



Michał Domin
Przedsiębiorstwo Techniczne SIGNAL
www.detekторы.pl

Detektory chloru i detektory ozonu w chlorowniach, ozonowniach i stacjach uzdatniania wody.

Uzdatnianie wody do różnych celów jest istotnym elementem gospodarki wodnej i ma znaczenie zarówno w niewielkich instalacjach lokalnych jak baseny czy dużych instalacjach komunalnych oczyszczania ścieków i pozyskiwania wody pitnej. Jest wiele technik oczyszczania natomiast niektóre jak chlorowanie i ozonowanie mogą się wiązać z zagrożeniami gazowymi przy awarii lub nieprawidłowej eksploatacji instalacji.



Niebezpieczeństwa gazowe.

W zależności od technologii zagrożeniem może być **chlor (Cl₂)** lub **ozon (O₃)**. W niektórych instalacjach wykorzystywane są obie technologie.

Chlor to żółtozielony gaz, cięższy od powietrza (współczynnik ciężaru w stosunku do powietrza 2,49 w temperaturze 20°C) o nieprzyjemnym i drażniącym zapachu. Jest silnie toksyczny (był używany jako gaz bojowy), NDS (Najwyższe Dopuszczalne Stężenie) wynosi 0,7mg/m³ ≈ 0,24ppm, a NDSC_h (Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Chwilowe) to 1,5mg/m³ ≈ 0,51ppm. Dodawany do wody w odpowiednich ilościach dezynfekuje, ale niestety tworzy także niepożądane związki.

Ozon jest wielokrotnie skuteczniejszy i szybszy w usuwaniu bakterii od chloru i w przeciwieństwie do niego nie tworzy związków ubocznych w uzdatnianej wodzie jednak tak oczyszczona woda nie zachowuje długo właściwości przez co nie może być przesyłana rurociągami na większe odległości. Dlatego często stosuje się obie technologie co pozwala na zmniejszenie użycia chloru i poprawę smaku wody. Ozon jest gazem cięższym od powietrza (współczynnik ciężaru w stosunku do powietrza 1,71 w temperaturze 20°C). W powietrzu ozon rozpada się do tlenu (O₂) jednak zanim to zrobi jest toksyczny dla człowieka. NDS wynosi 0,15mg/m³ ≈ 0,076ppm. Ozon wytwarzany jest w generatorach, które często do jego wytworzenia używają tlenu.

Rodzaj gazu	Wzór	Współczynnik ciężaru w stosunku do powietrza przy temperaturze powietrza 20°C (powietrze = 1,0)	NDS - Najwyższe Dopuszczalne Stężenie	NDSCh - Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Chwilowe
Chlor	Cl ₂	2,49	0,7mg/m ³ ≈ 0,24ppm	1,5mg/m ³ ≈ 0,51ppm
Ozon	O ₃	1,71	0,15mg/m ³ ≈ 0,076ppm	nie oznaczono

Tab.1 Właściwości chloru i ozonu.

Tlen (O₂) to kolejne zagrożenie jeżeli jest używany do produkcji ozonu. Nie jest on ani toksyczny, ani wybuchowy jednak jego wyciek z butli niesie ze sobą poważne zagrożenie. Zwiększenie stężenia tlenu w powietrzu powoduje zwiększenie współczynnika palności materiałów co oznacza znaczne podniesienie zagrożenia pożarowego.



Uregulowania prawne detekcji chloru i ozonu.

Poniższe regulacje odnoszą się bezpośrednio do instalacji detektorów chloru lub ozonu natomiast same obiekty objęte są także innymi regulacjami.

Regulacje ogólne:

Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Socjalnej z dnia 26 września 1997 r. w sprawie ogólnych przepisów bezpieczeństwa i higieny pracy - Rozdział 6 Prace szczególnie niebezpieczne D. Prace przy użyciu materiałów niebezpiecznych (Dz.U. z roku 2003 nr 169 poz.1650, tekst jednolity):

§ 97.1. Pomieszczenia przeznaczone do składowania lub stosowania materiałów niebezpiecznych pod względem pożarowym lub wybuchowym oraz pomieszczenia, w których istnieje niebezpieczeństwo wydzielania się substancji sklasyfikowanych jako niebezpieczne, powinny być wyposażone w:

1) urządzenia zapewniające sygnalizację o zagrożeniach;

Regulacja nie narzuca konkretnego rozwiązania ani nie wyznacza miejsca jego instalacji. Tym samym konieczna jest tu pomoc uprawnionego projektanta z odpowiednim doświadczeniem. Jego zadaniem jest identyfikacja zagrożenia oraz prawidłowy dobór systemu bezpieczeństwa i rozmieszczenie jego elementów.

Dz.U.02.217.1833 Rozporządzenie Ministra Pracy i Polityki Społecznej z dnia 29 listopada 2002 r. w sprawie najwyższych dopuszczalnych stężeń i natężeń czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy.

§1. 1. Ustala się wartości najwyższych dopuszczalnych stężeń chemicznych i pyłowych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, określone w wykazie stanowiącym załącznik nr 1 do rozporządzenia.

§ 2. Wartości, o których mowa w § 1 ust. 1, określają najwyższe dopuszczalne stężenia czynników szkodliwych dla zdrowia, ustalone jako:

- **najwyższe dopuszczalne stężenie (NDS) - wartość średnia ważona stężenia**, którego oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w Kodeksie pracy, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszlých pokoleń;
- **najwyższe dopuszczalne stężenie chwilowe (NDSCh) - wartość średnia stężenia**, które nie powinno spowodować ujemnych zmian w stanie zdrowia pracownika, jeżeli występuje w środowisku pracy nie dłużej niż 15 minut i nie częściej niż 2 razy w czasie zmiany roboczej, w odstępie czasu nie krótszym niż 1 godzina;
- **najwyższe dopuszczalne stężenie pułapowe (NDSP) - wartość stężenia**, która ze względu na zagrożenie zdrowia lub życia pracownika nie może być w środowisku pracy przekroczona w żadnym momencie.

§ 3. Wartości, o których mowa w § 1 ust. 2, określają najwyższe dopuszczalne natężenia fizycznego czynnika szkodliwego dla zdrowia - ustalone jako wartość średnia natężenia, którego

oddziaływanie na pracownika w ciągu 8-godzinnego dobowego i przeciętnego tygodniowego wymiaru czasu pracy, określonego w Kodeksie pracy, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń.

Powyższe zapisy w określają dopuszczalne stężenia gazów toksycznych w miejscach pracy. Warto jednak zwrócić uwagę, że określają one wartości średnie stężenia. To ważna wskazówka dla prawidłowego doboru detektorów.

Regulacje szczegółowe dotyczące instalacji chloru:

Dz. U. z dnia 19 stycznia 2004 r.

Rozporządzenie Ministra Gospodarki, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 23 grudnia 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy produkcji i magazynowaniu gazów, napełnianiu zbiorników gazami oraz używaniu i magazynowaniu karbidu

§ 34. 1. Instalacje napełniania chlorem, fosforowodorem, siarkowodorem, fosgenem, fluorem i cyjanowodorem powinny być usytuowane w pomieszczeniach przeznaczonych wyłącznie do tego celu, wyposażonych w samoczynne urządzenia do wykrywania gazów, ostrzegania i alarmowania przed niebezpiecznymi stężeniami tych gazów.

2. Urządzenia do wykrywania gazów, o których mowa w ust. 1, powinny znajdować się przy przyłączach do napełniania i być połączone z instalacją napełniania oraz wentylacją awaryjną w sposób umożliwiający automatyczne obniżenie stężenia gazów w przypadku przekroczenia wartości stężeń dopuszczalnych.

Regulacja w pkt.1 nie tylko wymaga instalacji systemu detekcji chloru, ale także precyzuje niektóre jego właściwości. System detekcji ma umożliwiać ostrzeganie i alarmowanie. To nie są pojęcia tożsame. Ostrzeżenie jest przewidywane bezpośrednio dla użytkownika (pracownika wewnątrz pomieszczenia), ewentualnie dla nadzorującego (np. operatora zakładu, który monitoruje pracę instalacji). Alarmowanie to już funkcja szersza i oznacza sygnalizację (najczęściej optyczną i akustyczną) powiadamiająca wszelkie osoby wokół o zagrożeniu.

Z kolei w pkt.2 mamy kolejne funkcje jakie system musi spełnić. O ile załączenie wentylacji awaryjnej jest dość oczywiste to pojęcie "połączenie z systemem napełniania" jest już dość szerokie i pozostawia pole manewru dla projektującego. To od niego zależy czy będzie ono realizowane za pomocą zaprzestania napełniania czy automatycznego odcięcia instalacji (np. zaworami automatycznymi). Regulacja używa pojęcia *przekroczenia wartości stężeń dopuszczalnych* co wyraźnie wskazuje na wartości NDS i NDSCh określone w przepisach.

Dość jasno widać, że aby spełnić powyższe wymogi musimy dysponować systemem wieloprogramowym.

Dz.U. 1994 nr 21 poz. 73

Rozporządzenie Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa z dnia 27 stycznia 1994 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy stosowaniu środków chemicznych do uzdatniania wody i oczyszczania ścieków.

