



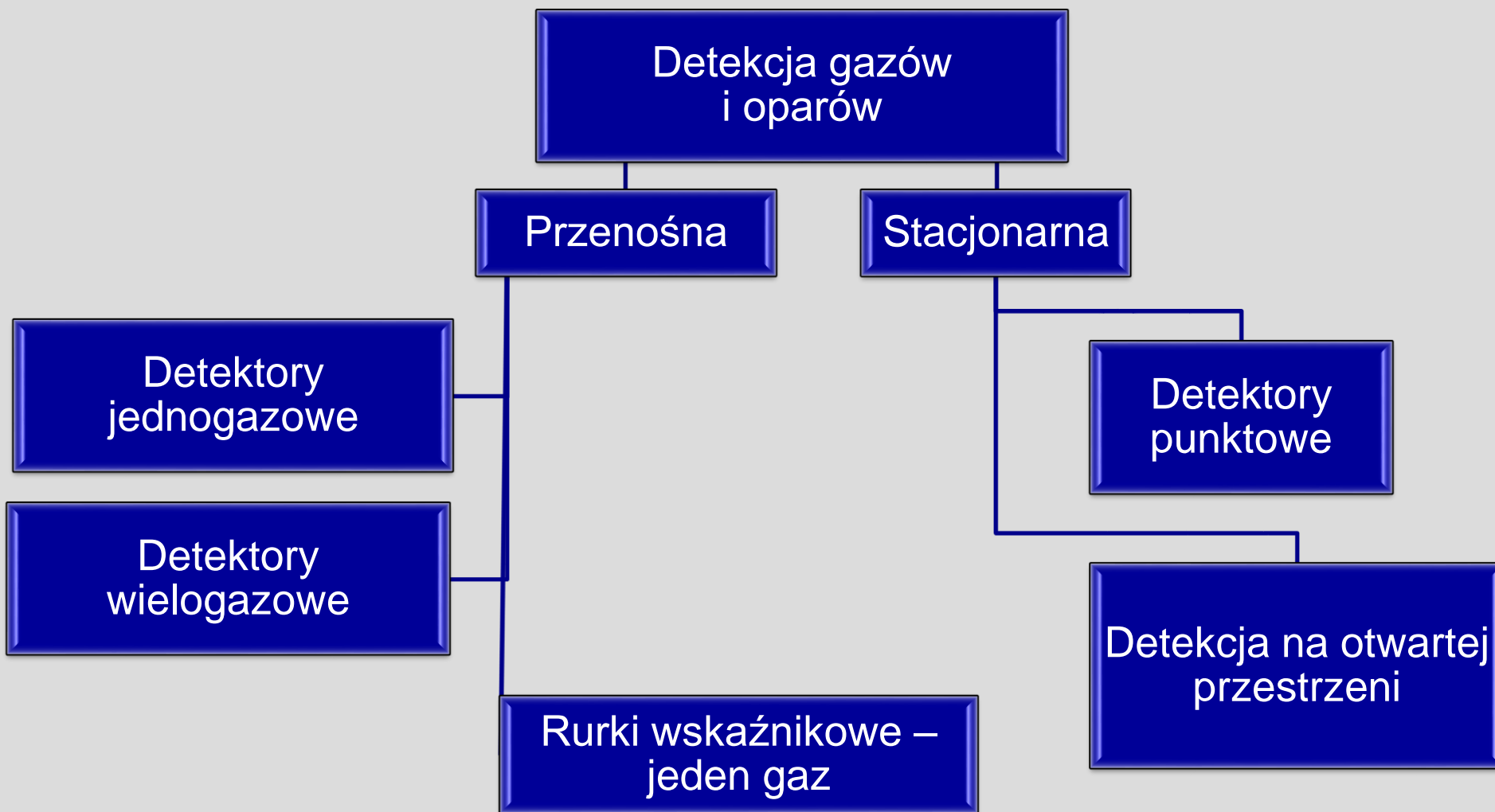
## Detekcja gazów w praktyce

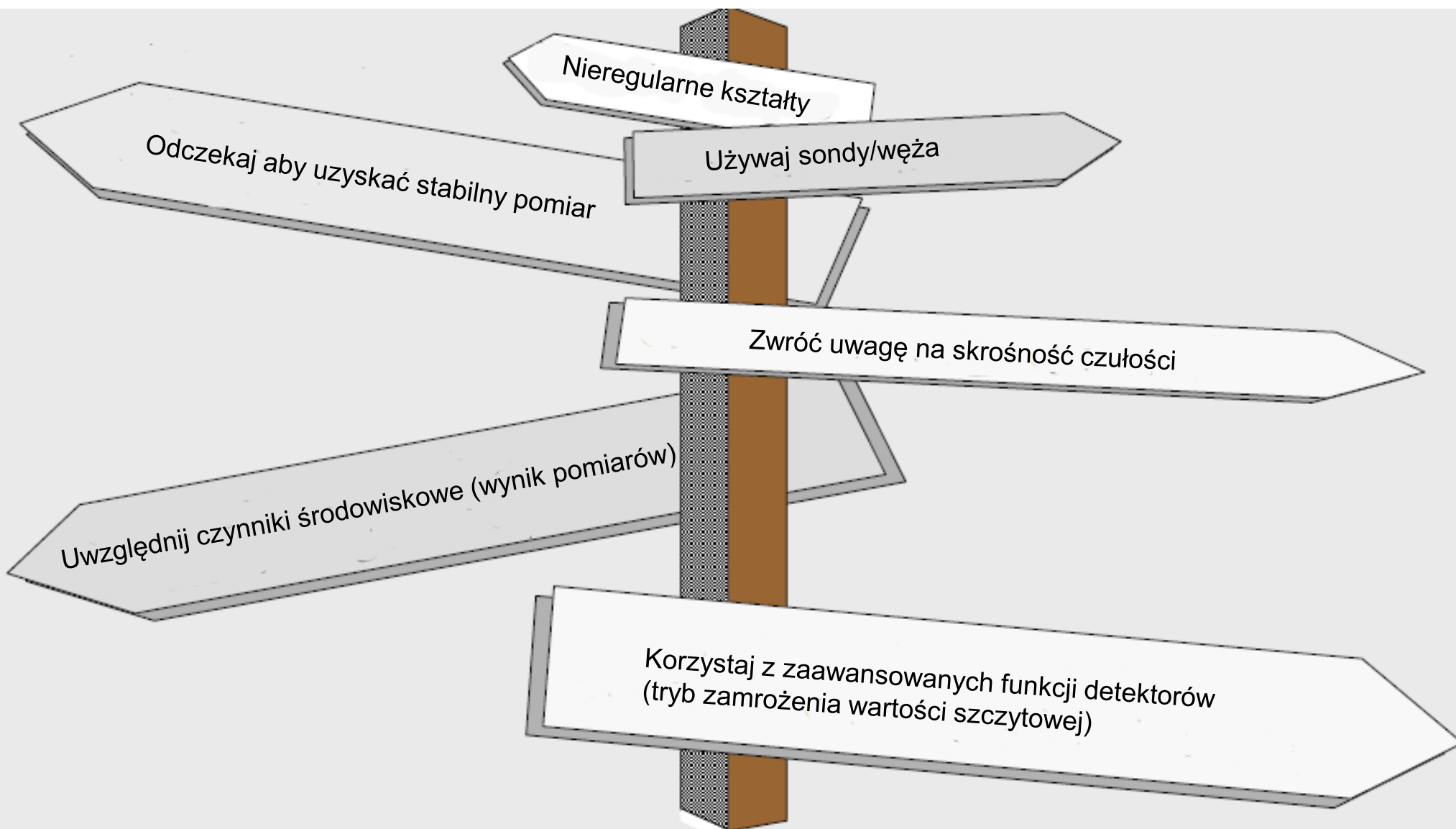
**Bezpieczna Chemia**

Włocławek, 2-3.10.2019, dr Agnieszka Wyciślik-Kupicha, dr Marcin Szczepański

Treści przedstawione w niniejszym wykładzie mają **charakter informacyjny**. Dräger nie ponosi odpowiedzialności za dokładność, kompletność lub wiarygodność informacji. Prosimy o profesjonalny osąd, czy korzystać z informacji zawartych w niniejszej prezentacji. Dräger nie ponosi odpowiedzialności za konsekwencje wykorzystania takich informacji.

- 
- 1 Detekcja – wprowadzenie, wyzwania**
  - 2 Technologia wykonania sensorów
  - 3 Sensory elektrochemiczne
  - 4 Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>
  - 5 Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S
  - 6 Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych
  - 7 Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych
  - 8 Sensory fotojonizacyjne i ich znaczenie w pomiarach
  - 9 Podsumowanie
-





## Wyzwania

### Detekcja oparów gazów wybuchowych

#### Ryzyko:

Rozładunek zbiorników z LPG  
– propan/butan, ale także  
wyższe węglowodory

“...Sensor pomiarowy  
pracujący w zakresie %DGW  
został wyposażony w filtr  
wstępny z węgla drzewnego  
i nie jest zalecany do  
cięższych węglowodorów,  
takich jak opary benzyny.....”

**Detektor musi być zdolny  
do wykrywania par  
alifatycznych.**



## Wyzwania

### Zatrucie sensorów katalitycznych

#### Zatrucie sensora:

Zatrute sensory CatEx reagują i są w stanie wykryć cząsteczki pentanu, lecz nie reagują na metan.

“...Sensor został testowany i kalibrowany przy użyciu pentanu. Ta procedura nie jest zalecana jeśli występuje również ryzyko obecności metanu.....”

