy umiejscowieniu przyrządu pomiarowego poniżej króćca



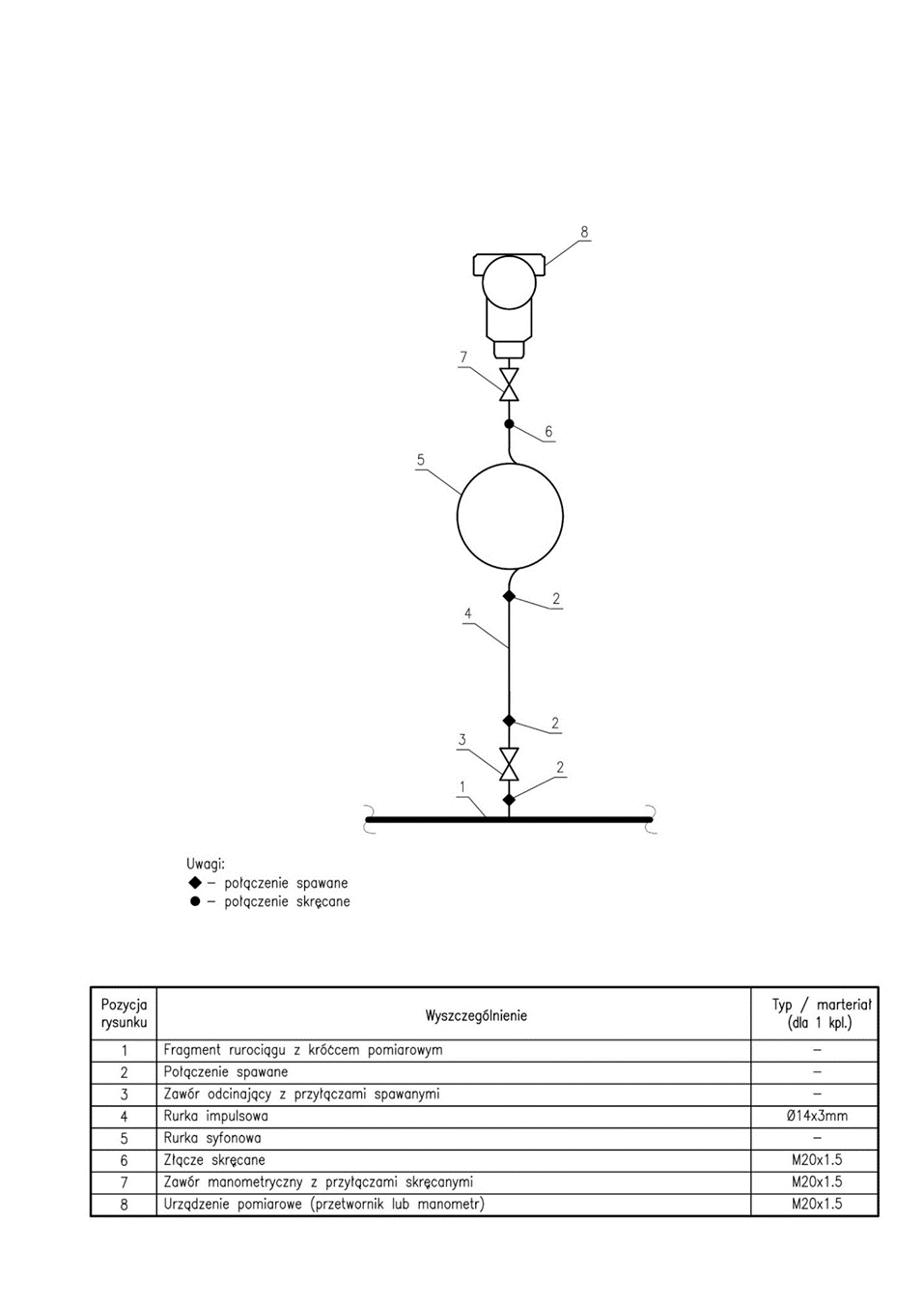
Załącznik 1E.3 – Pomiar ciśnienia pary do 40 bar



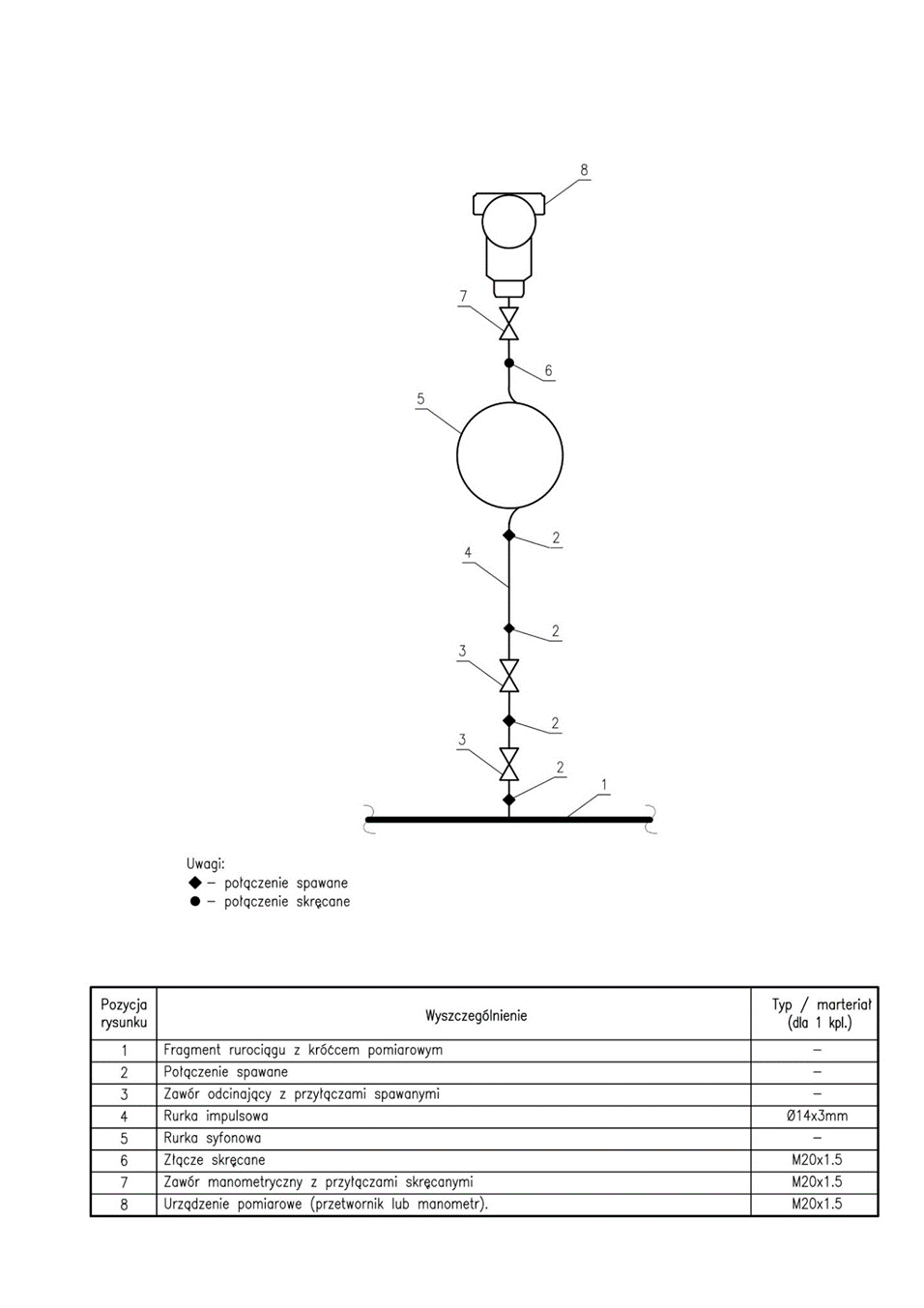
Załącznik 1E.4 – Pomiar ciśnienia pary powyżej 40 bar



