



Detektory amoniaku w chłodniach i maszynowniach chłodniczych.

Pomieszczenia wykorzystywane w chłodnictwie mimo określonego przeznaczenia i podobnego schematu (maszynownia, chłodnie, poddasza) potrafią bardzo różnić się od siebie. Różne warunki, rozmiary pomieszczeń, a nawet różny stan instalacji ma znaczenie dla prawidłowej i funkcjonalnej detekcji gazów. Zagadnienia dotyczące bezpieczeństwa gazowego w chłodnictwie są realizowane od wielu lat w zakładach jednak wciąż zdarzają się nieprawidłowości i problemy powodujące niepoprawną pracę systemu detekcji. Najczęściej rezultatem są fałszywe alarmy lub wyłączenia maszynowni co oznacza poważne straty, gorzej jednak jeżeli na skutek nieprawidłowej konfiguracji, system nie ochroni pracowników i obiektu w krytycznym momencie.



Niebezpieczeństwa gazowe.

Największe niebezpieczeństwo w maszynowniach i pomieszczeniach chłodni oraz budynków przez które przebiegają instalacje chłodnicze stanowi oczywiście czynnik chłodniczy używany w instalacji. W instalacjach używa się czynników naturalnych (amoniak, ditlenek węgla, węglowodory) lub syntetycznych (głównie freony). Najpopularniejszy **R717 amoniak (NH₃)** jest gazem o charakterystycznym ostrym zapachu, lżejszy od powietrza (ciężar w stosunku do powietrza to ok. 0,60 przy temperaturze 20°C) i tym samym unosi się gromadząc w najwyższych punktach pomieszczenia. Amoniak jest gazem palnym i wybuchowym. Dolna Granica Wybuchowości (DGW) to 15% objętościowo z kolei Górna Granica Wybuchowości (GGW) to 33,6% objętościowo zgodnie z normą PN-EN-ISO IEC-80079-20-1. Klasa temperaturowa T1 kategoria IIA. Jednocześnie amoniak jest gazem toksycznym NDS (Najwyższe Dopuszczalne Stężenie) wynosi 14mg/m³ ≈ 20ppm natomiast NDSCh (Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Chwilowe) to 28mg/m³ ≈ 40ppm. Klasa bezpieczeństwa B2L (wg PN-EN 378-1+A1:2021-03).



Obowiązujące przepisy w zakresie detekcji gazów.

Wyszczególnione dalej regulacje prawne dotyczą jedynie systemu detekcji gazów w chłodniach i maszynowniach. Budowa samej chłodni czy maszynowni i jej technologia zawarte są także w innych regulacjach i normach.

Dz.U. z roku 2003 nr 169 poz. 1650, tekst jednolity

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:

§ 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;

Ustawodawca nie określił wprost typu zabezpieczeń, ich lokalizacji lub parametrów pozostawiając to wyspecjalizowanemu projektantowi. To kluczowy moment każdej inwestycji bowiem obiekty różnią się wieloma aspektami co uniemożliwia narzucenie jednego rozwiązania za pomocą przepisów. Niezbędna jest pomoc specjalisty, który zidentyfikuje zagrożenia, określi konieczne parametry i dopasuje odpowiednie urządzenia ochronne.

Jednocześnie jest to wymóg formalny usankcjonowany w kolejnych przepisach.

Dz. U. z 2010 poz. 719

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów.

§ 2.1. Ilekroć w rozporządzeniu jest mowa o:

9) urządzeniach przeciwpożarowych - należy przez to rozumieć [...], urządzenia zabezpieczające przed powstaniem wybuchu i ograniczające jego skutki, [...];

Urządzenia zabezpieczające przed wybuchem to oczywiście m.in. systemy detekcji gazów palnych, ale nie wszystkie. Wg rozporządzenia urządzeniami pożarowymi są tylko te systemy, które realizują funkcję zabezpieczającą. System detekcji amoniaku lub węgłowodoru (np. propanu) w chłodni, który mierzy i alarmuje przy zbyt wysokim stężeniu jednocześnie załączający wentylację, wyłączający maszynownię lub zamykający dopływ czynnika za pomocą zaworów elektromagnetycznych jest systemem zabezpieczającym przed wybuchem i tym samym, systemem ochrony przeciwpożarowej. Powoduje to, że określenie roli systemu detekcji gazów przez projektanta jest podstawą do jego zaklasyfikowania.

§3.1. Urządzenia przeciwpożarowe w obiekcie powinny być wykonane zgodnie z projektem uzgodnionym przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, a warunkiem dopuszczenia ich do użytkowania jest przeprowadzenie odpowiednio dla danego urządzenia prób i badań, potwierdzających prawidłowość ich działania".

Prawodawca podkreślił i definitywnie usankcjonował wymóg wykonania projektu przez uprawnionego projektanta oraz uzgodnienia go przez rzeczoznawcę ochrony przeciwpożarowej.

Warto tu wspomnieć, że umożliwia to kontrolę dokumentacji projektowej oraz zgodności wykonania instalacji zabezpieczającej przez uprawnione organy przy odbiorze obiektu i później w trakcie okresowych kontroli.

§ 37. 1. W obiektach i na terenach przyległych, gdzie są prowadzone procesy technologiczne z użyciem materiałów mogących wytworzyć mieszaniny wybuchowe lub w których materiały takie są magazynowane, dokonuje się oceny zagrożenia wybuchem.

Ocena zagrożenia wybuchem to podstawa umożliwiająca zdefiniowanie i wyznaczenie stref zagrożenia wybuchem jednocześnie określając warunki jakie muszą spełniać urządzenia instalowane w tych miejscach (głównie w stosunku do oświetlenia, detekcji i wentylacji). Z drugiej strony na wyznaczenie lub klasyfikację strefy mogą mieć wpływ użyte zabezpieczenia. Warto też

podkreślić, że OZW nie jest dokumentem wyznaczającym lub narzucającym rodzaj zabezpieczeń. Te są dobierane przez uprawnionego projektanta na podstawie §3.1.

Dz.U. 2018 poz. 1286

Rozporządzenie Ministra Rodziny, Pracy i Polityki Społecznej z dnia 12 czerwca 2018 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 przyszłych 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 (NDSPP) - 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.

Toksyczne działanie gazów stanowi zagrożenie dla osób przebywających w ich zasięgu. Konieczne jest więc określenie czy w danym pomieszczeniu odbywa się praca w trybie ciągłym czy np. do pomieszczenia tylko raz na jakiś czas wchodzi przeszkolone osoby wyposażone w odpowiednie środki ochrony. Zgodnie z normą PN-EN 378-1+A1:2021-03 pomieszczenia powinny być przypisane do jednej z kategorii: „a” – ogólny dostęp, „b” – dostęp dozorowany lub „c” – dostęp kontrolowany. **Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że wartości NDS, NDSCh są średnimi, a nie chwilowymi wartościami co ma kluczowe znaczenie dla prawidłowej detekcji.**

W niektórych branżach istnieją także regulacje szczegółowe:

Dz.U. 2004 nr 160 poz. 1669

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 23 czerwca 2004 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy w zakładach przemysłu piwowarskiego i napojów gazowanych

Par.7.3.W przypadku chłodzenia pomieszczeń amoniakiem, w szczególności przy użyciu amoniakalnego urządzenia chłodniczego, pomieszczenia te wyposaża się w system wentylacji awaryjnej i stacjonarne analizatory, sygnalizujące sygnałem świetlnym lub dźwiękowym o przekroczeniu wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia amoniaku.

Zapis zawiera istotną wskazówkę w zakresie parametrów pomiarowych systemu detekcji amoniaku. Niezależnie od innych funkcji przewidzianych dla tego typu obiektów na mocy tego zapisu sygnalizowane ma być przekroczenie NDS czyli 20ppm (średnia ważona).

Dz.U. 2003 nr 98 poz. 902

Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z dnia 12 maja 2003 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy przy obsłudze amoniakalnych instalacji chłodniczych w zakładach przetwórstwa rolno-spożywczego

Par.9.1.Maszynownię i aparatownię wyposażoną w aparaturę umożliwiającą ciągłą kontrolę stężeń

amoniaku w powietrzu i sygnalizującą przekroczenie wartości najwyższego dopuszczalnego stężenia oraz najwyższego dopuszczalnego stężenia chwilowego amoniaku w powietrzu, wchodzącą w skład amoniakalnej instalacji chłodniczej, dopuszcza się do eksploatacji bez stałej obsługi.

Ten przepis także zawiera w sobie wskazówkę w zakresie progów alarmowych systemu detekcji, które mają być ustawione jako NDS i NDSCh w przypadku gdy pomieszczenie ma pozostawać bez stałego nadzoru.

PN-EN 378-3+A1:2021-03

Instalacje chłodnicze i pompy ciepła -- Wymagania dotyczące bezpieczeństwa i ochrony środowiska -- Część 3: Usytuowanie instalacji i ochrona osobista

Pkt. 8.1 Powiadomianie

Norma przewiduje, że system detekcji nie tylko będzie alarmował lokalnie, ale co najważniejsze powiadomi odpowiednie osoby nadzorujące. Tym samym proste systemy analogowe starszego typu raczej będą zastępowane przez nowsze cyfrowe konstrukcje, które za pomocą wyjścia RS485 Modbus RTU będą mogły przesyłać odpowiednie informacje do systemu nadzoru obiektu – najczęściej oprogramowania nadzorującego SCADA (ang. Supervisory Control And Data Acquisition) zlokalizowanego np. w sterowni.

Pkt. 8.2 Zasilanie

Norma nakłada wymóg projektowy niezależnego zasilania systemu detekcji w stosunku do systemu wentylacji lub maszynowni, którą ochrania. Ponieważ w wielu obiektach (szczególnie mniejszych) trudne jest zrealizowanie zasilania z innych obwodów (choćby ze względu na wymogi ochrony przeciwpożarowej) to w normie dodano notatkę (NOTE), która wskazuje, że można do tego celu użyć systemu z zasilaniem rezerwowym. Takie rozwiązanie ma też duży plus ponieważ system może pracować w przypadku braku zasilania podstawowego. Warto pamiętać, że pomimo zatrzymania pracy maszynowni w przypadku braku zasilania, amoniak nadal pozostaje w instalacji.

Pkt. 8.3 Sygnalizacja

Norma udostępnia kilka istotnych wytycznych w zakresie funkcji alarmowych systemu, które powinny być odpowiednio kierowane. System detekcji amoniaku powinien powiadamiać optycznie i akustycznie z natężeniem dźwięku 15dB powyżej poziomu dźwięku tła.

W pomieszczeniu maszynowni sygnalizatory powinny być zainstalowane zarówno wewnątrz jak i na zewnątrz. Warto zwrócić uwagę, że w przypadku maszynowni zawierających strefy zagrożenia wybuchem, sygnalizator lokalizowany wewnątrz strefy będzie musiał posiadać konstrukcję przeciwybuchową zgodnie z ATEX. Sygnalizator zewnętrzny może być montowany w przestrzeni nadzorowanej.