**Procedura testu i kalibracji detektora musi być zgodna z występującymi zagrożeniami (zarówno gazy jak i opary).**



## Wyzwania

### Zły dobór techniki detekcji

#### **Podczerwień tylko dla węglowodorów**

Nieznany skład mieszanki wybuchowej

“...Wykorzystanie sensora podczerwonego. Sensor nie reaguje na potencjalnie możliwe wystąpienie wodoru w atmosferze...”

**Prawidłowa ocena zagrożeń związanych z ich źródłem oraz specyfikacja danego typu sensora.**





# Wyzwanie

## Obojętna atmosfera

### Obojętna atmosfera

Gazy wybuchowe w atmosferze obojętnej (beztlenowej) należy wykrywać wyłącznie za pomocą sensorów podczerwonych.

“...Nie jest zalecane stosowanie sensorów katalitycznych dla obszarów, gdzie występuje obniżona zawartość tlenu – nieprawidłowe działanie sensora...”

**Preferowana metoda detekcji w obszarach, gdzie występuje niedobór tlenu to podczerwień.**



## Ocena ryzyka i odpowiedni dobór sprzętu do detekcji

Niewłaściwa ocena ryzyka i dobór sprzętu mogą prowadzić do:

- Nieprawidłowej oceny zagrożeń
- Zakupu nieodpowiedniego sprzętu
- Uszkodzeń źle dobranego sprzętu (zatrucia sensorów)
- Wypadków podczas wykonywania prac



Należy wybrać odpowiednią technologię pomiaru

Odpowiednio przygotować sprzęt przed wykonywaniem prac zgodnie z zaleceniami producenta

- 1 Detekcja – wprowadzenie, wyzwania
- 2 Technologia wykonania sensorów**
- 3 Sensory elektrochemiczne
- 4 Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>
- 5 Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S
- 6 Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych
- 7 Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych
- 8 Sensory fotojonizacyjne i ich znaczenie w pomiarach
- 9 Podsumowanie

