

Michał Domin  
Przedsiębiorstwo Techniczne SIGNAL  
[www.detekторы.pl](http://www.detekторы.pl)

## **Detektory tlenku węgla (CO), propanu-butanu (LPG), paliw alternatywnych - metanu (CNG) i wodoru (H<sub>2</sub>) oraz tlenków azotu (NO<sub>x</sub>) i ditlenku węgla (CO<sub>2</sub>) w halach garażowych zgodnie z normą dla garaży i tuneli PN-EN 50545 i obowiązującymi przepisami.**

Podziemne i zamknięte hale garażowe to standard w miejscowościach o ograniczonej przestrzeni. Jednocześnie do tych zamkniętych pomieszczeń wprowadzane są pojazdy emitujące spaliny i obciążone ryzykiem rozszczelnienia instalacji je zasilających. Takie połączenie stanowi śmiertelne zagrożenie dla ludzi przebywających wewnątrz oraz dla samego obiektu. W jednostanowiskowym garażu domku jednorodzinnego za ograniczenie ryzyka odpowiada właściciel, natomiast w obiektach, z których korzysta wiele osób, rozwiązanie musi być systemowe.



### **Niebezpieczeństwa gazowe.**

Podstawowym zagrożeniem w tego typu obiektach są spaliny silnikowe. Składają się one z różnych elementów. O ile w nowoczesnych dobrze wyregulowanych silnikach wyposażonych w reaktor katalityczny (katalizator) i filtry, szkodliwe substancje są już mocno ograniczone o tyle projektując halę garażową musimy brać pod uwagę także samochody starsze oraz uszkodzone. Należy pamiętać, że w polskich warunkach niestety często sami użytkownicy w imię złe pojętych oszczędności usuwają z pojazdów elementy takie jak katalizator, kiedy te powinny zostać wymienione. Z drugiej strony technika też nie jest doskonała. Katalizator w samochodzie odpowiada m.in. za utlenianie tlenku węgla (CO) do ditlenku węgla (CO<sub>2</sub>), utlenianie węglowodorów i redukcję tlenków azotu (NO<sub>x</sub>). Niestety zaczyna on działać dopiero kiedy się rozgrzeje. Oznacza to, że przy starcie zimnego silnika emisja tych substancji może być znaczna. Czyli kiedy w okolicach godzin porannych (7-8 rano) większość pojazdów uruchamia silniki i

mieszkańcy wyjeżdżają do pracy to stężenie szkodliwych substancji w hali garażowej może osiągać wysokie stężenia.

Głównym zagrożeniem jest toksyczny **tlenek węgla (CO)** czyli popularny czad. Gaz ten powstaje przy tzw. niepełnym spalaniu kiedy w procesie spalania danego paliwa jest zbyt mała ilość tlenu. Zamiast stosunkowo bezpiecznego dla człowieka ditlenku węgla ( $\text{CO}_2$ ) powstaje śmiertelnie toksyczny czad czyli tlenek węgla (CO).

Rodzaj gazu	Wzór	Współczynnik ciężaru w stosunku do powietrza przy temperaturze powietrza 0°C (powietrze = 1,0)	Dolna Granica Wybuchowości (DGW) wg normy PN-EN ISO/IEC 80079-20-1	Górna Granica Wybuchowości (GGW) wg normy PN-EN ISO/IEC 80079-20-1	NDS - Najwyższe Dopuszczalne Stężenie	NDSch - Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Chwilowe
Tlenek węgla	CO	0,97	10,9 %v/v	74,0 %v/v	23mg/m <sup>3</sup> ≈ 20ppm	117mg/m <sup>3</sup> ≈ 100ppm

(tab.1 Parametry tlenu węgla)

Tabela jednoznacznie wskazuje, że tlenek węgla jest bardzo niebezpieczny już przy niskich stężeniach (ppm - part per milion - czyli ilość części na milion - 1% objętościowo to 10000ppm). Tlenek węgla ma ciężar bardzo zbliżony do powietrza. Oznacza to, że dobrze się z nim miesza i może występować zarówno w górnych jak i dolnych częściach pomieszczenia.

Kolejnym niebezpiecznym związkami są **tlenki azotu (NOx)**. Najważniejszymi z nich są **tlenek azotu (NO)** i **ditlenek azotu (NO<sub>2</sub>)**. Ze względu na bardzo szybkie utlenianie NO do postaci NO<sub>2</sub> to właśnie ditlenek azotu stanowi problem.

Rodzaj gazu	Wzór	Współczynnik ciężaru w stosunku do powietrza przy temperaturze powietrza 0°C (powietrze = 1,0)	NDS - Najwyższe Dopuszczalne Stężenie	NDSch - Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Chwilowe
Tlenek azotu	NO	1,04	2,5mg/m <sup>3</sup> ≈ 2,0ppm	nie wyznaczono <i>(było 7,0mg/m<sup>3</sup> ≈ 5,6ppm)</i>
Ditlenek azotu	NO <sub>2</sub>	1,59	0,7mg/m <sup>3</sup> ≈ 0,36ppm	1,5mg/m <sup>3</sup> ≈ 0,78ppm

(tab.2 Parametry tlenków azotu)

Znacznym składnikiem spalin jest wspomniany już **ditlenek węgla (CO<sub>2</sub>)**. O ile w niewielkich stężeniach jest bezpieczny, o tyle emisja spalin do pomieszczenia (szczególnie w intensywnie eksploatowanych halach galerii handlowych czy obiektów użyteczności publicznej) stanowi zagrożenie. Wysokie stężenia mogą mieć wpływ na ludzki organizm w postaci hiperkapni lub uduszenia poprzez wyparcie tlenu. Projektując halę garażową należy pamiętać, że z obiektów publicznych korzystają także osoby wrażliwe na skład atmosfery (astmatycy, osoby z chorobami płuc itd.). Ditlenek węgla nie jest wybuchowy ani palny, nie ma zapachu ani barwy. Jest cięższy od powietrza przez co gromadzi się w niskich partiach pomieszczenia.

Rodzaj gazu	Wzór	Współczynnik ciężaru w stosunku do powietrza przy temperaturze powietrza 0°C (powietrze = 1,0)	NDS - Najwyższe Dopuszczalne Stężenie	NDSch - Najwyższe Dopuszczalne Stężenie Chwilowe
Ditlenek węgla	CO <sub>2</sub>	1,53	9000mg/m <sup>3</sup> ≈ 4950ppm ≈ 0,5%v/v	27000mg/m <sup>3</sup> ≈ 14850ppm ≈ 1,5%v/v

(tab.3 Parametry ditlenku węgla)

Oprócz spalin samochód stwarza jeszcze inne zagrożenia. Instalacje paliwowe pojazdu zawierają substancje palne i wybuchowe. Najgroźniejsze są instalacje gazowe, które mogą ulec rozszczelnieniu. Mamy 2 typy instalacji gazowych **LPG** (Liquefied Petroleum Gas) i **CNG** (Compressed Natural Gas). W Polsce silnie rozwinięta jest branża LPG. Wg szacunków ok. 15% pojazdów jest zasilanych tym paliwem co oznacza, że w garażu 100 stanowiskowym nawet 15 aut posiada zbiornik wypełniony gazem.

LPG to inaczej gaz płynny (propan-butan). Jest to mieszanina 2 gazów: **propanu (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>)** i **butanu (C<sub>4</sub>H<sub>10</sub>)**. Oba składniki są cięższe od powietrza, więc gaz płynny będzie gromadził się we wszelkich zagłębieniach pomieszczenia.

Ilość pojazdów zasilanych CNG jest wciąż znikoma. Tym nie mniej jest to ważne w przypadku hal garażowych gdzie z definicji parkują takie pojazdy. Często użytkownikami są np. miejskie autobusy i ich hale lub warsztaty są narażone na wycieki tego typu paliwa. CNG to spężony gaz ziemny. Głównym składnikiem gazu ziemnego jest **metan (CH<sub>4</sub>)**. Metan jest gazem wybuchowym lżejszym od powietrza (współczynnik stosunku ciężaru do powietrza wynosi 0,56 przy 0°C) co oznacza, że będzie się unosił do góry i gromadził w najwyższych miejscach w pomieszczeniu. Dolna Granica Wybuchowości (DGW) wynosi 4,4% objętościowo, natomiast Górna Granica Wybuchowości (GGW) to 15% objętościowo zgodnie z normą PN-EN ISO/IEC 80079-20-1. Oba gazy są niewidoczne i bezwonne (oba są nawianiane z użyciem specjalnego środka THT). Wśród paliw alternatywnych warto wymienić jeszcze **wodór (H<sub>2</sub>)**. O ile póki co w Polsce spotkanie auta zasilanego wodorem jest niewiele bardziej prawdopodobne niż wygrana w totolotka i raczej w halach garażowych ten temat jest narazie pomijalny to takie instalacje mogą być stosowane w autobusach, pojazdach komunalnych czy innych poruszających się w obrębie danego rejonu. Wodór jest dużo bardziej niebezpieczny niż pozostałe gazy. Dolna Granica Wybuchowości (DGW) wynosi 4% objętościowo natomiast Górna Granica Wybuchowości (GGW) jest dużo wyższa niż w pozostałych gazach i wynosi aż 77% objętościowo. (Wymienione gazy palne nie są toksyczne dla człowieka. Podstawowe parametry gazów pokazuje tabela.

Rodzaj gazu	Wzór	Współczynnik ciężaru w stosunku do powietrza przy temperaturze powietrza 20°C (powietrze = 1,0)	Dolna Granica Wybuchowości (DGW) wg normy PN-EN ISO/IEC 80079-20-1	Górna Granica Wybuchowości (GGW) wg normy PN-EN ISO/IEC 80079-20-1	Klasa temperaturowa	Grupa
Wodór	H <sub>2</sub>	0,07	4,0 %v/v	77,0 %v/v	T1	IIC
Metan	CH <sub>4</sub>	0,56	4,4 %v/v	15,0 %v/v	T1	IIA
Propan	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	1,52	1,7 %v/v	10,9 %v/v	T1	IIA
Butan	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	2,01	1,4 %v/v	9,3 %v/v	T2	IIA

(tab.4 Parametry gazów wybuchowych)



### Obowiązujące przepisy w zakresie detekcji gazów.

Poniższe regulacje dotyczą tylko detekcji gazów w halach garażowych. Należy mieć jednak na uwadze, że budowa tego typu obiektów jest uwarunkowana większą ilością przepisów.

Dz.U. 2022 poz. 1225

Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

*"Par.108 pkt.1. W garażu zamkniętym należy stosować wentylację:*

*3) mechaniczną, sterowaną czujkami niedopuszczalnego poziomu stężenia tlenu węgla - w innych garażach, niewymienionych w pkt 1 i 2, oraz w kanałach rewizyjnych, służących zawodowej obsłudze i naprawie samochodów bądź znajdujących się w garażach wielostanowiskowych, z zastrzeżeniem § 150 ust. 5;"*

*„4)43) mechaniczną, sterowaną czujkami niedopuszczalnego poziomu stężenia gazu propan-butan - w garażach, w których dopuszcza się parkowanie samochodów zasilanych gazem propan-butan i w których poziom podłogi znajduje się poniżej poziomu terenu.“*

Przepis jasno określa w jakich halach garażowych należy instalować systemy detekcji oraz, które gazy należy bezwzględnie monitorować. Warto zwrócić uwagę, że o ile detektory tlenu węgla są wymagane dopiero w garażach powyżej 10 stanowisk to detektory LPG są obowiązkowe niezależnie od ilości miejsc (jeżeli chcemy dopuścić parkowanie takich pojazdów). Dodatkowo w kontekście gazów i hali garażowej warto zwrócić uwagę na zapis par. 281.



§ 281. Instalowanie w garażu studzienek rewizyjnych, urządzeń i przewodów gazowych, z zastrzeżeniem § 164 ust. 6, oraz umieszczanie otworów od palenisk lub otworów rewizyjnych przeznaczonych do czyszczenia kanałów dymowych, spalinowych i wentylacyjnych, jest zabronione.

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)

§ 2.1. Ilekroć w rozporządzeniu jest mowa o:

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

Regulacja włączyła do szerokiej grupy urządzeń przeciwpożarowych urządzenia zabezpieczające przed wybuchem, do których oczywiście należą systemy detekcji gazów wybuchowych. Warto jednak wspomnieć, że nie każdy system detekcji jest urządzeniem zabezpieczającym przed wybuchem. Dopiero kiedy system realizuje funkcję zabezpieczającą (np. włączanie wentylacji pomieszczenia) wtedy spełnia § 2.1. pkt. 9 przepisu i może być tak kwalifikowany. Systemy detekcji gazów wybuchowych (LPG) w halach garażowych spełniają warunki tej regulacji. Jednocześnie widać wyraźnie, że przepisy określiły rolę systemu detekcji gazów.

§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".**

Ten paragraf jednoznacznie określił wymóg wykonania projektu przez uprawnionego projektanta oraz zatwierdzenia go przez rzeczoznawcę ochrony przeciwpożarowej. Tym samym warto pamiętać, że na mocy tego paragrafu uprawnione organy mają możliwość weryfikacji dokumentacji projektowej zarówno na etapie realizacji inwestycji jak i potem podczas okresowych kontroli.

Rozdz.2 par.4. pkt.2. **Właściciele, zarządcy lub użytkownicy budynków oraz placów składowych i wiat, z wyjątkiem budynków mieszkalnych jednorodzinnych:**

5) umieszczają, przy wjazdach do garaży zamkniętych z podłogą znajdującą się poniżej poziomu terenu, **czytelną informację** o dopuszczeniu lub niedopuszczeniu parkowania w tych garażach samochodów zasilanych gazem płynnym propan-butan, o których mowa w przepisach techniczno-budowlanych.

Obowiązek umieszczenia stosownej tablicy jest przypisany określonym osobom jednak trzeba mieć na uwadze, że to projektant obiektu klasyfikuje przeznaczenie pomieszczeń. Należy więc podkreślić w projekcie aby zostały umieszczone stosowne informacje o przeznaczeniu hali w kontekście pojazdów zasilanych gazem.

Bardzo ważny jest zapis „czytelną informację”. Tu powstaje wiele wątpliwości. Na obiektach można znaleźć różne oznakowania, często sprzeczne.



Pierwsze dwa znaki z punktu widzenia przepisów nie są czytelne. Żaden z nich nie jest usankcjonowany w Kodeksie Drogowym, a co za tym idzie kierowcy nie mają obowiązku ich znać. Jak świetnie widać na trzecim przykładzie mogą być postrzegane jako znaki umożliwiające wjazd pojazdów z instalacją LPG. Tymczasem trzeci ze znaków używa kolorystyki zakazów do uprawnienia wjazdu pojazdów danego typu wprowadzając sprzeczność u kierowcy, którego postrzeżenie jest ograniczone czasowo. Poniżej przykłady mniej kontrowersyjnych znaków.





#### Norma PN-EN 50545-1

Elektryczne przyrządy do wykrywania i pomiaru gazów toksycznych i palnych w garażach oraz w tunelach -- Część 1: Podstawowe wymagania funkcjonalne i metody badań dotyczące wykrywania i pomiaru tlenku węgla oraz tlenków azotu

Norma zawiera wiele parametrów kluczowych dla instalacji systemów detekcji w halach garażowych. Dzięki jej implementacji mamy pewność poprawnie zaprojektowanego systemu detekcji gazów. Jednocześnie warto zwrócić uwagę, że norma wprowadza wiele ważnych szczegółów standaryzujących funkcje i bezpieczeństwo systemów obiektu.

#### 4.3.2.2. Progi alarmowe:

CO	NO	NO <sub>2</sub>	
30 ppm	10 ppm	3 ppm	(średnia ważona za 15min.)
60 ppm	20 ppm	6 ppm	(średnia ważona za 15min.)
150 ppm	50 ppm	15 ppm	(średnia ważona za 1-5min.)

Jak widać norma jednoznacznie narzuca progi alarmowe jakie powinny zostać ustawione w systemie detekcji. **Jednocześnie należy zwrócić uwagę, że wartości te są średnimi, a nie chwilowymi wartościami co ma kluczowe znaczenie dla prawidłowej detekcji.**

#### 4.3.2.1. Zakres:

CO	NO	NO <sub>2</sub>
0-300 ppm	0-100 ppm	0-30 ppm

4.1.2. System powinien składać się z jednostki centralnej, detektorów, sygnalizatorów oraz wyjść sterowniczych.

4.1.3. Detektor używający oprogramowania lub technik cyfrowych musi spełniać wymogi normy PN-EN 50271.

Aby móc realizować progi z przeliczaniem średniej ważonej detektor tlenku węgla (system) musi wykorzystywać techniki cyfrowe (np. procesor). Tym samym system detekcji gazów powinien również spełniać wymogi normy PN-EN 50271.