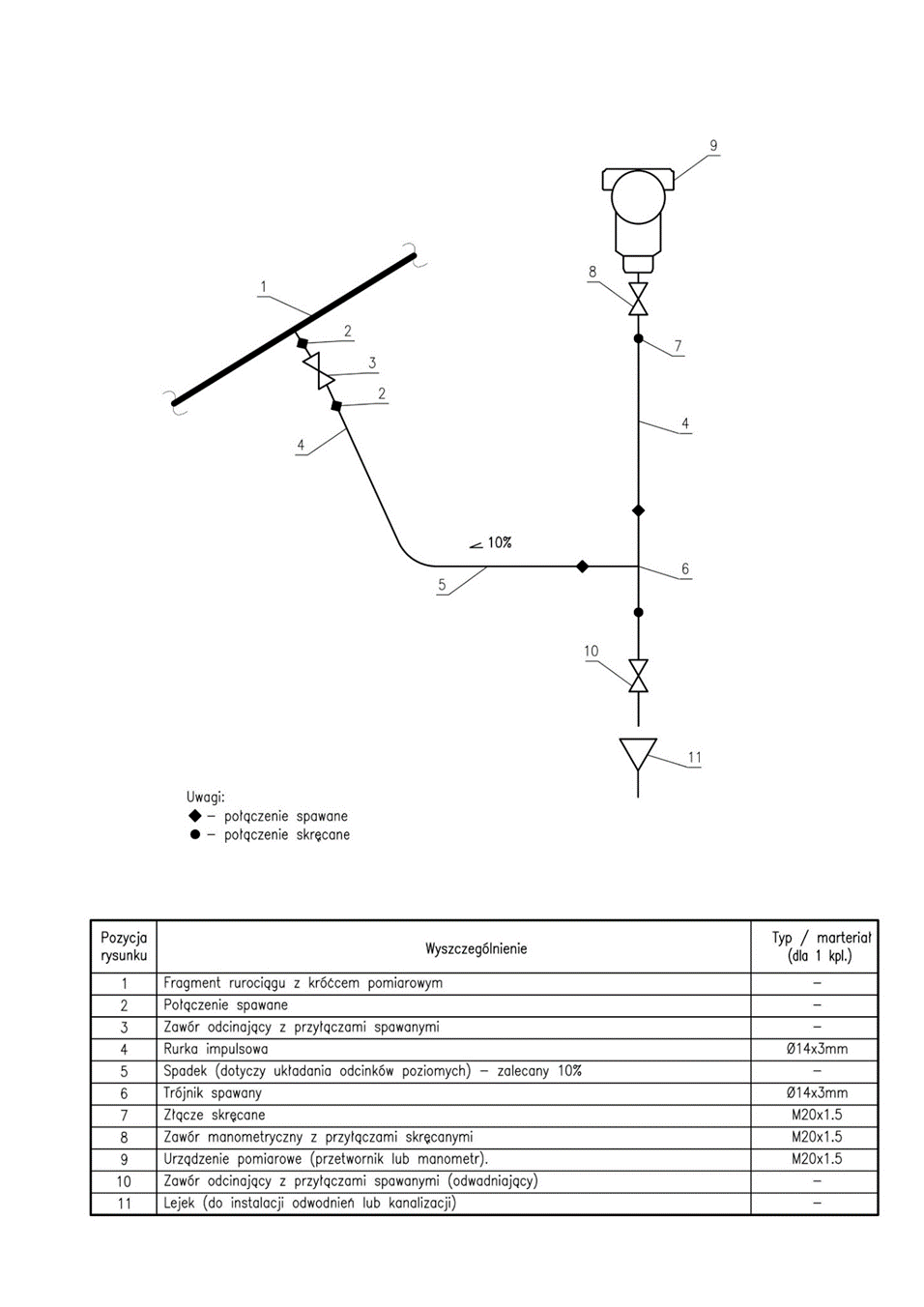
Załącznik 1E.5 – Pomiar ciśnienia powietrza i gazu do 40 bar