§ 5. 1. Pracodawca ma obowiązek zastosować rozwiązania techniczne i organizacyjne oraz wyposażać pracowników w niezbędne środki ochrony indywidualnej, zapobiegające ujemnym skutkom wynikającym ze stosowania środków chemicznych i ewentualnym skutkom rozprzestrzeniania się ich na otoczenie.

§ 8. Środki chemiczne powinny być przechowywane w pomieszczeniach posiadających wentylację naturalną o co najmniej dwóch wymianach na godzinę, a jeżeli mają własności żrące, cuchnące, trujące lub wydzielają szkodliwe opary - powinny być przechowywane w pomieszczeniach wyposażonych ponadto w wentylację mechaniczną, dostosowaną do właściwości fizykochemicznych danego środka chemicznego o krotności wymian zapewniającej nieprzekraczalnie najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) zanieczyszczeń powietrza w środowisku pracy oraz w środowisku zewnętrznym.

Otrzymujemy kolejną ważną wskazówkę w zakresie funkcji systemu detekcji i wentylacji. Par.8 wskazuje, że wentylacja mechaniczna musi zapewnić wymianę powietrza w taki sposób aby nie przekraczać wartości Najwyższego Dopuszczalnego Stężenia (NDS) czyli 0,24ppm (średnia ważona). System detekcji chloru Cl₂, który nią steruje musi mieć możliwość podania sygnału dla wentylacji w momencie osiągnięcia średniej ważonej na poziomie 0,24ppm.

ROZDZIAŁ 2

Wykonywanie pracy w zbiornikach przeznaczonych do przechowywania środków chemicznych

§ 19. [Wykonywanie prac w zbiornikach przeznaczonych do przechowywania środków chemicznych]

1. Wykonywanie prac w zbiornikach przeznaczonych do przechowywania środków chemicznych powinno się odbywać na pisemne polecenie pracodawcy lub osoby przez niego upoważnionej.

2. Polecenie, o którym mowa w ust. 1, powinno określać:

1) rodzaj, zakres, miejsce, termin i sposób wykonania pracy,

2) imię i nazwisko osoby odpowiedzialnej ze strony służby eksploatacyjnej za przygotowanie miejsca pracy i zezwolenie na jej podjęcie,

3) imię i nazwisko osoby wyznaczonej do kierowania pracami wewnątrz zbiornika i ich nadzorowania ze strony wykonawcy robót,

4) imię i nazwisko pracownika skierowanego do pracy w zbiorniku oraz pracownika ubezpieczającego,

5) rodzaj zagrożeń, jakie mogą wystąpić w czasie wykonywania pracy, sposób postępowania w razie ich wystąpienia oraz rodzaj sprzętu ochrony indywidualnej, jaki ma być zastosowany,

6) sposób sygnalizacji i porozumiewania się pomiędzy pracownikami wykonującymi pracę wewnątrz zbiornika a pracownikami ich ubezpieczającymi.

§ 20.

1. Przygotowanie i prowadzenie pracy wewnątrz zbiornika powinno spełniać następujące wymagania techniczne i organizacyjne:

4) powietrze w zbiorniku należy zbadać na zawartość tlenu oraz gazów i par substancji toksycznych i palnych; obecność gazów nie może być sprawdzana za pomocą otwartego płomienia.

Powyższe zapisy odnoszą się do samych prac w zbiornikach i mogą być realizowane z zabezpieczeniem detekcji stacjonarnej lub tymczasowej (przenośnej i strefowej). Samo zabezpieczenie prac w zbiornikach i przestrzeniach zamkniętych ma priorytetowe znaczenie dla bezpieczeństwa pracowników i jeżeli w danym miejscu nie dysponujemy stacjonarną detekcją gazów to wykorzystuje się przenośne [detektory wielogazowe](#). Najnowocześniejszym rozwiązaniem jest jednak [system bezpieczeństwa pracowników samodzielnych](#) (z ang. [loneworker](#)), który zapewnia nie tylko detekcje gazów, ale także czujnik bezruchu, upadku, alarm SOS, cykliczne zgłoszenia pracownika oraz komunikację i lokalizację. To tzw. system "blackline". Takie rozwiązanie umożliwia nie tylko ochronę osobistą pracownika, ale także komunikację z nim oraz realną i szybką pomoc w sytuacji zagrożenia. Prace tego typu często są zabezpieczane przez [detektory strefowe](#). Co ważne nowe modele mają możliwość włączenia do sieci blackline i tym samym są także widoczne dla operatora zabezpieczającego prace oraz powiadamiają pracowników w okolicy o zagrożeniu. Tego typu rozwiązanie to znakomite uzupełnienie stacjonarnego systemu detekcji i ważny element ogólnego systemu bezpieczeństwa pracowników. Więcej szczegółów poniżej, w zakładce "ochrona pracowników".

§ 31.

1. Chlorownie i magazyny chloru powinny być wyposażone w wiatrowskazy, hydranty wodne, w przewody z nasadkami do wytwarzania mgły wodnej, w instalację do unieszkodliwiania chloru w czasie nie kontrolowanego wycieku, w analizatory stężenia chloru uruchamiające samoczynnie instalację do awaryjnego niszczenia chloru oraz w instalację sygnalizacyjną i alarmową.

2. W razie przekroczenia najwyższego dopuszczalnego stężenia chloru w pomieszczeniach chlorowni lub magazynu chloru, powinno nastąpić samoczynne włączenie instalacji sygnalizacyjnej i w razie potrzeby włączenie instalacji do unieszkodliwiania chloru.

Chlor stanowi poważne zagrożenie i jak widać powyżej ma to swoje odzwierciedlenie w przepisach. Uwagę zwraca szczególnie zapis w pkt.2, który nakazuje "włączenie instalacji sygnalizacyjnej" już przy "najwyższym dopuszczalnym stężeniu". Czyli sygnalizacja ma zostać uruchomiona już przy wartości Najwyższego Dopuszczalnego Stężenia (NDS) czyli 0,24ppm (średnia ważona). Jednak zwracając uwagę na całość paragrafu ustawodawca po raz kolejny wyraźnie rozgranicza sygnalizację, alarm i instalację unieszkodliwiania. Tym samym sygnalizacja to nie to samo co alarm. Kolejna ważna informacja to włączenie instalacji do unieszkodliwiania chloru. Taki krok niesie za sobą poważne konsekwencje i tym samym system musi spełniać określone warunki aby uruchomić taki scenariusz. Pierwszym wymogiem jest powiadomienie

operatora (zresztą obowiązkowe zgodnie z następnym paragrafem). Jednak istotniejsze jest zminimalizowanie fałszywych alarmów. Pojedynczy detektor może tutaj być zawodny. **Do takich aplikacji może być zastosowany wyłącznie system z funkcją wieloalarmu ATQ (Alarm Trigger Quantity) uruchamiającą wyjście sterujące dopiero w przypadku otrzymania alarmu z dwóch lub więcej detektorów.** Taki układ minimalizuje ryzyko fałszywego alarmu. Oczywiście funkcja dotyczy tylko uruchomienia systemu unieszkodliwiania chloru, natomiast funkcje uruchomienia wentylacji, ostrzeżenia i alarmu działają już przy sygnale z jednego detektora.

§ 32.

Do dyspozytorni powinny być przekazywane informacje o funkcjonowaniu:

- 1) instalacji do niszczenia chloru w razie awarii,
- 2) buczka alarmowego,
- 3) wentylacji mechanicznej w pomieszczeniach zagrożonych chlorem oraz o przekroczeniach najwyższych dopuszczalnych stężeń (NDS) chloru w tych pomieszczeniach.

System musi umożliwiać przesyłanie tych sygnałów. Najczęściej do tego używa się obecnie cyfrowego standardu komunikacji RS485 Modbus RTU.

§ 33.

Chlorownie i magazyny chloru powinny być wyposażone w sygnalizację wskazującą obecność ludzi wewnątrz tych pomieszczeń.

Jak już było wyżej wspomniane system bezpieczeństwa pracowników samodzielnych typu "blackline" jest także dobrym uzupełnieniem do powyższego wymogu. Dzięki niemu operator ma stały nadzór nad pracownikiem. Pracownik może także zameldować wejście do strefy niebezpiecznej. Sama sygnalizacja "pracownik w środku pomieszczenia" nie powiadomi nikogo jeżeli coś się przydarzy pracownikowi. Dlatego tak ważne jest wsparcie osobistymi urządzeniami bezpieczeństwa.

Dz.U. 2016 poz. 138

Rozporządzenie Ministra Rozwoju z dnia 29 stycznia 2016 r. w sprawie rodzajów i ilości znajdujących się w zakładzie substancji niebezpiecznych, decydujących o zaliczeniu zakładu do zakładu o zwiększonym lub dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej

1. Rodzaje i ilości znajdujących się w zakładzie substancji niebezpiecznych, decydujących o zaliczeniu zakładu do zakładu o zwiększonym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej lub zakładu o dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej, o których mowa w art. 248 ust. 1 ustawy z dnia 27 kwietnia 2001 r. – Prawo ochrony środowiska, określa załącznik do rozporządzenia.