W pozostałych pomieszczeniach sygnalizatory powinny być instalowane przynajmniej wewnątrz pomieszczeń.

Dla kategorii dostępu "a" alarm powinien być przekazywany także do pomieszczeń bezpośredniego nadzoru np. portierni. Zgodnie PN-EN 378-1+A1:2021-03 kategoria "a" oznacza pomieszczenia ogólnego dostępu bez nadzoru.

Pkt. 8.4 Dodatkowe wytyczne w zakresie wymagań alarmowych dla instalacji R-717 powyżej 3000kg

Dodatkowy poważny wymóg stałego nadzoru dla zakładów posiadających duże instalacje amoniakalne. Wyspecjalizowany personel powinien być obecny na miejscu w ciągu 60min. Od wystąpienia alarmu. Personel może być powiadamiany innymi środkami komunikacji jak telefony komórkowe, pager'y itp. Oczywiście systemy detekcji jak MSR PolyGard2 mają możliwość przesyłania alarmów na telefony komórkowe.

Pkt. 9.1 Funkcjonalność systemu detekcji

Punkt przewiduje, że jeżeli stężenie czynnika chłodniczego może przekroczyć limit praktyczny (zgodnie z PN-EN 378-1+A1:2021-03) to detekcja danego czynnika ma uruchamiać przynajmniej alarm i w przypadku pomieszczenia maszynowni wentylację mechaniczną.

Pkt. 9.2 Lokalizacja

Norma określa generalne zasady lokalizacji detektorów zwracając uwagę, że przy rozmieszczaniu detektorów należy brać pod uwagę miejsca koncentracji gazu. To ważna wskazówka projektowa ponieważ ilość i rozmieszczenie punktów pomiarowych nie zależy od ilości urządzeń chłodniczych czy wielkości instalacji tylko od tego gdzie może powstać wyciek oraz gdzie może się przemieszczać i gromadzić gaz stanowiący zagrożenie.

9.3.1. Uszkodzenie detektora, parametry alarmowe,

Norma przewiduje, że uszkodzenie detektora (awaria) powinna uruchamiać procedurę tak jak w przypadku wystąpienia alarmu wycieku amoniaku. Należy tu zaznaczyć, że niesie to pewne ryzyko. Wyjście sterujące awarii jest powiązane nie tylko z awarią detektora, ale także z awarią systemu, błędami komunikacji, awariami jednostki centralnej, a nawet komunikatami eksploatacyjno-serwisowymi. Dlatego w takim przypadku nie powinno się wykorzystywać wyjścia awarii (jeżeli nie chcemy co chwilę uruchamiać procedury alarmowej) tylko wykorzystać informację z wyjścia cyfrowego RS485 ModbusRTU. Wyjście to dostarcza pełnych informacji o systemie i precyzyjnie identyfikuje awię detektora. Tym samym mamy pewność, że procedura uruchamiania procedury alarmowej będzie uruchamiana wyłącznie w uzasadnionych przypadkach.

Dokument ponadto przewiduje, że alarmy detektorów nie powinny być ustawiane wyżej niż 25% DGP (dolnej granicy palności patrz PN-EN ISO/IEC 80079-20-1) dla gazów wybuchowych lub 50% ATEL/ODL (którekolwiek będzie niższą wartością) dla gazów toksycznych lub wypierających tlen (patrz PN-EN 378-1+A1:2021-03). W przypadku amoniaku (R717) wartość ATEL (Acute Toxicity Exposure Limit) wynosi 320ppm (patrz ISO 817:2014) natomiast ODL (Oxygen Deprivation Limit) dla czynników chłodniczych wynosi 140'000ppm (14%v/v).

Norma jednoznacznie wyklucza używanie detektorów tlenu jako wykrywaczy wycieku gazów chłodniczych z instalacji.

9.3.3. Detektory R717

Ten punkt normy przewiduje, że w instalacjach większych niż 50kg detekcja powinna obejmować progi alarmowe, które **nie przekraczają** wartości:

350mg/m³ (~500ppm) – poziom ostrzeżenia

21'200mg/m³ (~30'000ppm = 3%) – poziom alarmu głównego

Przy czym norma definiuje jakie działanie powinno zostać podjęte:

poziom ostrzeżenia – uruchomienie sygnalizacji ostrzegawczej i wentylacji mechanicznej

poziom alarmu głównego – zatrzymanie pracy układu chłodniczego, odcięcie zasilania, zatrzymanie pracy wentylacji (jeżeli nie jest spełniony pkt. 5.14.2.2 normy).

Norma nie precyzuje jakie to mają być progi ani ile ma ich być natomiast wyraźnie widać kolejne wskazanie w zakresie ochrony maszynowni na 2 poziomach: wartości toksycznych (kilkadziesiąt do kilkaset ppm) umożliwiających podjęcie działań przez obsługę dysponującą aparatami powietrznymi oraz wartości wybuchowych (do 20-25% DGW) sygnalizujących poważną awię i poważne ryzyko w przypadku wejścia/podjęcia działań przez obsługę. Co ważne norma nie wyznacza powyższych wartości jako progów alarmowych detekcji.

9.4. Instalacja

Norma zwraca uwagę na dostęp serwisowy do detektorów co w pomieszczeniach chłodniczych (szczególnie wysokich stanowi spory problem). Tutaj zastosowanie mają nowe generacje detektorów z sensorami wyniesionymi jak np. MSR PolyRange.

Powyższa norma wprowadza wiele cennych wytycznych dla projektowania systemu detekcji w maszynowniach chłodniczych i pozostałych pomieszczeniach i uzupełnia obowiązujące przepisy pozwalając na budowę skutecznego zabezpieczenia.

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 amoniaku.

W przypadku chłodni i maszynowni chłodniczych konieczne jest wzięcie pod uwagę wielu czynników mających wpływ na system detekcji. Należy określić rolę systemu w zależności od rodzaju ochrony (ochrona pracowników, ochrona produktu, ochrona obiektu, zabezpieczenie instalacji z czynnikiem, wpływ niewielkich ilości czynnika na obiekt i urządzenia, wymogi ochrony środowiska, wymogi pożarowe, pomiary w sytuacji awaryjnej). Od tych założeń będą zależały m.in. parametry pomiarowe systemu. W przypadku amoniaku przy ochronie pracowników, produktu oraz monitoringu instalacji będzie nam zależało na wykrywaniu małych ilości gazu w powietrzu (rzędu kilkudziesięciu ppm) tak aby móc w porę zareagować i podjąć działania naprawcze instalacji. Przy ochronie pomieszczenia maszynowni i urządzeń (w przypadku starszych obiektów małe wycieki są częste i likwidowane są dopiero przy przestoju), gdzie pracownicy przebywają tylko okresowo (odpowiednio przeszkoleni i wyposażeni w urządzenia przenośne i środki ochrony – kategoria „c” wg PN-EN 378-1+A1:2021-03) system detekcji o wysokiej czułości powodowałby ciągłe alarmy i nie spełniał swojej funkcji. W takim miejscu raczej sprawdzą się detektory amoniaku o mniejszej czułości (rzędu kilkuset ppm, poniżej 1000ppm). A co jeżeli na maszynowni nastąpi duży wyciek? Czy pracownicy w aparatach powietrznych (strojach ochronnych) mogą jeszcze wejść do obiektu czy atmosfera już stwarza ryzyko wybuchu i należy bezwzględnie ewakuować personel? W takim przypadku należy przewidzieć zainstalowanie detektorów amoniaku na wysokie stężenia rzędu %DGW (Dolnej Granicy Wybuchowości), które pomogą podjąć decyzję kiedy podstawowy system będzie już poza zakresem pomiarowym. Adekwatnie do pkt. 9.3.3. normy PN-EN 378-3+A1:2021-03. W zależności od obiektu konieczne jest określenie dalszych funkcji systemu np. niskie stężenia – ostrzeżenie personelu i włączenie wentylacji, średnie stężenia - odcinanie czynnika chłodniczego i wyłączenie maszynowni, awaria i bardzo wysokie stężenia – odcięcie zasilania i realizacja scenariusza ratowniczego.



(fot.1 W instalacjach o starszej konstrukcji drobne wycieki są na tyle częste, że monitoring o wysokiej czułości nie będzie skuteczny, a sensory pracujące w takich warunkach szybko utracą swoje właściwości pomiarowe)



Dobór systemu detekcji.

Współczesna technologia urządzeń pomiarowo-detekcyjnych podobnie jak inne dziedziny techniki rozwija się i udostępnia coraz lepsze rozwiązania. W systemie detekcji amoniaku kluczowy jest wybór odpowiedniego rodzaju sensora. Obecnie rynek oferuje 3 główne technologie pomiarowe: elektrochemiczną, półprzewodnikową i katalityczną. Tylko, która będzie właściwa?

Sensor elektrochemiczny amoniaku działa w oparciu o elektrody zanurzone w elektrolicie. Gaz dostający się do elektrolitu powoduje powstanie potencjału elektrycznego na elektrodach. Sensory tego typu wykorzystywane są do pomiaru niskich stężeń gazów (rzędu ppm) chociaż występują wersje o dość szerokim zakresie. Niektóre sensory tego typu mogą pracować w bardzo niskich temperaturach. Sensory charakteryzują się dużą stabilnością i wysoką selektywnością (ograniczeniem reakcji na inne gazy niż mierzone), niestety przekraczanie zakresu pomiarowego lub temperaturowego powoduje bardzo szybkie zużycie tych sensorów.

Sensor półprzewodnikowy dokonuje pomiaru dzięki materiałowi, który zmienia rezystancję kiedy zetknie się z gazem. Materiałem jest zwykle dwutlenek cyny SnO_2 . Sensor używany jest w badaniu niektórych gazów toksycznych w stężeniach rzędu wielu setek i tysięcy ppm oraz w badaniu gazów wybuchowych w stężeniach rzędu %DGW. Sensor tego typu nie nadaje się do pomiarów niskich wartości rzędu NDS, NDSCh i charakteryzuje się dużo wyższym błędem pomiarowym niż elektrochemiczny. Duży wpływ na pomiar mają zmiany wilgotności i temperatury co w połączeniu z niską selektywnością (reaguje na inne gazy) oraz zatrutowaniu w kontakcie z niektórymi substancjami eliminuje go w większości zastosowań w chłodnictwie. Z kolei na plus można zaliczyć relatywnie niską cenę.