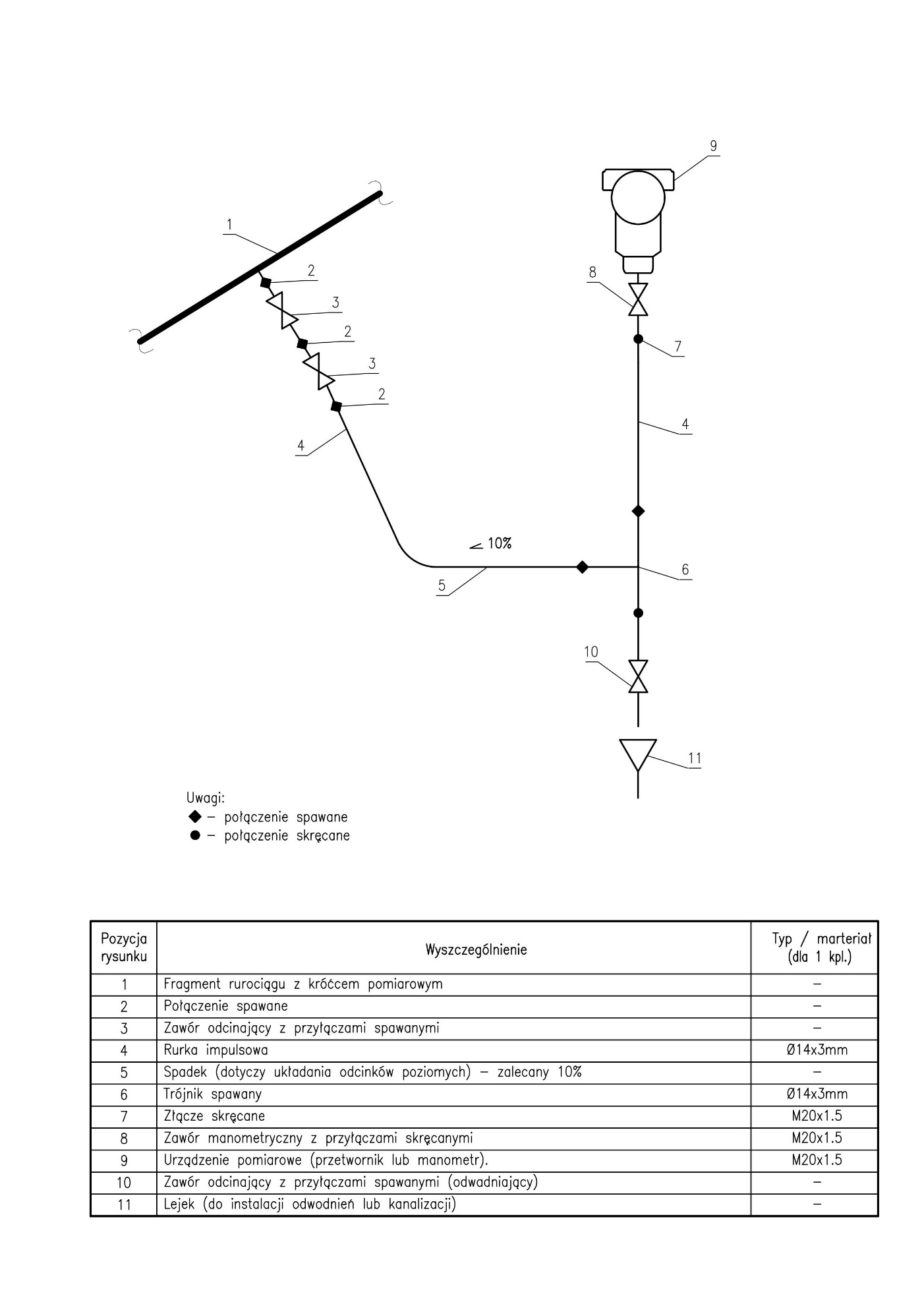


Załącznik 1E.6 – Pomiar ciśnienia powietrza i gazu powyżej 40 bar



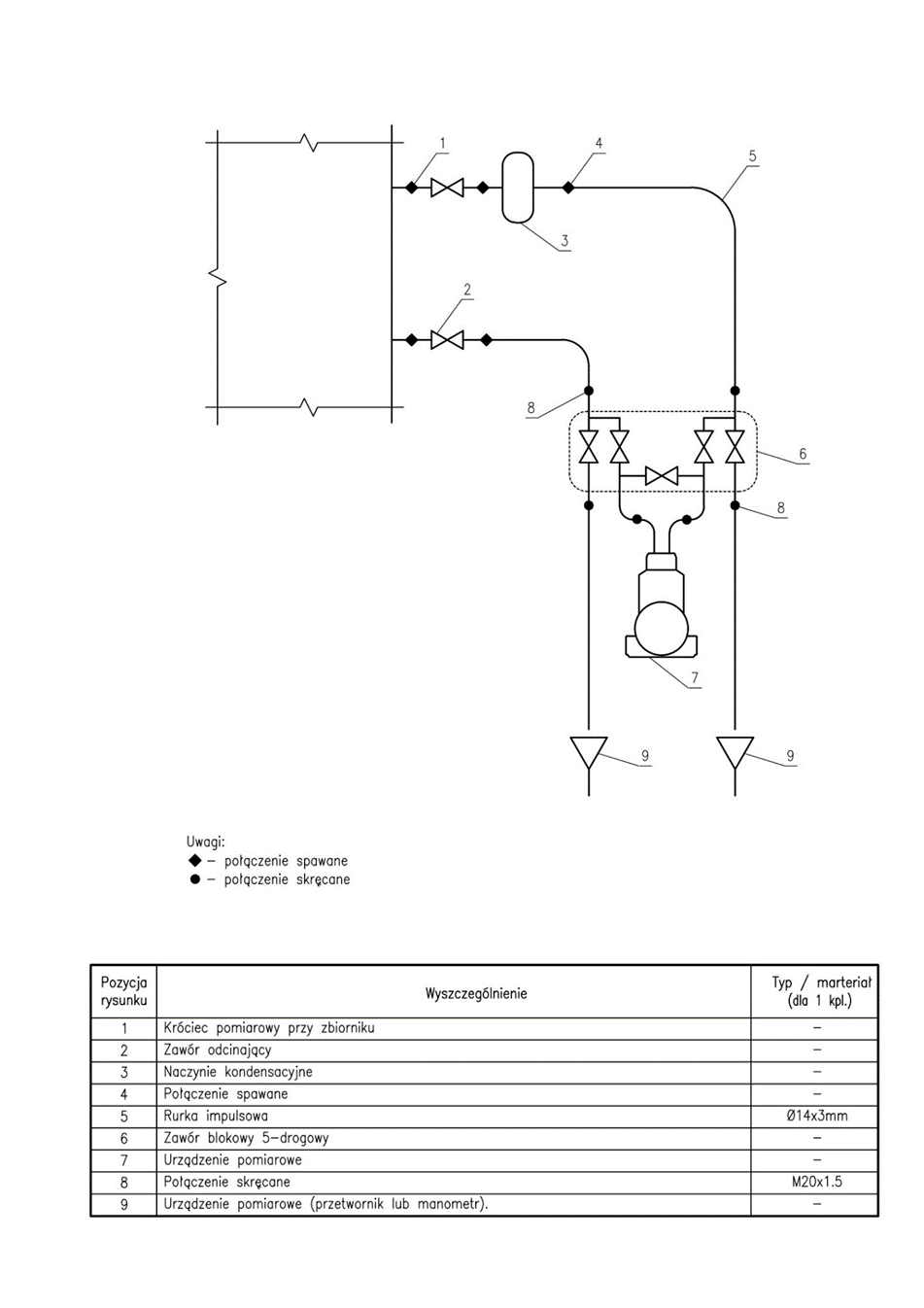
Załącznik 1E.7 – Pomiar ciśnienia wody do 40 bar