Załącznik 1. [RODZAJE I ILOŚCI ZNAJDUJĄCYCH SIĘ W ZAKŁADZIE SUBSTANCJI NIEBEZPIECZNYCH, DECYDUJĄCYCH O ZALICZENIU ZAKŁADU DO ZAKŁADU O ZWIĘKSZONYM LUB DUŻYM RYZYKU WYSTĄPIENIA POWAŻNEJ AWARII PRZEMYSŁOWEJ]

Do zakładu o zwiększonym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej (zakład o zwiększonym ryzyku) zalicza się zakład, w którym występuje jedna lub więcej substancji niebezpiecznych w ilości równej lub większej niż określone w tabeli 1 w kolumnie 2 lub w tabeli 2 w kolumnie 2, ale mniejszej niż ilości określone w tabeli 1 w kolumnie 3 lub w tabeli 2 w kolumnie 3, z uwzględnieniem zasady sumowania, o której mowa w objaśnieniu nr 4.

Do zakładu o dużym ryzyku wystąpienia poważnej awarii przemysłowej (zakład o dużym ryzyku) zalicza się zakład, w którym występuje jedna lub więcej substancji niebezpiecznych w ilości równej lub większej niż określone w tabeli 1 w kolumnie 3 lub w tabeli 2 w kolumnie 3, z uwzględnieniem zasady sumowania, o której mowa w objaśnieniu nr 4.

Tabela 2. Rodzaje i ilości substancji niebezpiecznych z uwzględnieniem ich nazw i oznaczeń numerycznych

Kolumna 1		Kolumna 2	Kolumna 3
Nazwy substancji niebezpiecznych	Numer CAS (Chemical Abstract Service)	Ilości (progowe) substancji niebezpiecznych decydujące o zaliczeniu zakładu do zakładu o:	

		zwiększony m ryzyku [Mg]	dużym ryzyku [Mg]
10. Chlor	7782-50-5	10	25

W zależności od ilości czynnika zakład może zostać zakwalifikowany obiektów o zwiększonym ryzyku poważnej awarii przemysłowej. W takich obiektach systemy detekcji są znacznie bardziej rozbudowane ponad wymagane minimum.

Regulacje szczegółowe dotyczące stosowania ozonu:

ROZDZIAŁ 11

Warunki wytwarzania i stosowania ozonu

§ 83. [Wyposażenie pomieszczeń, w których wytwarza się i stosuje ozon]

1. Pomieszczenia, w których wytwarza się i stosuje ozon, powinny być wyposażone w wentylację mechaniczną (nawiew górą, odciąg dołem), zapewniającą nieprzekraczanie najwyższego dopuszczalnego stężenia (NDS) ozonu w środowisku pracy.

2. W pomieszczeniach bezpośrednio zagrożonych występowaniem ozonu przynajmniej raz w miesiącu powinien być dokonywany pomiar stężenia ozonu w atmosferze tych pomieszczeń.

§ 84. 3. Zawartość ozonu w atmosferze zbiornika w czasie wykonywania w nim pracy nie powinna przekraczać najwyższego dopuszczalnego stężenia na stanowisku pracy.

§ 85. 2. Przed rozpoczęciem pracy w ozonatorni należy sprawdzić zawartość ozonu w atmosferze pomieszczenia. Nie powinna ona przekraczać najwyższego dopuszczalnego stężenia.

Podobnie jak w przypadku chloru, także w przypadku obiektów, w których jest wytwarzany lub stosowany ozon, przepisy nakazują pomiar i definiują niektóre funkcje. Zgodnie z pkt.1 wentylacja powinna być tak sterowana, żeby nie przekraczać poziomu NDS dla ozonu czyli 0,076ppm (średnia ważona). Tym samym jeden z progów alarmowych systemu detekcji powinien być tak właśnie ustawiony. Jednocześnie ta sama wartość jest wartością graniczną dla dopuszczenia pomieszczeń do wykonywania w nich pracy zgodnie z § 84. 3. i § 85. 2. Niestety to jedyne wskazówki jakie podają regulacje prawne i ciężko je uznać za wystarczające do prawidłowego zabezpieczenia obiektu.

Dobry projekt wykonany przez specjalistę to nie tylko spełnienie wymogów przepisów, ale przede wszystkim solidna podstawa prawidłowo zabezpieczonej chłodni i oszczędność kosztów.



Przeznaczenie systemu detekcji chloru i/lub ozonu.

Detektory chloru jak i detektory ozonu mają jasno zdefiniowaną rolę w obiektach gospodarki wodnej. Podstawą jest funkcja zabezpieczająca w postaci uruchomienia wentylacji i redukcji stężenia danego gazu do wartości bezpiecznych. W razie awarii wentylacji lub zbyt dużej ilości gazu w stosunku do jej wydajności kolejną rolą systemu detekcji jest sygnalizacja (ostrzeżenie) osób pracujących w pomieszczeniu, a przy dalszym wzroście stężenia uruchomienia generalnego alarmu dla obiektu. Ze względu na wysoką toksyczność chloru i ozonu rola ostrzegawcza systemu jest bardzo ważna i sygnalizacja powinna się odbywać wielotorowo (na detektorze, na centrali, na sygnalizatorze, w systemie nadzoru), a także na wiele sposobów (optycznie, akustycznie, systemem komunikacji).

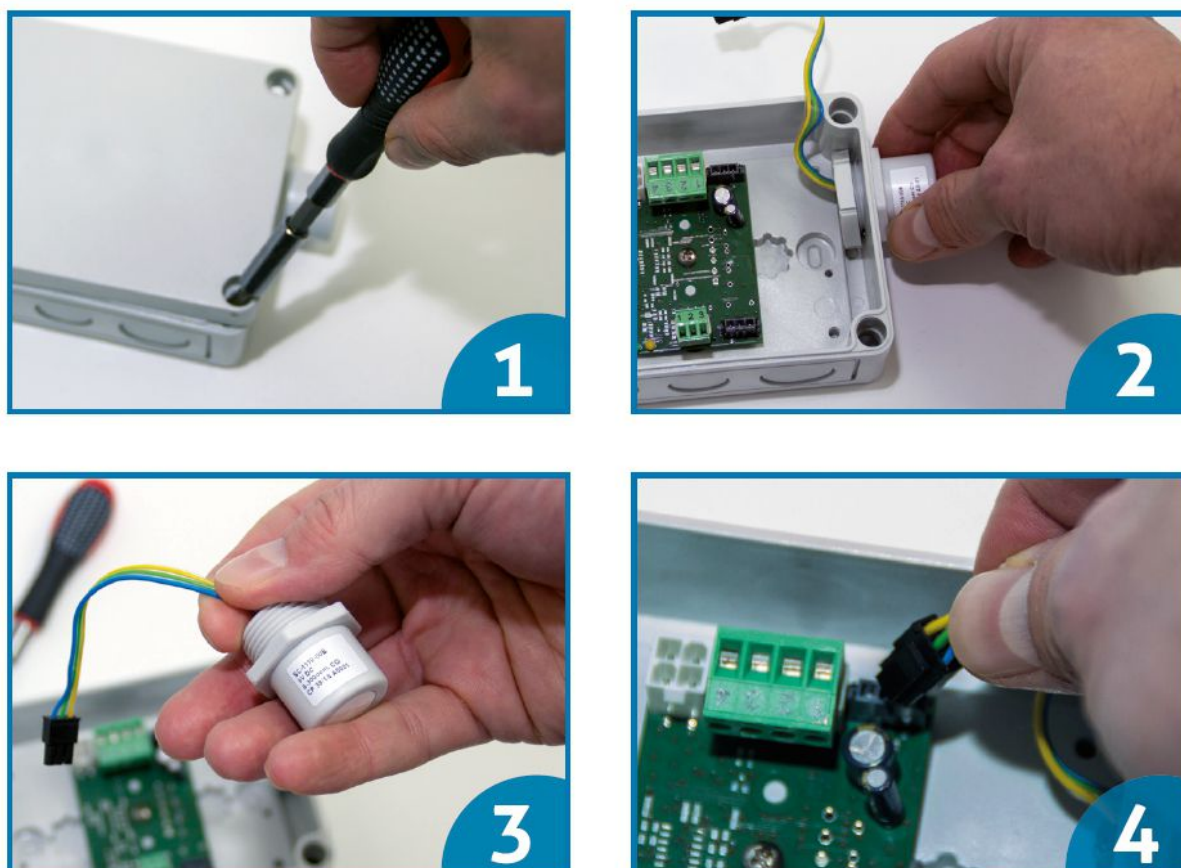


Dobór systemu detekcji.

W zakresie wyboru technologii pomiarowej na rynku dominuje technologia elektrochemiczna. **Sensor elektrochemiczny chloru i sensor elektrochemiczny ozonu** są zbudowane z elektrod zanurzonych w elektrolicie. Pojawiający się gaz wywołuje reakcję chemiczną prowadzącą do

zmiany potencjału na elektrodach co urządzenie odbiera jako pomiar. Sensory tego typu są stosunkowo selektywne (dobrze reagują na docelowy gaz, a słabo na inne gazy), ich pomiar jest liniowy (czyli sygnał sensora jest proporcjonalny do stężenia gazu) oraz są względnie odporne na warunki zewnętrzne. Sensory elektrochemiczne gazów stosuje się zwykle do pomiarów niskich stężeń gazów w częściach na milion (ppm – ang. parts per million). Warto jednak pamiętać, że nie są one odporne na przekraczanie zarówno zakresu pomiarowego gazu jak i zakresu temperatur pracy.