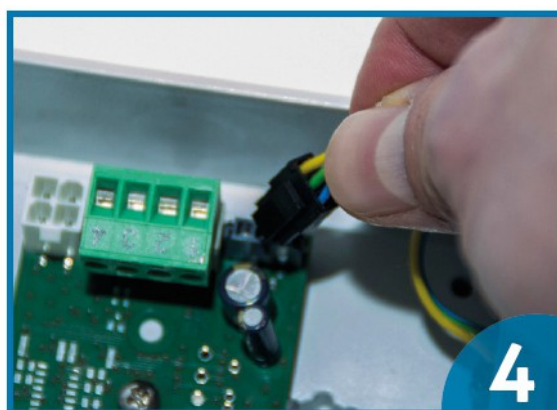
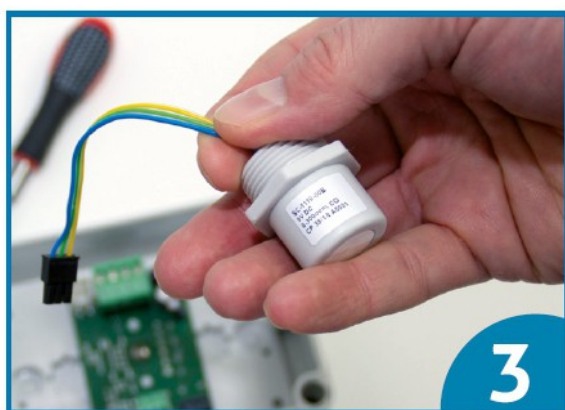
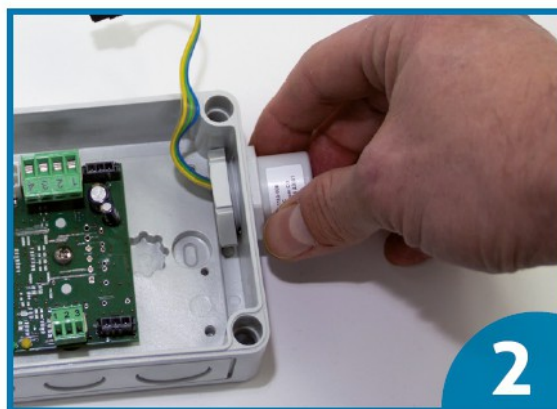
Innym rozwiązaniem służącym do pomiarów gazów wybuchowych w zakresie %DGW jest **sensor katalityczny**, który reaguje w oparciu o reakcję utleniania gazu palnego przy wykorzystaniu katalizatora co powoduje powstanie ciepła i zmianę przewodności. Sygnał ten jest zestawiany z sygnałem sensora kontrolnego pozbawionego katalizatora co eliminuje problem zmian temperatury. Jednocześnie sensor katalityczny jest stabilny i bardziej selektywny. Do wad należy zaliczyć nieco wyższy koszt i krótszy okres eksploatacji.

Przy instalacji amoniakalnej zastosowanie będą miały głównie sensory elektrochemiczne (w niskich i średnich stężeniach - ppm) oraz sensory katalityczne (w wysokich stężeniach - %DGW). Sensory półprzewodnikowe mogą sprawdzać się tylko w niektórych ograniczonych przypadkach i lepszym rozwiązaniem jest jednak bardziej stabilny sensor elektrochemiczny.

Bardzo istotny dla późniejszej eksploatacji jest wybór czujników amoniaku z **wymiennymi modułami sensorycznymi** co ułatwia serwis i obniża jego koszty.

Typ sensora	Półprzewodnikowy	Elektrochemiczny	Katalityczny
Stężenia amoniaku o niskim zagrożeniu toksycznym <100ppm	-	Odpowiedni	-
Stężenia amoniaku o średnim zagrożeniu toksycznym <1000ppm	-	Odpowiedni	-
Stężenia amoniaku o wysokim zagrożeniu toksycznym <10000ppm	Dopuszczalny w niektórych zastosowaniach	Odpowiedni	-
Stężenia amoniaku o zagrożeniu wybuchowym >10000ppm	-	-	Odpowiedni

(tab.1 Dobór sensorów amoniaku w detekcji na instalacjach chłodniczych.)



(fot.2 Wymiana sensora w detektorze PolyGuard2 dzięki technologii X-Change to tylko kilka ruchów)

Obecnie także sposób komunikacji urządzeń uległ znaczącym zmianom i coraz szerzej stosowane są adresowalne cyfrowe systemy takie jak MSR PolyGuard2 ze standardem transmisji RS485. Rozwiązanie tego typu to mniej okablowania, niskie koszty montażu, niespotykane wcześniej możliwości konfiguracyjno-diagnostyczne oraz bezpieczeństwo przesyłania sygnału do jednostki centralnej, a co za tym idzie sterowania urządzeniami wykonawczymi (wentylatorami, sygnalizacją, sprężarkami). Współczesne zautomatyzowane zakłady mogą dzięki wyjściu RS485 włączyć system detekcji do systemu zarządzania obiektem BMS (Building Management System). Standardem stały się także protokoły ModBus RTU lub BACnet (Building Automation and Control Networks).

Tam gdzie została wyznaczona strefa zagrożenia wybuchem należy wybrać urządzenia w odpowiedniej kategorii (np. amoniak IIA) takie jak detektory w wykonaniu przeciwwybuchowym typu MSR PolyXeta2.



(fot.3 Cyfrowy detektor serii PolyXeta2 z wymiennym modulem sensorycznym to jedno z niewielu urządzeń na świecie mogących pracować w strefie 1. Dostępny także w wersji ze zmiennokolorowym wyświetlaczem.)

W niewielkich instalacjach gdzie wystarcza lokalna informacja lepiej sprawdzają się detektory samodzielne (nie wymagające centrali) co jest znacznie tańsze, prostsze w instalacji i utrzymaniu, a przez to dużo wygodniejsze. Detektory MSC można włączyć także do większego systemu.



(fot.4 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.

Przy projektowaniu obiektu pamiętajmy nie tylko o dobraniu zabezpieczeń, ale także o wyborze bezpiecznego systemu. Projektując lub instalując system nie ma możliwości sprawdzenia czy jego konstrukcja jest bezpieczna, a opieranie się wyłącznie na deklaracji producenta niesie za sobą ryzyko. W przemyśle od dawna stosowana jest skala określająca poziom nienaruszalności bezpieczeństwa SIL (Safety Integrity Level). Dla obiektów maszynowni i chłodni polecany jest poziom **SIL2** gwarantujący bezpieczeństwo zarówno urządzeń jak i zastosowanego oprogramowania.



Parametry pomiarowe.

Parametry systemu, a w szczególności **właściwości pomiarowe określa projektant**. Zakres pomiarowy należy tu dobrać odpowiednio do danego zastosowania. Progi alarmowe powinny być ustawione na odpowiednich poziomach, aby stężenie gazu nie osiągało wartości mogących stanowić zagrożenie. Zaczniemy od pomieszczenia, w którym przebywają ludzie.

Substancja	NDS	NDSch	NDSP
Amoniak (nr CAS 7664-41-7)	14 mg/m ³ ≈ 20ppm	28 mg/m ³ ≈ 40ppm	-

(tab.2 Właściwości amoniaku.)

Przytoczone przepisy wymagają sygnalizacji NDS i NDSC_h. Wiele osób (w tym także projektantów i wykonawców) postrzega powyższe wartości jako tożsame z progami alarmowymi detektorów. Uznają, że wartość 14 mg/m³ (20ppm) to wartość przy której system ma zaalarmować, gdy tylko zostanie przekroczona. Tymczasem wartość podana w przepisach to średnia i może występować przez cały 8-godzinny dzień pracy zgodnie z § 2.1. bez uszczerbku dla zdrowia pracownika. Gdy pracownik będzie przebywał w atmosferze 20mg/m³ przez 4 godziny w ciągu 8-godzinnego dnia pracy to jego wartość średnia będzie wynosiła 10mg/m³, a więc także nie przekroczy NDS. Jednocześnie tak niskie stężenia (w końcu są one bezpieczne dla człowieka) oznaczają, że należy zastosować bardzo czułe urządzenia, co zwiększa możliwość występowania fałszywych alarmów. Zastosowanie detektorów, które alarmowałyby w każdym przypadku osiągnięcia 20ppm amoniaku w wielu miejscach oznaczałoby zbyt częste alarmy skokowo uruchamiające wentylatory. Taki system byłby nieefektywny. Obecnie dostępne są cyfrowe **detektory amoniaku przeliczające średnią ważoną** (AV – average value) i dopiero wtedy uruchamiające alarm podobnie jak to przewidują regulacje prawne. Dzięki temu uruchamianie alarmów nie następuje jak tylko stężenie osiągnie daną wartość, ale jest odpowiednio przeliczane gdy średnia osiągnie odpowiednio wartość NDS lub NDSC_h. Taki rodzaj pomiaru umożliwia ponadto zredukowanie fałszywych alarmów spowodowanych czynnikami zakłócającymi lub chwilowym wzrostem wartości gazu (szczególnie w pomieszczeniach, w których się tego spodziewamy np. ze starszą instalacją). W takim przypadku wspólnie z projektantem instalacji należy rozważyć cel zastosowania systemu np. czy ma to być sygnalizacja i uruchamianie wentylacji w pomieszczeniach gdzie pracownicy przebywają większość czasu (wtedy niskie stężenia są wymagane), czy raczej system ostrzegawczy np. na poddaszach technologicznych z ograniczonym dostępem (wtedy warto rozważyć wyższe wartości NDSC_h i NDSP lub inne w zależności od aplikacji).

Aby dobrać poziomy alarmowe i reakcję urządzeń wykonawczych odpowiednio warto zwrócić uwagę na oddziaływanie amoniaku na organizm ludzki i wartości rzędu 35ppm, 50ppm i 100ppm mając na uwadze dodatkowo wartości NDS i NDSC_h. W starszych systemach do dyspozycji były jedynie 2 progi alarmowe co znacznie ograniczało możliwości systemu i wymuszało nieefektywne rozwiązania. Obecnie najnowsze systemy oferują już zarówno **pomiar** który możemy na bieżąco śledzić, jak i **4 progi alarmowe** do wykorzystania.

Wpływ na organizm ludzki	Stężenie [ppm]	Dopuszczalny czas przebywania
Charakterystyczny zapach wyczuwalny przez większość ludzi	25 (próg wykrywalności)	Nieograniczony
Dosyć silny zapach wyczuwalny przez każdego człowieka	35	8 godzin dziennie (maksymalne dopuszczalne stężenie trwałe)
Zapach bardzo wyraźnie wyczuwalny	50	Według niezbędnych potrzeb
Ostry nieprzyjemny zapach, przy krótkotrwałym wdychaniu bez szkodliwego wpływu na organizm ludzi zdrowych	100	Opuścić pomieszczenie niezwłocznie
Podrażnienie śluzówki oczu, nosa i dróg oddechowych	400–700 (próg zagrożenia)	Godzina przebywania przeważnie nie powoduje poważnych następstw
Napad kaszlu, uczucie zatykania oddechu, silne podrażnienie śluzówki nosa, oczu i dróg oddechowych	1000–1700	Półgodzinne przebywanie może prowadzić do groźnych następstw
Silny kaszel, skurcze gardła, silne uczucie zatykania oddechu wraz ze żrącym podrażnieniem śluzówki nosa, oczu i dróg oddechowych	2000–5000	W ciągu 1/2 godziny może nastąpić śmierć przez uduszenie
Silne uczucie porażenia nerwowego i duszenia	>5000	Śmierć następuje w ciągu kilku minut

(tab.3 Wpływ amoniaku na organizm ludzki. Źródło: Wikipedia)

Biorąc te dane pod uwagę przykładowy wybór progów alarmowych detektorów amoniaku w pomieszczeniach gdzie stale przebywają ludzie (np. hala produkcyjna czy pakownia) kształtuje się następująco:

Poziom gazu	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Reakcja urządzeń wykonawczych
20ppm	(średnia ważona AV)	PRÓG 1	brak alarmu	załączenie wentylacji bytowej na I biegu
40ppm	(średnia ważona AV)	PRÓG 2	brak alarmu	załączenie wentylacji bytowej na II biegu
50ppm	(średnia ważona AV)	PRÓG 3	alarm optyczny	opuszczenie stanowisk przez pracowników
100ppm	(wartość bieżąca CV – current value)	PRÓG 4	alarm akustyczny	odcięcie dopływu czynnika, zatrzymanie pracy maszynowni
Zakres detektora: 0-300ppm, sensor elektrochemiczny, budowa zwykła (typ PolyGard2).				