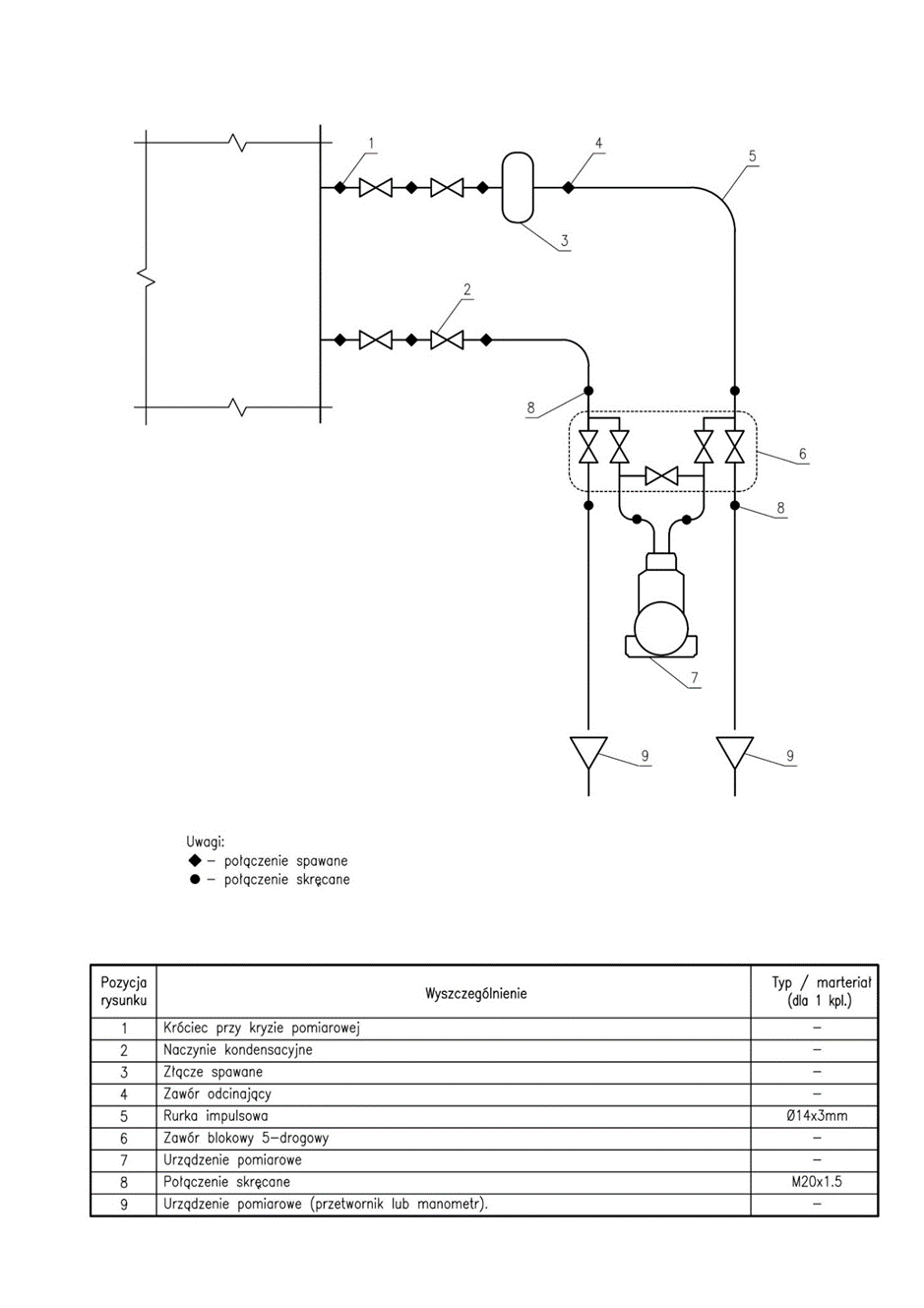


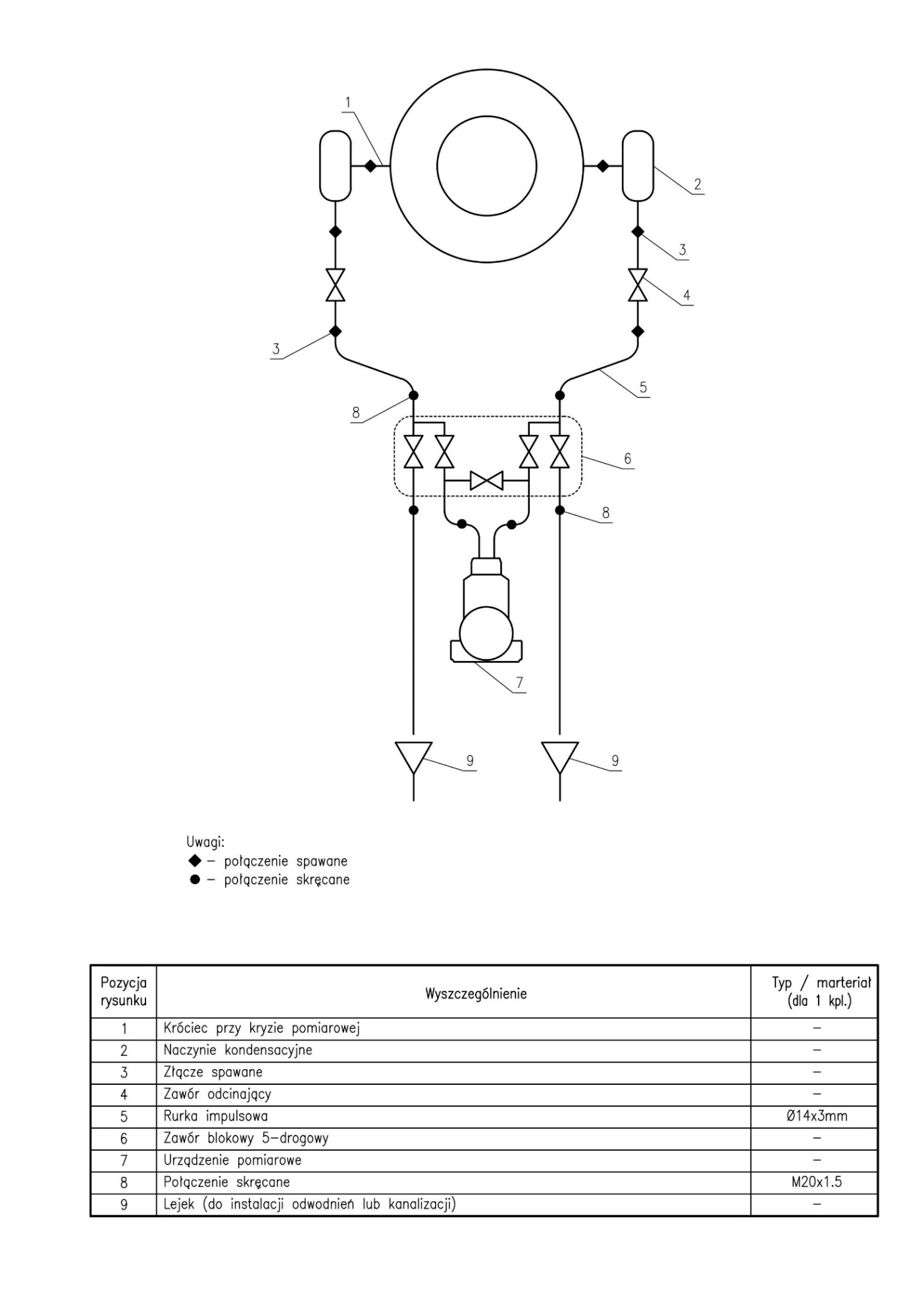
Załącznik 1E.8 – Pomiar ciśnienia wody powyżej 40 bar