Praktycznie w nowoczesnych systemach standardem stały się urządzenia posiadające wymienne sensory (moduły sensoryczne) co znacznie obniża koszty serwisu i ułatwia wszelkie czynności.



Fot.1 Wymiana sensora w detektorze PolyGard2 dzięki technologii X-Change to tylko kilka ruchów.

Jak już wspominaliśmy istotny i wymagany przepisami jest sygnał przekazywany do dyspozytorni (operatora). Tego typu powiadomienie realizowane jest najczęściej przy pomocy cyfrowego wyjścia komunikacyjnego RS485 Modbus RTU. Umożliwia ono przesłanie wszystkich danych, a przede wszystkim bieżących pomiarów i alarmów. Ma to istotne znaczenie przy podejmowaniu decyzji przez operatora. Samo przesłanie alarmu to zdecydowanie za mało aby operator mógł podjąć poważne decyzje np. o uruchomieniu instalacji unieszkodliwiającej czy ewakuacji obiektu.

Jednocześnie cyfrowa komunikacja stanowi dzisiaj podstawę budowy samego systemu. Adresowalne cyfrowe detektory łączone jednym przewodem wypierają starsze analogowe konstrukcje wymagające łączenia każdego detektora osobnym przewodem. Umożliwiają różne topologie w zależności od układu pomieszczeń czy funkcji, a także sterowanie urządzeniami wykonawczymi centralnie i lokalnie w zależności od potrzeb.

Małe obiekty, które nie wymagają rozbudowanych funkcji nadzorczych, a jedynie lokalnego powiadomienia lepiej wyposażyć w detektory samodzielne (które nie potrzebują centrali). Takie rozwiązanie jest mniej kosztowne, łatwiejsze w instalacji i eksploatacji. Przykładem są samodzielne detektory chloru MSC2 Cl2 oraz samodzielne detektory ozonu MSC2 O3 ze zmiennokolorowym

wyświetlaczem, możliwością podłączenia do 3 różnych sensorów, opcją wbudowanego sygnału dźwiękowego, wyjścia RS485 dla komunikacji zewnętrznej oraz wyjściami sterującymi dla urządzeń wykonawczych.



Fot.2 Samodzielny detektor MSC2 ze zmiennokolorowym wyświetlaczem i wymiennymi sensorami doskonale nadaje się tam gdzie nie ma potrzeby stosować rozbudowanego systemu. Może on także sterować urządzeniami wykonawczymi.



Bezpieczeństwo.

Wybór systemu bezpieczeństwa do obiektu nie powinien być przypadkowy. Podobnie jak w innych branżach także w systemach detekcji gazów nie wszystkie produkty są odpowiednio zabezpieczone i nadają się do zastosowań profesjonalnych lub przemysłowych. Trudno jest ocenić urządzenia czytając same karty katalogowe. Dlatego dla tego typu systemów stosuje się skalę bezpieczeństwa przemysłowego SIL (Safety Integrity Level – poziom nienaruszalności bezpieczeństwa w zakresie urządzenia i oprogramowania). Urządzenia oznaczone w tej skali spełniają określone wymogi bezpieczeństwa instalacji i sterowania. Dla systemów detekcji w obiektach z instalacją chloru lub ozonu zalecany poziom to **SIL2**.



Parametry pomiarowe.

Dokładne parametry urządzenia takie jak zakres pomiarowy czy progi alarmowe definiuje uprawniony projektant instalacji w dokumentacji wykonawczej. Obowiązujące przepisy wskazały niektóre parametry i funkcje krytyczne.

Ważnym parametrem w przypadku gazów toksycznych jest średnia ważona. Oddziaływanie gazu toksycznego na organizm postępuje w czasie co oznacza, że system musi reagować podobnie i wartości, które zostaną przyjęte jako progi alarmowe muszą także być funkcją uśrednioną w czasie, a nie chwilowym wzrostem stężenia.

Stężenie	Czas ekspozycji	Skutki
2950 mg/m ³ (1000ppm)		Śmierć (po kilku wdechach)
2457 mg/m ³ (833ppm)		Śmierć
118-177 mg/m ³ (40-60ppm)	30-60min.	Obrzęk płuc
89 mg/m ³ (30ppm)		Duszenie się, kaszel, uczucie pieczenia
44 mg/m ³ (15ppm)		Podrażnienie oczu, nosa, gardła
12 mg/m ³ (4ppm)	30-60min.	Bez utrwalonych skutków szkodliwych
3,8 mg/m ³ (1,3ppm)	30min.	Skrócony oddech, ból głowy
2,95 mg/m ³ (1ppm)		Niewielkie podrażnienie oczu, suchość w gardle, kaszel, utrudnione oddychanie, metaliczny smak w ustach, ból głowy, podrażnienie spojówek, skóry, ucisk w klatce piersiowej
<2,95 mg/m ³ (<1ppm)		Ostra obstrukcyjna niewydolność oddechowa ustępująca w ciągu 24h
1,45 mg/m ³ (0,5ppm)		Wydłużenie chronaksji wzrokowej
1,33 mg/m ³ (0,45ppm)		Podrażnienie spojówek
0,59 mg/m ³ (0,2ppm)		Suchość w gardle, kaszel, podrażnienie spojówek

Tab.2 Skutki oddziaływania chloru na organizm ludzki. Źródło: Dr Krystyna Sitarek „Chlor. Dokumentacja dopuszczalnych wielkości narażenia zawodowego” CIOP.

Dokładne skutki działania ozonu są trudne do ustalenia i niejednoznaczne (m.in. nie wyznaczono wartości NDSC_h). Stwierdzono m.in., że długotrwałe narażenie na niższe stężenie może powodować gorsze skutki niż krótkotrwałe ostre ekspozycje. Jednocześnie narażenie na niewielkie dawki powoduje efekt ochronny przed narażeniem na wyższe. (Źródło: *Podstawy i Metody Oceny Środowiska Pracy 2002 | Nr 3 (33) | 157—187 Ozon. Dokumentacja proponowanych wartości dopuszczalnych poziomów narażenia zawodowego - Piotrowski, J. K., Szymańska, J., Frydrych, B., CIOP*). Warto też wspomnieć, że człowiek po 30 min. przestaje wyczuwać ozon i reagować na wzrost jego stężenia (Źródło: *Prof.dr hab. Krzysztof Śmigielski PSSE Nakło nad Notecią 2020*). Poniżej zebrane z literatury niektóre skutki.

Stężenie	Czas ekspozycji	Skutki
~100 mg/m ³ (50ppm)	>30min	Śmierć (LC _{Lo}) (Źródło: literatura naukowa; Wikipedia)
~20 mg/m ³ (10ppm)	>15min	Utrata przytomności (Źródło: literatura naukowa)
2 mg/m ³ (1ppm)		Może wystąpić ból głowy, ból i łzawienie oczu, kaszel, kichanie, uczucie suchości nosogardzieli. Po przerwaniu narażenia objawy te ustępują bez następstw. (Źródło: CNBOP Baza niebezpiecznych substancji chemicznych 2020)
>1mg/m ³ (0,5ppm)		Uszkodzenia chromosomów (Źródło: WIOŚ)
0,4-0,8 mg/m ³ (0,2-0,8ppm)	1-3min.	Przyspieszenie czynności oddechowej. (Źródło: "Podstawy toksykologii" WNT 2008)
0,6 mg/m³ (0,3ppm)	15min.	Wartość dopuszczalna krótkoterminowo (OSHA; ACIGH) - odpowiednik NDSC_h (Najwyższego Dopuszczalnego Stężenia Chwilowego)
0,4 mg/m ³ (0,2ppm)		Obniżona wydolność, trwałe zniszczenia komórek (Źródło: WIOŚ)
0,4 mg/m ³ (0,2ppm)	2h	Dopuszczalna ekspozycja w miejscu pracy

		(Źródło: OSHA)
0,24 mg/m ³ (0,12ppm)	1h	Alarmowe poziomy stężenie ozonu dla okresu uśredniania jednej godziny (Źródło: WIOŚ)
0,2 mg/m ³ (0,1ppm)	8h	TWA (Time Weighted Average) dopuszczalne stężenie (Źródło: NIOSCH USA) Dopuszczalne stężenie w miejscu pracy przy lekkiej pracy (Źródło: OSHA) Możliwe podrażnienie (Źródło: Prof.dr hab. Krzysztof Śmigielski PSSE Nakło nad Notecią 2020)
0,18 mg/m ³ (0,09ppm)	1h	Wartość progowa informowania społeczeństwa o ryzyku wystąpienia przekroczeń poziomów dopuszczalnych (Źródło: WIOŚ)
0,16 mg/m ³ (0,08ppm)	12h	Zaburzenie czynności pneumocytów. (Źródło: "Podstawy toksykologii" WNT 2008)
0,16 mg/m ³ (0,08ppm)	8h	Dopuszczalne stężenie w miejscu pracy przy średnio ciężkiej pracy (Źródło: OSHA)
0,15 mg/m³ (0,076ppm)	8h	NDS – Najwyższe Dopuszczalne Stężenie wg regulacji prawnych
0,12 mg/m ³ (0,06ppm)	8h	Dopuszczalne stężenie. (Źródło: Prof.dr hab. Krzysztof Śmigielski PSSE Nakło nad Notecią 2020 oraz WIOŚ)
0,11 mg/m ³ (0,055ppm)	8h	Podrażnienie dróg oddechowych. Obniżenie wydolności u osób wrażliwych. (Źródło: WIOŚ)
0,10 mg/m ³ (0,05ppm)	8h	Dopuszczalne stężenie w miejscu pracy przy ciężkiej pracy (Źródło: OSHA) Ból głowy, podrażnienie oczu u osób wrażliwych. (Źródło: WIOŚ)

Tab.3 Skutki oddziaływania ozonu na organizm ludzki wg różnych źródeł. Wyraźnie widoczne różnice w wartościach spowodowane różnym podejściem badawczym oraz różnym stopniem wysiłku osoby narażonej na ekspozycję.