(tab.4 Przykładowe progi alarmowe detektorów poziomu toksycznego amoniaku dla pomieszczeń, w których przebywają ludzie lub pomieszczeń o wysokiej klasie szczelności amoniakalnej instalacji chłodniczej)

Są jednak pomieszczenia, które z racji swojego przeznaczenia, procesu technologicznego lub zastosowanej aparatury są narażone na częste przekroczenia wartości, a pracownicy przebywają w nich tylko w określonych momentach i mogą być z powodzeniem wyposażeni w przenośne mierniki gazów. Najczęściej są to maszynownie i pomieszczenia wyposażone w starszą aparaturę. Należy w takich przypadkach określić dokładnie cel systemu detekcji bowiem detektor ustawiony na niskie stężenia będzie powodował zbyt częste alarmy i w konsekwencji nie będzie przydatny. Dodatkowo czuły detektor pracujący w ciągłej obecności amoniaku będzie się zużywał w bardzo szybkim tempie (nawet kilku dni przy znacznych przekroczeniach). Oczywiście w niektórych instalacjach gdzie wymagają tego przepisy i gdzie nawet najmniejszy wyciek stanowi zagrożenie dla ludzi lub magazynowanego produktu należy zastosować taki czuły system. Pozostałe pomieszczenia normalnie eksploatowane lepiej jednak monitorować w zakresie wyższych stężeń, które mogą wskazywać na awarię np. wyciek z instalacji jednocześnie zwracając uwagę, że wartości toksycznych powyżej 1000ppm nie ma już sensu mierzyć i sygnalizować ponieważ oznacza to poważną awarię i duże zagrożenie dla ludzi. Pamiętajmy przy tym, że w różnych momentach eksploatacji pomieszczenia mogą w nim się znaleźć ludzie bez sprzętu ochronnego i warto najniższy próg ustawić na poziomie, który daje im możliwość opuszczenia pomieszczenia bez narażenia zdrowia. Istotne jest to, że w przypadku wycieku o takim stopniu należy brać pod uwagę, że do czasu usunięcia awarii stężenie może się jeszcze zwiększać i należy zachować ostrożność przy prowadzeniu prac naprawczych stosując ubrania ochronne, aparaty powietrzne i

osobiste urządzenia przenośne detekcji gazów. Poniżej przykładowe wartości progów alarmowych dla pomieszczeń maszynowni:

Poziom gazu	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Reakcja urządzeń wykonawczych
100ppm	(średnia ważona AV)	PRÓG 1	alarm optyczny maszynowni	opuszczenie pomieszczeń przez pracowników bez środków ochrony; załączenie wentylacji mechanicznej; przesłanie informacji do BMS obiektu o wycieku
250ppm	(wartość bieżąca CV)	PRÓG 2		
500ppm	(wartość bieżąca CV)	PRÓG 3	alarm akustyczny maszynowni	wyłączenie pracy maszynowni, odcięcie dopływu czynnika
1000ppm	(wartość bieżąca CV)	PRÓG 4		przesłanie informacji do BMS obiektu o przekroczeniu zakresu toksycznego
Zakres detektora: 0-1000ppm, sensor elektrochemiczny, budowa zwykła (typ PolyGard2) lub przeciwwybuchowa (typ: PolyXeta2) zależnie od typu pomieszczenia.				

(tab.5 Przykładowe progi alarmowe detektorów poziomu toksycznego amoniaku dla pomieszczeń maszynowni)

Pamiętajmy, że **wyższy zakres detektora oznacza mniejszą dokładność**. Wykrywanie 20ppm detektorem amoniaku o zakresie 0-1000ppm nie jest dobrym rozwiązaniem.

Ostatnim elementem w maszynowniach może być detekcja na poziomie %DGW określająca czy wykonywanie prac naprawczych/ratowniczych jest jeszcze bezpieczne czy nie ma zagrożenia wybuchowego. Instalacja takich detektorów jest uzależniona m.in. od określenia czy ilość amoniaku w instalacji jest w stanie, w danym pomieszczeniu, taką atmosferę wytworzyć. Alarmy w takim przypadku powinny być ustawione w zakresie 10-40%DGW jednak wtedy liczy się głównie pomiar widoczny na wyświetlaczu dzięki któremu obsługa wie co się dzieje i jak rośnie lub spada stężenie.

Poziom gazu	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Reakcja urządzeń wykonawczych
10%DGW	(wartość bieżąca CV)	PRÓG 1	alarm optyczny maszynowni	załączenie wentylacji mechanicznej (w przypadku wentylacji załączanych przy poziomach toksycznych – kontrola załączenia); przesłanie alarmu 1 poziomu do BMS
20%DGW	(wartość bieżąca CV)	PRÓG 2	alarm akustyczny maszynowni	wyłączenie pracy wentylacji jeżeli nie jest przeznaczona do pracy w strefie zagrożenia wybuchem; zatrzymanie pracy maszynowni; wyłączenie zasilania maszynowni; przesłanie alarmu 2 poziomu do BMS
30%DGW	(wartość bieżąca CV)	PRÓG 3	alarm optyczny obiektu	przesłanie alarmu 3 poziomu do BMS
40%DGW	(wartość bieżąca CV)	PRÓG 4	alarm akustyczny obiektu	całkowite zaprzestanie czynności naprawczych/ratowniczych (wg procedury zakładu); przesłanie alarmu 4 poziomu do BMS; OPCJA: wyłączenie zasilania rezerwowego systemu detekcji jeżeli urządzenia w strefie zagrożonej wykonaniu przeciwwybuchowym
Zakres detektora: 0-100% DGW, sensor katalityczny, budowa przeciwwybuchowa (typ: PolyXeta2).				

(tab.6 Przykładowe progi alarmowe detektorów poziomu wybuchowego amoniaku dla pomieszczeń maszynowni uwzględniając zalecenia normy PN-EN 378-3+A1:2021-03.)

Trzeba zwrócić uwagę na istotny aspekt odcinania zasilania maszynowni. Po odcięciu zasilania przy progu 20% DGW obsługa powinna nadal mieć możliwość podglądu pomiaru amoniaku mogącego mieć znaczenie dla prowadzenia akcji ratowniczej. W tym celu system powinien być wyposażony w zasilanie rezerwowe, a detektory zlokalizowane w maszynowni powinny być w wykonaniu przeciwwybuchowym (nawet jeżeli nie przewidziano strefy zagrożenia wybuchem). Jeżeli jednak urządzenia systemu detekcji amoniaku w pomieszczeniu maszynowni są w wykonaniu zwykłym (np. detektory stężeń toksycznych) to system detekcji powinien odciąć ich zasilanie przy poziomie 40% DGW (odcięcie zasilania rezerwowego systemu). Ta opcja jednakże powoduje, że obsługa traci możliwość monitorowania stężenia amoniaku pow. 40% DGW, a zalecane jest monitorowanie w całym zakresie pomiarowym 0-100% DGW.



(fot.5 Na zdjęciu centrala cyfrowa PolyGard2 z podglądem detektora. Ważną funkcją w tej centrali jest możliwość podglądu wartości bieżącej (C) – po prawej, oraz wartości średniej (A) – po lewej. Funkcja konieczna 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.

Wybór odpowiednich miejsc na montaż detektorów amoniaku jest podstawą każdej instalacji jeżeli ma ona działać prawidłowo i odpowiednio zabezpieczyć obiekt. Niestety nie ma tutaj złotego środka ani narzuconego prawnie rozwiązania więc kluczowe staje się doświadczenie i wiedza projektanta, które mogą uchronić użytkownika przed błędami w instalacji i co za tym idzie obniżeniem poziomu bezpieczeństwa. **Nieprawidłowy wybór miejsca instalacji to najczęstszy i najgroźniejszy z błędów** jakie mogą się pojawić. Nieodpowiednio umieszczony [detektor amoniaku](#) nie ochroni obiektu.

Amoniak jest gazem lżejszym od powietrza co powoduje, że detektory umieszcza się w najwyższych punktach pomieszczeń, ale z uwzględnieniem „martwych stref”, elementów większych niż 30cm (podpór, podciągów itd.), które mogą dzielić górne części pomieszczenia na strefy. Warto pamiętać, że kiedy chronimy pracowników przy niskich stężeniach może być zasadne dodatkowe montowanie czujników na wysokości głowy człowieka (drugiego poziomu detekcji).



(fot.6 Nawet najlepszy detektor z oblodzonym wlotem nie spełni swojej roli. Należy przy umieszczeniu urządzeń przewidzieć czy w danym miejscu będzie się tworzyć pokrywa lodowa.)

Umieszczanie detektorów NH₃ w pobliżu wlotów i wylotów wentylacji jest nieprawidłowe gdyż przepływające powietrze zaburza, a czasem uniemożliwia prawidłowy pomiar.



(fot.7 Detektor umieszczony zbyt blisko wlotów i wylotów wentylacji jak na powyższym zdjęciu nie będzie prawidłowo realizował pomiaru.)

Jednym z najczęstszych problemów w pomieszczeniach maszynowni jest **praca detektorów w tle gazowym** czyli przy ciągłej obecności gazu w powietrzu (nawet poniżej progów alarmowych). Gaz obecny w otaczającej detektor atmosferze powoduje dużo szybsze zużycie sensora niż przewidywane przez producenta dla czystego powietrza (czas życia sensora może skrócić się nawet dziesięciokrotnie). Szybkie reakcje naprawcze i odpowiednia budowa układu wentylacji odgrywa kluczową rolę w zabezpieczeniu obiektu i prawidłowej detekcji.