4.2.1. Stopień ochrony powinien wynosić min. IP54 (dla centrali IP20)

4.2.4. Każdy detektor musi być jednoznacznie identyfikowalny na centrali.

To bardzo ważny wymóg. Dawniej systemy budowano w oparciu o detektory bez centrali (tylko z wyjściami stykowymi). Takie rozwiązanie powodowało, że alarm był jedynie informacją zbiorczą, a awaria często była wskazywana tylko na detektorze. Aby zlokalizować awarię trzeba było sprawdzić każdy detektor, a częstokroć wiele detektorów pozostawało uszkodzonych przez wiele miesięcy lub nawet lat jeżeli przeglądy techniczne były zaniedbane przez użytkownika. W rozległym garażu galerii handlowej, gdzie detektorów potrafi być kilkaset, znalezienie awarii stanowiło poważne wyzwanie dla służb technicznych. W cyfrowej erze systemów detekcji dzięki adresowalnym detektorom ten problem nie istnieje. Informacja jest przesyłana do jednostki

centralnej, a w najnowszych obiektach do systemu zarządzania budynkiem (BMS) lub do systemu wizualizacji. To ważny krok naprzód w bezpieczeństwie obiektów.

*4.3.2.3. System powinien umożliwiać sterowanie dla 3 progów alarmowych oraz awarii.*  
Fizycznie system musi umożliwiać sterowanie poprzez minimum 4 wyjścia sterujące.

*4.5.2. System powinien być kalibrowany maksymalnie co 12 miesięcy.*

W pogoni za sprzedażą producenci zaczęli oferować odległe terminy kalibracji urządzeń często przesuując granice bezpieczeństwa. Norma jednoznacznie zdefiniowała czasokres serwisu dzięki czemu użytkownicy i służby mają precyzyjną informację.

*Norma PN-EN 50271*

*Elektryczne przyrządy do wykrywania i pomiaru gazów palnych, gazów toksycznych lub tlenu -- Wymagania i badania dotyczące przyrządów wykorzystujących oprogramowanie i/lub techniki cyfrowe.*

Norma obejmuje szereg wymogów w zakresie systemów detekcji i ich integralnego bezpieczeństwa. Norma wymaga poziomu bezpieczeństwa na poziomie SIL1.

SIL – ang. Safety Integrity Level – poziom nienaruszalności bezpieczeństwa układu ograniczający możliwość błędu. Im wyższy, tym system jest bezpieczniejszy. Przykładowo systemy sterowania ruchem kolejowym muszą spełniać SIL4.

*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. (z późniejszymi zmianami)*

*§ 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. Ustala się wartości najwyższych dopuszczalnych natężeń fizycznych czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy, określone w wykazie stanowiącym załącznik nr 2 do rozporządzenia.*

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

*1) **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 ustawie z dnia 26 czerwca 1974 r. – Kodeks pracy, przez okres jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń;*

*2) **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;*

*3) **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 poziomy ekspozycji odpowiednio do właściwości poszczególnych czynników, których oddziaływanie na pracownika w okresie jego aktywności zawodowej nie powinno spowodować ujemnych zmian w jego stanie zdrowia oraz w stanie zdrowia jego przyszłych pokoleń.*

Powyższa regulacja wprowadza wątpliwości w zakresie progów alarmowych. Jak wiemy z tabeli 1 ze str.2 NDS=20ppm, NDSCh=100ppm. Tymczasem wspomniana norma PN-EN 50545 przewiduje pierwsze 2 progi 30ppm i 60ppm. Pierwszy próg budzi więc wątpliwości. Jak w takim przypadku prawidłowo zaprojektować system detekcji? Wiele osób zwróci uwagę, że powyższa regulacja dotyczy tylko miejsc pracy, a hala garażowa takim miejscem nie jest. Częściowo jest to prawda jednak dotyczy to tylko większości hal garażowych (szczególnie tych w budynkach mieszkalnych). Niestety w niektórych miejscach jak galerie handlowe, parkingi płatne czy lotniska mogą pojawić się pracownicy spędzający większość czasu w hali garażowej. Czy wtedy system powinien być ustawiony na 20ppm i 100ppm? Raczej nie. Po pierwsze 30ppm i 60ppm to wartości bliskie i

ochrona jest na podobnym poziomie. Przebywanie przez pracownika w atmosferze zawierającej 30ppm jest dopuszczalne przez ponad 5 godzin w ciągu 8-godzinnej zmiany co biorąc pod uwagę poruszanie się pracownika, jak i zmienność natężenia ruchu jest raczej ciężkie do osiągnięcia. Dodatkowo pracownicy przebywają raczej w osobnych pomieszczeniach np. pomieszczeniach ochrony czy kasy biletowej gdzie mają osobną wentylację zapewniającą świeże powietrze. A jeżeli mimo wszystko ten parametr nas martwi to znacznie korzystniej jest wyposażyć pracownika w przenośny miernik tlenku węgla. Przykładowo miernik tlenku węgla Single Gas Clip kosztuje podobnie co jeden czujnik stacjonarny, jest lekki i poręczny. Takie rozwiązanie jest znacznie korzystniejsze niż przestawianie parametrów stacjonarnego systemu detekcji, a jednocześnie zapewnia obsłudze obiektu pomiar w przypadku awarii stacjonarnego systemu. Mierniki tego typu także mierzą średnią ważoną dając pracownikowi prawidłową informację w kontekście przepisów.

Paliwa alternatywne jak CNG czy wodór ( $H_2$ ) są póki co pominięte przez regulacje prawne co nie oznacza, że nie musimy zapewnić bezpieczeństwa w obiektach, w których takie pojazdy będą parkowały. Tym samym jeżeli dopuszczamy parkowanie takich pojazdów to hala garażowa, wentylacja oraz oczywiście detekcja gazów powinny być do tego przystosowane.

Czy warto rozważać instalację detekcji innych gazów, które nie są wymienione w przepisach jak ditlenek azotu ( $NO_2$ ) czy ditlenek węgla ( $CO_2$ )? Tak, ale nie wszędzie. O ile w obiektach mieszkalnych rotacja pojazdów jest ograniczona, to w dużych kompleksach mieszkalnych (w strefach wspólnych), obiektach komercyjnych czy użyteczności publicznej ilość poruszających się samochodów jest znaczna i tym samym ilość emitowanych gazów ma ogromne znaczenie. W takich miejscach dodatkowa detekcja jest jak najbardziej wskazana bowiem umożliwia ochronę użytkowników i wymianę powietrza.

W przypadku hal garażowych przepisy dają jasno określone podstawowe parametry systemów. Dobry projekt wykonany przez specjalistę to nie tylko spełnienie wymogów przepisów, ale przede wszystkim solidna podstawa prawidłowo zabezpieczonego obiektu i oszczędność kosztów.



### **Przeznaczenie systemu detekcji.**

#### Usuwanie zagrożenia

Podstawową rolą systemu detekcji gazów w hali garażowej jest wykrycie przekroczenia stężenia gazów toksycznych lub wycieku gazów wybuchowych i zabezpieczenie ludzi oraz obiektu, przez usunięcie ich za pomocą układu wentylacji mechanicznej, a następnie dalsze monitorowanie. Tym samym system detekcji jest jednym ze sterowników wentylacji mechanicznej. Należy tutaj wspomnieć, że nie jedynym sterownikiem. Prawidłowa wentylacja hali wymaga bowiem okresowego przewietrzania zgodnie z normami dla wentylacji tego typu obiektów. Oparcie wentylacji tylko i wyłącznie na sygnale z systemu detekcji gazów jest błędne i może doprowadzić do bardzo kosztownego w usunięciu zawilgocenia i degradacji pomieszczenia hali.

#### Monitoring.

W przypadku obiektów o znacznym ruchu i ilości pojazdów konieczne jest bieżące monitorowanie obiektu przez obsługę. Dzięki adresowalnym systemom cyfrowym z komunikacją przez RS485, wysyłającym sygnał do jednostki centralnej, a następnie do systemu zarządzania budynkiem (BMS - Building Management System) lub wizualizacji (SCADA). Tego typu systemy zarządzania monitorują wiele systemów na całym obiekcie i system detekcji gazów jest obok systemu sygnalizacji pożaru (SSP) drugim najważniejszym systemem na obiekcie. Tym samym ważne jest stopniowanie ostrzeżeń (poziomów alarmowych) systemu detekcji aby niskie progi naturalnie często wywoływane przez spaliny i na bieżąco usuwane nie niepokoiły niepotrzebnie obsługi. Jednocześnie wysokie poziomy wskazujące na poważną sytuację lub brak wydajności wentylacji (np. awarię wentylacji) dają jasną informację obsłudze, że konieczna jest interwencja.

#### Zabezpieczenie wycieku LPG.

Detektor LPG to ważny element zabezpieczenia obiektu. Informuje o możliwym rozszczelnieniu



instalacji gazowej pojazdu. Sygnał z detektora LPG nie może być traktowany tak samo jak np. sygnał z detektora tlenku węgla (CO). LPG nie jest naturalnym produktem spalin, który okresowo pojawia się w hali. Sygnał z detektora LPG oznacza możliwość poważnej awarii pojazdu. Tym samym system nie może sterować tymi samymi poziomami alarmowymi (stykami) z detektorów CO i LPG. Detekcja CO ma przewietrzać halę z mocą dostosowaną do stężenia i dopiero kiedy stężenia wskazują na awarię wentylacji informować obsługę. Natomiast detekcja LPG z założenia ma zapewnić szybką reakcję wentylacji na pełnej mocy i powiadomić obsługę o możliwym zagrożeniu.

### Ostrzeżenie

W przypadku osiągnięcia stężeń niebezpiecznych ludzie wewnątrz hali powinni ją opuścić, a kolejni nie powinni do niej wchodzić. Do ostrzeżenia służą podświetlane tablice ostrzegawcze. Ważne aby informacje na nich wyświetlane były czytelne i jednoznaczne. Coraz częściej stosuje się tablice piktogramowe szczególnie w obiektach odwiedzanych przez obcokrajowców. Jednocześnie musimy pamiętać, że inne informacje będą wyświetlane w przypadku nadmiaru tlenku węgla (spalin), a inne w przypadku wycieku LPG. Tablice nie mogą też być załączane zbyt wcześnie (na niższych progach) gdyż zbyt częste załączanie spowoduje ignorowanie sygnału przez obsługę i użytkowników. To drugi wymóg w zakresie rozdzielenia sygnałów CO i LPG. **Z tego względu detektory 2 sensorowe CO+LPG bez rozdzielenia sygnałów są niedopuszczalne.**

### Przekierowanie pojazdów.

Rozwijająca się technologia umożliwiła nową funkcję automatyczną dla dużych obiektów. Obecnie coraz częściej parkingi są wyposażone w system wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR-Traffic sygnalizujący wolne/zajęte miejsca odpowiednio zielonymi i czerwonymi sygnalizatorami. System jednocześnie liczy wolne miejsca i wskazuje ich ilość na tablicach wjazdowych. Najnowsze systemy detekcji gazów mogą być połączone z systemem parkingowym i w przypadku alarmu wysokiego stopnia przekierować pojazdy do innej hali/piętra poprzez oznaczenie wszystkich miejsc w danej hali jako zajęte. Dzięki temu kierowcy kolejnych pojazdów wybiorą wolną halę umożliwiając łatwiejsze przewietrzenie zagrożonej.



(fot.1 Tablica systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR-Traffic wielopoziomowej hali garażowej.)



### **Dobór systemu detekcji.**

Wybór właściwej technologii pomiaru jest jednym z kluczowych parametrów prawidłowego doboru systemu detekcji. Współcześnie dostępne mamy 4 główne technologie pomiarowe: elektrochemiczną, półprzewodnikową, katalityczną i podczerwoną. Tylko, która będzie właściwa?

**Sensor elektrochemiczny** to elektrody umieszczone w elektrolicie. W kontakcie z gazem powstaje potencjał elektryczny dzięki czemu sensor „widzi” gaz. Technologia elektrochemiczna przeznaczona jest do wykrywania gazów toksycznych w niskich stężeniach rzędu dziesiątek i setek ppm chociaż istnieją także wersje o wyższych zakresach. Sensory elektrochemiczne charakteryzuje wysoka selektywność (reakcja tylko na określone gazy), liniowość pomiaru, stabilność, bardzo niski pobór prądu. Wadą tych sensorów jest niższa niż w innych odporność na przekroczenia zakresu pomiarowego oraz przekraczanie zakresu temperaturowego (pow. 40-50°C).

**Sensor półprzewodnikowy** działa w oparciu o materiał półprzewodnikowy (najczęściej dwutlenek cyny SnO<sub>2</sub>) zmieniający przewodność w zetknięciu z gazem. Typowe zastosowania sensora to detekcja gazów toksycznych w zakresie kilkuset do kilku tysięcy ppm oraz gazów wybuchowych w

zakresie %DGW. Sensor tego typu nie jest najlepszy w badaniu niskich stężeń rzędu kilkudziesięciu ppm gazów toksycznych (np. tlenku węgla), dodatkowo jest wrażliwy na zmiany wilgotności i temperatury. Poważną wadą (m.in. w halach garażowych jest niska selektywność (reakcja na inne gazy niż docelowy) oraz uleganie zatruciu w kontakcie z niektórymi substancjami używanymi w garażach (np. silikony lub niektóre substancje zawarte w farbach czy powłokach). Sensor jest jednak popularny w niektórych produktach ze względu na niską cenę.

Gazy wybuchowe są także mierzone za pomocą **sensora katalitycznego**, który pracuje w oparciu o spalanie gazu wybuchowego z użyciem katalizatora, wytwarzając ciepło i zmianę przewodności. Jednocześnie następuje porównanie sygnału z elementem pozbawionym katalizatora co eliminuje m.in. większość zmian warunków zewnętrznych ponieważ zarówno element czynny jak i bierny pracują w tych samych warunkach. Powoduje to, że sensor tego typu jest dokładny i stabilny. Ze względu na coraz większą popularność cena sensora katalitycznego jest już mocno zbliżona do półprzewodnikowego. Wadą tego rozwiązania jest nieco krótszy czas eksploatacji (ok. 4-6 lat).

**Sensor podczerwony** to ostatnia z łatwo-dostępnych technologii detekcji gazów wybuchowych. Wysyła i odbiera światło podczerwone, które jest absorbowane przez dostający się gaz. Zalety to całkowita odporność na przekroczenie zakresu lub zatrucie, wysoka selektywność, odporność i zdecydowanie najdłuższy czas eksploatacji. Zalety oznaczają jednak wysoką cenę.

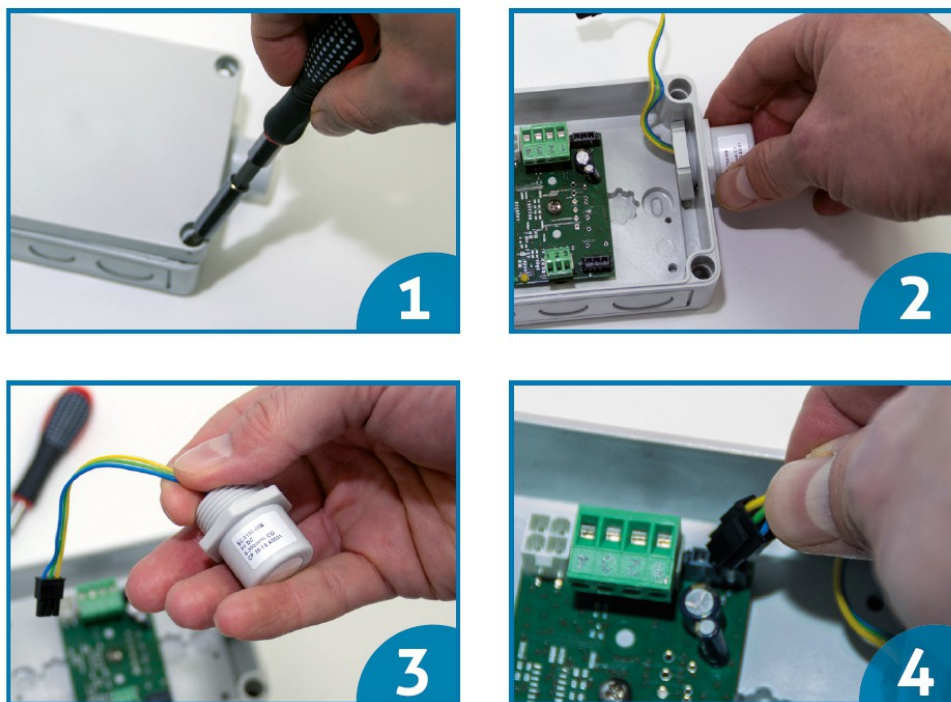
W przypadku gazów toksycznych wybór jest jednoznaczny. Norma PN-EN 50545 wyraźnie wskazuje na sensor elektrochemiczny. Pomiar z jego pomocą w przeciwieństwie do sensora półprzewodnikowego jest stabilny i liniowy (prawidłowy w całym zakresie pomiarowym). Sensor jest dużo lepszy do pomiaru niskich wartości 30 lub 60 ppm, a pracująca wentylacja uniemożliwia przekroczenia zakresu dzięki czemu sensor nie jest zbyt narażony. Jednocześnie sensor jest selektywny i nie reaguje na inne gazy czy zmiany wilgotności np. przy częstym otwieraniu bramy.