Zarówno chlor jak i ozon w obiektach uzdatniania występują jedynie w stanach awaryjnych. Przepisy określają wymogi w zakresie uruchamiania systemów zabezpieczających, a tym samym pojawienie się gazów już w niższym stężeniu niż określone w przepisach powinno być ostrzeżeniem dla obsługi dającym czas na reakcję (np. przerwanie procesu). Sterowanie alarmami i urządzeniami wykonawczymi powinno odbywać się wieloprogowo zapewniając odpowiednie zabezpieczenia adekwatnie do stężenia. Zastosowanie systemu o mniejszej ilości progów alarmowych np. 2 jest nieefektywne ponieważ praktycznie sygnalizacja alarmu jest jednoznaczna z przejściem do uruchomienia systemów bezpieczeństwa.

Poziom gazu	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Reakcja urządzeń wykonawczych
0,20ppm	(średnia ważona AV)	PRÓG 1	alarm optyczny stacji uzdatniania	Ostrzeżenie pracowników obiektu Przesłanie informacji do pracowników technicznych np. przez moduł GSM Przesłanie informacji do dyspozytorni za pomocą cyfrowego wyjścia RS485 ModbusRTU
0,24ppm NDS	(średnia ważona AV)	PRÓG 2	alarm akustyczny stacji uzdatniania	Automatyczne załączenie wentylacji Przesłanie informacji do dyspozytorni za pomocą cyfrowego wyjścia RS485 ModbusRTU

0,51ppm NDSch	(średnia ważona AV)	PRÓG 3	alarm akustyczny ogólny obiektu	Przesłanie informacji do dyspozytorni za pomocą cyfrowego wyjścia RS485 ModbusRTU Przygotowanie do ewakuacji obiektu
3ppm	(średnia ważona AV)	PRÓG 4	alarm akustyczny ewakuacyjny	Przesłanie informacji do dyspozytorni za pomocą cyfrowego wyjścia RS485 ModbusRTU Uruchomienie instalacji unieszkodliwiania chloru (ręczne lub automatyczne tylko w funkcji wieloalarmu ATQ "Alarm Trigger Quantity") z 2 detektorów jednocześnie. Ewakuacja obiektu

Tab.4 Przykładowe progi alarmowe detektorów chloru – zakres pomiarowy detektora 0-10ppm.

Ozon podobnie jak chlor pojawia się raczej tylko wtedy gdy powstaje jakieś uszkodzenie. Tym samym może być badany już od niskich stężeń. Oczywiście przy tak niskich wartościach niezbędne jest przeliczanie średniej ważonej. Ze względu jednak na inny charakter procesu i odmiennie od chloru brak "magazynu" tego niebezpiecznego czynnika ryzyko dla otoczenia jest niższe, a podejmowane środki mniej restrykcyjne.

Poziom gazu	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Reakcja urzędzeń wykonawczych
0,05ppm	(średnia ważona AV)	PRÓG 1	alarm optyczny stacji uzdatniania	Ostrzeżenie pracowników obiektu Przesłanie informacji do pracowników technicznych np. przez moduł GSM Przesłanie informacji do dyspozytorni za pomocą cyfrowego wyjścia RS485 ModbusRTU
0,076ppm NDS	(średnia ważona AV)	PRÓG 2		Automatyczne załączenie wentylacji Przesłanie informacji do dyspozytorni za pomocą cyfrowego wyjścia RS485 ModbusRTU
0,2ppm	(średnia ważona AV)	PRÓG 3	alarm akustyczny stacji uzdatniania	Przesłanie informacji do dyspozytorni za pomocą cyfrowego wyjścia RS485 ModbusRTU
0,3ppm	(średnia ważona AV)	PRÓG 4		Przesłanie informacji do dyspozytorni za pomocą cyfrowego wyjścia RS485 ModbusRTU Automatyczne wyłączenie ozonatorów

Tab.5 Przykładowe progi alarmowe detektorów ozonu – zakres pomiarowy detektora 0-5ppm.

Niestety im **większy zakres pomiarowy detektora tym mniejsza dokładność**. Tym samym nie ma sensu instalowanie detektorów o wysokich zakresach w celu badania atmosfery i alarmowania przy bardzo niskich wartościach jak NDS. Jednocześnie trzeba mieć na względzie, że tak nisko ustawione alarmy mogą być powodem fałszywych alarmów. Dlatego ważne jest zarówno ostrzeżenie dla obsługi jak i kolejne progi umożliwiające sterowanie urządzeniami wykonawczymi na różnych poziomach.

Przydatną funkcją (szczególnie w starszych obiektach) jest możliwość programowej konfiguracji progów alarmowych. Tym sposobem można dopasować progi alarmowe po pierwszym okresie pracy na obiekcie.



Fot.3 Cyfrowa centrala MSR PolyGard2 ma możliwość podglądu wartości bieżącej (C) – po prawej, oraz wartości średniej (A) – po lewej w tym samym momencie. To niezbędne przy pomiarze gazów toksycznych gdzie istotna jest średnia z danego okresu czasu lub przy eliminowaniu krótkotrwałych przekroczeń poziomu mogących niepotrzebnie wywoływać sytuację alarmową.



Wybór punktów pomiarowych.

Szybkość i prawidłowość działania systemu zależy od rozmieszczenia samych czujników. Przepisy nie określają miejsca instalacji pozostawiając tą kwestię doświadczeniu projektanta. Należy pamiętać, że źle umieszczony [detektor chloru](#) lub [detektor ozonu](#) nie będzie realizował swojej funkcji w odpowiedni sposób, a więc nie ochroni ludzi i obiektu. Zarówno chlor jak i ozon są gazami cięższymi od powietrza co oznacza, że będą kierowały się w stronę podłoga. Zalecana wysokość instalacji detektorów w takim przypadku to ok. 30cm do poziomu podłoga. W przypadku obiektów piętrowych lub z zagłębieniami o znacznych rozmiarach może być konieczna instalacja dodatkowego poziomu detekcji chroniącego pracowników. Z kolei wszelkie przegrody większe niż 30cm, znacznej wielkości urządzenia lub leżące elementy znajdujące się na drodze przemieszczania się gazu będą ograniczały jego ruch i zwiększały czas dotarcia gazu do detektora co może wymagać z kolei dodatkowych detektorów w rozmieszczeniu poziomym. Wiele instalacji detekcji gazów rozmieszczane jest na zasadzie pokrycia całego pomieszczenia przy przyjęciu promienia pokrycia 8-10m dla detektora lub inaczej mówiąc nie większej odległości od potencjalnego źródła niż 8-10m. Jednak zarówno chlor jak i ozon są gazami, które już w niewielkich ilościach stanowią poważne zagrożenie i chcemy je wykrywać już przy najmniejszych wyciekach (emisji). Tym samym podejście do rozmieszczenia powinno być nieco inne. Detektory powinny być umieszczane możliwie blisko potencjalnych miejsc awarii, a w przypadku rozległych instalacji odległość od potencjalnego źródła nie powinna być większa niż 6m. Instalacje tak toksycznych gazów są zaliczane do infrastruktury krytycznej więc ich zabezpieczenia muszą umożliwiać prawidłowe funkcjonowanie nawet w przypadku awarii detektora. Tym samym zalecana jest instalacja 2 detektorów w każdym wyznaczonym miejscu pomiaru (zdublowanie ilości detektorów). Jednocześnie umożliwia to dokładniejsze pokrycie monitorowanego obszaru oraz automatyczną funkcję uruchomienia instalacji nieszkodliwiającej przy **alarmie z minimum 2 detektorów tzw. wieloalarmu ATQ (Alarm Trigger Quantity)**.

Detektorów nie należy umieszczać w bezpośredniej okolicy wlotów i wylotów wentylacji lub

przepływów powietrza. Nie powinny być także lokalizowane w niewentylowanych zagłębieniach lub studzienkach.