Załącznik 1E.9 – Pomiar poziomu w zbiorniku ciśnieniowym do 40 bar

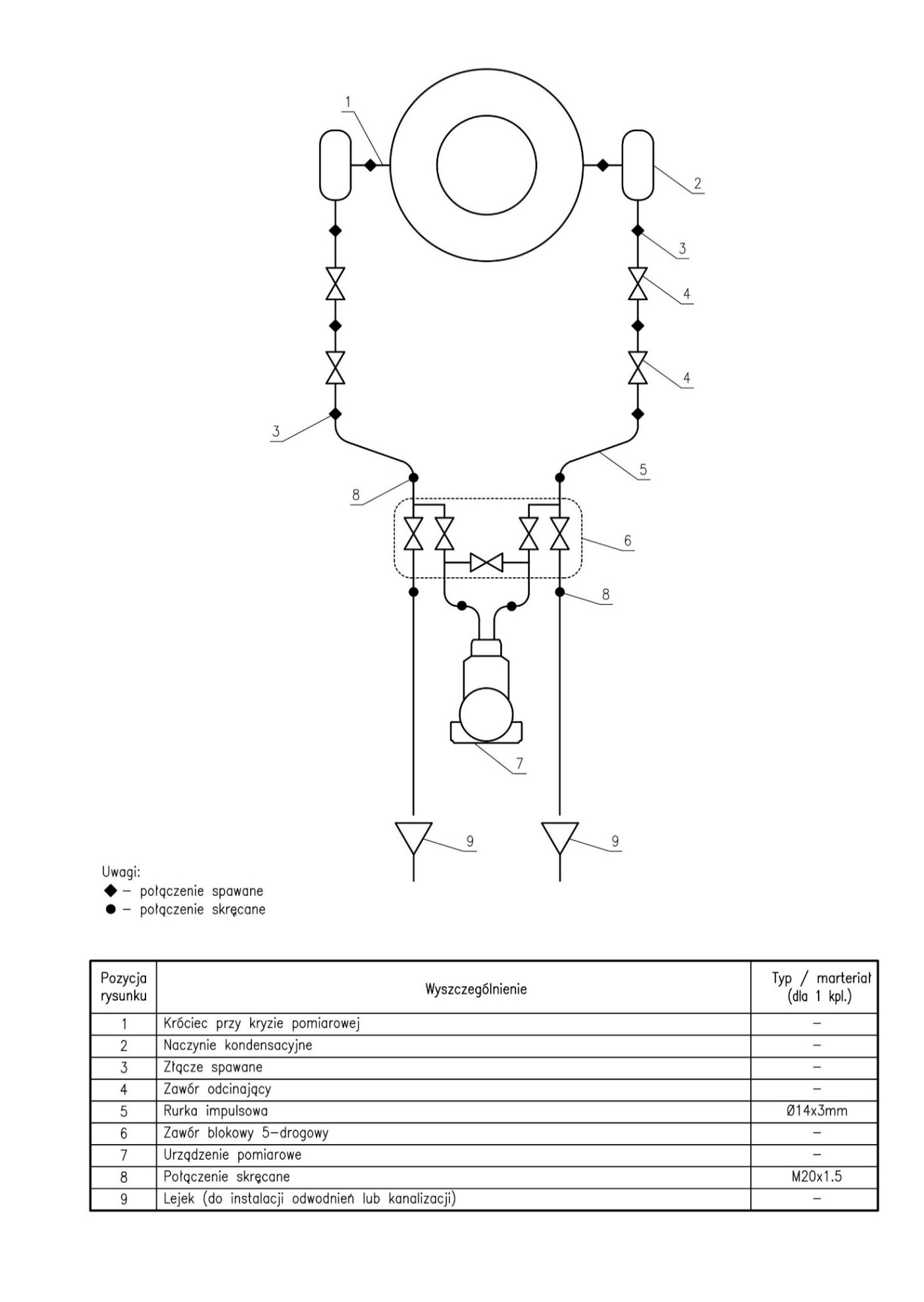


Załącznik 1E.10 – Pomiar poziomu w zbiorniku ciśnieniowym powyżej 40 bar