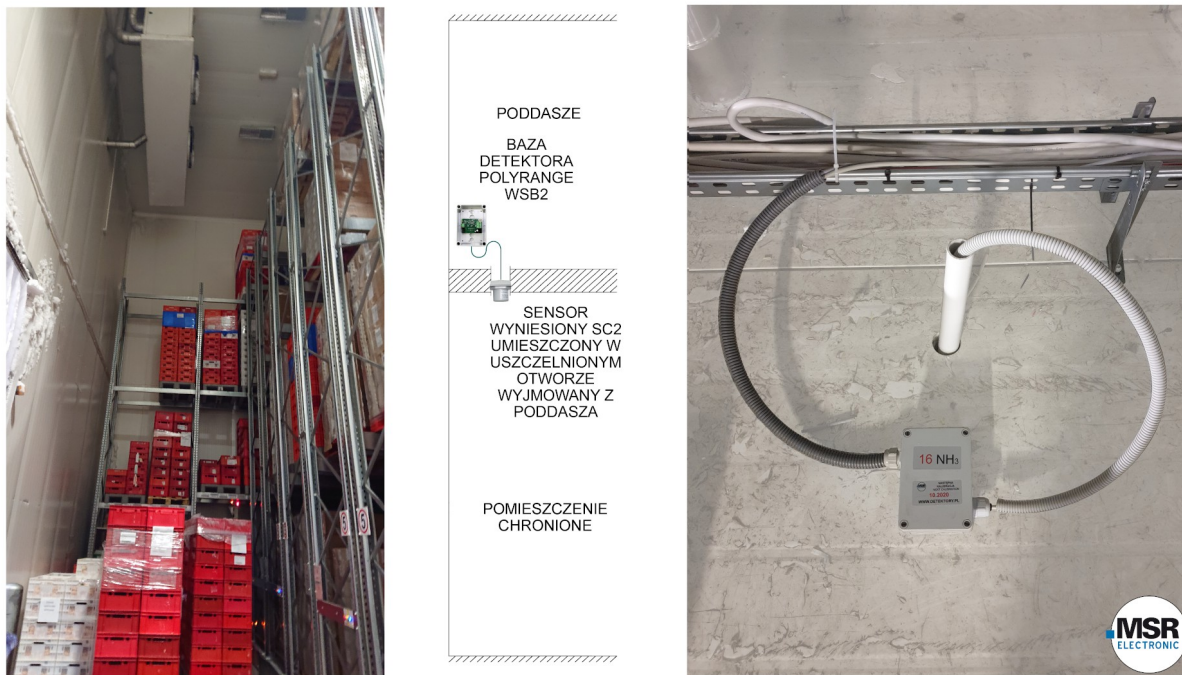
Innym czynnikiem niekorzystnym może być kondensacja pary wodnej kiedy ciepłe powietrze z zewnątrz np. na skutek otwarcia drzwi dostaje się do środka chłodni i para wodna zawarta w nim skrapla się na zimnych powierzchniach urządzeń. Osiadająca w ten sposób woda może blokować wloty lub membrany sensorów powodując utrudnienie lub uniemożliwienie dopływu gazu do sensora, a tym samym brak ochrony. Woda następnie może zamarzać odcinając całkowicie i trwale (do czasu rozmrożenia lub przeglądu) dopływ gazu. W takich przypadkach pomaga stosowanie nasadek zwiększających stopień ochrony do IP66 oraz odpowiednia lokalizacja detektorów, tak aby nie były narażone na wpływające ciepłe powietrze.



(fot.8 Przykład kondensacji pary wodnej na osłonie bryzgoszczelnej detektora w chłodni.)

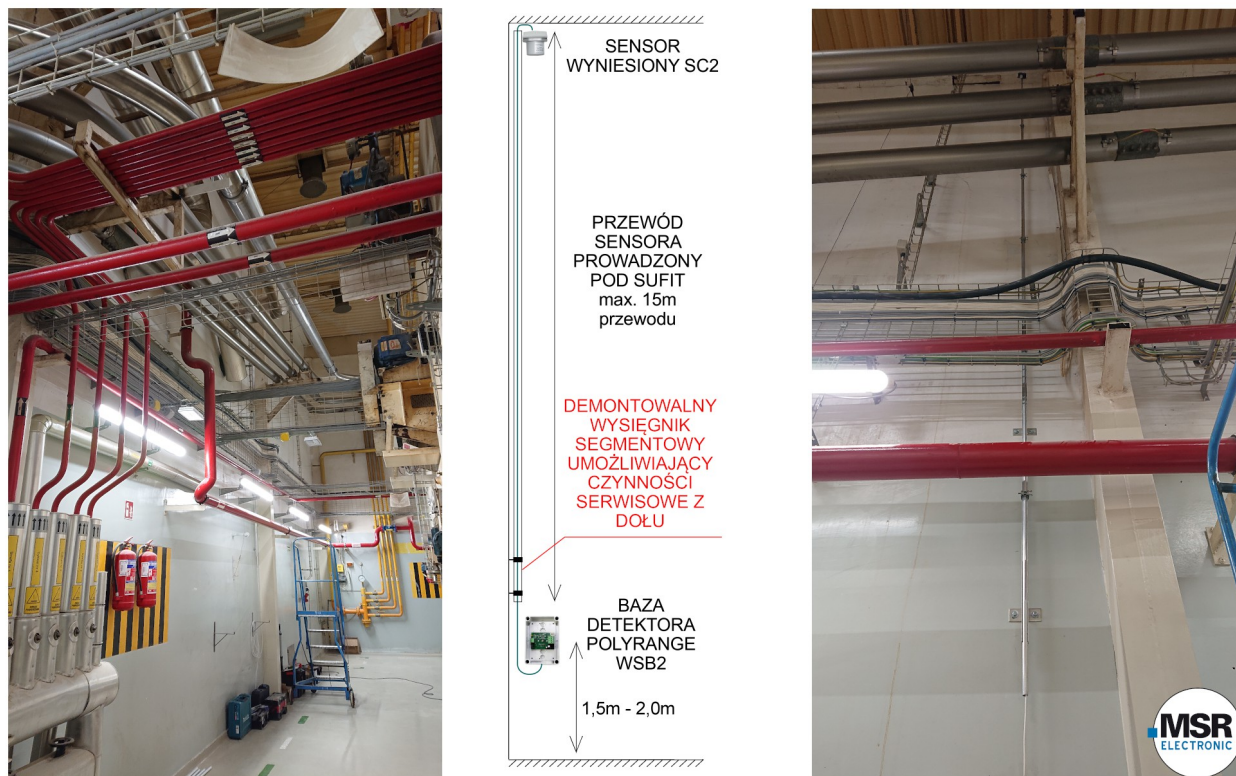
Istotnym elementem każdego systemu detekcji gazów jest późniejsza eksploatacja. Detektory wymagają okresowego serwisu i kalibracji. Podczas budowy umieszczenie detektorów np. na suficie jest łatwe ponieważ dostępny jest podest, a w pomieszczeniu jeszcze nie ma wyposażenia. Jednak potem jak zakład funkcjonuje dostęp do takich miejsc jest szczególnie trudny i kosztowny. W systemie MSR dostępny jest detektor PolyRange umożliwiający umieszczenie sensora w pewnej odległości od płyty detektora. Dzięki temu można sensor umieszczać na demontowalnym wysięgniku w maszynowni lub w otworach sufitu chłodni.

DETEKTOR WYNIESIONY DLA PODDASZY PRODUKCYJNYCH



(rys.1 Przykład zastosowania detektora PolyRange z sensorem wyniesionym do zabezpieczenia wysokiej chłodni od strony poddasza. Tym samym nie wymagane jest stosowanie podestu ruchomego.)

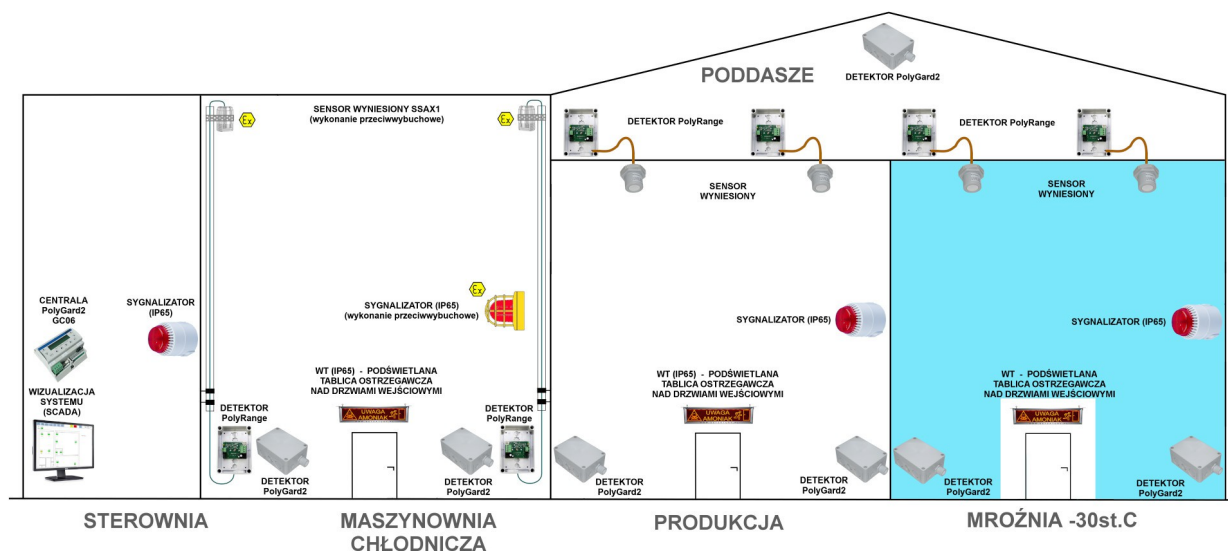
DETEKTOR WYNIESIONY DLA POMIESZCZEŃ WYSOKICH Z DEMONTOWALNYM WYSIĘGNIKIEM



(rys.2 Przykład zastosowania detektora PolyRange z sensorem wyniesionym do zabezpieczenia wysokiego pomieszczenia za pomocą demontowalnego wysięgnika. Widoczna ilość różnych instalacji praktycznie uniemożliwia dostęp do sufitu jakąkolwiek techniką. Wysięgnik może być demontowany z dołu dzięki czemu serwis jest możliwy z poziomu podłoża.)

Poniżej znajduje się przykładowe rozmieszczenie detektorów amoniaku z uwzględnieniem detektorów PolyRange umożliwiających dostęp do sensorów z poziomu poruszania się pracowników.