## Sensory elektrochemiczne



## Sensory katalityczne



## Sensory podczerwone

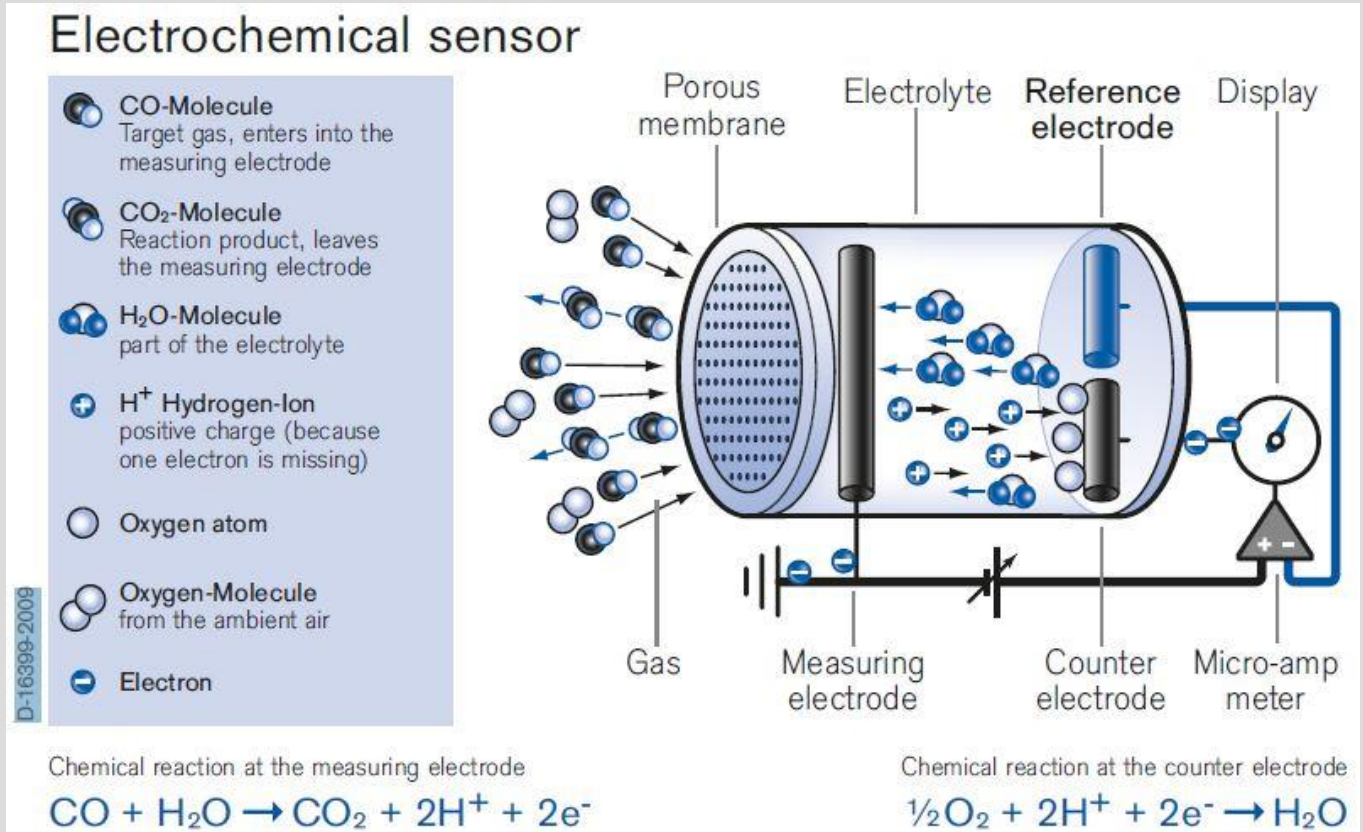


## Sensory fotojonizacyjne

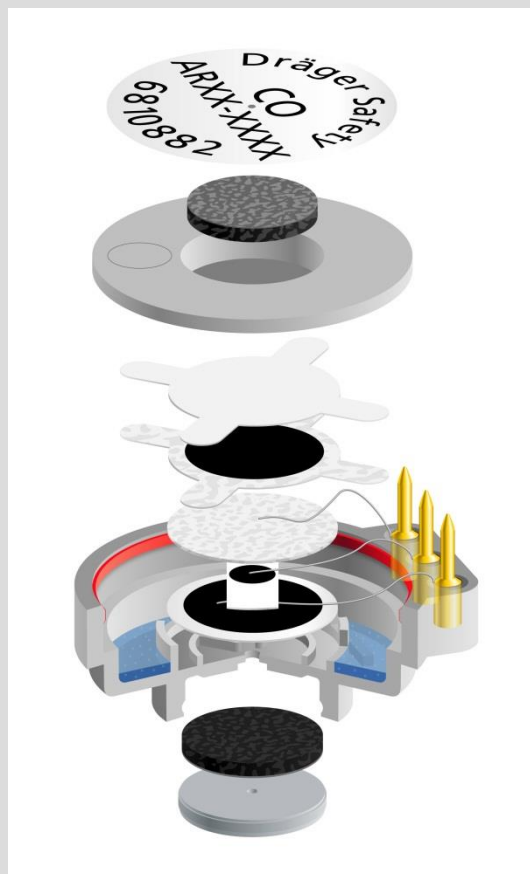
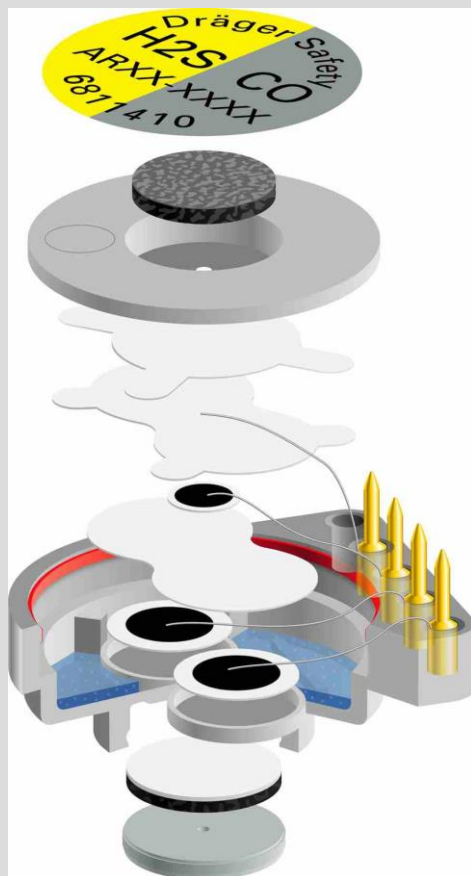


- 1 Detekcja – wprowadzenie, wyzwania
- 2 Technologia wykonania sensorów
- 3 Sensory elektrochemiczne**
- 4 Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>
- 5 Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S
- 6 Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych
- 7 Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych
- 8 Sensory fotojonizacyjne i ich znaczenie w pomiarach
- 9 Podsumowanie