Fot.4 Przykładowy samodzielny detektor chloru MSC2 Cl2 umiejscowiony w stacji uzdatniania. Tego typu detektory dobrze sprawdzają się w mniejszych instalacjach zachowując duże możliwości sterowania urządzeniami wykonawczymi oraz transmisji sygnału RS485 ModbusRTU do systemu nadzoru obiektu.



Sygnalizacja.

Prawidłowa sygnalizacja wyróżnia się ważną cechą – jest czytelna. Przy dużej ilości sygnalizatorów przypisanych do różnych instalacji i maszyn użytkownicy tych obiektów mogą w krytycznej sytuacji mieć problem z rozpoznaniem rodzaju alarmu i tym samym podjęciem prawidłowej decyzji. Projektując sygnalizację warto więc zwrócić uwagę nie tylko na parametry sygnalizatora, ale także na czytelność przekazu zwłaszcza gdy podobne typy sygnalizatorów są używane w różnych instalacjach. Niestety w całej sprawie paradoksalnie nie pomaga ani większa ilość instalacji na obiektach, ani zwiększająca się rotacja pracowników, którzy coraz słabiej znają obsługiwane przez siebie instalacje. Warto wspomnieć o rozwiązaniu są **podświetlane tablice ostrzegawcze**, które można wyposażyć w dowolny tekst i piktogramy np. UWAGA CHLOR.

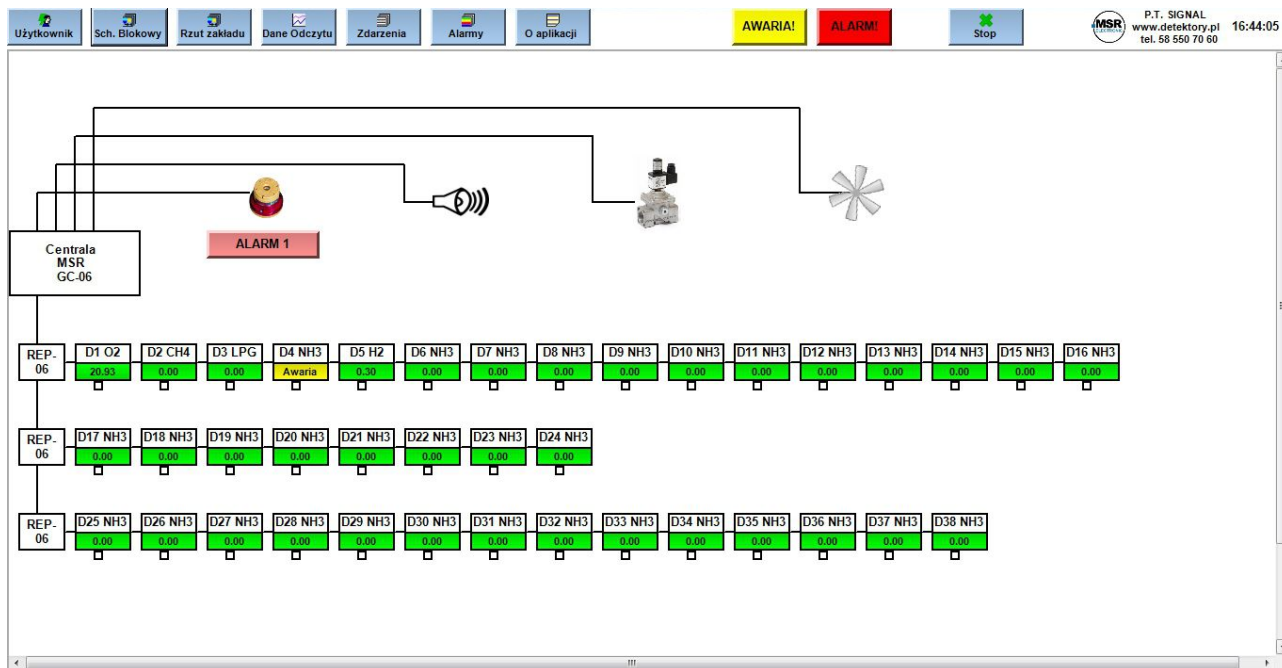


Fot.5 Tablica ostrzegawcza typu WT.

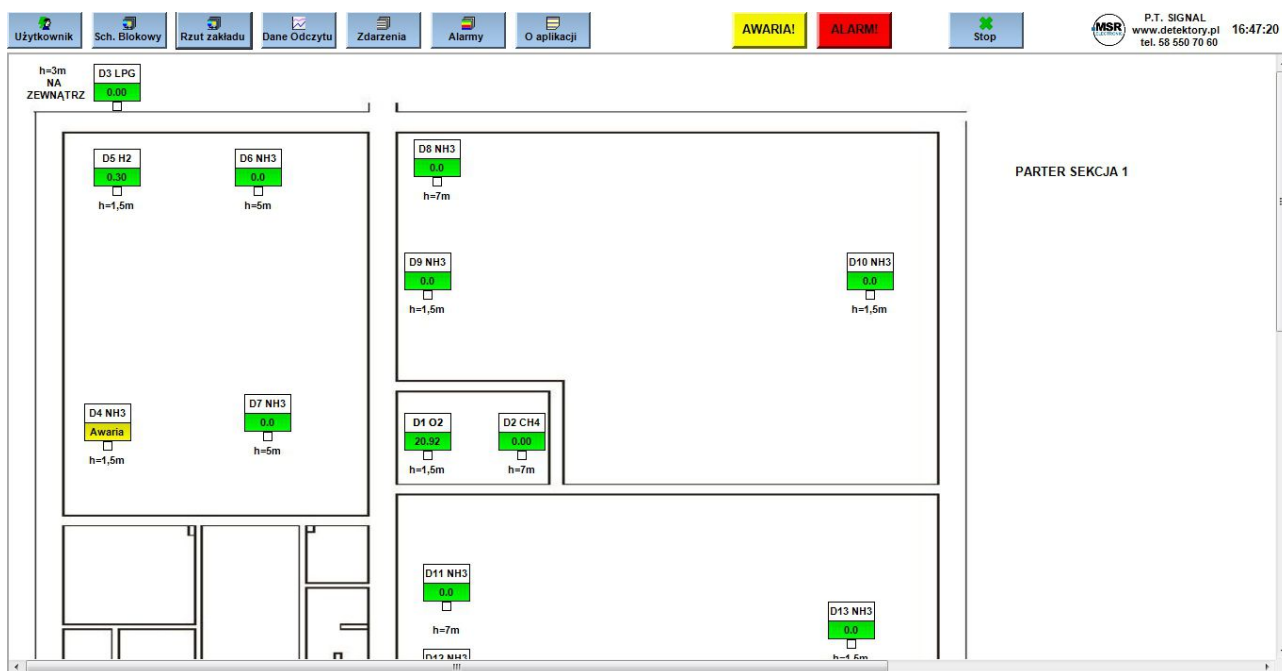


Wizualizacja.

Zgodnie z przepisami systemy detekcji chloru powinny przekazywać sygnał alarmowy do dyspozytorni. Dawniej montowano dodatkowy sygnalizator lub jakąś lampkę w dyspozytorni, ale na szczęście obecnie technologia dzięki wyjściu RS485 ModbusRTU pozwala włączyć system detekcji w system zarządzania budynkiem i oprogramowanie typu SCADA. Umożliwia to podgląd i alarmowanie nie tylko dyspozytora, ale także poruszających się po terenie pracowników np. kierownika, brygadzystę itp. Mogą oni sprawdzać na tablecie lub telefonie bieżący status instalacji lub pomiary, a wszystkie dane mogą być rejestrowane.



Fot.6 Przykładowa wizualizacja systemu detekcji gazów MSR PolyGard2 - schemat blokowy.



Fot.7 Przykładowa wizualizacja systemu detekcji gazów MSR PolyGard2 - rzut części zakładu.



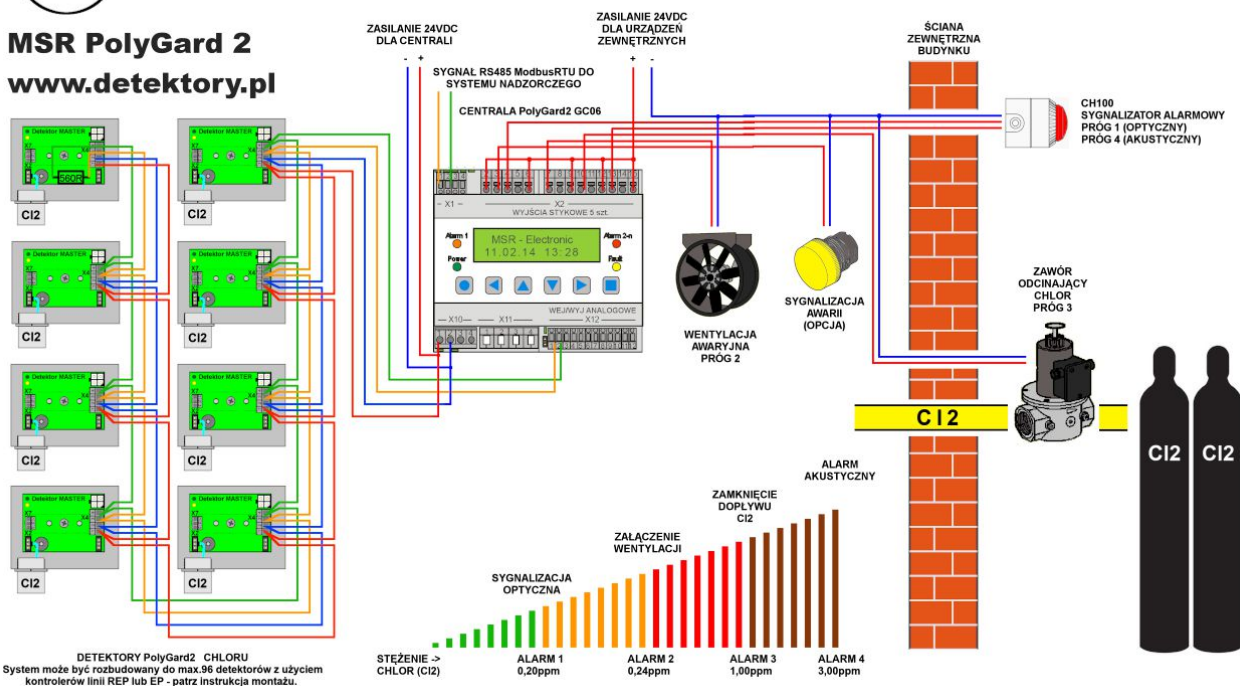
Typowe schematy systemów detekcji chloru i ozonu.