PRZYKŁADOWE ROZMIESZCZENIA SYSTEMU DETEKCJI AMONIAKU DLA CHŁODNI I MASZYNOWNI



(rys.3 Przykładowa lokalizacja detektorów w zakładzie z instalacją amoniakalną)

Niemniej ważne jest rozmieszczenie detektorów w poziomie. W zależności od rodzaju detekcji (oddziaływanie toksyczne – niskie stężenia w ppm, ryzyko wybuchu – wysokie stężenia w %DGW) różne będzie podejście do lokalizacji urządzenia pomiarowego. W przypadku pomieszczeń gdzie przebywają ludzie i badamy niskie stężenia toksyczne (pionowe umieszczenie detektorów na wysokości głowy człowieka ok. 150-180cm od podłoża) detektory będą rozmieszczane w pobliżu instalacji amoniaku z uwzględnieniem miejsc przebywania ludzi. Dla detektorów chroniących pomieszczenie lub produkt pod kątem niewielkiego wycieku (niskie stężenia w ppm; detektory przy suficie) rozmieszczenie detektorów będzie uwzględniało lokalizację instalacji lub urządzeń, ukształtowanie sufitu – najwyższe miejsca oraz obszar ochrony. Podobnie przy badaniu stężeń w zakresie wybuchowym (wysokie stężenia w % DGW, detektory umieszczone przy suficie) rozmieszczenie także będzie uwzględniało lokalizację instalacji lub urządzeń, ukształtowanie sufitu – najwyższe miejsca oraz obszar ochrony. W literaturze można napotkać na określenie „promienia zasięgu” detektora. Oczywiście jest to pewien skrót myślowy ponieważ typowy detektor dyfuzyjny nie ma wpływu na migrację gazu od miejsca wycieku do lokalizacji detektora. Projektujący musi przewidzieć możliwe scenariusze dla poszczególnych miejsc wycieku z uwzględnieniem prawdopodobnego przemieszczania się gazu i jego gromadzenia. W przypadku detektorów umieszczanych pod sufitem będą to miejsca najwyższe ze względu na to, że amoniak unosi się ku górze. Przy ochronie ludzi znaczenie ma stężenie, które jest obecne tam gdzie oni przebywają. Tym samym często liczba detektorów przewidzianych dla ochrony ludzi jest większa ponieważ na środku obiektu z reguły nie ma miejsc umożliwiających zamontowanie detektorów i trzeba wykorzystywać lokalizację na ścianach lub przy maszynach (tu uwaga na możliwe wibracje). Często przyjmuje się, że maksymalna odległość detektora od potencjalnego źródła dla niezakłóconej dyfuzji (przepływu gazu) nie powinna przekraczać ok. 8-10m. Każda napotkana przeszkoda, a w szczególności przepływy powietrza wywołane wentylacją lub konwekcją skutecznie redukują tą odległość. W środowisku przemysłowym zaleca się zmniejszenie tej odległości do 6m (optymalna maksymalna odległość dla detektorów amoniaku), a w przypadku niskich stężeń i konieczności szybkiego wykrycia gazu (np. o wysokiej toksyczności) nawet do 3-4m. W przypadku instalacji chłodniczych zgodnie z PN-EN 378-1+A1:2021-03 należy wziąć pod uwagę kategorię dostępu (a, b lub c) co ma znaczenie ze względu na obecność osób (stała, sporadyczna) oraz ich przygotowanie (osoby przypadkowe czy wykwalifikowani pracownicy ze znajomością procedur). Im łatwiejszy dostęp do pomieszczenia chronionego (np. obszar produkcji) tym wyższa ochrona powinna być zapewniona (szybsze wykrycie gazu na odpowiednio niskim

poziomie) co oznacza większe „zagęszczenie” detektorów (przykładowo o „promieniu 6m”). Z kolei w pomieszczeniach technicznych gdzie sporadycznie poruszają się technicy wyposażeni w przenośne detektory „promień” może być większy i obejmować np. 10m, a detektory rozmieszczone głównie przy urządzeniach.

W niektórych przypadkach znaczenie może mieć kierunek dyspersji gazu szczególnie jeżeli przewidujemy możliwe znaczne rozszczelnienie, a nawet temperatura czynnika mogąca wpływać na pierwszą fazę przemieszczania się gazu w pionie.

Tym samym projektujący powinien dysponować odpowiednim doświadczeniem w takich instalacjach oraz wziąć pod uwagę różne możliwe czynniki wpływające na przemieszczanie się gazu.



Sygnalizacja.

Częstym problemem rozbudowanych zakładów jest duża ilość sygnalizatorów. Jakiś czas temu wystarczało rozróżnienie koloru sygnalizatora i wiadomo było co alarm oznacza. Niestety obecnie każda maszyna ma jakąś sygnalizację, a liczba różnych systemów jest tak duża, że pracownik ma problem z określeniem co dany sygnalizator oznacza i co trzeba zrobić gdy zadziała. Stąd doskonałym rozwiązaniem do każdej aplikacji (także systemu detekcji w chłodnictwie są **podświetlane tablice ostrzegawcze z napisem i piktogramem** typu WT dostępne w różnych kolorach. Oczywiście lampę można wyposażyć także w sygnalizację akustyczną. Dzięki temu przy alarmie pojawia się jasna i czytelna informacja np. UWAGA AMONIAK lub STOP AMONIAK. Tablice najczęściej wieszane są przed wejściem do zagrożonych pomieszczeń.

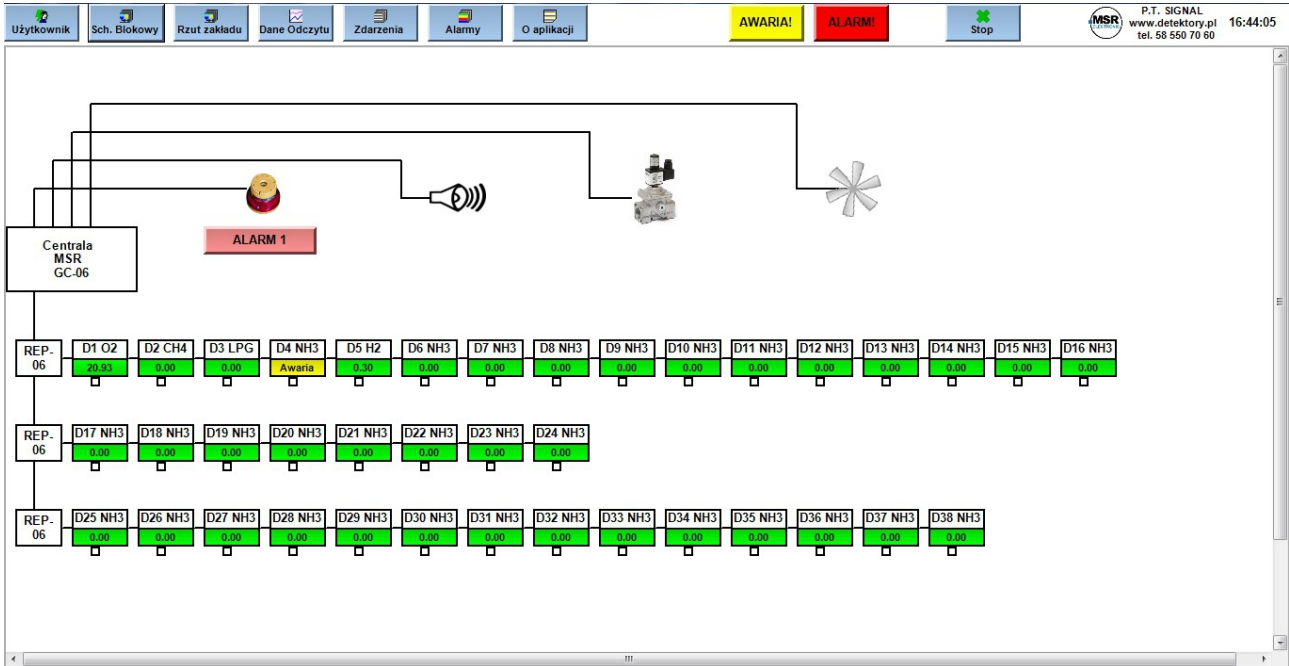


(fot.9 Przykładowa tablica ostrzegawcza typu WT używana w obiektach z instalacją chłodniczą zasilaną R717)

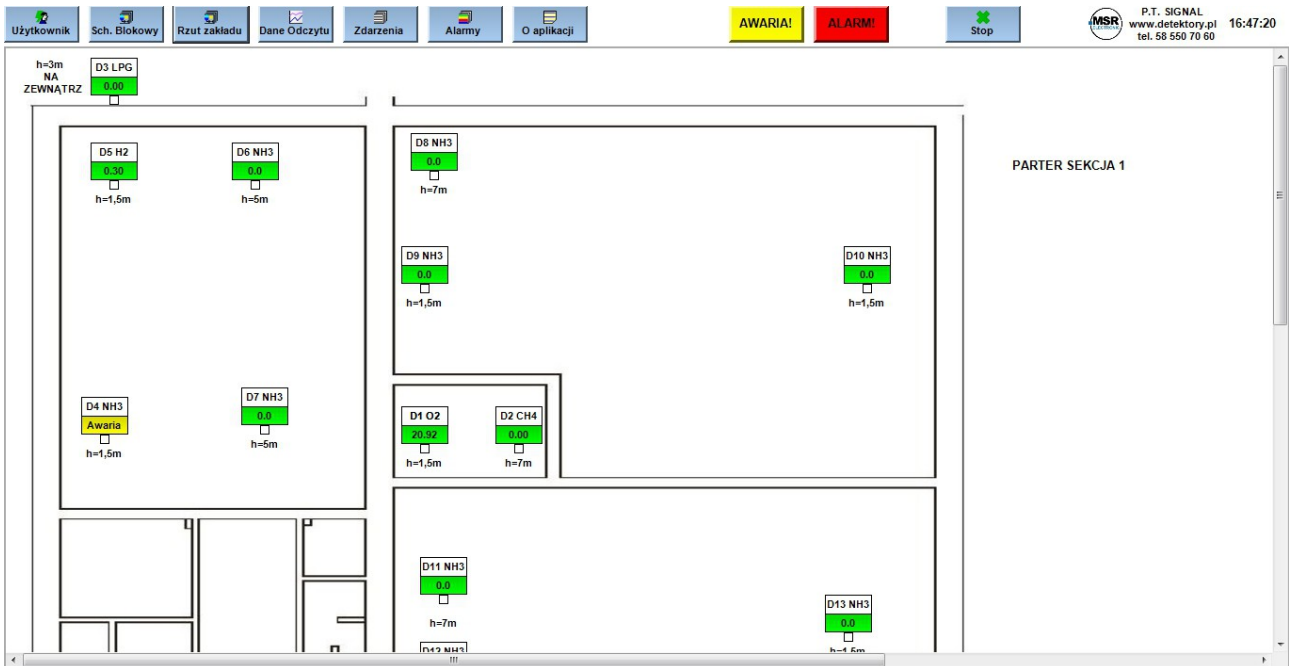


Wizualizacja.

Systemy cyfrowe MSR PolyGard2 umożliwiają podłączenie do istniejącej lub zamówienie dedykowanej wizualizacji. Dzięki oprogramowaniu SCADA użytkownik ma możliwość podglądu systemu i jego parametrów na ekranie monitora np. w pomieszczeniu operatora lub w ochronie. Powszechny dostęp do internetu umożliwia pracownikom (np. konserwatorom, operatorom czy kierownikom) bieżący podgląd np. przez smartfon lub tablet gdziekolwiek się znajdują.