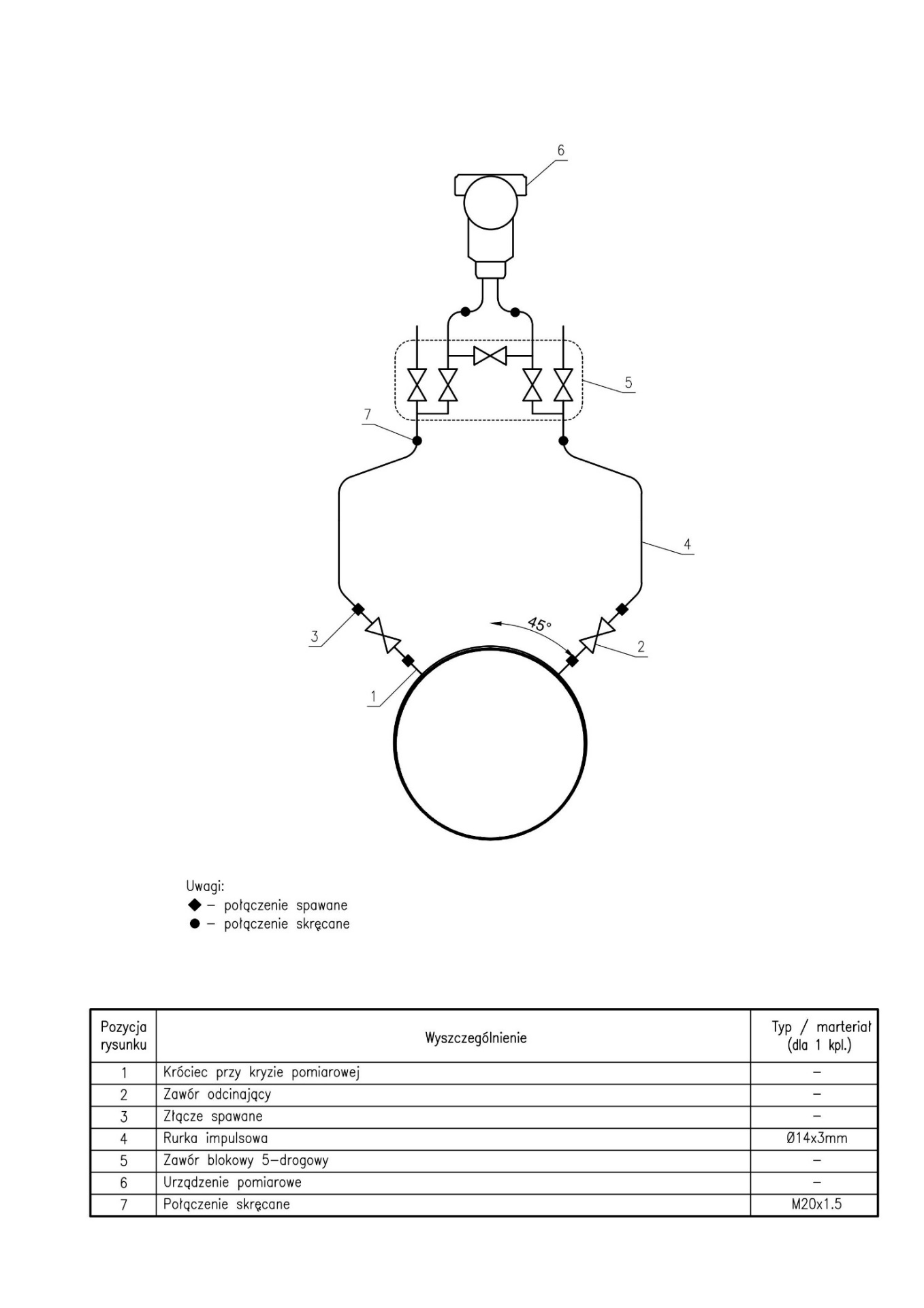




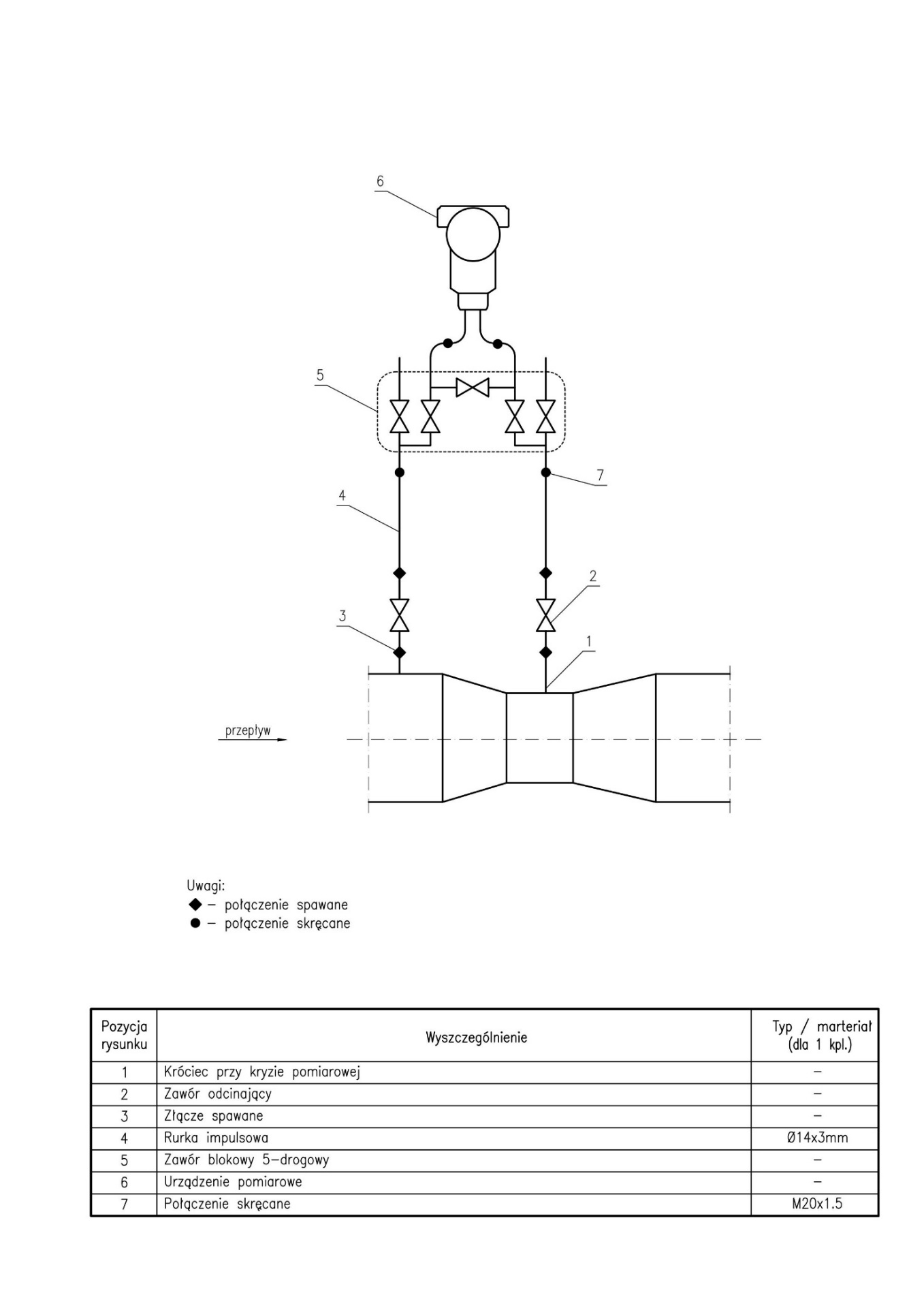
Załącznik 1E.11 – Pomiar przepływu pary do 40 bar