Schematy systemów detekcji dla stacji uzdatniania w formie CAD dostępne są na stronie pomocy dla projektantów: <https://detektory.pl/projekt-detektorow-gazow>

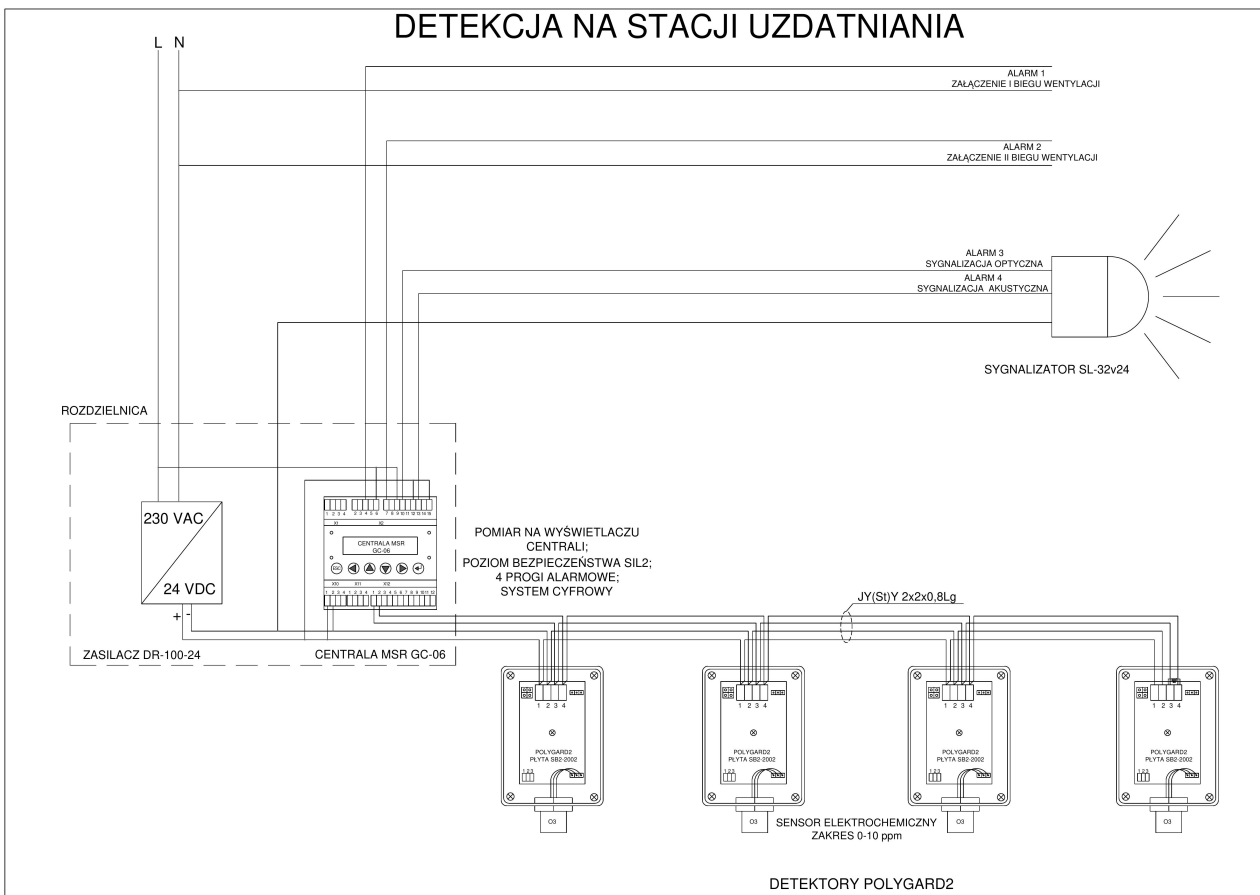
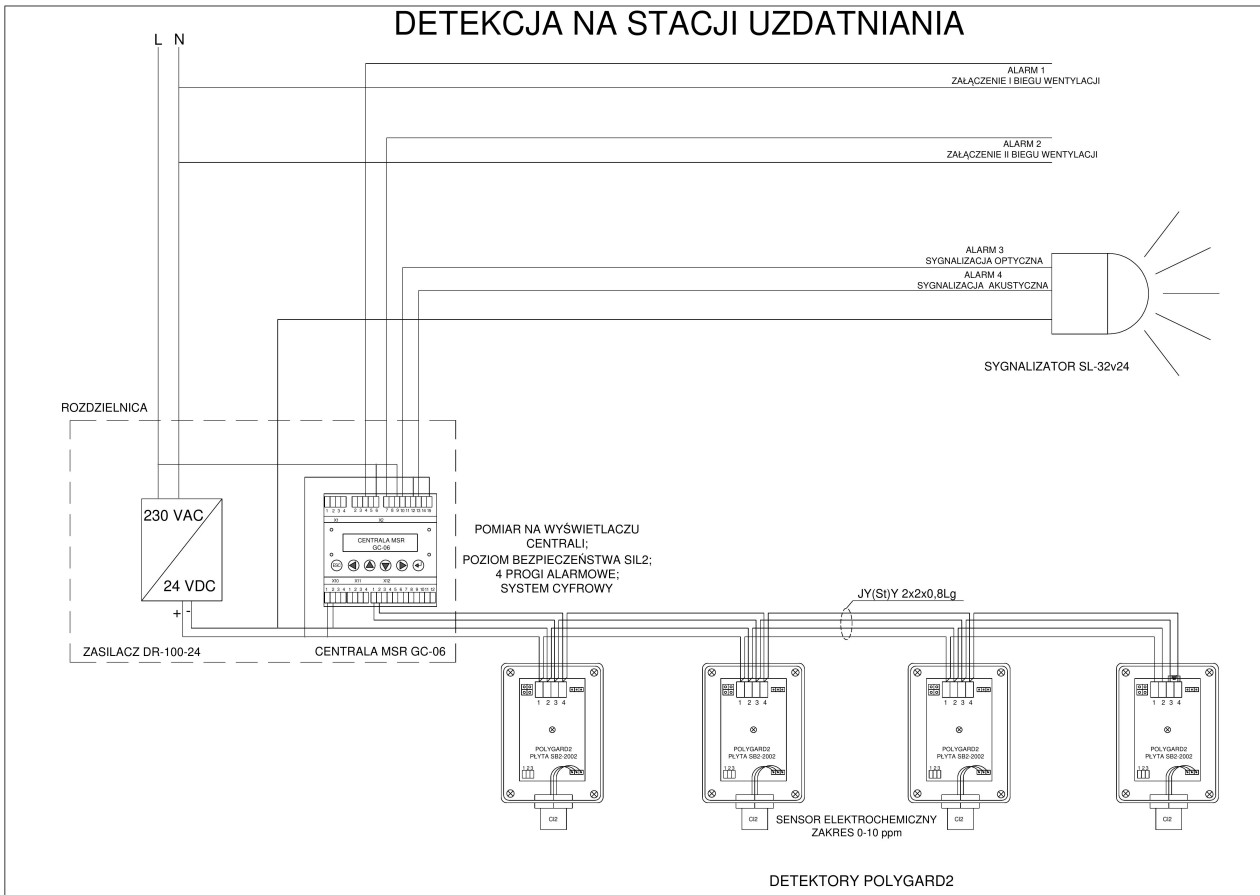


MSR PolyGard 2
www.detektory.pl

SCHEMAT SYSTEMU DETEKCJI DLA STACJI UZDATNIANIA WODY CHLOREM (Cl2)



Powyższy schemat prezentuje przykładowy schemat i możliwości sterowania. W cyfrowych systemach PolyGard2 możliwe jest zaprogramowanie prawie dowolnej konfiguracji włącznie z alarmami wielodetektorowymi ATQ, a także większą liczbą programowalnych wyjść sterujących. Poniżej znajdują się typowe schematy projektowe.