(fot.10 Przykładowa wizualizacja systemu detekcji gazów MSR PolyGard2 - schemat blokowy)



(fot.11 Przykładowa wizualizacja systemu detekcji gazów MSR PolyGard2 - rzut części zakładu)



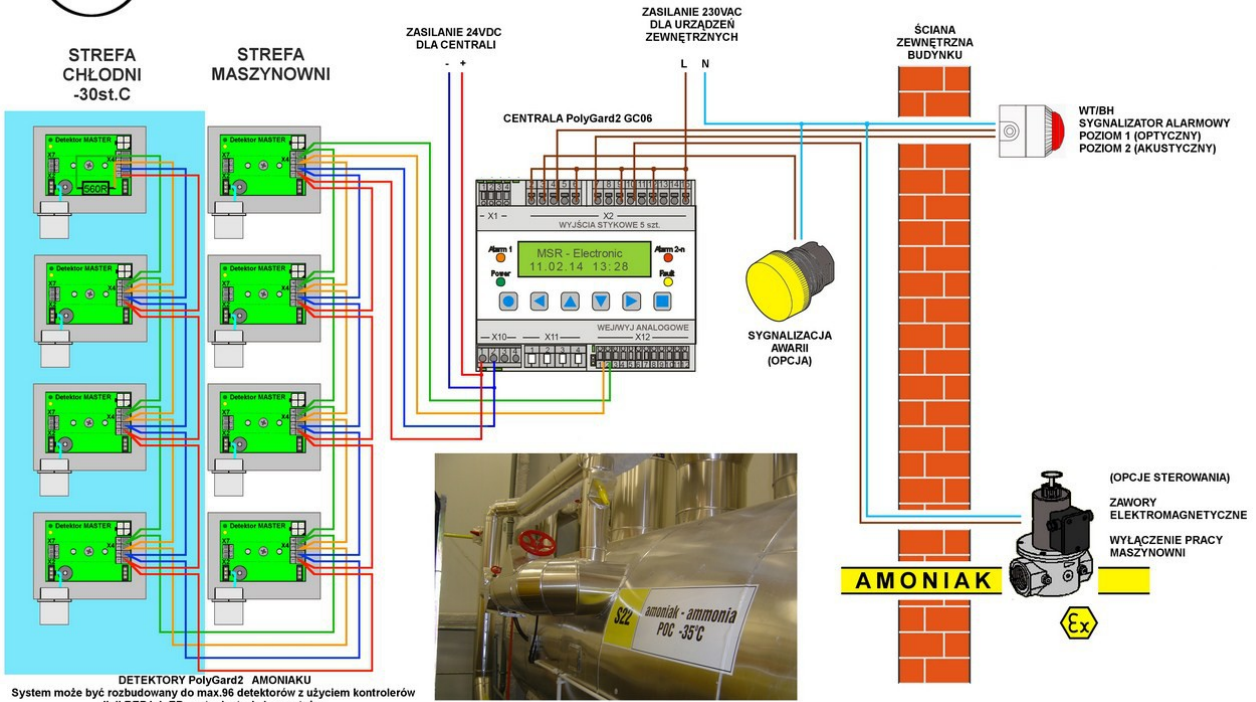
Typowe schematy systemów detekcji amoniaku.

Schematy w formatach .dwg (CAD) dostępne do pobrania na www.detektory.pl

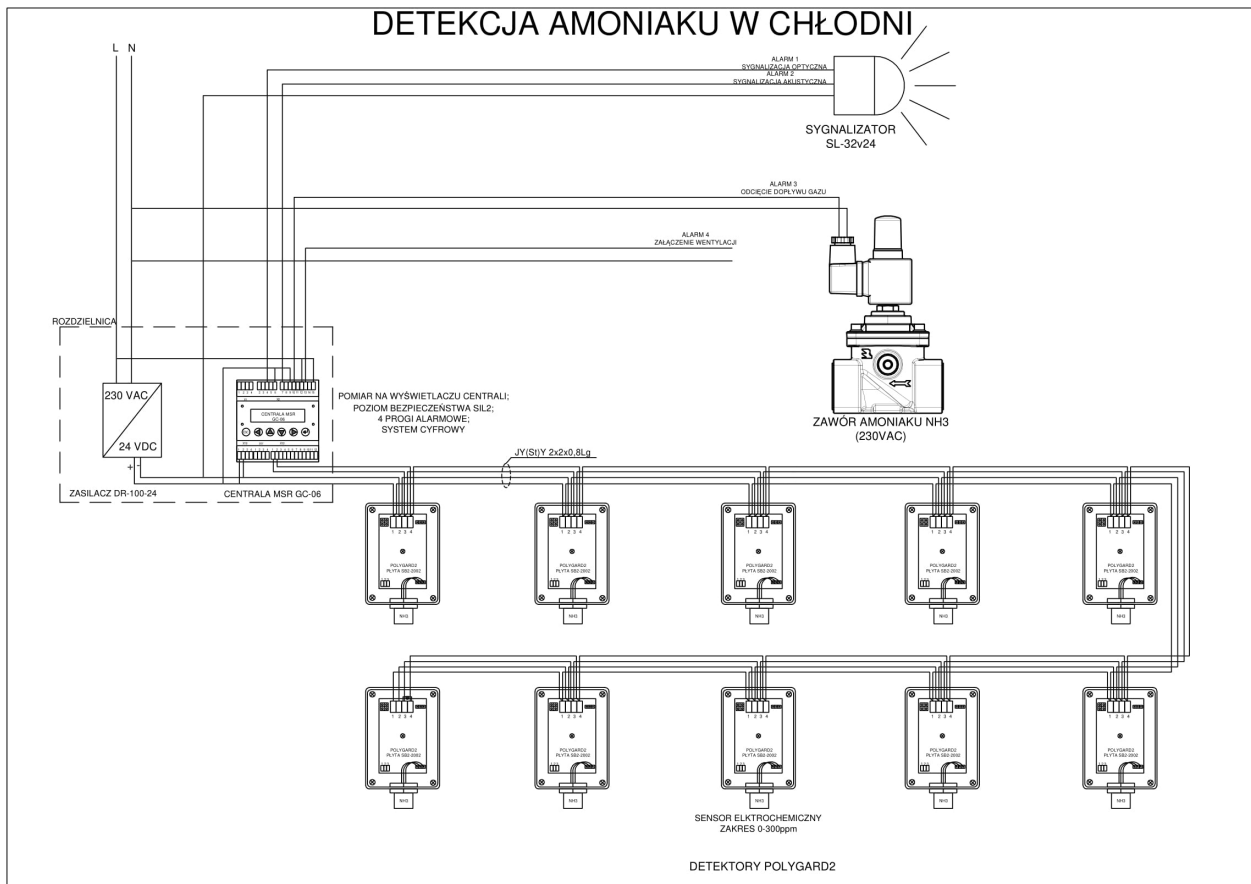


MSR PolyGard 2
www.detektory.pl

SCHEMAT SYSTEMU DETEKCJI DLA CHŁODNI ORAZ MASZYNOWNI AMONIAKALNEJ



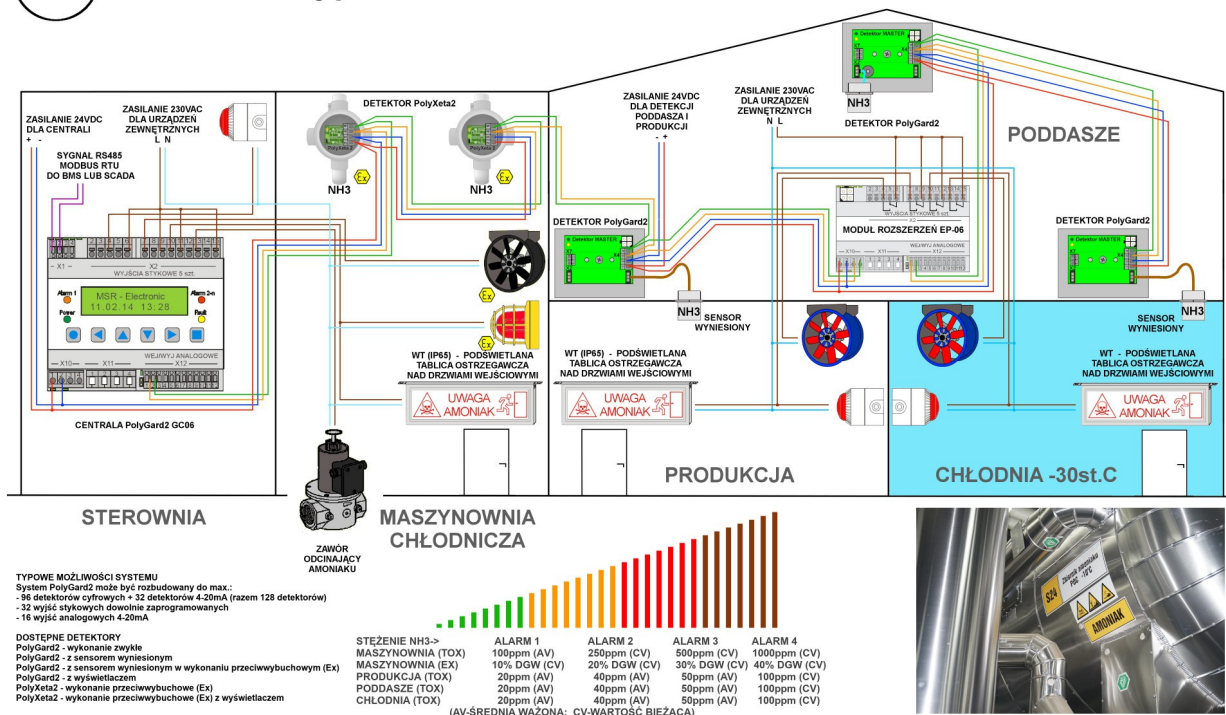
DETEKCJA AMONIAKU W CHŁODNI





MSR PolyGard 2
www.detektory.pl

**SCHEMAT SYSTEMU DETEKCJI GAZÓW DLA
CHŁODNI AMONIAKALNYCH I MASZYNOWNI**



Instalacja systemów detekcji gazów.

Kiedy dysponujemy projektem wykonanym przez kompetentnego projektanta to montaż systemu detekcji gazów właściwie obejmuje tylko czynności instalacyjne. Warto zwrócić jednak uwagę, że jest to system ochronny co oznacza szczególną dokładność wykonania instalacji. Do montażu systemu nie są konieczne specjalne uprawnienia poza wymaganymi przepisami (*Prawo Energetyczne*) uprawnieniami energetycznymi (elektrycznymi) gr.1. W przypadku urządzeń w wykonaniu przeciwybuchowym konieczna jest odpowiednia kategoria uprawnień.



Pierwsze uruchomienie systemu detekcji.