## Budowa sensorów XXS

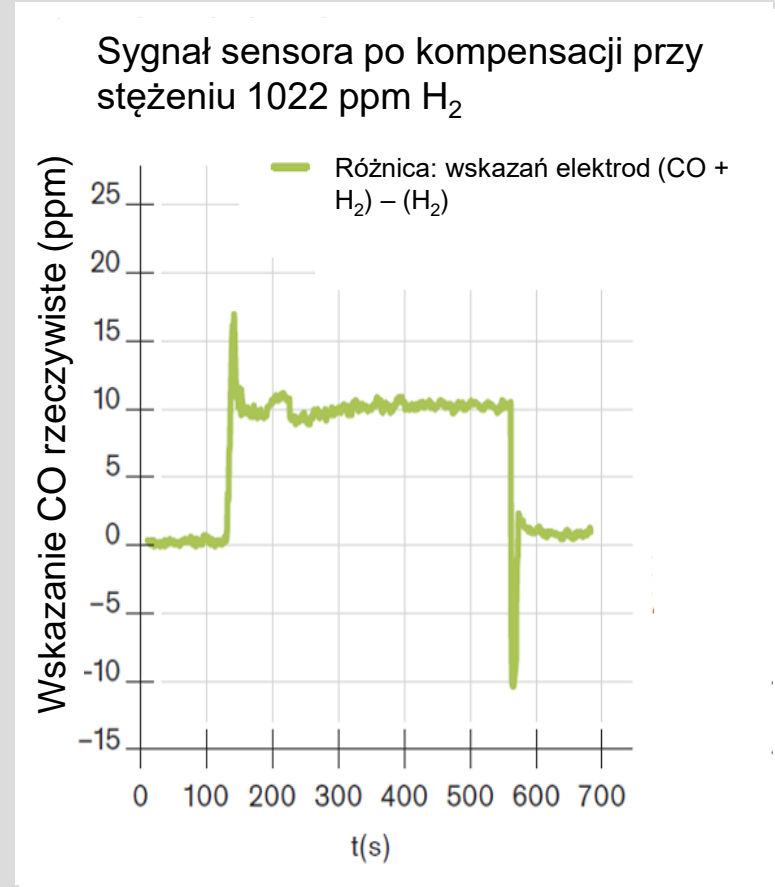


- 1 Detekcja – wprowadzenie, wyzwania
- 2 Technologia wykonania sensorów
- 3 Sensory elektrochemiczne
- 4 Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>**
- 5 Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S
- 6 Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych
- 7 Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych
- 8 Sensory fotojonizacyjne i ich znaczenie w pomiarach
- 9 Podsumowanie

# Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>

## Informacje szczegółowe – idea kanału kompensacyjnego

Aby wyeliminować wpływ wodoru skonstruowano sensor typu XXS CO H<sub>2</sub>-CP. Sensor ten wykorzystuje dwie elektrody pomiarowe – jedna z nich mierzy CO i H<sub>2</sub>, druga tylko H<sub>2</sub>. Prawidłowe stężenie CO jest obliczane automatycznie i wyświetlane na podstawie różnicy między dwoma sygnałami. Stężenie wodoru rzędu 1000 ppm (2,5 % DGW) powoduje maksymalnie wpływ na wskazania CO rzędu 15 ppm, co nie aktywuje alarmu na kanale CO.



# Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>

## Budowa sensora z kanałem kompensacyjnym





# Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>

## Możliwości

01

### Uniwersalność

» Sensor z kanałem kompensacyjnym wykorzystywany jest w urządzeniach jedno- i wielogazowych



PAC 8500



seria X-am 5x00



X-am 8000

02

### Dodatkowe zabezpieczenie

» Sensor zaopatrzony jest w filtr selektywny, który dodatkowo likwiduje czułość skrośną z SO<sub>2</sub> i H<sub>2</sub>S

- 1 Detekcja – wprowadzenie, wyzwania
- 2 Technologia wykonania sensorów
- 3 Sensory elektrochemiczne
- 4 Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>
- 5 Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S**
- 6 Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych
- 7 Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych
- 8 Sensory fotojonizacyjne i ich znaczenie w pomiarach
- 9 Podsumowanie

# Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S

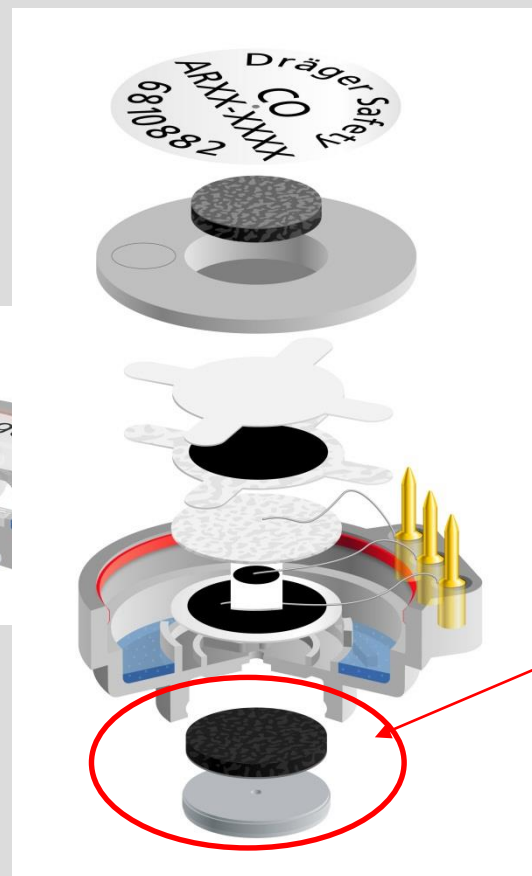
Informacje szczegółowe – karta katalogowa sensora SO<sub>2</sub>

## Tabela skrośności sensora XXS SO<sub>2</sub>

Rodzaj gazu/pary	Symbol chemiczny	Stężenie w atmosferze	Wpływ na pomiar SO <sub>2</sub>
Amoniak	NH <sub>3</sub>	50 ppm	Brak wpływu
Chlor	Cl <sub>2</sub>	10 ppm	≤ 5 <sup>(-)</sup> ppm
Chlorowodór	HCl	20 ppm	≤ 5 ppm
Cyjanowodór	HCN	20 ppm	≤ 10 ppm
Etanol	C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH	250 ppm	Brak wpływu
Acetylen	C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	100 ppm	≤ 140 ppm
Dwutlenek węgla	CO <sub>2</sub>	1,5 % obj.	Brak wpływu
Tlenek węgla	CO	200 ppm	Brak wpływu
Metan	CH <sub>4</sub>	1 % obj.	Brak wpływu
Ozon	O <sub>3</sub>	0,5 ppm	Brak wpływu
Fosforowodór	PH <sub>3</sub>	1 ppm	≤ 6 ppm
Siarkowodór	H <sub>2</sub> S	20 ppm	≤ 60 ppm
Dwutlenek azotu	NO <sub>2</sub>	20 ppm	≤ 30 <sup>(-)</sup> ppm
Tlenek azotu	NO	20 ppm	Brak wpływu
Wodór	H <sub>2</sub>	1000 ppm	Brak wpływu

# Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S

## Budowa sensora XXS



Filtr selektywny typu KX



# Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S

## Filtr selektywny typu KX

**01****Prosty montaż**

- » Filtr typu KX (nr kat. 68 11 344) dostępny jest jako akcesorium, można go zamontować w każdej chwili.
- » Filtr działa na zasadzie absorpcji, jego czas działania można skalkulować w prosty sposób

**02****Przydatność do użycia**

- » Żywotność filtra to 1000 ppm/h.