Z kolei w zakresie gazów wybuchowych najodpowiedniejsza wydaje się technologia katalityczna. Czas życia sensora półprzewodnikowego podawany przez niektórych producentów rzędu nawet kilkunastu lat w praktyce wynosi 4-8 lat na co wpływ ma wiele czynników (m.in. zanieczyszczenia) natomiast poprawa technologii katalitycznej umożliwiła eksploatację ok. 4-6 lat. Czyli wynik jest podobny. Kosztowo zbliżona jest do półprzewodnikowej natomiast pozostałymi parametrami zdecydowanie ją przewyższa.

Zarówno dla gazów toksycznych jak i wybuchowych sensory półprzewodnikowe dawniej powszechnie stosowane dzisiaj są już raczej wypierane jako technologia nieliniowa, wrażliwa na czynniki zewnętrzne, prądożerna i nie nadająca się do wieloprogowych pomiarów.

Natomiast ditlenek węgla właściwie nie pozostawia nam wyboru, ponieważ jedyna dostępna technologia pomiaru CO<sub>2</sub> to sensor podczerwony.

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



(fot.2 Wymiana sensora w detektorze PolyGard2 dzięki technologii X-Change to tylko kilka ruchów)

Zgodnie z normą PN-EN 50545 detektory w systemie muszą być jednoznacznie identyfikowalne, a system ma zapewniać wszelkie informacje dostępne w jednostce centralnej (centrali). Tym samym komunikacja w obrębie systemu musiała ulec zmianie aby sprostać współczesnym standardom bezpieczeństwa. System PolyGard2 wykorzystuje adresowalne detektory komunikujące się w standardzie transmisji RS485. Cyfrowy standard to oszczędności dzięki zredukowanej ilości przewodów, minimalnym kosztem instalacji, a jednocześnie nieporównywalnie większe możliwości konfiguracyjno-diagnostyczne oraz bezpieczna komunikacja z centralą i urządzeniami wykonawczymi (zawory, wentylatory, sygnalizatory). Współczesne budynki i zakłady są znacznie bardziej skomplikowane i jednocześnie oferują użytkownikowi systemy zarządzania budynkiem BMS (Building Management System) umożliwiające kontrolę wszystkich instalacji. System detekcji jako jeden z najważniejszych musi być wyposażony w odpowiednie wyjście umożliwiające komunikację z takimi systemami. Do tego służą wyjścia RS485 Modbus RTU lub BACnet (Building Automation and Control Networks). W halach garażowych budynków publicznych cyfrowa komunikacja ma kolosalne znaczenie umożliwiając komunikację z systemami kierującymi ruchem pojazdów jak system parkingowy MSR-Traffic, które w przypadku zagrożenia przekierowują ruch w bezpieczne miejsca. To właśnie dzięki cyfrowej technologii można realizować automatyczne zabezpieczenia co było niemożliwe w starych systemach opartych o wyjścia stykowe i detektory autonomiczne (pozbawione jednostki centralnej).



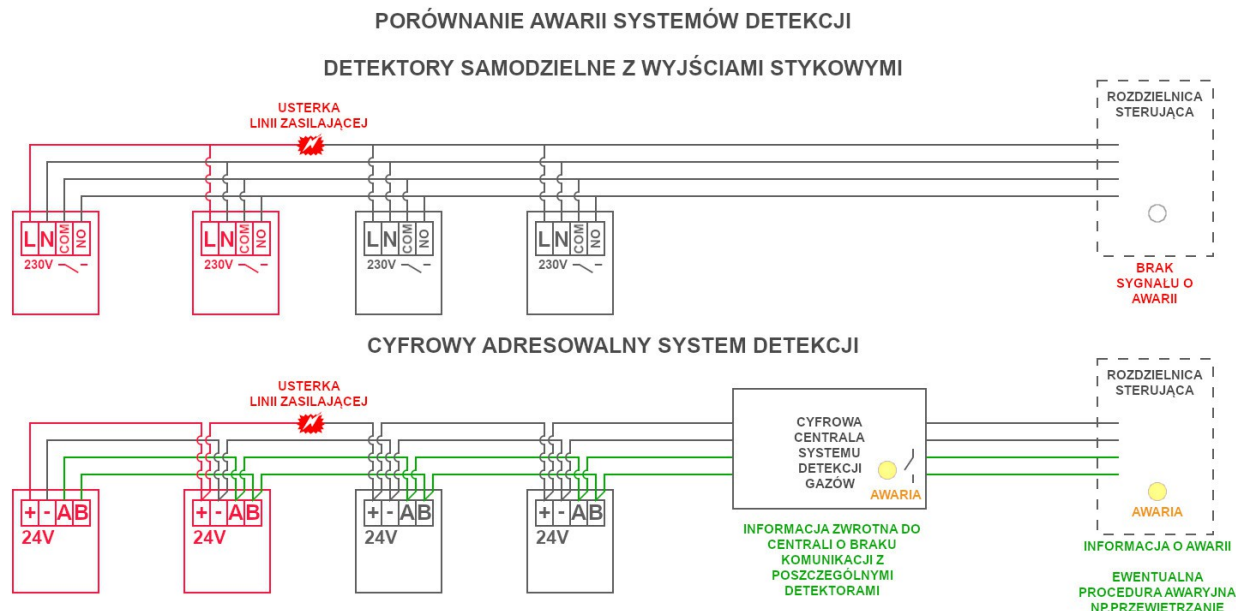
### **Bezpieczeństwo.**

Systemy detekcji gazów odpowiadają za ochronę osób i obiektów. Co za tym idzie system nie może dopuścić do powstania usterki, o której system nie powiadomi użytkownika. Urządzenia muszą posiadać certyfikat gwarantujący odpowiedni poziom nienaruszalności bezpieczeństwa SIL (Safety Integrity Level) zarówno dla urządzeń jak i oprogramowania. Wspomniana już norma PN-EN 50271 wymaga minimum stopnia SIL1. W cyfrowych systemach bezpieczeństwa gazowego polecany poziom bezpieczeństwa to **SIL2**. Mogłoby się wydawać, że różne rozwiązania proponowane przez producentów są jednakowo bezpieczne. Poniżej przedstawiamy schematy i przykładowe usterki starszego rozwiązania opartego o detektory samodzielne (bez centrali) sterujące wentylacją za pomocą wbudowanych wyjść stykowych oraz rozwiązania w oparciu o cyfrowy system detekcji z adresowalną strukturą zgodny z PN-EN 50545.



W rozległych halach garażowych gdzie parkują dziesiątki lub setki pojazdów do ochrony wymagane jest wiele detektorów, które obejmują spory obszar. Wymagana ilość przewodów jest duża co oznacza także dużą ilość potencjalnych miejsc usterki.

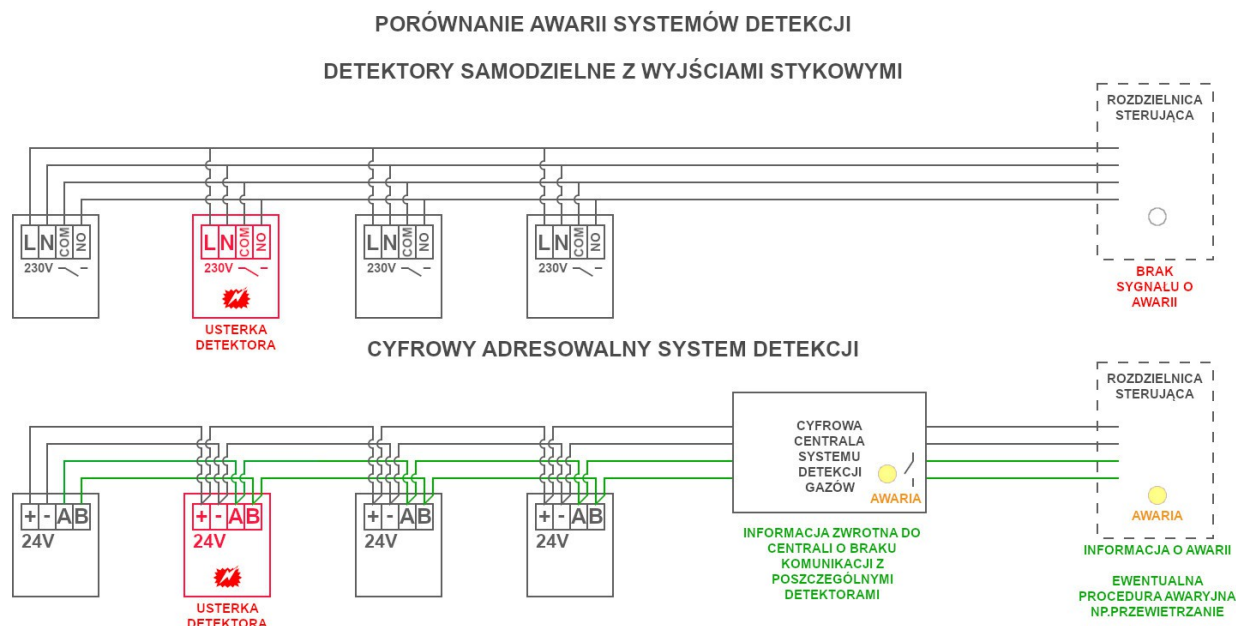
### Usterka przewodu zasilania.



(rys.1 Porównanie awarii przewodu zasilania w systemach opartych o detektory samodzielne oraz o system cyfrowy.)

Powyższy schemat wyraźnie pokazuje, że uszkodzenie lini zasilania w przypadku systemu opartego o samodzielne detektory nie jest sygnalizowane w rozdzielnicy lub punkcie monitorowania. Użytkownik nie otrzymuje informacji o braku działania detektorów za miejscem uszkodzenia. Scentralizowany cyfrowy system rozpoznaje uszkodzenie i łączy sygnalizacją awarii wymuszając na użytkowniku podjęcie działania.

### Usterka detektora.



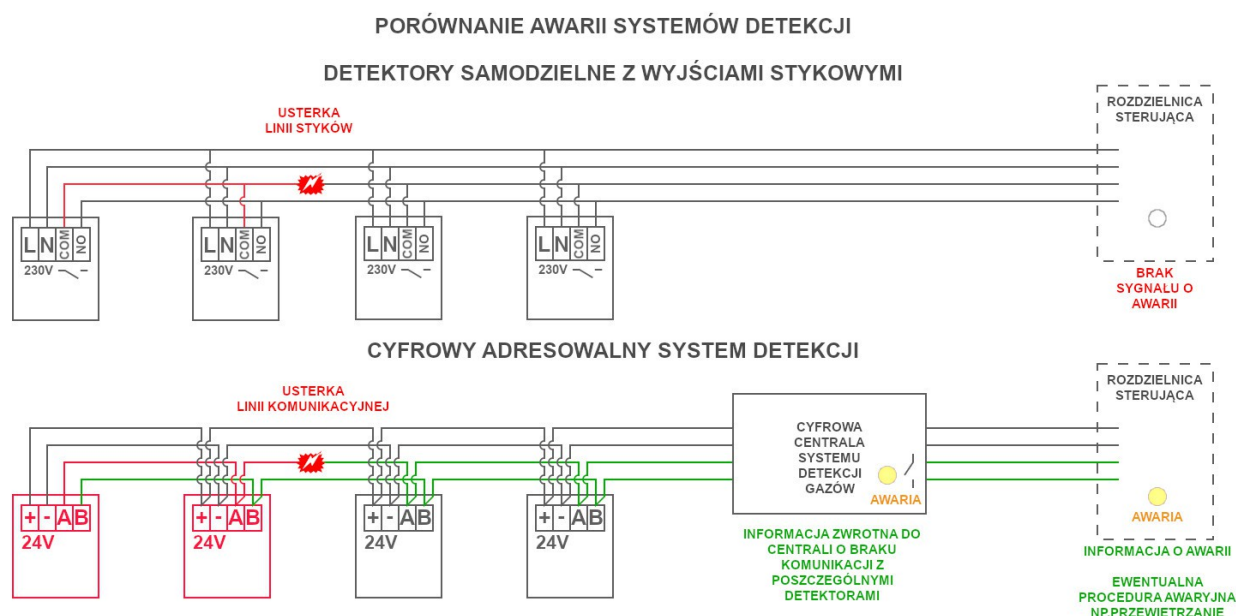
(rys.2 Porównanie awarii detektora w systemach opartych o detektory samodzielne oraz o system cyfrowy.)

Ten rodzaj awarii nie powoduje przerwania obwodu, a uszkodzeniu ulega tylko dane urządzenie. System cyfrowy z centralą otrzymuje komunikat o uszkodzeniu detektora lub braku komunikacji z nim i prawidłowo uruchamia sygnalizację awarii. Detektory samodzielne z wyjściem stykowym muszą posiadać specjalne wyjście awarii i kolejny obwód aby zasygnalizować tego typu błąd. Problem w tym, że nawet jeżeli zastosujemy taką wersję to nadal użytkownik nie otrzymuje informacji, który z detektorów uległ awarii i musi sprawdzić cały system, co w przypadku dużych obiektów i wielu detektorów jest czynnością czasochłonną.

Oczywiście w powyższych sytuacjach można powiedzieć, że brak zasilania czy awarię detektora można dostrzec na samym urządzeniu (nie świeci dioda zasilania lub świeci pomarańczowa dioda awarii). Problem w tym, że na hali garażowej może być kilkadziesiąt detektorów, a ich rozmieszczenie takie, że nie widać ich i trzeba specjalnie obejść obiekt. Konserwator obiektu, który umiałby rozpoznać czy dane urządzenie "powinno się świecić i na jaki kolor" zwyczajnie nie ma czasu na codzienne obchodzenie sporej hali garażowej i po to właśnie projektowane i wdrażane są automatyczne systemy zabezpieczeń, aby nie musiał tego robić.

Jednak najgroźniejszą z możliwych usterek jest uszkodzenie przewodu sterowania (komunikacji lub styków zależnie od typu systemu).

### Uszkodzenie przewodu sterowania (komunikacji lub styków)



(rys.3 Porównanie awarii przewodu sterowania w systemach opartych o detektory samodzielne oraz o system cyfrowy.)

System adresowalny polega na cyfrowej komunikacji więc jeżeli zostanie ona przerwana system prawidłowo zgłasza awarię. Natomiast w przypadku detektorów samodzielnych sterujących wentylacją za pomocą styków następuje bardzo groźna sytuacja ponieważ nie jest przesyłana żadna informacja do rozdzielnic lub monitoringu, detektory nie sygnalizują żadnej usterki, a w przypadku obecności gazu wentylacja, ani alarm nie zostaną uruchomione. **Tym samym przy zastosowaniu detektorów samodzielnych ze stykami użytkownik nie ma żadnej możliwości dostrzeżenia zagrożenia.** Tego typu uszkodzenie może zostać zdiagnozowane jedynie podczas bardzo dokładnego przeglądu serwisowego, który będzie testował uruchamianie wentylacji z każdego detektora co niestety w praktyce niestety często ogranicza się do sprawdzenia jedynie startu wentylacji od jednego detektora, a więc **usterka może być ukryta przez długi czas i ujawnić się dopiero w krytycznej sytuacji.**



### Parametry pomiarowe.

**Parametry pomiarowe i funkcyjne systemu jako element krytyczny określa projektant.**

Składają się na nie zarówno zakres pomiarowy jak i progi alarmowe, które należy dobrać odpowiednio do obiektu i danej instalacji. Głównym założeniem prawidłowej detekcji jest wykrycie zagrożenia zanim stężenia osiągną niebezpieczny poziom i wysłanie sygnału do odpowiednich urządzeń wykonawczych, które zabezpieczą obiekt (np. wentylacji czy systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych). Jednocześnie należy pamiętać, że detektory nie mogą być zbyt czułe gdyż grozi to fałszywymi alarmami spowodowanymi błędem pomiarowym urządzeń lub „śmieciami” unoszącymi się w powietrzu. W hali garażowej powietrze nie jest czyste. Szczególnie rozregulowane silniki, często pozbawione przez właścicieli katalizatorów emitują znaczne ilości toksycznych substancji (uruchamiających detektory CO), a także często węglowodory czyli efekt niedopalonego paliwa (uruchamiające detektory LPG). Emisja spalin jest naturalną częścią konstrukcji obiektu i zależy silnie od przeznaczenia obiektu. W małych budynkach mieszkalnych ruch pojazdów jest niewielki, a praktyce największa emisja jest zauważalna w godzinach porannych (7:00-8:00) kiedy wiele samochodów, w krótkim odstępie czasu uruchamia silniki i opuszcza garaż. Jak już wspominaliśmy, katalizator w samochodzie działa dopiero kiedy osiągnie temperaturę roboczą, co może trwać nawet kilka minut. Samochód jest już wtedy poza garażem, za to toksyczne spaliny pozostały wewnątrz. Podobnie sprawa wygląda w dużych garażach (np. duża hala pod kilkoma budynkami). Tu ruch jest zdecydowanie większy, szczególnie w głównym ciągu komunikacyjnym, co może powodować, że detektory w tej strefie będą przez wiele godzin w stanie alarmu. Jednak zupełnie inny ruch pojazdów występuje w podziemnym parkingu obiektów publicznych czy galerii handlowych. Szczególnie w okresach intensywnych odwiedzin klientów (weekendy, święta) ciągi komunikacyjne galerii potrafią być wręcz zakorkowane co oznacza nadmiar pracujących silników. W przypadku hal garażowych różne obiekty to także różne układy wentylacji. Inaczej dobierzemy sygnalizację systemu detekcji dla obiektu z 2 biegową wentylacją kanałową, a inaczej z wielowentylatorową wentylacją strumieniową.