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 poz. 719)

"Rozdz. 1 par.3. pkt.1. Urządzenia przeciwpożarowe w obiekcie powinny być wykonane zgodnie z projektem uzgodnionym przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, a warunkiem dopuszczenia ich do użytkowania jest przeprowadzenie odpowiednio dla danego urządzenia prób i badań, potwierdzających prawidłowość ich działania".

Urządzenia bezpieczeństwa z racji pełnionej funkcji powinny zostać uruchomione i przetestowane zanim obiekt rozpocznie pracę. Osoba dokonująca czynności rozruchowych oprócz wymaganych przez ustawę *Prawo Energetyczne* uprawnień powinna także mieć spore doświadczenie w tego typu instalacjach aby ostatecznie wykluczyć możliwe nieprawidłowości w doborze lub montażu. Testy należy wykonać stosując gazy wzorcowe i potwierdzić odpowiednim protokołem.



Przeglądy i konserwacja.

Instalacje ochrony przeciwpożarowej i co za tym idzie systemy zabezpieczające przed wybuchem należy okresowo kontrolować i konserwować.

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. z 2010 poz.719)

§3.2. Urządzenia przeciwpożarowe oraz gaśnice przenośne i przewoźne, zwane dalej "gaśnicami", powinny być poddawane przeglądom technicznym i czynnościom konserwacyjnym, zgodnie z zasadami i w sposób określony w Polskich Normach dotyczących urządzeń przeciwpożarowych i gaśnic, w dokumentacji techniczno-ruchowej oraz w instrukcjach obsługi, opracowanych przez ich producentów.

3. Przeglądy techniczne i czynności konserwacyjne powinny być przeprowadzone w okresach ustalonych przez producenta nie rzadziej jednak, niż raz w roku".

W/w regulacja nie narzuca konkretnych terminów wykonywania kontroli wymagając od użytkowników aby stosowali się do **terminów przewidzianych w instrukcjach obsługi**. Z uwagi m.in. na różne urządzenia i rozwiązania techniczne ustawodawca nie jest w stanie narzucić takiego terminu jednak dla bezpieczeństwa zapisano maksymalny okres 1 roczny między kontrolami w przypadku kiedy producent (lub wprowadzający na rynek w przypadku urządzeń zagranicznych) podaje dłuższy okres lub nie podaje go wcale. Dla systemów detekcji gazów producenci określili czasokres wynoszący 3 miesiące dla kontroli okresowej oraz różne terminy dla kalibracji urządzeń w zależności od wybranej technologii pomiarowej.

Jednocześnie warto pamiętać, że takie przepisy umożliwiają odpowiednim organom podczas kontroli, a także ubezpieczycielom przy zawieraniu umów lub po zaistnieniu wypadku uprawnienie do żądania aktualnych dokumentów okresowych kontroli potwierdzających stan techniczny instalacji. Brak tych dokumentów szczególnie przy wypadku może mieć poważne konsekwencje dla osób odpowiedzialnych za bezpieczeństwo i właścicieli obiektu.



Ochrona pracowników.

Na koniec warto wspomnieć o ochronie osobistej pracowników i operatorów pomieszczenia maszynowni i chłodni. Instalacje amoniaku często są rozległe i ulokowane w miejscach rzadko odwiedzanych przez innych pracowników (np. na poddaszach technologicznych). Wypadek w takim miejscu może pozostać niezauważony i dlatego technicy poruszający się w pojedynkę powinni być wyposażeni nie tylko w przenośne mierniki amoniaku, ale także w system bezpieczeństwa osób pracujących w pojedynkę sygnalizujący upadek, bezruch czy alarm sos (tzw. system blackline). System marki Blackline Safety łączy wszystkie te cechy i nie trzeba osobno nosić miernika i urządzenia bezpieczeństwa. Do tego zapewnia lokalizację pracownika i możliwość komunikacji głosowej. Więcej o systemie znajduje się na stronie [system bezpieczeństwa osób pracujących w pojedynkę](#).

blacklinesafety

www.detektory.pl



POMIAR 1 LUB 4 (5) GAZÓW
LEL (IR), LEL (MPS), O₂, H₂S, CO/H₂S, CO, SO₂, Cl₂, ClO₂, H₂, HCN, NH₃, CO₂, PID



CZUJNIK BEZRUCHU



CZUJNIK UPADKU



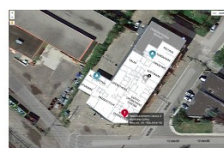
KOMUNIKACJA GŁOSOWA ALARMOWA I MIĘDZY UŻYTKOWNIKAMI PUSH-TO-TALK (PTT)



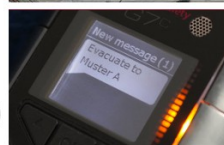
ALARM SOS



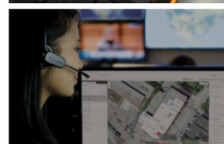
LOKALIZACJA GPS / GSM NA ZEWNĄTRZ I WEWNĄTRZ



POWIADOMIENIA ALARMOWE GRUPOWE (NP. EWAKUACJA)



MONITORING



ANALIZA DANYCH KONTROLA FLOTY URZĄDZEŃ



CYKLICZNE ZGŁOSZENIA (CHECK-IN)



(fot.12 Funkcjonalność systemu bezpieczeństwa samotnych pracowników marki Blackline Safety)



Diagnostyka.

Warto także ułatwić pracownikom ich pracę i wyposażyć w proste w użyciu narzędzia do badania instalacji. Najbardziej efektywna jest diagnostyka prewencyjna (czyli wykrywanie usterek we wczesnym stadium umożliwiającym planowanie napraw podczas przestojów technologicznych). Najlepszymi metodami są badania ultradźwięków oraz wibracji. Czasem stosuje się także badania termowizyjne jednak często jest to badanie zbyt późne i rozgrzany element należy wymieniać natychmiast. Wycieki gazów sprężonych można badać za pomocą ultradźwiękowego wykrywacza nieszczelności z kamerą LEAKSHOOTER, który umożliwia badanie wycieków z instalacji dowolnych gazów sprężonych np. amoniaku, CO₂, freonów, gazów palnych, sprężonego powietrza, azotu, a także nieszczelności instalacji podciśnienia (próżni). Jednocześnie przyrząd umożliwia diagnostykę elementów wirujących (łożysk, silników, wentylatorów i pomp) za pomocą sondy dotykowej, dzięki której można usłyszeć powstające przy nieprawidłowej pracy ultradźwięki.



(fot.13 Badanie wycieków na instalacjach gazów sprężonych przy pomocy ultradźwiękowego wykrywacza nieszczelności z kamerą LEAKSHOOTER)



(fot.14 Diagnostyka elementów wirujących za pomocą wykrywacza ultradźwiękowego LEAKSHOOTER i sondy dotykowej TOUCH PROBE)

Diagnostykę łożysk, pomp, wentylatorów czy silników przeprowadza się także za pomocą wibracji.



(fot.15 Diagnostyka wibracji układu za pomocą automatycznego analizatora wibracji VSHOOTER)

Dawniej badania takie były jednak trudne ze względu na konieczność posiadania szerokiej wiedzy i lat doświadczenia, bez których analiza wyników pomiarów drgań była po prostu niemożliwa. Rozwiązaniem okazał się automatyczny analizator wibracji VSHOOTER, dzięki któremu użytkownik dostaje prostą informację o stanie urządzeń w formie graficznej oraz w postaci pomiarów. Badanie wykonuje się na bazie zdjęcia diagnozowanego urządzenia na które nanoszone są punkty pomiarowe. Oczywiście wyniki można przechowywać aby np. za miesiąc ponowić badanie i zobaczyć czy stan urządzeń się nie pogorszył. Urządzenie ma do tego stopnia rozbudowane algorytmy, że potrafi diagnozować czy problem łożyska dotyczy jego smarowania czy jest ono uszkodzone. Możliwe jest także badanie wpółosiowości, wyważenia, luźnych mocowań za jednym razem. Dzięki temu urządzeniu większość prac naprawczych można wykonać we własnym zakresie i sprawdzić od razu czy naprawa przyniosła spodziewany rezultat. Daje to realne oszczędności i rzeczywistą diagnostykę prewencyjną (planowanie napraw).



(fot.16 Wynik diagnostyki wibracji na ekranie analizatora wibracji VSHOOTER)



Produkty dla chłodnictwa.

System detekcji gazów MSR PolyGard2 wraz z czujnikami PolyGard2 i PolyXeta2 (Ex).



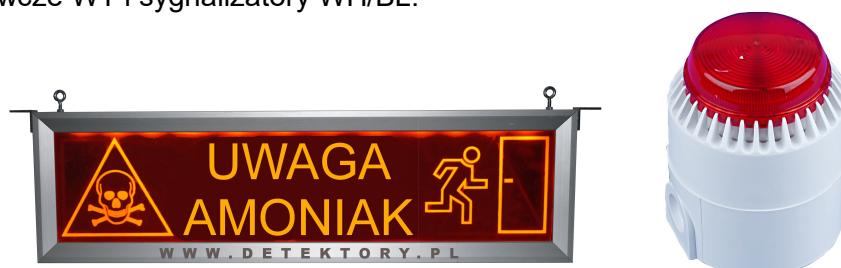
MSR PolyRange detektor z sensorem wyniesionym w wersji zwykłej, mix i przeciwwybuchowej.



Moduły rozszerzeń EP-06 zapewniające dodatkowe wyjścia sterujące (max 32 wyjścia stykowe, 16 analogowych 4-20mA).



Tablice ostrzegawcze WT i sygnalizatory WH/BL.



Przenośne urządzenia detektor wielogazowy z monitoringiem osoby pracującej w pojedynkę G7c BlacklineSafety, ultradźwiękowy wykrywacz nieszczelności z kamerą LEAKSHOOTER, automatyczny analizator wibracji VSHOOTER.





Przykładowa lista urządzeń.

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

Detektor PolyGard2 NH3 (zakres 0-300ppm, 4 progi alarmowe, IP65) + nasadka IP66

Detektor PolyGard2 NH3 (zakres 0-1000ppm, 4 progi alarmowe, IP65) + nasadka IP66

Detektor PolyXeta2 NH3 Ex (zakres 0-300ppm, 4 progi alarmowe, IP64) + nasadka IP66

Detektor PolyXeta2 NH3 Ex (zakres 0-100% DGW, 4 progi alarmowe, IP64) + nasadka IP66

Detektor PolyRange z sensorem SC2 NH3 (zakres 0-300ppm, 4 progi alarmowe, IP65)

Detektor PolyRange z sensorem SSAX1 NH3 (zakres 0-300ppm, 4 progi alarmowe, IP65)

Detektor PolyRange z sensorem SSAX1 NH3 Ex (zakres 0-100% DGW, 4 progi alarmowe, IP64)

Detektor PolyRange Ex z sensorem SSAX1 NH3 Ex (zakres 0-100% DGW, 4 progi alarmowe, IP64)

Tablica podświetlana WT PIKTOGRAM "UWAGA AMONIAK"

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, Paulina Oksiejuk

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: 04.2023