**03****Proste rozwiązanie, stabilny pomiar**

- » Filtr pozwala na eliminację czułości skrośnej z siarkowodorem
- » Zwiększona stabilność pomiaru, szybszy czas wietrzenia sensora



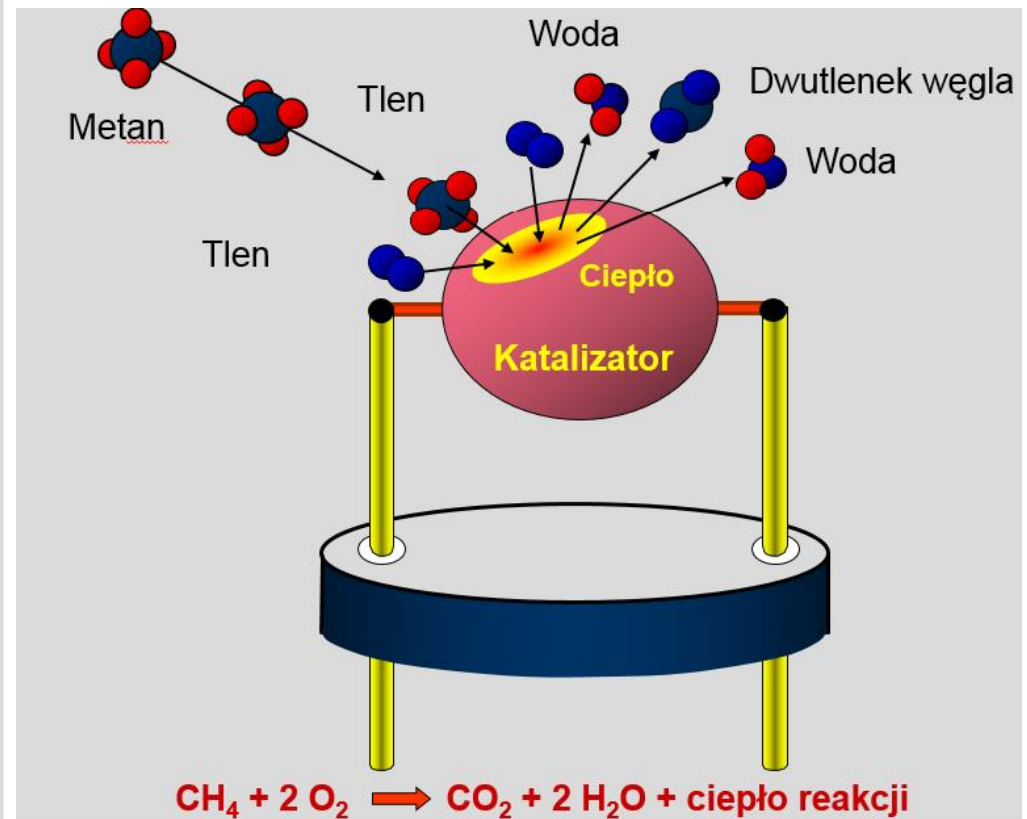
- 1 Detekcja – wprowadzenie, wyzwania
- 2 Technologia wykonania sensorów
- 3 Sensory elektrochemiczne
- 4 Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>
- 5 Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S
- 6 Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych**
- 7 Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych
- 8 Sensory fotojonizacyjne i ich znaczenie w pomiarach
- 9 Podsumowanie

## Sensory katalityczne

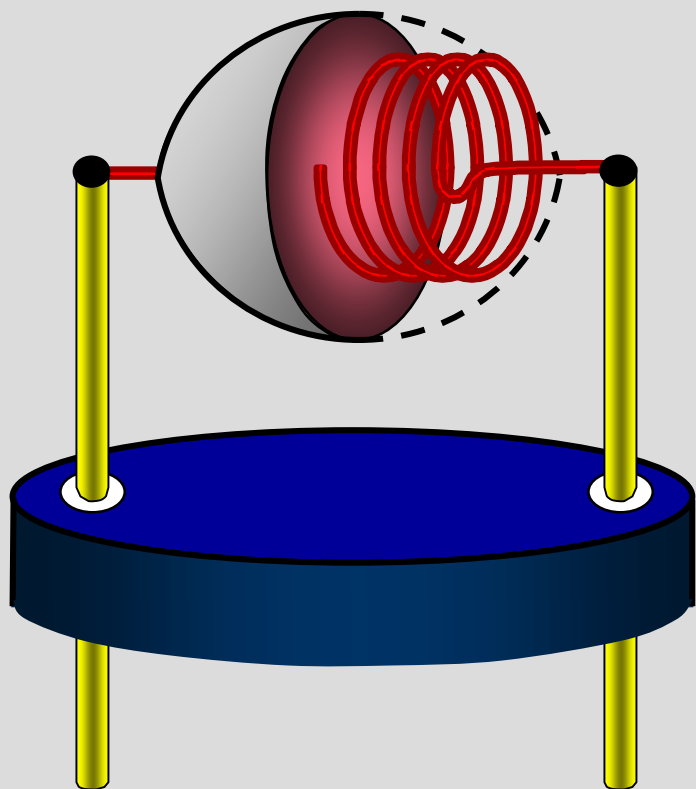
Metan i wszystkie inne łatwopalne gazy i opary są spalane na gorącym katalizatorze (pellistor)

Aby doszło do reakcji potrzebny jest tlen.

- W przypadku pomiarów w zakresie DGW, zwłaszcza dla nieznanymi zagrożeń gazowych
- Zatrucie materiału katalitycznego
- Silikony
- Ołów tetraetylowy
- Fluorowcowane węglowodory
- Związki siarki
- Związki fosforoorganiczne
- Brak możliwości pomiaru w atmosferze obojętnej



# Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych



## Zatrucie podczas użycia

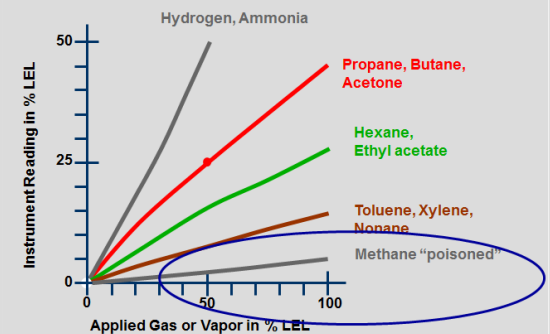
Substancje odpowiedzialne za zatrucia sensorów

- Silikony
- Ołów tetraetylowy
- Fluorowane węglowodory
- Związki siarki
- Związki fosforoorganiczne



## Zachowanie sensora

Wodór nadal wykrywany z najwyższą czułością



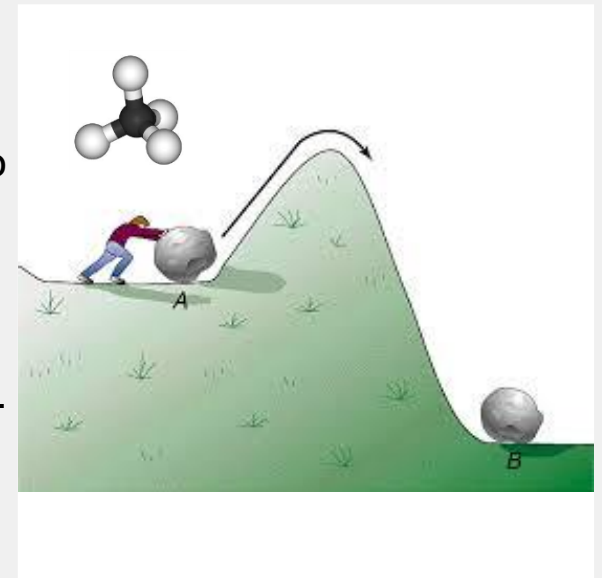
Zmniejszona czułość wykrywania metanu; w zależności od stopnia zatrucia poniżej czułości propanu a nawet nonanu.