To wszystko powoduje, że niektóre obiekty można prawidłowo ocenić dopiero kiedy pracują już jakiś czas. Często okazuje się wtedy, że w niektórych miejscach detekcja powinna być mniej czuła lub należy zmodyfikować wentylację. Tym samym warto wybrać **system umożliwiający zmianę progów alarmowych z poziomu centrali** (jednak zabezpieczony przed dostępem osób niepowołanych).

Starsze systemy oferowały tylko 1 lub 2 progi alarmowe przez co wentylacja nie zdążyła jeszcze prawidłowo zadziałać, a już zapalały się lampy alarmowe. Nowe systemy cyfrowe dają już **4 progi alarmowe** do dyspozycji, dzięki którym możliwe jest płynne przejście stanów alarmowych i odpowiednia reakcja urządzeń wykonawczych.

Często także okazuje się, że detektory powinny różnie sterować wentylacją. Przykładowo wentylacja przy głównym ciągu komunikacyjnym lub przy wyjeździe powinna częściej i dłużej pracować (ze względu na ruch). Systemy adresowalne z programowanymi parametrami jak MSR PolyGard2 można dowolnie ustawić w zależności od lokalizacji detektora i po wstępnym okresie eksploatacji obiektu dostosować do potrzeb.

**Gazy toksyczne.** Działanie gazu toksycznego na organizm jest rozłożone w czasie. Czyli jeżeli osiągniemy jakieś stężenie to nie znaczy, że od razu wszyscy „padną pokotem”. Reakcja organizmu zależy od stężenia i czasu ekspozycji. Dlatego norma PN-EN 50545 oraz systemy detekcji, które ją spełniają przewidują progi alarmowe oparte o średnią ważoną (AV - average value). Oznacza to, że detektor oblicza stężenie w funkcji czasu i dopiero kiedy wartość osiągnie wymagane stężenie jest załączany alarm. Taki sposób liczenia ma swoje zalety ponieważ zmniejsza ilość alarmów w niskich stężeniach i optymalizuje pracę wentylacji. Ważne aby **centrala systemu detekcji pokazywała obie wartości pomiarowe** (bieżącą i średnią).

Poniżej zestawienie progów alarmowych tlenku węgla przewidywanych przez normę PN-EN 50545 oraz przykładowe reakcje układów wykonawczych (wentylacji i sygnalizacji).



Poziom gazu (CO)	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Powiadomienie BMS	Reakcja urządzeń wykonawczych WENTYLACJA KANAŁOWA
30 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 1	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na I biegu
60 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 2	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na II biegu
150 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 3	alarm optyczny	√	załączenie sygnalizacji optycznej budynki komercyjne i publiczne: przekierowanie pojazdów na inny parking za pomocą systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR-Traffic
300 ppm	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 4	alarm akustyczny	√	załączenie sygnalizacji akustycznej
Zakres pomiarowy detektora 0-300 ppm CO					

(tab.5 Progi alarmowe detektorów tlenku węgla i przykładowa reakcja urządzeń wykonawczych w systemie z wentylacją kanałową)

Ilość progów ma szczególne znaczenie dla obiektów wyposażonych w układ wentylacji strumieniowej. System wyposażony w 4 progi alarmowe umożliwi płynne sterowanie pracą wentylacji. Dzięki załączaniu kolejnych sekcji wentylatorów możemy zmniejszyć zużycie energii i samych urządzeń.

Poziom gazu (CO)	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Powiadomienie BMS	Reakcja urządzeń wykonawczych WENTYLACJA STRUMIENIOWA
30 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 1	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na 25%
60 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 2	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na 50%
150 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 3	alarm optyczny	√	załączenie wentylacji na 75% budynki komercyjne i publiczne: przekierowanie pojazdów na inny parking za pomocą systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR-Traffic
300 ppm	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 4	alarm akustyczny	√	załączenie sygnalizacji optycznej i akustycznej załączenie wentylacji na 100%
Zakres pomiarowy detektora 0-300 ppm CO					

(tab.6 Progi alarmowe detektorów tlenku węgla i przykładowa reakcja urządzeń wykonawczych w systemie z wentylacją strumieniową)



(fot.3 Na zdjęciu centrala cyfrowa PolyGard2 z podglądem detektora. Ciekawostką w tej centrali jest możliwość podglądu wartości bieżącej (C) – po prawej, oraz wartości średniej (A) – po lewej. Funkcja przydatna przy pomiarze gazów toksycznych gdzie istotna jest średnia z danego okresu czasu lub przy eliminowaniu krótkotrwałych przekroczeń poziomu mogących niepotrzebnie wywoływać sytuację alarmową)

Zupełnie inne progi alarmowe norma przewiduje dla toksycznego ditlenku azotu ( $\text{NO}_2$ ). Gaz ten jest emitowany w znacznym stopniu przez silniki diesla (emisja jest nawet 4-krotnie większa niż silnika benzynowego). Ma to ogromne znaczenie w halach gdzie parkują pojazdy ciężarowe, autobusy, pojazdy specjalne np. drogowe, straży pożarnej czy wojskowe).

Poziom gazu ( $\text{NO}_2$ )	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Powiadomienie BMS	Reakcja urządzeń wykonawczych WENTYLACJA KANAŁOWA
3 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 1	brak alarmu	✓	załączenie wentylacji na I biegu
6 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 2	brak alarmu	✓	załączenie wentylacji na II biegu
15 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 3	alarm optyczny	✓	załączenie sygnalizacji optycznej budynki komercyjne i publiczne: przekierowanie pojazdów na inny parking za pomocą systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR- Traffic
30 ppm	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 4	alarm akustyczny	✓	załączenie sygnalizacji akustycznej
Zakres pomiarowy detektora 0-30 ppm $\text{NO}_2$					

(tab.7 Progi alarmowe detektorów ditlenku azotu i przykładowa reakcja urządzeń wykonawczych z wentylacją kanałową)

Poziom gazu ( $\text{NO}_2$ )	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Powiadomienie BMS	Reakcja urządzeń wykonawczych WENTYLACJA STRUMIENIOWA
3 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 1	brak alarmu	✓	załączenie wentylacji na 25%
6 ppm	średnia ważona AV - average value	PRÓG 2	brak alarmu	✓	załączenie wentylacji na 50%
15	średnia ważona	PRÓG 3	alarm	✓	załączenie wentylacji na 75%

ppm	AV - average value		optyczny		budynki komercyjne i publiczne: przekierowanie pojazdów na inny parking za pomocą systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR- Traffic
30 ppm	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 4	alarm akustyczny	√	załączenie sygnalizacji optycznej i akustycznej załączenie wentylacji na 100%
Zakres pomiarowy detektora 0-30 ppm NO <sub>2</sub>					

(tab.8 Progi alarmowe detektorów ditlenku azotu i przykładowa reakcja urządzeń wykonawczych w systemie z wentylacją strumieniową)

**Gazy wybuchowe** (metan – CNG, propan-butan – LPG lub wodór H<sub>2</sub>) cechują się ważnym parametrem oznaczanym jako Dolna Granica Wybuchowości (DGW). Jest to stężenie, w którym mieszanina danego gazu z powietrzem staje się wybuchowa i wystarczy czynnik inicjujący by funkcjonujący obiekt zamienił się w krater. Detektory dokonują pomiaru w zakresie 0-100% Dolnej Granicy Wybuchowości. Progi alarmowe ustawia się w dolnej połowie zakresu aby zapewnić odpowiedni czas między wykryciem zagrożenia, reakcją urządzeń wykonawczych (wentylacji), a eliminacją zagrożenia.

Pierwszy próg nie powinien być niższy niż 10% zakresu ze względu na błąd pomiarowy oraz możliwe „śmieci” w powietrzu i zakłócenia. Przepisy nie narzucają określonych progów alarmowych w związku z czym to projektant dobiera je odpowiednio do potrzeb (przykładowe progi zebrano w tabeli poniżej).

Poziom gazu	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Powiadomienie BMS	Reakcja urządzeń wykonawczych WENTYLACJA KANAŁOWA
10% DGW	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 1	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na I biegu
20% DGW	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 2	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na II biegu
30% DGW	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 3	alarm optyczny	√	załączenie sygnalizacji optycznej tablice LPG lub CNG  budynki komercyjne i publiczne: przekierowanie pojazdów na inny parking za pomocą systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR-Traffic
40% DGW	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 4	alarm akustyczny	√	załączenie sygnalizacji akustycznej
Zakres pomiarowy detektora CNG, LPG lub H <sub>2</sub> : 0-100% DGW					

(tab.9 Przykładowe progi alarmowe detektorów gazów wybuchowych metanu, propanu-butanu lub wodoru w systemie z wentylacją kanałową)

Nieco inaczej wygląda sterowanie urządzeniami wykonawczymi przy zastosowaniu popularnej wentylacji strumieniowej. O ile przy gazach toksycznych możemy płynnie zwiększać siłę wentylacji poprzez dołączanie kolejnych wentylatorów, o tyle w przypadku gazów wybuchowych wentylacja musi zareagować stanowczo. Pierwszy próg jest ustawiony nisko i może reagować na różne „śmieci”, natomiast drugi z reguły może już oznaczać realne zagrożenie. W przypadku gazów wybuchowych oznacza to wyciek z instalacji pojazdu. Tym samym instalacja musi zabezpieczyć obiekt. Jeżeli to się nie uda i stężenie będzie rosnać nadal system musi jednoznacznie o tym powiadomić użytkownika. Warto pamiętać, że wentylacja strumieniowa odmiennie od kanałowej nie wyciąga gazu tylko go rozrzedza i przepycha w kierunku wylotów. Tym samym wyloty muszą być odpowiednio zaprojektowane (m.in. do ciężaru gazu). Jednocześnie inaczej niż w przypadku emitowanych stopniowo spalin możemy mieć do czynienia z nagłym rozszczelnieniem zbiornika i wentylacja strumieniowa musi mieć możliwość poradzenia sobie z powstającą szybko chmurą gazu wybuchowego.



Poziom gazu	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Powiadomienie BMS	Reakcja urządzeń wykonawczych WENTYLACJA STRUMIENIOWA
10% DGW	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 1	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na 25%
20% DGW	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 2	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na 100%
30% DGW	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 3	alarm optyczny	√	załączenie sygnalizacji optycznej tablice LPG, CNG lub H <sub>2</sub>  budynki komercyjne i publiczne: przekierowanie pojazdów na inny parking za pomocą systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR-Traffic
40% DGW	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 4	alarm akustyczny	√	załączenie sygnalizacji akustycznej
Zakres pomiarowy detektora CNG, LPG lub H <sub>2</sub> : 0-100% DGW					

(tab.10 Przykładowe progi alarmowe detektorów gazów wybuchowych metanu, propanu-butanu lub wodoru w systemie z wentylacją strumieniową)

Ditlenek węgla (CO<sub>2</sub>) to naturalny produkt spalania i główny składnik spalin. Nie jest silnie toksyczny jak tlenek węgla przez co często pomijany przez projektujących. O ile jednak tlenek węgla pojawia się wyłącznie przy nieprawidłowym spalaniu o tyle ditlenek węgla (a właściwie po prostu spaliny) są emitowane w dużej ilości przy normalnej eksploatacji. W halach garażowych o małym natężeniu ruchu (budynki mieszkalne) ilość ta nie jest duża, ale w intensywnie eksploatowanych parkingach komercyjnych i publicznych nie można tego problemu pominąć. Z jednej strony coraz nowocześniejsze i lepiej pracujące silniki emitują coraz mniej substancji szkodliwych CO czy NO<sub>2</sub>. Z drugiej wszechobecne oszczędności dotyczą także redukcji pracy wentylacji więc inwestor kładzie nacisk na redukcję przewietrzania (często postrzeganego jako niepotrzebne) do minimum. To powoduje, że tradycyjnie rozumiane przewietrzanie nie sprawdza się w intensywnie użytkowanych parkingach. Dodatkowo standardowe formy przewietrzania o ile mogą przewidzieć np. intensywniejszy ruch pojazdów w weekend (np. zakupy w galerii) o tyle raczej nie przewidują nieregularnych okresów intensywnego ruchu często przekraczającego możliwości danego parkingu (święta, wyprzedaże, imprezy). Służby techniczne tych obiektów nie będą pamiętały o zwiększaniu wydajności wentylacji w takich momentach. Jednym ze sposobów jest właśnie detekcja CO<sub>2</sub> jako naturalnego wskaźnika ilości spalin i zanieczyszczenia powietrza. Detektory CO<sub>2</sub> stają się idealnym sterownikiem reagującym dokładnie kiedy potrzeba, zapewniając czyste powietrze użytkownikom.

Wpływ na organizm ludzki	Stężenie	
	[ppm]	[%obj.]
Świeże powietrze poza obszarami zabudowanymi	350-400	0,04%
Akceptowalne stężenie dla świeżego powietrza w pomieszczeniach	600	0,06%
Górna granica świeżego powietrza wg WHO	1000	0,10%
(NDS) dopuszczalne przebywanie 8 godzin dziennie	5000	0,50%
Wzrost częstości oddychania.	10000	1,00%
(NDSch) dopuszczalne przebywanie 2 razy przez 15min. w ciągu 8 godzinnej zmiany	15000	1,50%
Pogłębiony oddech. Kilkugodzinna ekspozycja powoduje ból głowy	20000	2,00%
2-krotny wzrost oddechu. Wzrost ciśnienia krwi i częstotliwości pulsu	30000	3,00%
Utrudniony, bardzo szybki oddech	50000	5,00%
Zaburzenie widzenia. Dłuższe przebywanie powoduje utratę przytomności	100000	10,00%
Utrata przytomności. Śmierć przy dłuższym przebywaniu.	>100000	>10,00%

(tab.11 Wpływ ditlenku węgla na organizm ludzki.)

Poniżej przykładowe progi i sterowanie w przypadku detektorów ditlenku węgla.