Instalacja systemów detekcji gazów.

Podstawą wykonania instalacji detekcji gazów jest oczywiście projekt co pozostawia wykonawcy praktycznie samą instalację urządzeń i okablowania. Przepisy wymagają od systemu dokładności na granicy czułości i błędu pomiarowego co wymaga dobrego rozmieszczenia i precyzyjnej instalacji inaczej może skończyć się nieprawidłową pracą systemu. O ile nie są wymagane od instalatora szczególne uprawnienia w zakresie systemów detekcji gazów to zgodnie z Prawem Energetycznym musi on się legitymować uprawnieniami z grupy 1 (elektrycznymi), a w przypadku ingerencji w instalacje gazów (np. urządzenia odcinające) także odpowiednimi uprawnieniami grupy 2 w zakresie instalacji gazów technicznych.



Pierwsze uruchomienie systemu detekcji.

W przypadku infrastruktury krytycznej i tak istotnego elementu jak system bezpieczeństwa chloru lub ozonu przed oddaniem do użytku musi on przejść odpowiednie próby działania. Próby muszą objąć pełne działanie systemu od wykrywania gazu, aż po uruchomienie odpowiednich instalacji. Podobnie jak przy instalacji, do uruchomienia konieczne są uprawnienia energetyczne odpowiedniej grupy, ale tu wymagane jest także duże doświadczenie aby wychwycić ewentualne nieprawidłowości. Zaleca się aby uruchomienie wykonywał autoryzowany serwis producenta dysponujący odpowiednią wiedzą i sprzętem.



Przeglądy i konserwacja.

Instalacje detekcji chloru i ozonu muszą być regularnie testowane i kalibrowane zgodnie z ich instrukcjami obsługi. Przeglądy techniczne wymagane są co 3 miesiące, a kalibracje co 6 miesięcy. Zaletą cyfrowych systemów oprócz wymiennych modułów sensorycznych jest możliwość kalibracji urządzenia w miejscu instalacji za pomocą specjalnego osprzętu. To znaczne ułatwienie i redukcja kosztów. Jednocześnie oprogramowanie może oszacować zużycie sensora co pozwala na zmniejszenie ryzyka awarii między przeglądami. W tak ważnej instalacji ma to duże znaczenie.



Remonty i prace niebezpieczne

Nierzadko na terenie obiektu muszą być wykonywane prace remontowe lub inne prace nie będące standardowymi czynnościami obsługowymi. Celem stałego systemu detekcji jest reakcja na wycieki mogące powstać przy standardowej eksploatacji. Tym samym jego lokalizacja jest przewidywana w stosunku do potencjalnie zagrożonych miejsc. To często nie pokrywa się z lokalizacją prowadzonych tymczasowo prac. Wielokrotnie także konieczne jest wyłączenie zasilania obiektu (a więc także systemów ochronnych), a nie zawsze możliwe jest usunięcie zmagazynowanego chloru lub jest to poprostu bardzo kosztowne. Tym samym chlorownie powinny mieć możliwość ustawienia tymczasowego strefowego systemu detekcji gazów. Takim przykładem jest system Blackline wykorzystujący detektory strefowe G7 EXO, które są poprostu rozstawiane w rejonie prac i poprzez sieć GSM lub satelitarną łączą się bezprzewodowo z nadzorującym prace (np. dyspozytornią, lub kierownikiem prac). W przypadku wykrycia podwyższonego stężenia chloru alarmują lokalnie (optycznie i akustycznie), ale co ważne przesyłają alarm do nadzorującego i na personalne urządzenia osób pracujących w strefie. Tego typu zabezpieczenie doskonale sprawdza się także przy czynnościach standardowych wykonywanych poza zasięgiem detekcji stacjonarnej (np. przy załadunku).



Fot.6 Mobilny system detekcji strefowej gazów Blackline G7 Exo.



Ochrona pracowników.

Niezależnie od stacjonarnego systemu detekcji gazów każdy pracownik podejmujący prace w rejonie zagrożonym powinien być wyposażony w osobisty detektor chloru lub ozonu wraz z opcją sygnalizacji bezruchu, upadku, możliwością wezwania pomocy, opcją meldowania się i co najważniejsze z lokalizacją pracownika i możliwością komunikacji głosowej przy wystąpieniu zagrożenia (tzw. system blackline lub inaczej system [loneworker](#)). Stacje uzdatniania to często oddalone obiekty gdzie rzadko się zagląda i bardzo często w praktyce robi to pracownik bez wsparcia drugiej osoby, lub wspierający zajmuje się innymi czynnościami żeby "nie tracić czasu". Obecnie technologia umożliwia już rzeczywiste wsparcie dla tych pracowników umożliwiając szybkie i precyzyjne powiadomianie o zagrożeniu. Co ważne mierniki tego typu mogą współpracować z systemem detekcji strefowej Blackline G7 Exo tworząc potężne narzędzie bezpieczeństwa nie tylko gazowego, ale także praktycznie każdego rodzaju wypadku (np. utraty przytomności, upadku, zasłabnięcia itd.).

blacklinesafety

POMIAR 1 LUB 4
GAZÓW
LEL, O₂, H₂S, CO
SO₂, Cl₂, ClO₂, H₂
HCN, NH₃, CO₂, PID



CZUJNIK
BEZRUCHU



CZUJNIK
UPADKU



KOMUNIKACJA
GŁOSOWA
PUSH-TO-TALK
(PTT)



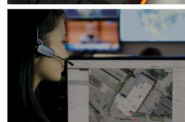
ALARM
SOS



LOKALIZACJA
GPS / GSM
NA ZEWNĄTRZ
I WEWNĄTRZ



POWIADOMIENIA
ALARMOWE
GRUPOWE
(NP. EWAKUACJA)



MONITORING



ANALIZA
DANYCH



CYKLICZNE
ZGŁOSZENIA
(CHECK-IN)

Fot.7 Typowa funkcjonalność miernika gazów Blackline G7c.



Fot.8 Pracownik używający miernika typu Blackline G7c z systemem bezpieczeństwa pracowników samodzielnych.

Może to być także [detektor wielogazowy](#) Blackline G7c używany przez pracowników służb komunalnych z dodatkowym sensorem chloru (oczywiście pracujący razem z innymi detektorami w systemie bezpieczeństwa pracowników samodzielnych typu blackline).



Produkty dla stacji uzdatniania wody.

Stacjonarny system detekcji gazów MSR PolyGard2 lub detektor samodzielny MSC2.



Tablice ostrzegawcze WT i sygnalizatory CH100.



Przenośny detektor jednogazowy chloru lub ozonu BELLmini, detektor gazów gazów Blackline G7c z czujnikiem upadku i bezruchu, alarmem SOS, meldowaniem się, lokalizacją i komunikacją głosową, strefowy detektor gazów Blackline G7 Exo, ultradźwiękowy wykrywacz nieszczelności z kamerą LEAKSHOOTER.





Przykładowa lista urządzeń.

SYSTEM DETEKCJI CHLORU

Centrala cyfrowa GC-06 (2 pomiary równoległe: chwilowy i średni, wyjście RS485 Modbus RTU, 4 styki alarmowe, 1 styk awarii)

Detektor PolyGard2 Cl2 (zakres 0-10ppm, 4 progi alarmowe, IP65) + nasadka IP66

Tablica podświetlana WT PIKTOGRAM "UWAGA CHLOR"

SYSTEM DETEKCJI OZONU

Centrala cyfrowa GC-06 (2 pomiary równoległe: chwilowy i średni, wyjście RS485 Modbus RTU, 4 styki alarmowe, 1 styk awarii)

Detektor PolyGard2 O3 (zakres 0-5ppm, 4 progi alarmowe, IP65) + nasadka IP66

Tablica podświetlana WT PIKTOGRAM "UWAGA CHLOR"

Informacje podane w artykule mają charakter poglądowy. P.T.SIGNAL oraz autor nie biorą odpowiedzialności za ich wykorzystywanie w jakikolwiek sposób w jakimkolwiek celu.

© Copyright Michał Domin P.T.SIGNAL 2023 Niniejszy artykuł objęty jest prawem autorskim. Kopiowanie, udostępnianie lub wykorzystywanie całości lub fragmentów bez zgody autora jest zabronione. Znaki towarowe, nazwy i loga użyte w artykule są własnością odpowiednich podmiotów i mogą być objęte stosowną ochroną prawną.

Ilustracje i zdjęcia: Michał Domin

Zawarte w publikacji materiały (w tym schematy) mogą być wykorzystywane do wykonywania komercyjnych projektów systemów detekcji gazów.

Nota prawna w zakresie przywołania norm: cytaty i interpretacje cytatów w swobodnym tłumaczeniu pochodzących z norm są wykorzystywane na potrzeby publikacji na podstawie art.29 ustawy Prawo Autorskie oraz pkt 4.5 Regulaminu udzielania zezwoleń na korzystanie z praw autorskich i praw zależnych do Polskich Norm i innych dokumentów normalizacyjnych z dnia 24-03-2022 r.

Aktualizacja 10.2024

- aktualizacja listy produktów
- aktualizacja zdjęć (WAO)