Zapewnić odpowiednią procedurę testu i kalibracji w celu sprawdzenia poprawności działania sensora.




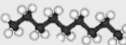


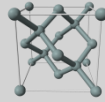
## Dlaczego zatrucie sensora wpływa na czułość wykrywania metanu?

- Cząsteczka metanu potrzebuje wyższej „energii aktywacji” do spalenia na gorącej powierzchni materiału katalitycznego - potrzebuje więc najwyższej „reaktywności” (i najwyższej „temperatury materiału katalitycznego”).
- Zatruty materiał katalityczny wykazuje zmniejszoną reaktywność - co wpływa bezpośrednio na detekcję metanu.



# Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych

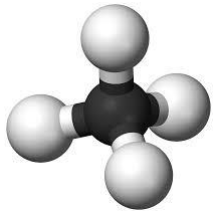
➔ W przypadku braku odporności

Wydajność/ Technologia	Materiał odporny na zatrucia	Brak odporności materiału
Detekcja gazów Ex (od metanu po butan) 		
Detekcja par Ex (od pentanu do nonanu) 		
Odporność na silikony 	6 do 10 godz. @ 10ppm HMDS	1 godz. @ 10ppm HMDS

Mniejsza ekspozycja	Filtr wstępny
	
	
Do 5 godz. @ 10ppm HMDS	>10 godz. @ 10ppm HMDS

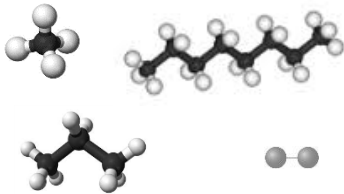


- Zazwyczaj czujniki katalityczne wykrywają palne gazy, a także opary.
- Odporność na zanieczyszczenia zależy od jakości materiału katalitycznego.
- Filtr wstępny z węglem drzewnym wzmacnia odporność na zatrucia, ale sprawia, że sensor nie nadaje się do wykrywania oparów palnych.



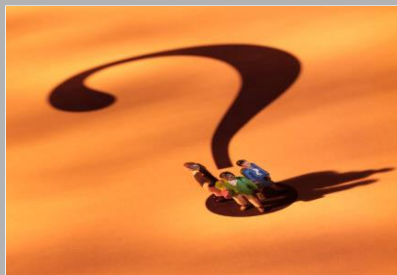
Zagrożenie  
pochodzące od  
jednego znanego  
gazu

- Zalecany test i kalibracja **gazem docelowym**
- W przypadku oparów można zastosować kalibrację skrośną (np. propanem) ze względu na skomplikowanie kalibracji oparami substancji docelowej; test zalecany substancją docelową.



Znany skład  
mieszanki gazów  
wybuchowych

- Kalibracja skrośna (np. propanem) pod kątem detekcji dominującego składnika.
- Jeśli dominującym składnikiem jest metan – test i kalibracja metanem.



Nieznany skład  
mieszanki gazów  
wybuchowych

- Kalibracja z najwyższą możliwą czułością
- np. kalibracja skrośna propanem pod kątem detekcji nonanu.
- Test na metan

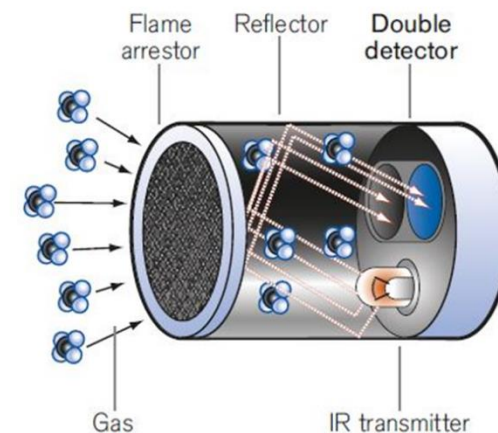
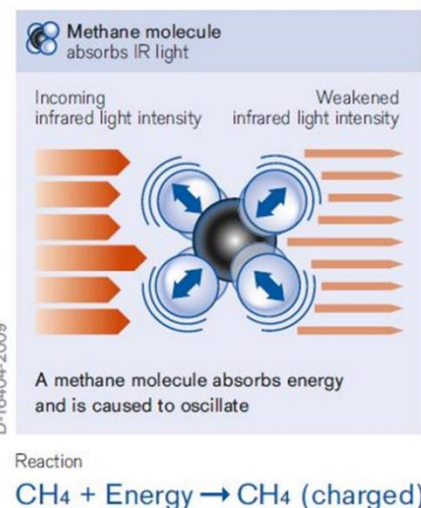


- 1 Detekcja – wprowadzenie, wyzwania
- 2 Technologia wykonania sensorów
- 3 Sensory elektrochemiczne
- 4 Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>
- 5 Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S
- 6 Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych
- 7 Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych**
- 8 Sensory fotojonizacyjne i ich znaczenie w pomiarach
- 9 Podsumowanie