Poziom gazu (CO <sub>2</sub> )	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Powiadomienie BMS	Reakcja urządzeń wykonawczych WENTYLACJA KANAŁOWA
0,50%	średnia ważona AV - average value	PRÓG 1	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na I biegu
1,00%	średnia ważona AV - average value	PRÓG 2	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na II biegu
1,50%	średnia ważona AV - average value	PRÓG 3	brak alarmu	√	budynki komercyjne i publiczne: przekierowanie pojazdów na inny parking za pomocą systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR-Traffic
2,00%	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 4	alarm optyczny i akustyczny	√	załączenie sygnalizacji optycznej i akustycznej
Zakres pomiarowy detektora: 0-5% obj. CO <sub>2</sub>					

(tab.12 Progi alarmowe detektorów ditlenku węgla i przykładowa reakcja urządzeń wykonawczych w systemie z wentylacją kanałową)

Poziom gazu (CO <sub>2</sub> )	Rodzaj pomiaru	Próg alarmowy detektorów	Rodzaj alarmu	Powiadomienie BMS	Reakcja urządzeń wykonawczych WENTYLACJA STRUMIENIOWA
0,50%	średnia ważona AV - average value	PRÓG 1	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na 25%
1,00%	średnia ważona AV - average value	PRÓG 2	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na 50%
1,50%	średnia ważona AV - average value	PRÓG 3	brak alarmu	√	załączenie wentylacji na 75%
2,00%	wartość bieżąca CV – current value	PRÓG 4	alarm optyczny i akustyczny	√	załączenie sygnalizacji optycznej i akustycznej załączenie wentylacji na 100% budynki komercyjne i publiczne: przekierowanie pojazdów na inny parking za pomocą systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR-Traffic
Zakres pomiarowy detektora: 0-5% obj. CO <sub>2</sub>					

(tab.13 Progi alarmowe detektorów ditlenku węgla i przykładowa reakcja urządzeń wykonawczych w systemie z wentylacją strumieniową)



### Inne sposoby redukcji gazów (emisji) - obiekty komercyjne i publiczne.

Wyliczono, że nawet 40% ruchu na parkingach to szukanie miejsca, którego można by uniknąć. Jeżeli pomnożyć to przez liczbę miejsc parkingowych (np. 1000 w średniej wielkości galerii handlowej) oraz liczbę pojazdów na każde miejsce (np. 7 zmian w ciągu dnia) to otrzymujemy ogromne ilości emitowanych spalin zawierających różne związki. Oprócz negatywnych efektów ekologicznych powoduje to wymierne straty dla samego obiektu. Praca wentylacji oznacza zużycie energii (wentylacja w takich obiektach pobiera znaczne jej ilości więc każda redukcja czasu pracy ma spore znaczenie), częste załączanie oznacza szybsze zużycie wentylatorów oraz częstsze wizyty serwisowe (są to raczej kosztowne wentylatory i często jest ich dużo). Klient zamiast robić

zakupy szuka miejsca parkingowego i jego stopień irytacji rośnie. Niezadowolony ma mniej czasu i mniej chętnie robi zakupy. Wielu ludzi bardzo drażni nieprzyjemny zapach spalin na parkingach. Tacy klienci mogą w ogóle zrezygnować z zakupów wybierając inny obiekt. Źle wypełniony parking także powoduje, że klienci wybierają inną galerię.

Pomocnym rozwiązaniem jest tutaj wspomniany już system wskazywania wolnych miejsc parkingowych. Dzięki wskazaniu na tablicach informacyjnych, w których rejonach są wolne miejsca, następnie podświetleniu wolnych/zajętych miejsc sygnalizatorami, pojazd parkuje w krótkim czasie, a jego użytkownik bezstresowo udaje się na zakupy lub koncert.

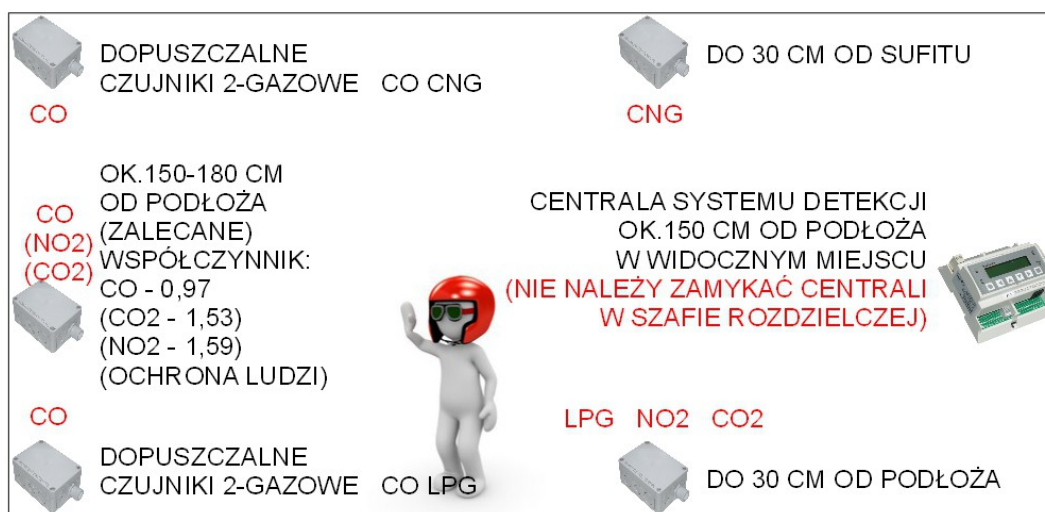


(fot.4 Przykład systemu wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR-Traffic w hali garażowej wielopoziomowej)



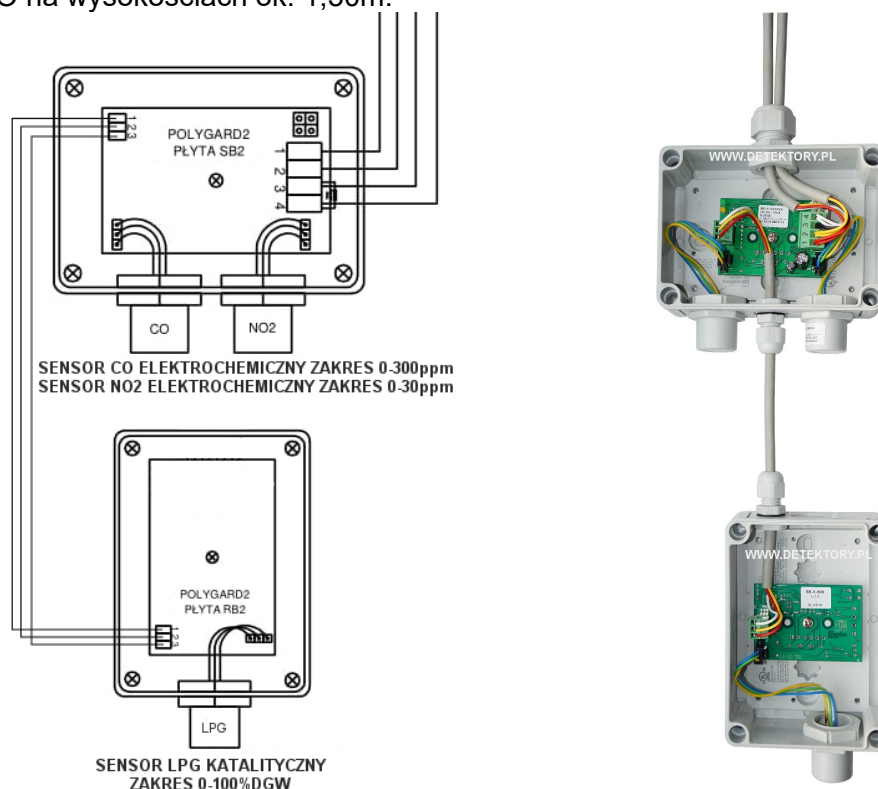
### Wybór punktów pomiarowych.

Rozmieszczenie elementów systemu detekcji ma bezpośredni wpływ na prawidłową pracę instalacji i co za tym idzie bezpieczeństwo obiektu. Ponieważ nie ma obecnie regulacji prawnych ani jednoznacznych wytycznych za rozmieszczenie zgodnie z przepisami odpowiada projektujący. **Błędy przy lokalizacji urządzeń detekcyjnych oznaczają brak prawidłowej ochrony obiektu i jego użytkowników.** Tym samym system detekcji musi być dobierany i rozmieszczany wyłącznie przez osoby z odpowiednią wiedzą i doświadczeniem.



(rys.4 Pionowe rozmieszczenie detektorów w zależności od typu gazu)

Ciężar gazu to pierwszy ważny parametr przy lokalizacji detektorów. Metan (CNG) oraz wodór (H<sub>2</sub>) jako gazy lżejsze od powietrza mające tendencję do zbierania się w górnych partiach pomieszczenia. **Detektory metanu (CNG)** lub **wodoru (H<sub>2</sub>)** należy lokalizować przy suficie. Propan-butan (LPG) jako gaz cięższy będzie zmierzał do dołu snując się i przedostając do wszelkich zagłębień. **Detektory propanu-butanu (LPG)** należy lokalizować przy podłożu. Tlenek węgla (CO) ma ciężar zbliżony do powietrza i doskonale się z nim miesza co oznacza, że **detektory tlenu węgla (CO)** możemy zlokalizować na dowolnej wysokości (ze względu na ochronę ludzi najczęściej montuje się je na wysokości ok.150-180cm od podłogi). Dytlenek azotu (NO<sub>2</sub>) czy ditlenek węgla (CO<sub>2</sub>) to gazy cięższe od powietrza. Ich emisja jednak nie wiąże się z rozszczelnieniem (jak w przypadku LPG) tylko z procesem wyrzutu gorących spalin z układu wydechowego (w pierwszym momencie idą do góry). Ich stężenia rosną powoli wraz z ogólną ilością spalin, a ciężar w stosunku do powietrza nie ma wysokiego współczynnika (opadają powoli). To powoduje, że ich gromadzenie się przy podłożu jest bardzo opóźnione i gazy te mocno mieszają się. Ponieważ chronimy ludzi często **detektory ditlenku azotu (NO<sub>2</sub>)** czy **detektory ditlenku węgla (CO<sub>2</sub>)** umieszczane są nie klasycznie w dolnej partii pomieszczenia, ale podobnie jak detektory CO na wysokościach ok. 1,50m.



(rys.5 fot.5 Przykładowy schemat połączenia detektorów wielosensorowych CO, NO<sub>2</sub>, LPG systemu MSR PolyGard2)



Ze względu na ciężar propanu-butanu (LPG) i zagrożenie wybuchowe jakie ze sobą niesie, hale garażowe dopuszczone do parkowania pojazdów z instalacją LPG nie powinny mieć żadnych zagłębień połączonych z układem kanalizacyjnym (odpływowym). O ile odwodnienia liniowe niepołączone z układem odprowadzania wody (czyli bazujące na odparowaniu) nie stanowią przeszkody, o tyle wszelkie połączenia z układem odpływowym to miejsca, w które gaz będzie wnikał i przedostawał się do pozostałej części układu bez możliwości przewentylowania. Takie obiekty nie powinny być dopuszczone do parkowania pojazdów LPG.

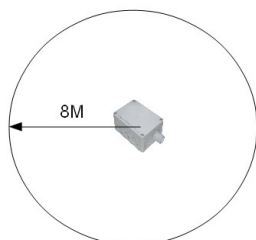
**Nigdy nie należy umieszczać detektorów w takich zagłębieniach lub studzienkach.**



(fot.6 Detektor zasilany 230VAC umieszczony w studzience kanalizacyjnej hali garażowej. Ponieważ w garażach nie stosuje się ochronnych urządzeń różnicowo-prądowych detektor cały czas był pod napięciem. Tego typu instalacje są niedopuszczalne. Detektory nie są przeznaczone do pracy w takich warunkach. Hala garażowa ze studzienkami nie powinna zostać dopuszczona do parkowania pojazdów LPG.)

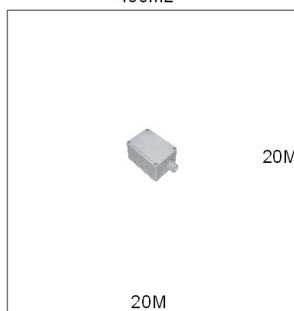
Drugi kluczowy parametr lokalizacji detektorów to ich umiejscowienie w stosunku do powierzchni danego pomieszczenia. W przepisach i regulacjach nie ma użytecznych wskazówek w tym zakresie. Dla skutecznej detekcji podstawowym parametrem będzie więc czas konieczny na przedostanie się gazu z miejsca emisji do urządzenia detekcyjnego. Dla obiektów, w których nie ma istotnych przeszkód najczęściej przyjmuje się bezpieczną odległość od źródła ok. 8-10m. Parametr ten nie ma jednak uzasadnienia w żadnych obowiązujących w Polsce regulacjach. Tym samym warto zwrócić uwagę na normy obowiązujące w innych państwach, w których norma 50545 stała się standardem. W Niemczech gdzie opracowano wytyczne VDI 2053 detektory są przewidywane do objęcia obszarem 400m<sup>2</sup> (dla CO i NO<sub>2</sub>) oraz jedynie 100m<sup>2</sup> (dla LPG).

STOSOWANA W POLSCE  
~200m<sup>2</sup>

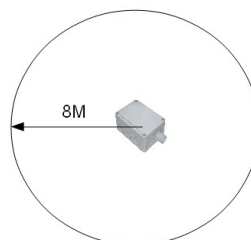


(rys.6 porównanie powierzchni monitorowania pomieszczenia dla detektorów CO)

WG. NIEMIECKIEJ NORMY VDI 2053  
400m<sup>2</sup>

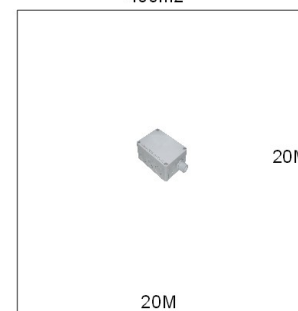


STOSOWANA W POLSCE  
~200m<sup>2</sup>

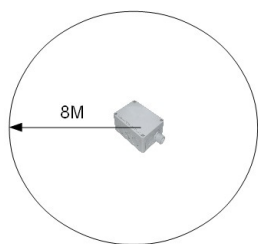


(rys.7 porównanie powierzchni monitorowania pomieszczenia dla detektorów NO<sub>2</sub>)

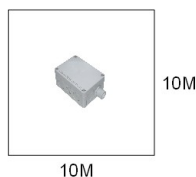
WG. NIEMIECKIEJ NORMY VDI 2053  
400m<sup>2</sup>



STOSOWANA W POLSCE  
~200m<sup>2</sup>

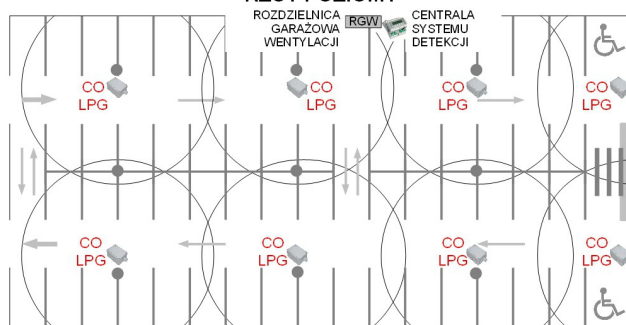


WG. NIEMIECKIEJ NORMY VDI 2053  
100m<sup>2</sup>



(rys.8 porównanie powierzchni monitorowania pomieszczenia dla detektorów LPG)

RZUT POZIOMY



(rys.9 typowe rozmieszczenie detektorów CO i LPG metodą promienia. Urządzenia rozmieszczane na słupach od strony ciągu komunikacyjnego.

UWAGA rysunek poglądowy, nie uwzględniono skali ani wielkości miejsca postojowego.)

Należy pamiętać, że wszelkie przeszkody, ściany działowe czy nietypowe ukształtowanie pomieszczenia powoduje, że dotarcie gazu do detektora jest utrudnione i trwa dłużej. Tym samym w takich przypadkach ilość detektorów powinna być większa, a przyjmowana przez projektującego powierzchnia chroniona mniejsza.

Ostatnim ważnym aspektem rozmieszczenia urządzeń detekcyjnych (punktów pomiarowych) jest ich umiejscowienie względem pozostałych elementów hali garażowej. Detektorów nie należy lokalizować w pobliżu wlotów i wylotów wentylacji gdyż zaburza to prawidłowy pomiar. Jednocześnie lokalizacja w pobliżu bram wjazdowych powinna być starannie przemyślana ze względu na skokowe zmiany warunków pracy detektorów (temperatura, wilgotność) mogące mieć wpływ na pracę urządzeń. (w przypadku sensorów katalitycznych i elektrochemicznych ten wpływ jest zminimalizowany jednak narażenie na ekstremalnie duże różnice jak otwarcie bramy w zimie przy -20°C także nie jest wskazane). Należy unikać lokalizacji narażonych na bezpośredni strumień spalin czyli np. ściany tylnej stanowiska postojowego na wysokości ok. 0,5-1m.

Pod kątem serwisowo-dozorowym detektory należy lokalizować w możliwie widocznych miejscach (np. od strony ciągów komunikacyjnych) co ułatwia dostęp do nich i szybką wizualną kontrolę ewentualnych uszkodzeń mechanicznych.



## Sygnalizacja i sterowanie.

### Sterowanie wentylacją.

Głównym celem systemu detekcji w hali garażowej jest wczesne wykrycie podwyższonego stężenia gazu w obiekcie i usunięcie go za pomocą wentylacji. Wentylacja ta różni się jednak zarówno rodzajem użytego rozwiązania (np. wentylacja kanałowa lub wentylacja strumieniowa) oraz inną reakcją układu wentylacji w zależności od wykrytego zagrożenia (np. CO lub LPG). Poniżej przykładowe zestawienie różnic w układach wykonawczych.