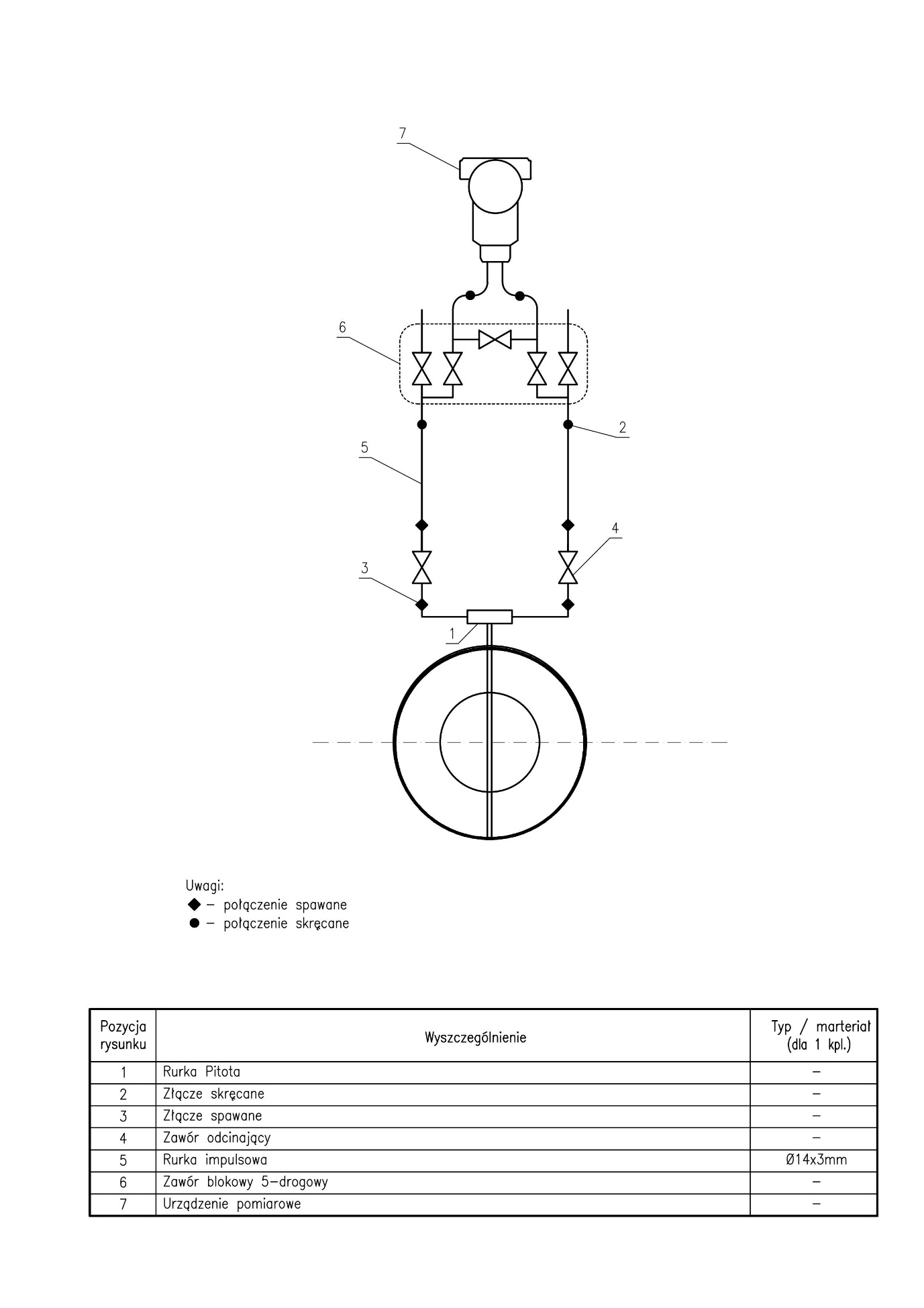
Załącznik 1E.12 – Pomiar przepływu pary powyżej 40 bar