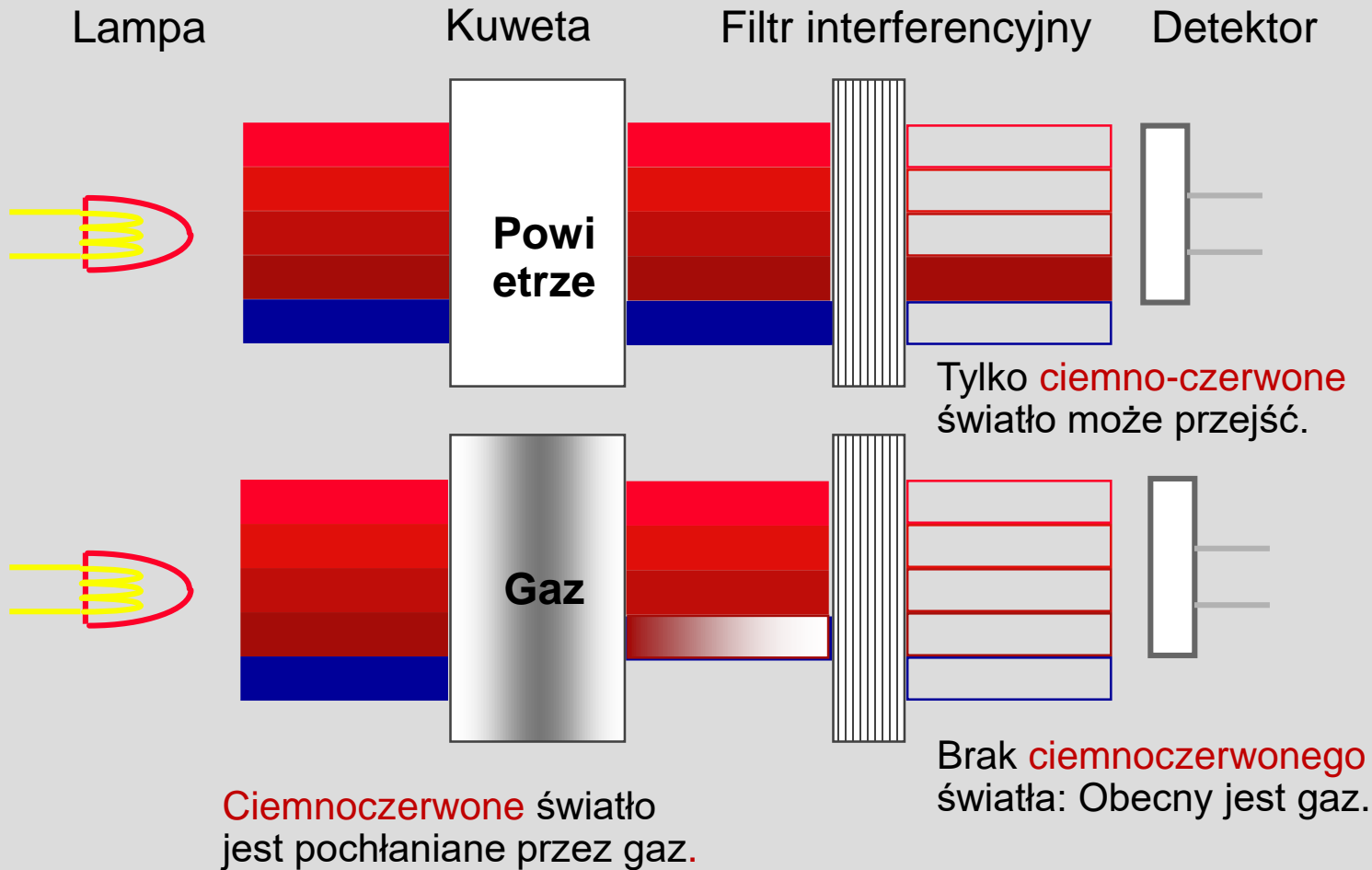
## Sensory podczerwieni

- Wiązania C-H węglowodorów pochłaniają światło podczerwone o określonej długości fali
- Brak zatrucia czujnika – długa żywotność sensora
- Małe różnice długości fal powodują, że sensor szybko reaguje na gaz
- Możliwość pomiaru w atmosferze obojętnej
- Stosuje się do pomiarów węglowodorów
- Brak możliwości pomiaru wodoru
- Brak możliwości pomiaru acetylenu
- Nie zalecany w przypadku nieznanego składu mieszaniny wybuchowej