(rys.10 typowe funkcje progów alarmowych przy sterowaniu 2-biegową wentylacją kanałową)

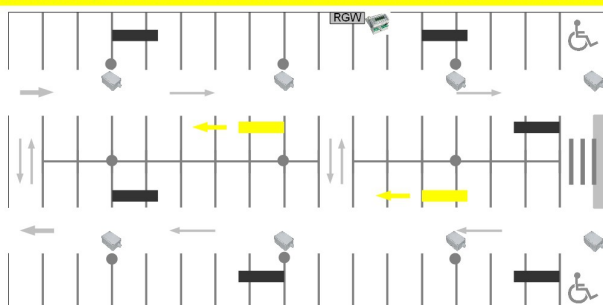


(rys.11 typowe funkcje progów alarmowych przy sterowaniu 1-biegową wentylacją strumieniową)

Dzięki systemom cyfrowym jak MSR PolyGard2 można rozróżnić sygnały z różnych detektorów (zarówno różnych typów jak i różnych adresów/lokalizacji) i odpowiednio przypisać im sterowanie różnymi urządzeniami. Takie rozwiązanie umożliwia prawidłowe zabezpieczenie obiektu z jednoczesną redukcją energii i zużycia urządzeń wentylacyjnych. Szczególnie w obiektach o większej powierzchni i liczbie poziomów pozwala to na centralizację sterowania (np. w pomieszczeniu wentylatorowni). Tym samym jedna centrala detekcji może obsługiwać kilkupiętrowy garaż sterując niezależnie sekcjami wentylacji.

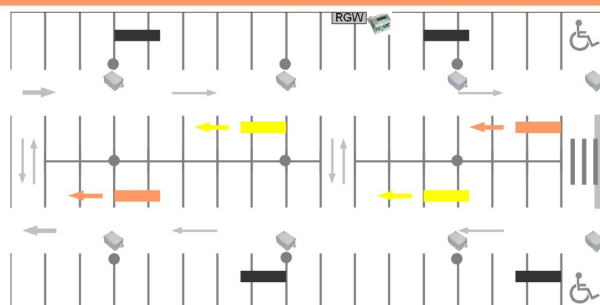
W przypadku sterowania wentylacją strumieniową istotnym parametrem jest wydajność wentylacji. Z jednej strony oszczędna konstrukcja wentylacji (brak kanałów wentylacyjnych) zderza się z problemem załączania dużej ilości wentylatorów (silników) czyli znacznym poborem kosztownej energii. Dzięki 4 progowemu sterowaniu systemu PolyGard2 (rys.8) możemy załączać stopniowo poszczególne wentylatory w zależności od stopnia zagrożenia. Ten sposób umożliwia dość płynne sterowanie wentylacją ze znaczną redukcją kosztów i zużycia samych urządzeń. Dodatkowo możemy rozróżnić sterowanie od detektorów CO lub LPG i różnie reagować na zagrożenie. Poniżej przykładowe zestawienie sposobów załączania wentylatorów w zależności od rodzaju zagrożenia.

**CO NO<sub>x</sub> CO<sub>2</sub> ALARM 1 STOPNIA URUCHOMIENIE 25% WENTYLACJI**



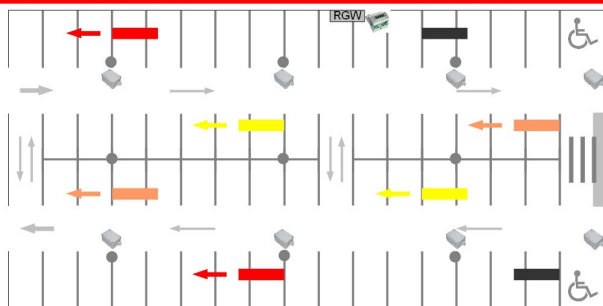
(rys.12 sterowanie wentylacji strumieniowej przy 1 progu alarmowym detekcji gazów toksycznych)

**CO NO<sub>x</sub> CO<sub>2</sub> ALARM 2 STOPNIA URUCHOMIENIE 50% WENTYLACJI**



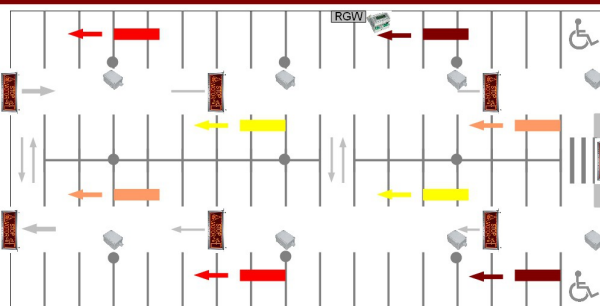
(rys.13 sterowanie wentylacji strumieniowej przy 2 progu alarmowym detekcji gazów toksycznych)

**CO NO<sub>x</sub> CO<sub>2</sub> ALARM 3 STOPNIA URUCHOMIENIE 75% WENTYLACJI**



(rys.14 sterowanie wentylacji strumieniowej przy 3 progu alarmowym detekcji gazów toksycznych)

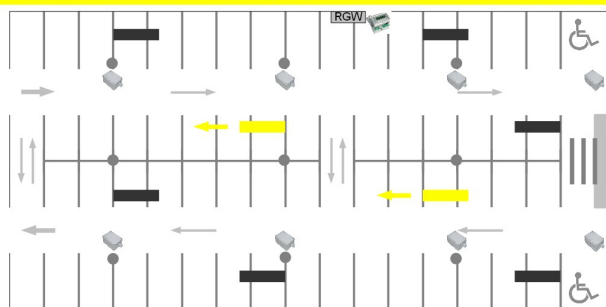
**CO NO<sub>x</sub> CO<sub>2</sub> ALARM 4 STOPNIA URUCHOMIENIE 100% WENTYLACJI ORAZ SYGNALIZACJI ALARMOWEJ**



(rys.15 sterowanie wentylacji strumieniowej przy 4 progu alarmowym detekcji gazów toksycznych)

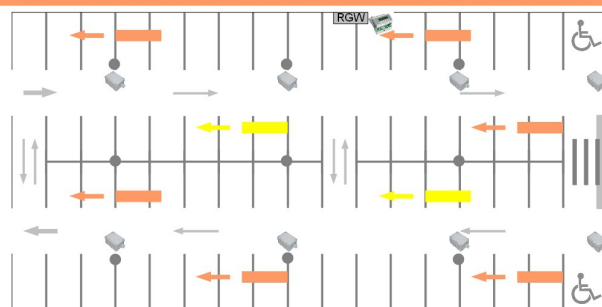
Z kolei sterowanie wentylacją przy detekcji gazów wybuchowych (LPG czy CNG) będzie nieco odmienne ze względu na potrzebę szybkiego zlikwidowania zagrożenia. Dodatkowo przy systemie 4 progowym (w odróżnieniu od systemu 2 progowego) sygnalizacja optyczna i akustyczna załączają się dopiero w przypadku gdy wentylacja z jakichś względów nie zadziała prawidłowo i nie zlikwiduje zagrożenia. W starych systemach 2 progowych sygnalizatory alarmowe były włączane wraz z 2 biegiem wentylacji co powodowało, że wentylacja jeszcze nie zdążyła zadziałać, a użytkownik otrzymywał informację o ewakuacji. Takie rozwiązanie powodowało, że alarmy były bardzo częste i ignorowane. Dzięki 4 progom alarmowym uzyskujemy rzeczywisty alarm (na 3 i 4 progu) kiedy faktycznie układ wentylacji z jakiegoś powodu nie jest w stanie usunąć zagrożenia (np. jest uszkodzony).

LPG ALARM 1 STOPNIA URUCHOMIENIE 25% WENTYLACJI



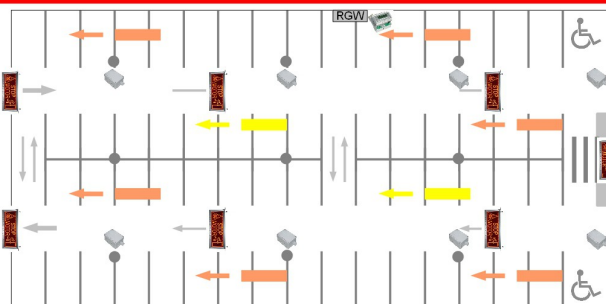
(rys.16 sterowanie wentylacji strumieniowej przy 1 progu alarmowym detekcji gazów wybuchowych)

LPG ALARM 2 STOPNIA URUCHOMIENIE 100% WENTYLACJI



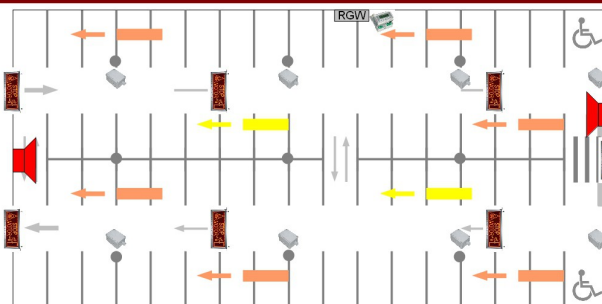
(rys.17 sterowanie wentylacji strumieniowej przy 2 progu alarmowym detekcji gazów wybuchowych)

LPG ALARM 3 STOPNIA URUCHOMIENIE 100% WENTYLACJI ORAZ SYGNALIZACJI ALARMOWEJ OPTYCZNEJ



(rys.18 sterowanie wentylacji strumieniowej przy 3 progu alarmowym detekcji gazów wybuchowych)

LPG ALARM 4 STOPNIA URUCHOMIENIE 100% WENTYLACJI ORAZ SYGNALIZACJI ALARMOWEJ OPTYCZNEJ I AKUSTYCZNEJ



(rys.19 sterowanie wentylacji strumieniowej przy 4 progu alarmowym detekcji gazów wybuchowych)

## Sygnalizacja.

Zrozumiały dla użytkownika przekaz informujący o zagrożeniu to wbrew pozorom niełatwa sprawa. Większość czytelników zapewne natychmiast stwierdzi, że w halach garażowych już od dawna stosowane są podświetlane tablice ostrzegawcze z określonym tekstem i temat jest na wskroś znany i do głębi opracowany. Czyżby?

### Problem 1 - Treść tablicy



(fot.7 niemiecko-języczna tablica ostrzegawcza)

Dla osób znających język niemiecki odczytanie powyższej tablicy oczywiście nie będzie problemem. Jednak dla większości jest ona nieczytelna. Tak właśnie czuje się obcokrajowiec w hali garażowej w Polsce. O ile więc w halach garażowych mniejszych budynków mieszkalnych treść tablicy nie jest aż tak istotna, o tyle w obiektach komercyjnych, turystycznych, komunikacyjnych, sportowych czy publicznych (ze szczególnym uwzględnieniem miejsc odwiedzanych przez obcokrajowców) to co znajduje się na znakach ostrzegawczych ma szczególne znaczenie. Poniżej przykład tablicy dla gazów toksycznych, częściowo piktogramowej ze zrozumiałym dla większości ludzi tekstem.





(fot.8 Przykładowa tablica ostrzegawcza typu WT używana w halach garażowych)

Tablice typu WT mogą być tworzone w praktycznie dowolnych rozmiarach z dowolnymi tekstami i obrazami dzięki czemu można zastosować indywidualną i dopasowaną do obiektu sygnalizację.

### Problem 2 - Rozmieszczenie tablic

Gdzie powiesić tablice? Ile ma ich być? To częste pytania projektantów. Niestety po raz kolejny polskie regulacje prawne nie podają żadnych informacji tego typu. Sensownym rozmieszczeniem jest instalacja ostrzeżeń przy wszystkich wejściach i wjazdach do hali garażowej oraz wewnątrz hali. I tu z reguły powstaje problem. Hala jest duża, ile lamp powinno w niej być i jak je rozmieścić? Można by przyjąć, że dobre rozmieszczenie lamp ostrzegawczych to takie, które będzie umożliwiało zobaczenie lampy z dowolnego punktu hali. Z drugiej strony warto zajrzeć do normy VDI 2053 gdzie przewidziano, że lampa przypada na każde 500m<sup>2</sup> obiektu.



(rys.20 rozmieszczenie tablic w Polsce i w Niemczech)

### Problem 3 - sygnalizacja akustyczna

Tablice mogą być wyposażane w stosunkowo cichą sygnalizację dźwiękową i/lub można stosować klasyczną sygnalizację akustyczną (ok.95dB). W obiektach mieszkalnych zdecydowanie stosuje się cichą sygnalizację (o ile w ogóle). W obiektach komercyjnych i publicznych ze względu na stały hałas można zastosować sygnalizację o większym natężeniu dźwięku. Niestety użytkownicy tych obiektów delikatnie mówiąc nie rozróżniają sygnałów dźwiękowych i dobrym rozwiązaniem jest tutaj włączenie systemu detekcji do systemu DSO (dźwiękowy system ostrzegawczy / system nagłośnienia), który w większości przypadków już jest na obiekcie. Dzięki temu, że dopiero na 4 progu system detekcji wysyła informację alarmową mamy pewność minimalizowania fałszywych alarmów, a jednocześnie pewne narzędzie do poinformowania ludzi znajdujących się w obiekcie.

### Komunikacja z systemami zarządzania budynkiem.

[Dz.U. 2022 poz. 1225](#)

[Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia](#)

*jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie*

*§158.3. Sygnały alarmowe stanu zagrożenia wybuchem w budynkach, z wyłączeniem budynków jednorodzinnych, powinny być kierowane do służb lub osób zobowiązanych do podjęcia skutecznej akcji zapobiegawczej.*

Powyższy zapis funkcjonuje w przepisach w odniesieniu do systemów zabezpieczających instalacje gazowe. Widać jednak, że ustawodawca wyraźnie podkreśla znaczenie informacji alarmowej związanej z zagrożeniem wybuchowym i przesłaniu jej do odpowiednich osób za pomocą systemów kontroli budynku takimi jak BMS. W nowoczesnych rozwiązaniach system powinien dysponować wyjściem RS485 Modbus RTU lub BACnet aby system zarządzania budynkiem mógł skorzystać z danych systemu detekcji. Wyjście tego typu udostępnia cyfrowe informacje o całym systemie, takie jak alarmy, awarie, bieżące pomiary itp. Sygnał można podłączyć pod posiadany już przez obiekt system zarządzania i wizualizację. W przypadku systemów MSR PolyGard2 jest także możliwe zamówienie dedykowanej wizualizacji dla systemu detekcji.



**Przykładowe schematy systemów detekcji.**

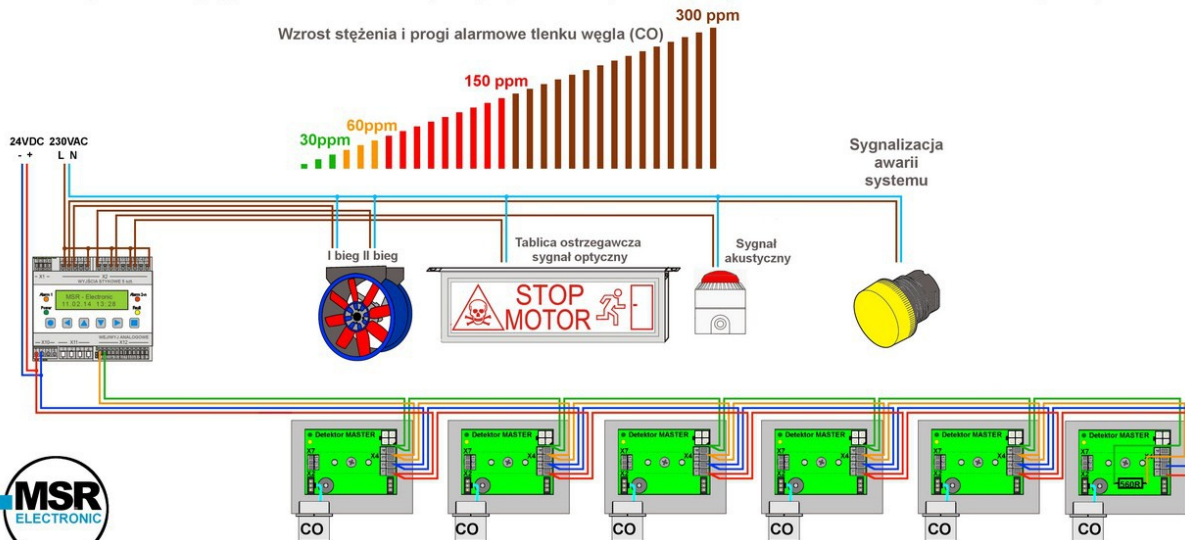
**Mała hala garażowa (tylko CO):**

**SCHEMAT PODŁĄCZENIA DETEKTORÓW PolyGard2 CO HALA GARAŻOWA**

TYPOWY SCHEMAT SYSTEMU DETEKCJI GAZÓW W HALI GARAŻOWEJ  
 Detekcja tlenku węgla (CO), ditlenku azotu (NO2) oraz LPG  
 - alarm poziomu 1 załącza I bieg wentylacji  
 - alarm poziomu 2 załącza II bieg wentylacji  
 - alarm poziomu 3 załącza sygnalizację optyczną  
 - alarm poziomu 4 załącza sygnalizację akustyczną  
 - awaria systemu detekcji sygnalizowana na rozdzielnicę wentylacji