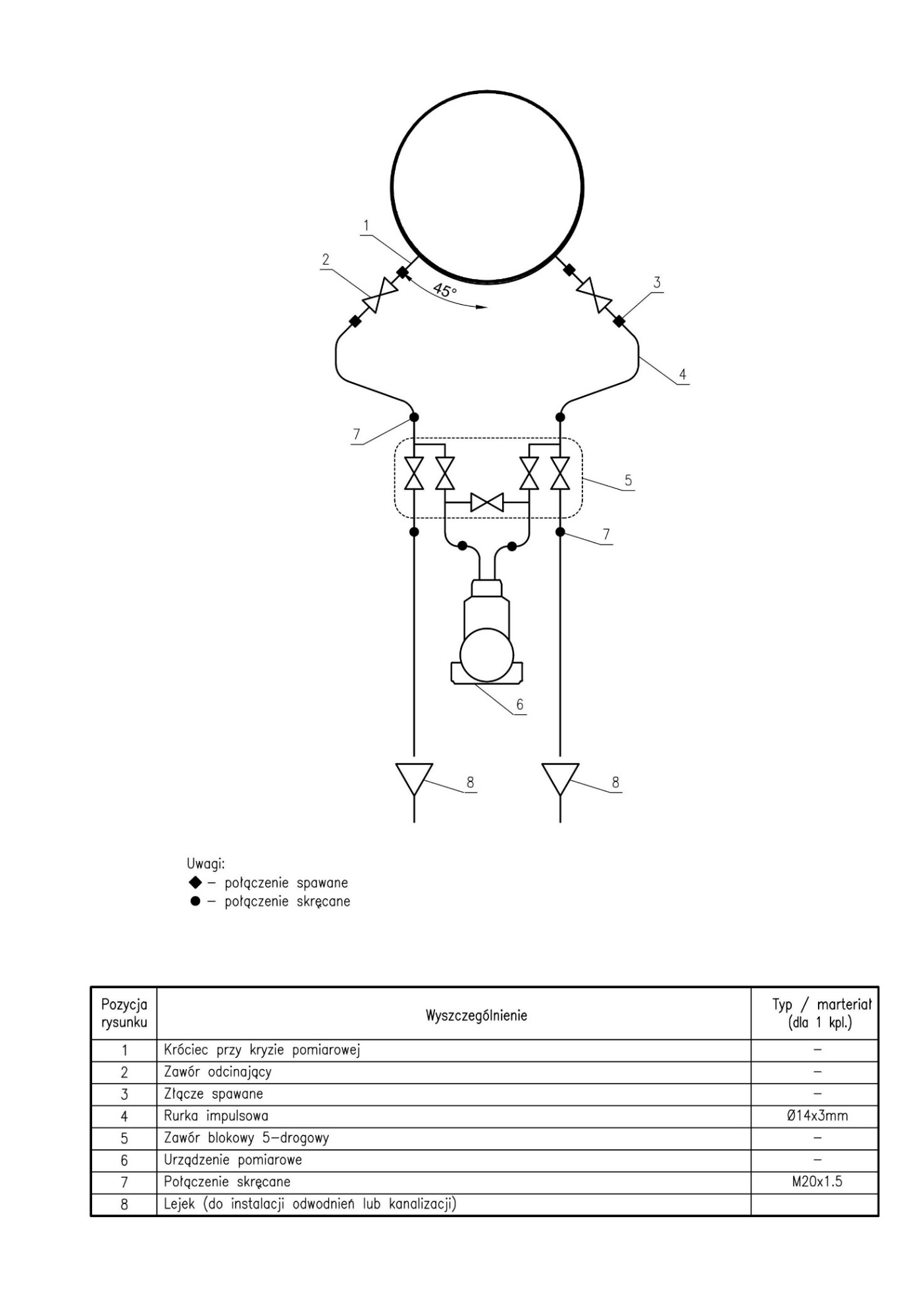
Załącznik 1E.13 – Pomiar przepływu powietrza gazów przez spadek ciśnienia na kryzie do 40 bar



Załącznik 1E.14 – Pomiar przepływu powietrza gazów przez spadek ciśnienia na zwężce do 40 bar

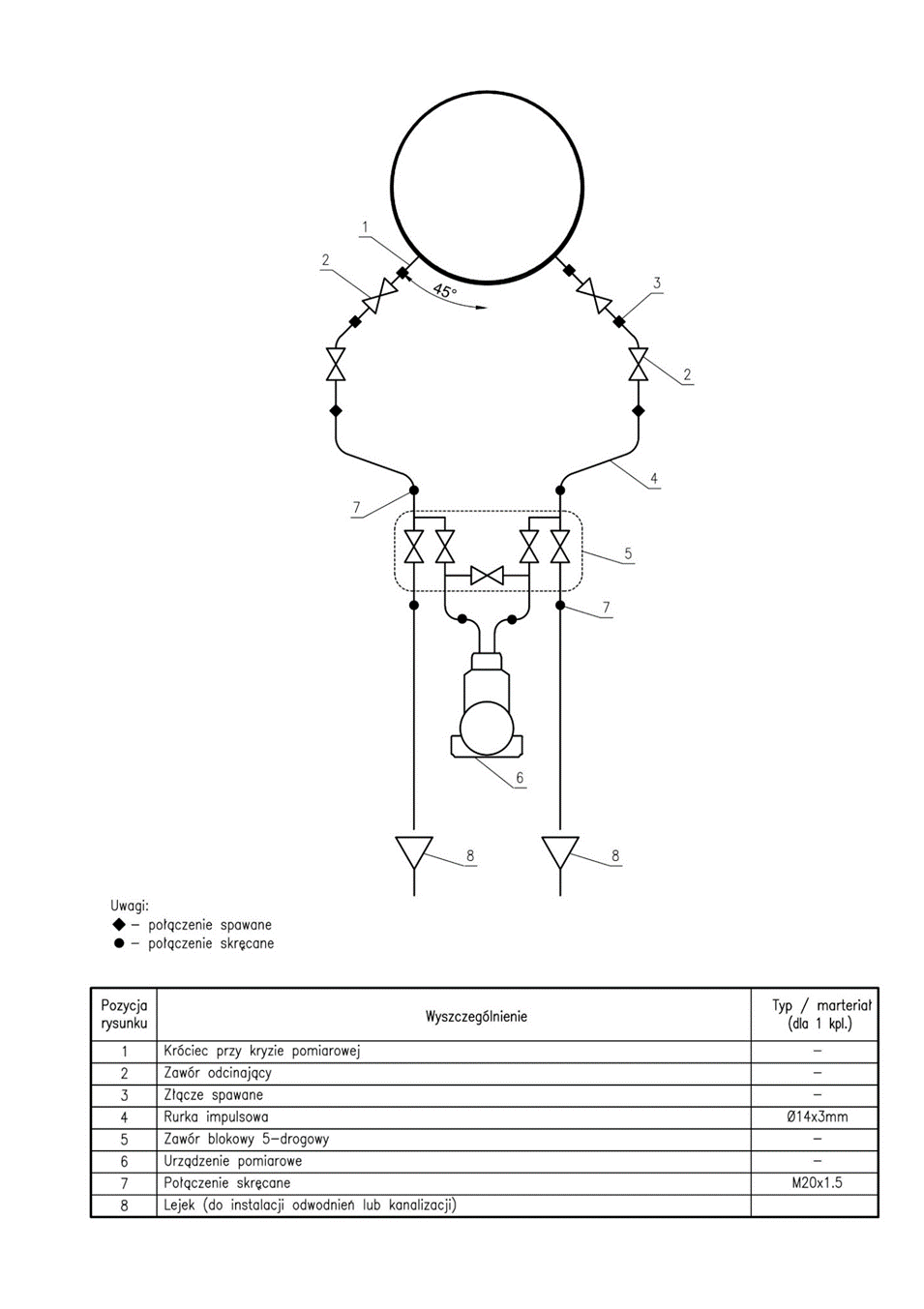


Załącznik 1E.15 – Pomiar przepływu powietrza i gazów rurka Pitota do 40 bar



Załącznik 1E.16 – Pomiar przepływu wody do 40 bar

Załącznik 1E.17 – Pomiar przepływu wody powyżej 40 bar



1. Jeśli norma została wycofana, należy zastosować aktualną [↑](#footnote-ref-2)
2. Jeśli akt prawny został wycofany lub zmieniony, należy stosować aktualne (nowsze) wymagania [↑](#footnote-ref-3)