TYPOWE WARTOŚCI PROGÓW ALARMOWYCH ZGODNE Z NORMĄ PN-EN 50545-1  
 DLA HAL GARAŻOWYCH I TUNELI

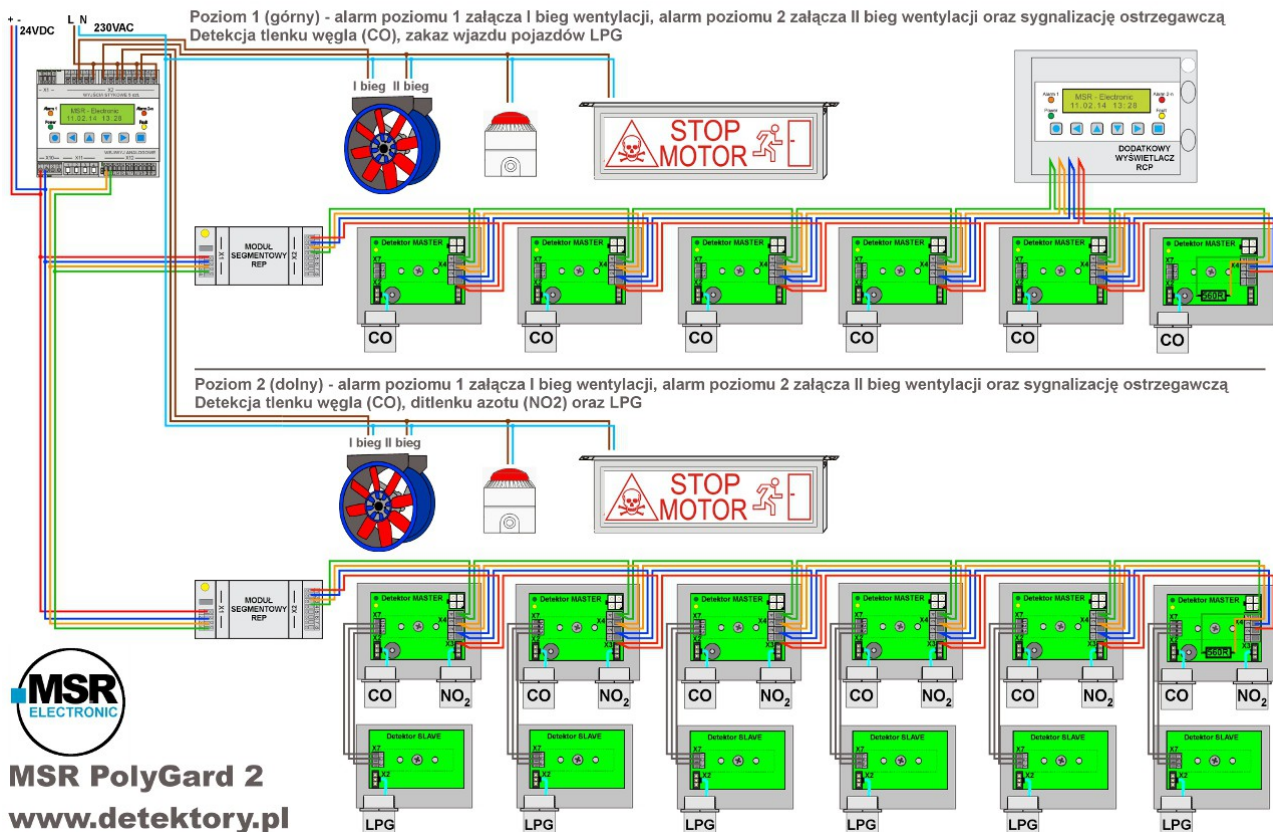
	ALARM 1	ALARM 2	ALARM 3	ALARM 4	
Tlenek węgla (CO)	30	60	150	300	[ppm - średnia ważona]
Ditlenek azotu (NO2)	3	6	15	30	[ppm - średnia ważona]
Propan-butan (LPG)	10	20	30	40	[%DGW]



**MSR PolyGard 2**  
[www.detektory.pl](http://www.detektory.pl)

**Hala garażowa 2 poziomowa (pierwszy poziom CO; drugi poziom CO, NO2 i LPG):**

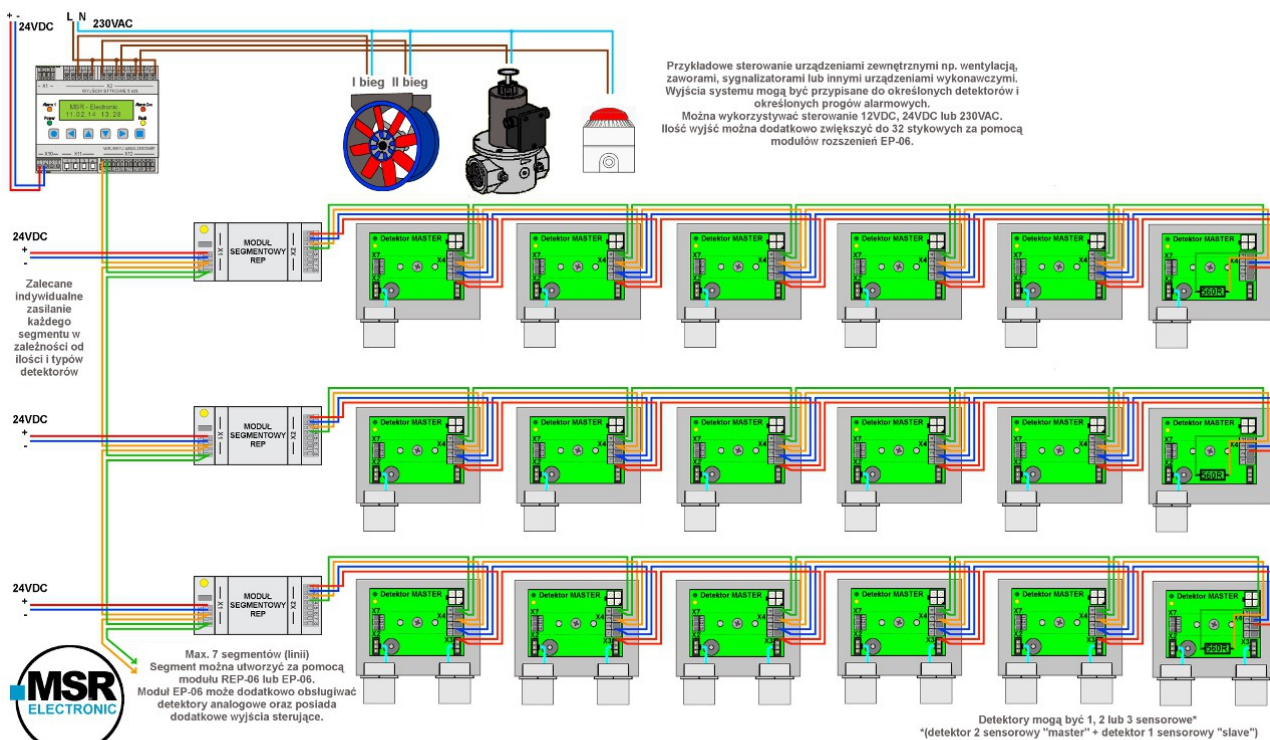
**SCHEMAT PODŁĄCZENIA DETEKTORÓW PolyGard2 HALA GARAŻOWA WIELOPOZIOMOWA**



**MSR PolyGard 2**  
[www.detektory.pl](http://www.detektory.pl)

### Hala garażowa wielopoziomowa:

## SCHEMAT PODŁĄCZENIA DETEKTORÓW W UKŁADZIE WIELU LINII



**MSR PolyGard 2**  
[www.detekторы.pl](http://www.detekторы.pl)

### Hala garażowa wentylacja strumieniowa (tylko CO):

## SCHEMAT PODŁĄCZENIA DETEKTORÓW PolyGard2 CO HALA GARAŻOWA

TYPOWY SCHEMAT SYSTEMU DETEKCJI GAZÓW W HALI GARAŻOWEJ

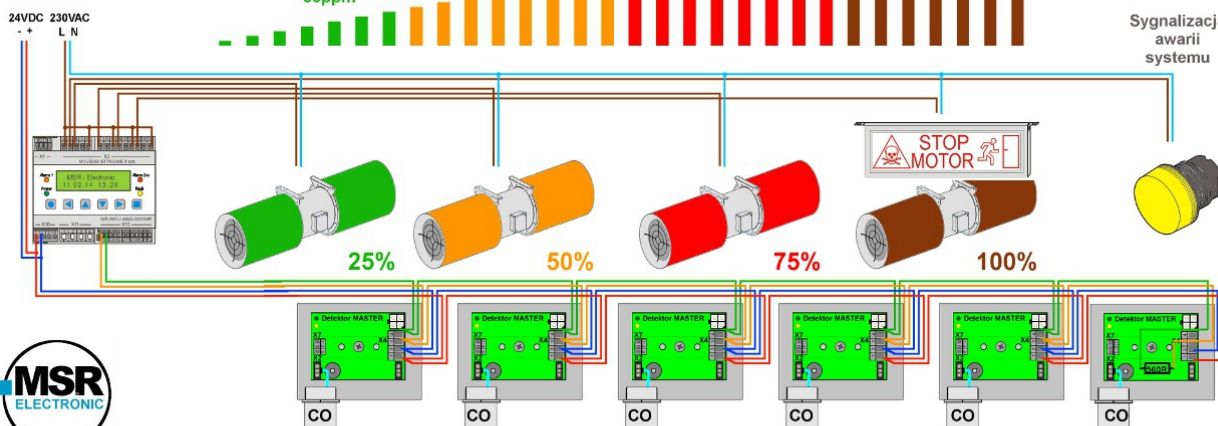
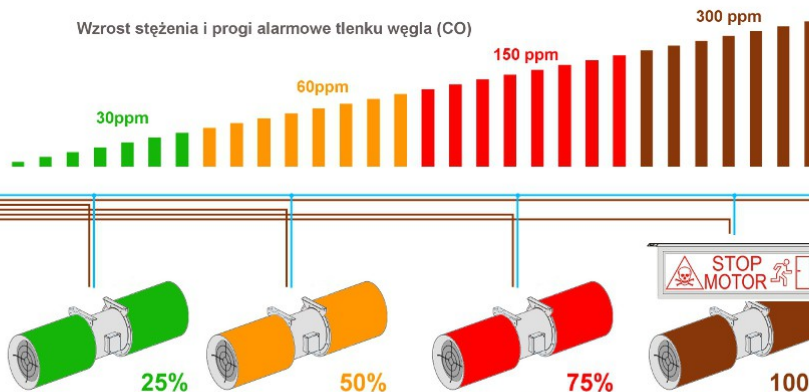
Detekcja tlenku węgla (CO), ditlenku azotu (NO<sub>2</sub>)

- alarm poziomu 1 załącza 25% wentylatorów
- alarm poziomu 2 załącza 50% wentylatorów
- alarm poziomu 3 załącza 75% wentylatorów
- alarm poziomu 4 załącza 100% wentylatorów + tablice ostrzegawcze
- awaria systemu detekcji sygnalizowana na rozdzielni wentylacji

TYPOWE WARTOŚCI PROGÓW ALARMOWYCH ZGODNE Z NORMĄ PN-EN 50545-1 DLA HAL GARAŻOWYCH I TUNELI

	ALARM 1	ALARM 2	ALARM 3	ALARM 4	
Tlenek węgla (CO)	30	60	150	300	[ppm - średnia ważona]
Ditlenek azotu (NO <sub>2</sub> )	3	6	15	30	[ppm - średnia ważona]

Wzrost stężenia i progi alarmowe tlenku węgla (CO)



**MSR PolyGard 2**  
[www.detekторы.pl](http://www.detekторы.pl)



## Hala garażowa wentylacja strumieniowa (tylko CO + LPG):

### SCHEMAT PODŁĄCZENIA DETEKTORÓW PolyGard2 CO LPG HALA GARAŻOWA WENTYLACJA STRUMIENIOWA

TYPOWY SCHEMAT SYSTEMU DETEKCJI GAZÓW W HALI GARAŻOWEJ

Detekcja tlenku węgla (CO), ditlenku azotu (NO2)

- alarm poziomu 1 załącza 25% wentylatorów
- alarm poziomu 2 załącza 50% wentylatorów
- alarm poziomu 3 załącza 75% wentylatorów
- alarm poziomu 4 załącza 100% wentylatorów + tablice ostrzegawcze

Detekcja propanu-butanu (LPG)

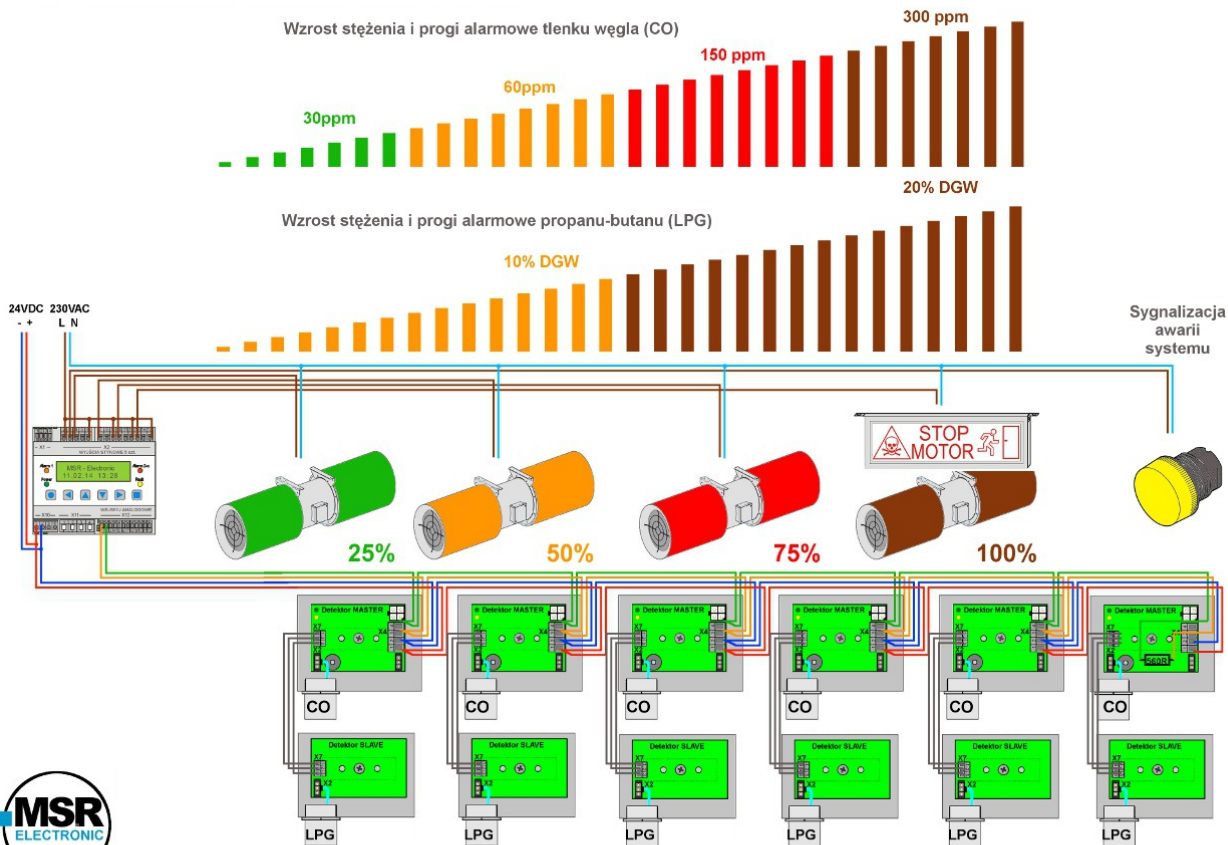
- alarm poziomu 1 załącza 50% wentylatorów
- alarm poziomu 2 załącza 100% wentylatorów + tablice ostrzegawcze

Awaria systemu detekcji sygnalizowana na rozdzielniczy wentylacji

TYPOWE WARTOŚCI PROGÓW ALARMOWYCH ZGODNE Z NORMĄ PN-EN 50545-1 DLA HAL GARAŻOWYCH I TUNELI

	ALARM 1	ALARM 2	ALARM 3	ALARM 4	
Tlenek węgla (CO)	30	60	150	300	[ppm - średnia ważona]
Ditlenek azotu (NO2)	3	6	15	30	[ppm - średnia ważona]
Propan-butan (LPG)	10	20	30	40	[%DGW]

**Ze względów bezpieczeństwa sterowanie wentylacji od alarmu LPG już na 2 progę alarmowym uruchamia pełną moc wentylacji. Taki schemat sterowania jest możliwy dzięki elastycznej konfiguracji programowej systemu PolyGard2.**



**MSR PolyGard 2**  
www.detektory.pl

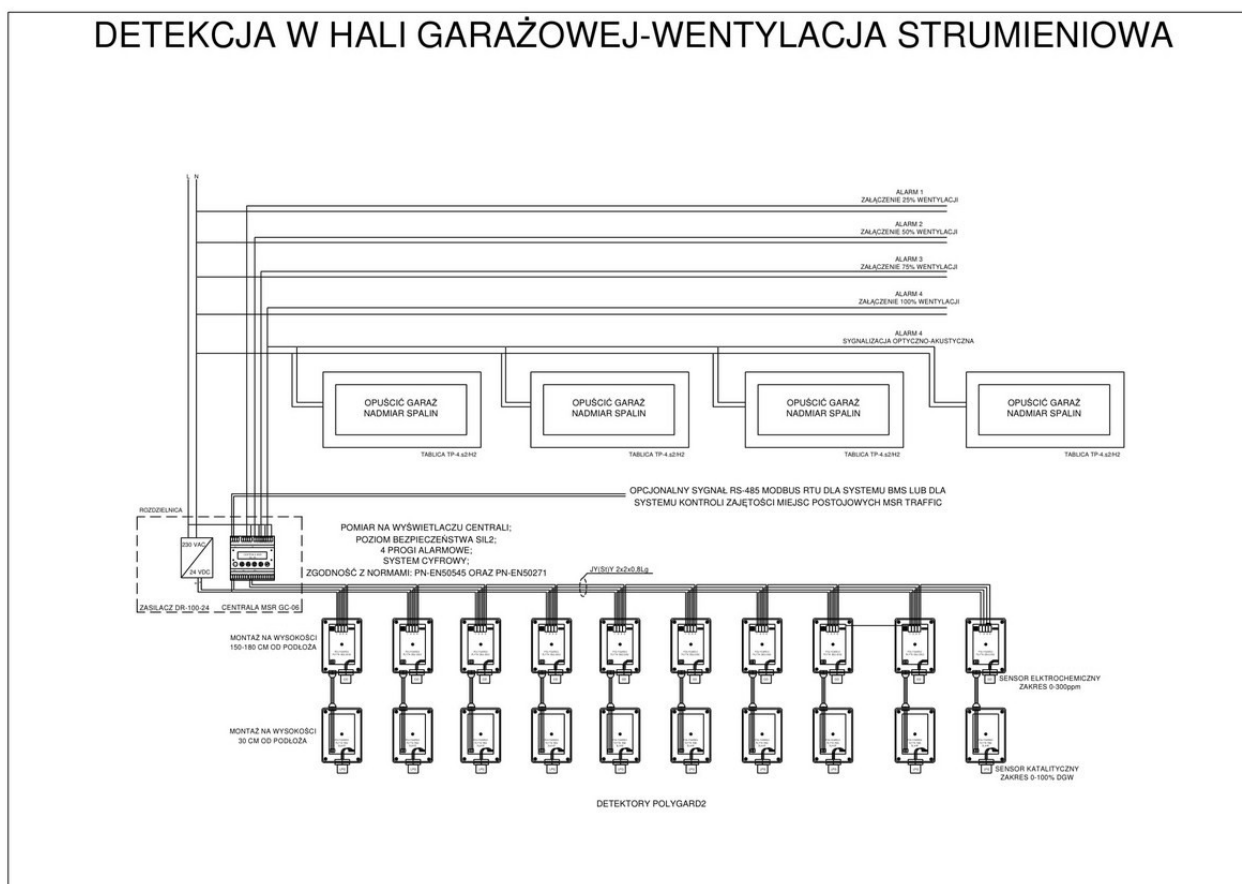
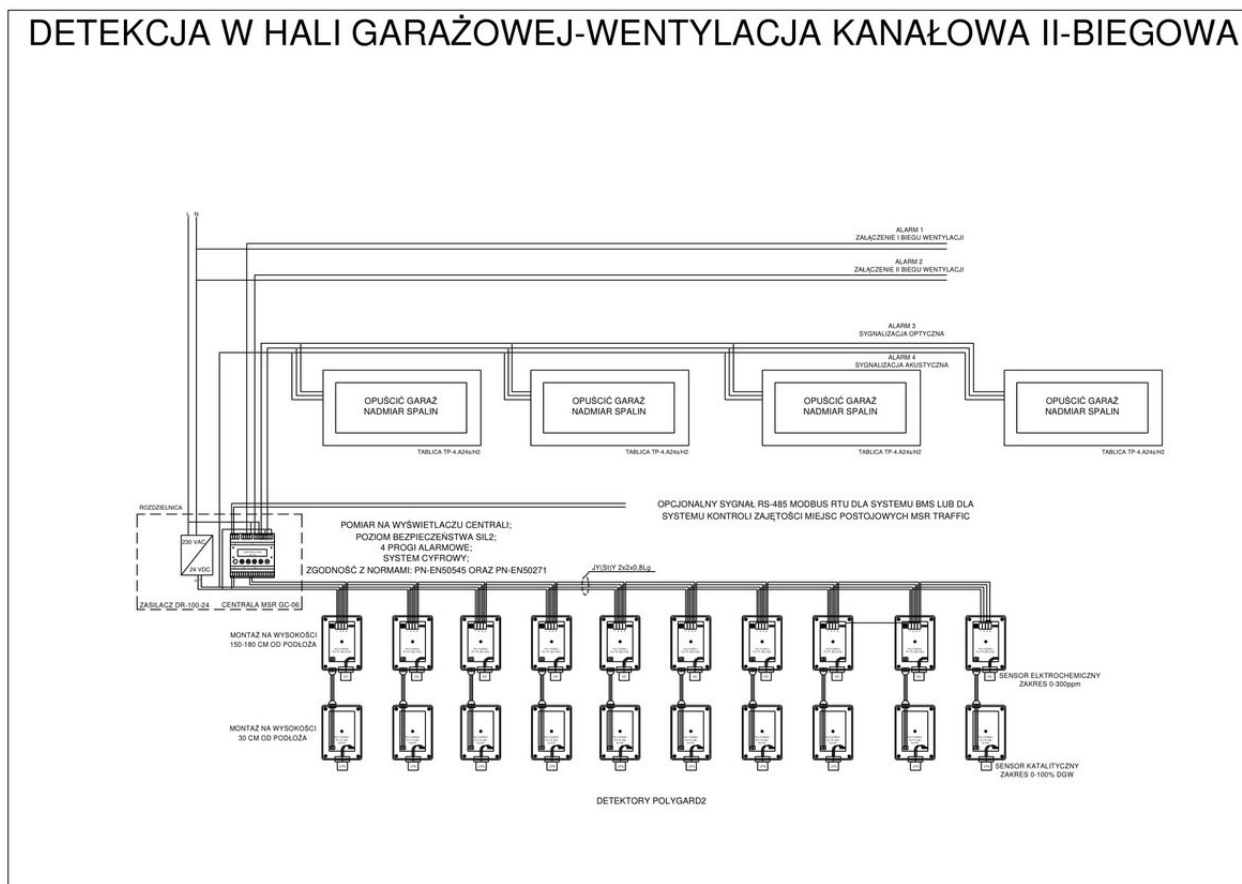
Systemy PolyGard2 można różnie konfigurować - detektory metanu (CNG), propanu-butanu (LPG), tlenku węgla (CO), ditlenku węgla (CO2), ditlenku azotu (NO2), jednogazowe i dwugazowe, ilość wyjść sterujących (stykowych) może być rozbudowana do 32, dostępne są wyjścia analogowe (4-20mA), wyjście cyfrowe (RS485 Modbus RTU lub BACnet).

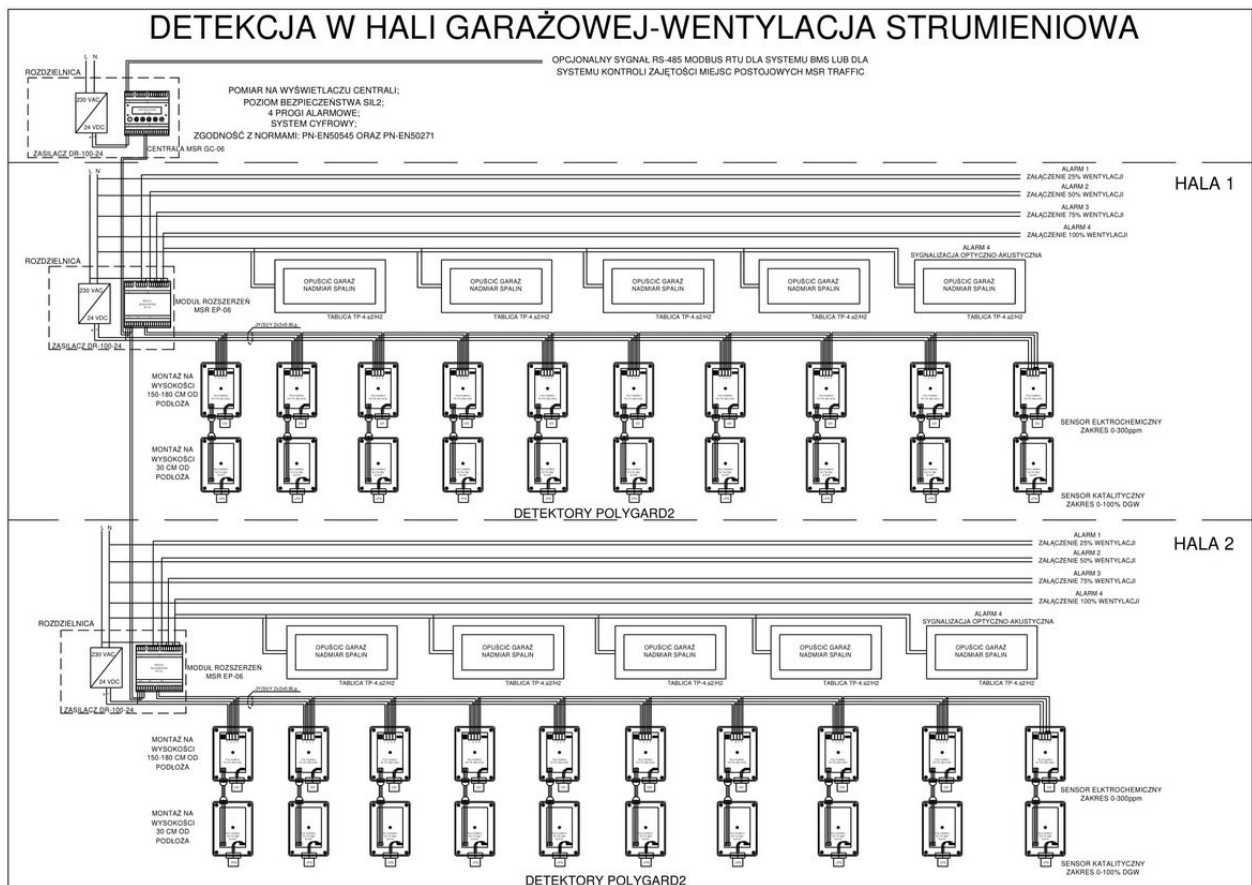
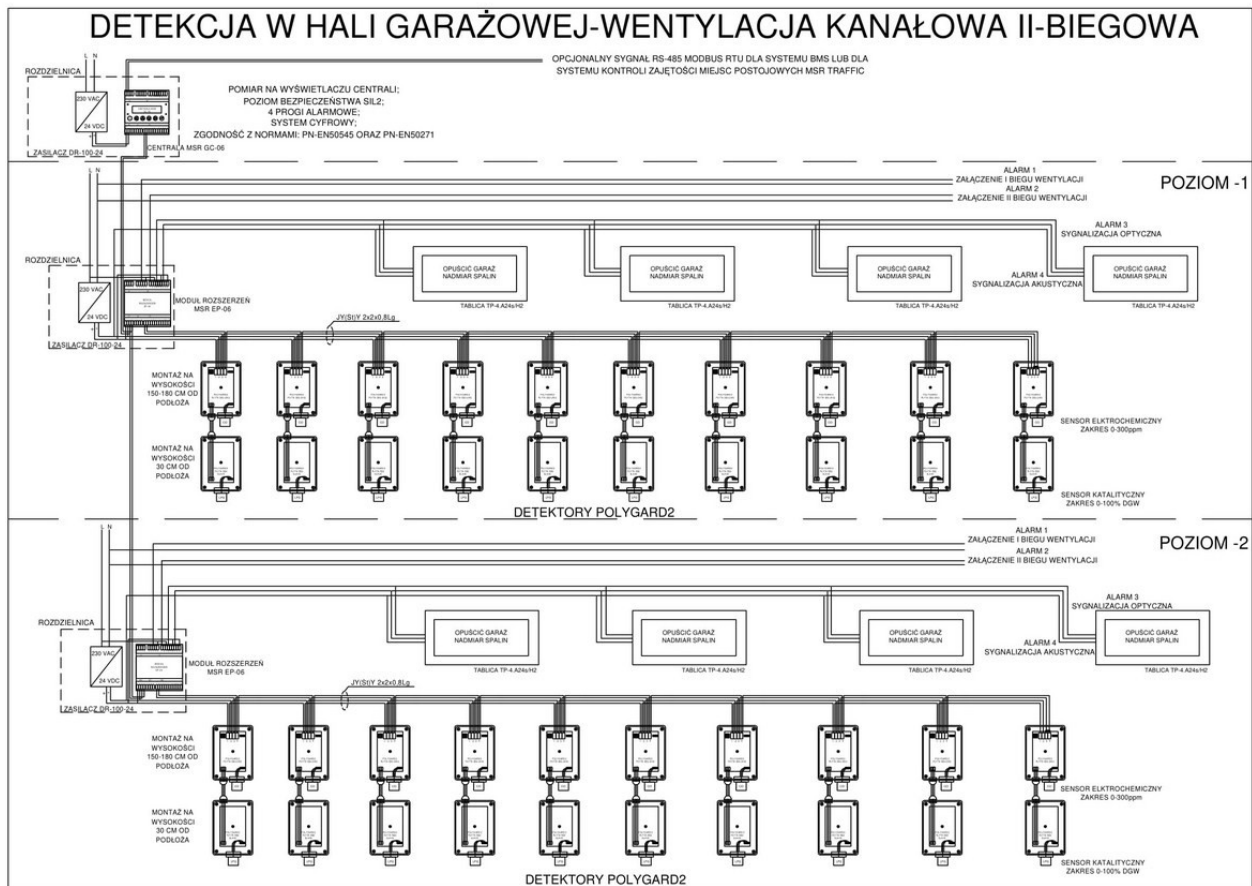
Detektory są adresowalne, a wyjścia programowalne więc można tworzyć strefy i prawie dowolnie skonfigurować działanie systemu od detektorów różnych gazów i miejsca ich instalacji.

Centrala ma możliwość rejestrowania danych pomiarowych co jest ważną funkcją przy ewentualnym wypadku.

### Przykładowe schematy CAD

Schematy w wersjach CAD (format .dwg) dostępne do pobrania na stronie [www.detektory.pl](http://www.detektory.pl)







### 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 uprawnieniami energetycznymi (elektrycznymi) gr.1.



### 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.





### Produkty dla hal garażowych.

Stacjonarny system detekcji gazów MSR-Electronic PolyGard2 wraz z czujnikami PolyGard2.



Tablice ostrzegawcze WT i sygnalizatory WH/BL.

Moduły rozszerzeń EP



System wskazywania wolnych miejsc parkingowych MSR-Traffic ParkGard.



### Przykładowa lista urządzeń.

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

Detektor 3-gazowy PolyGard2 CO (0-300ppm) + NO<sub>2</sub> (0-10ppm) + LPG (0-100%DGW)  
(4 progi alarmowe, IP65)

Detektor 2-gazowy PolyGard2 CO (0-300ppm) + LPG (0-100%DGW)  
(4 progi alarmowe, IP65)

Detektor 1-gazowy PolyGard2 CO (0-300ppm)  
(4 progi alarmowe, IP65)

Detektor 1-gazowy PolyGard2 CNG (0-100%DGW)

(4 progi alarmowe, IP65)

Detektor 1-gazowy PolyGard2 LPG (0-100%DGW)

(4 progi alarmowe, IP65)

*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, Pixabay*

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

*Aktualizacja: 08.2023*

- aktualizacja parametrów NDS i NDSch dla tlenku azotu (NO)*
- zmiana wartości współczynnika temperatury dla współczynnika ciężaru gazów*
- aktualizacja normy dla właściwości gazów palnych PN-EN ISO/IEC 80079-20-1*
- aktualizacja regulacji prawnych*
- dodanie porównania bezpieczeństwa systemów opartych na detektorach samodzielnych i scentralizowanych cyfrowych*