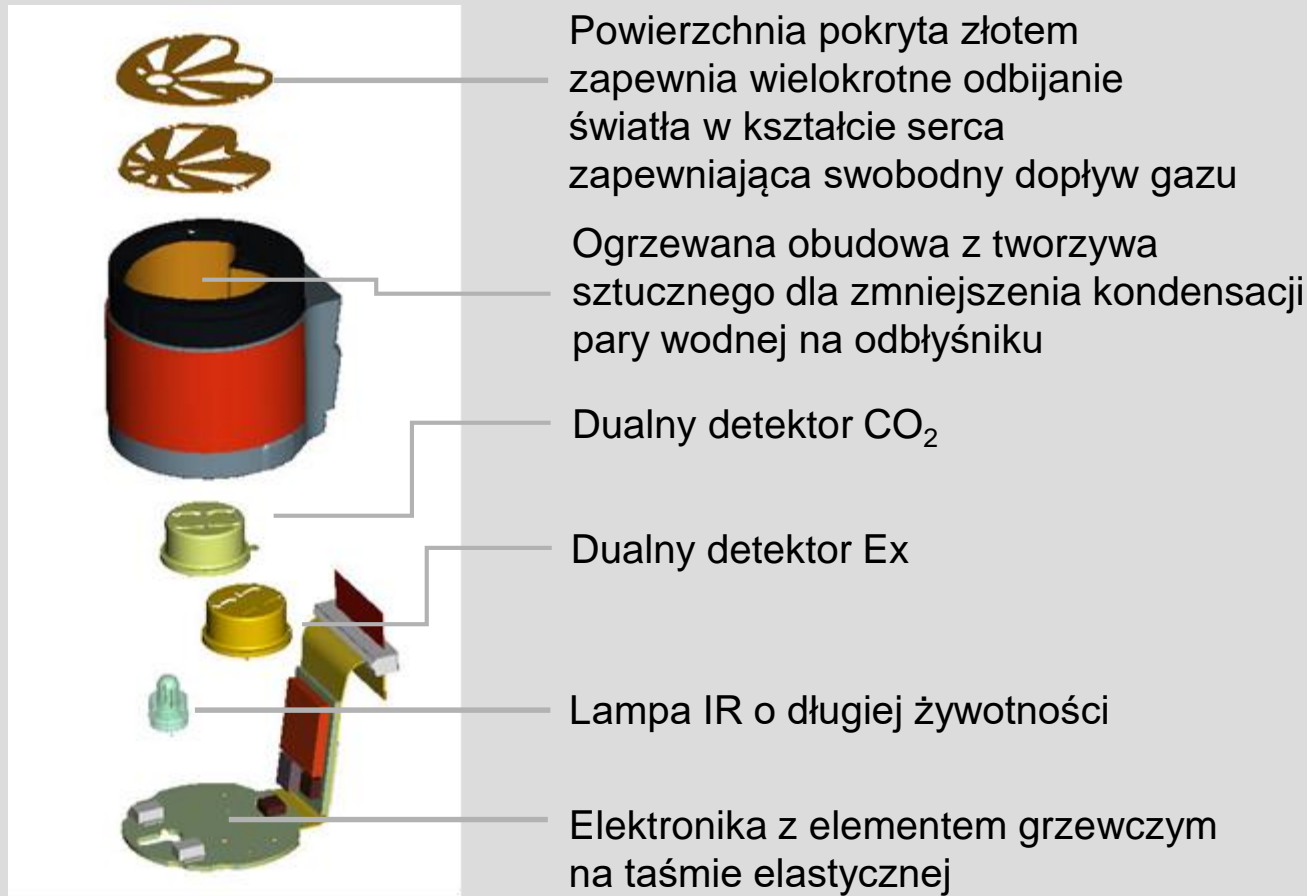
### IR sensor



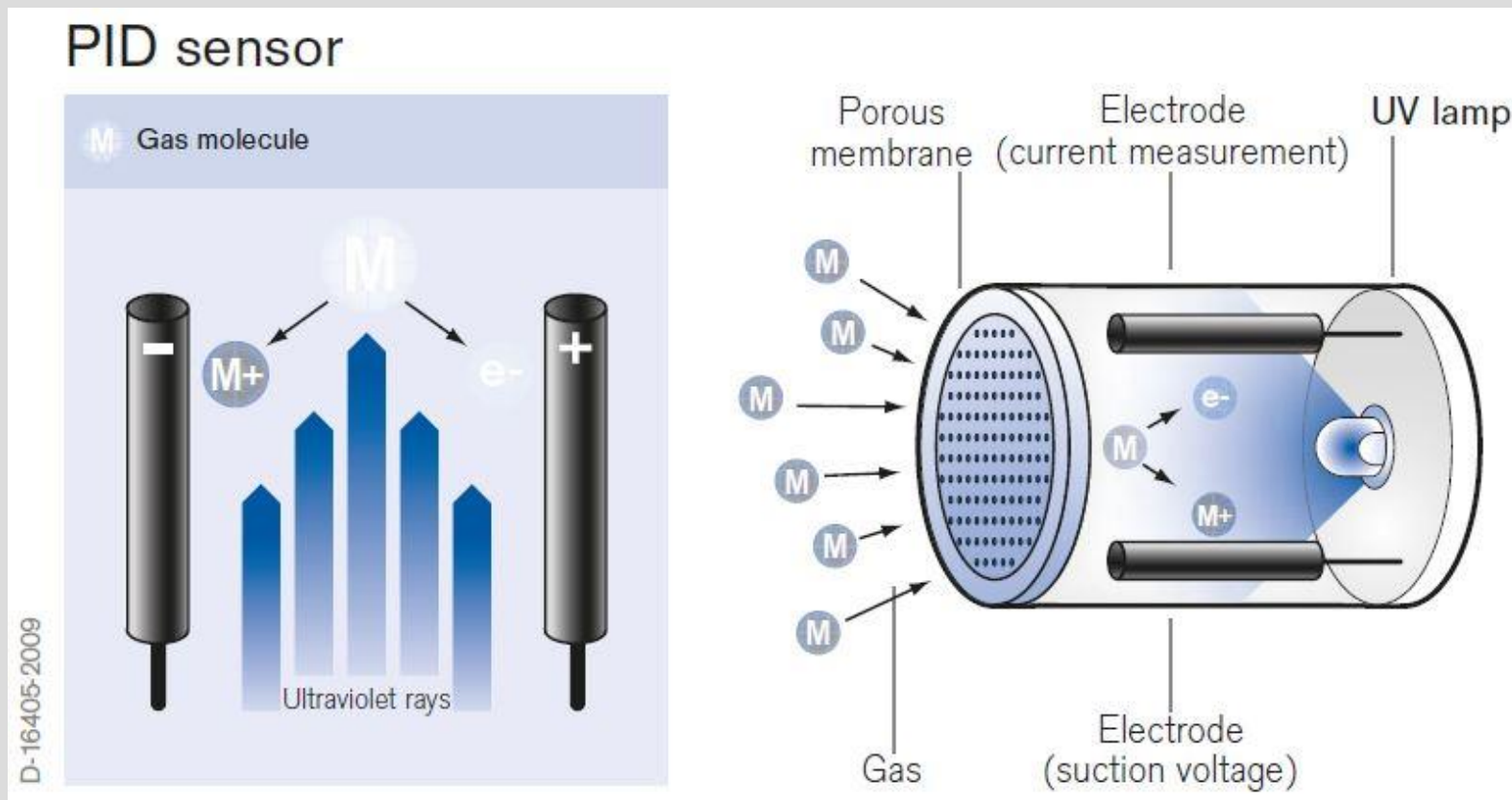
# Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych



# Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych



- 1 Detekcja – wprowadzenie, wyzwania
- 2 Technologia wykonania sensorów
- 3 Sensory elektrochemiczne
- 4 Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>
- 5 Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S
- 6 Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych
- 7 Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych
- 8 Sensory fotojonizacyjne i ich znaczenie w pomiarach**
- 9 Podsumowanie



Czujniki PID zapewniają większe bezpieczeństwo przed toksycznymi i łatwopalnymi gazami / oparami (VOC).

Monitorowanie stężenia w miejscu pracy (NDS / NDSch) gazów palnych / oparów w przestrzeniach zamkniętych.

Większość łatwopalnych gazów / oparów jest toksyczna na długo przed osiągnięciem 10% DGW.

Przykład dla TOLUENU:

## **Smart CatEx:**

A1- przy 10% DGW ~ 0.1 %obj. ~ **1.000 ppm**

## **Sensor PID:**

Zakres toksyczności(NDS) ~ **50 ppm**

Dzięki temu czujnik PID stanowi doskonałe uzupełnienie czujników w zakresie wybuchowości.



## WSPÓŁCZYNNIK ODPOWIEDZI

Standardowe dopasowanie sensora Smart PID izobutylenem (100 ppm)

Współczynnik odpowiedzi = 1

Inne substancje wykrywa się z czułością inną niż izobuten.

Współczynnik <1      Substancje wykrywalne z wyższą czułością niż izobutylen

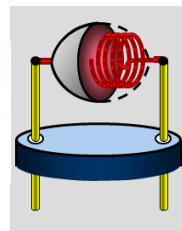
Współczynnik >1      Substancje wykrywalne z niższą czułością niż izobutylen.

Przykłady:	Benzen	RF = 0.62
	Toluen	RF = 0.7
	n-Butanol	RF = 5.1

- 1 Detekcja – wprowadzenie, wyzwania
- 2 Technologia wykonania sensorów
- 3 Sensory elektrochemiczne
- 4 Problem pomiaru CO w obecności H<sub>2</sub>
- 5 Problem pomiaru SO<sub>2</sub> w obecności H<sub>2</sub>S
- 6 Pomiar z wykorzystaniem sensorów katalitycznych
- 7 Pomiar z wykorzystaniem sensorów podczerwonych
- 8 Sensory fotojonizacyjne i ich znaczenie w pomiarach
- 9 Podsumowanie**

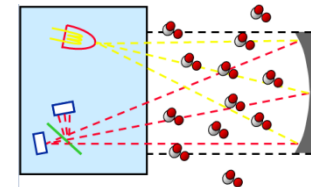
## Sensor katalityczny

X-am  
5000/5600/  
8000

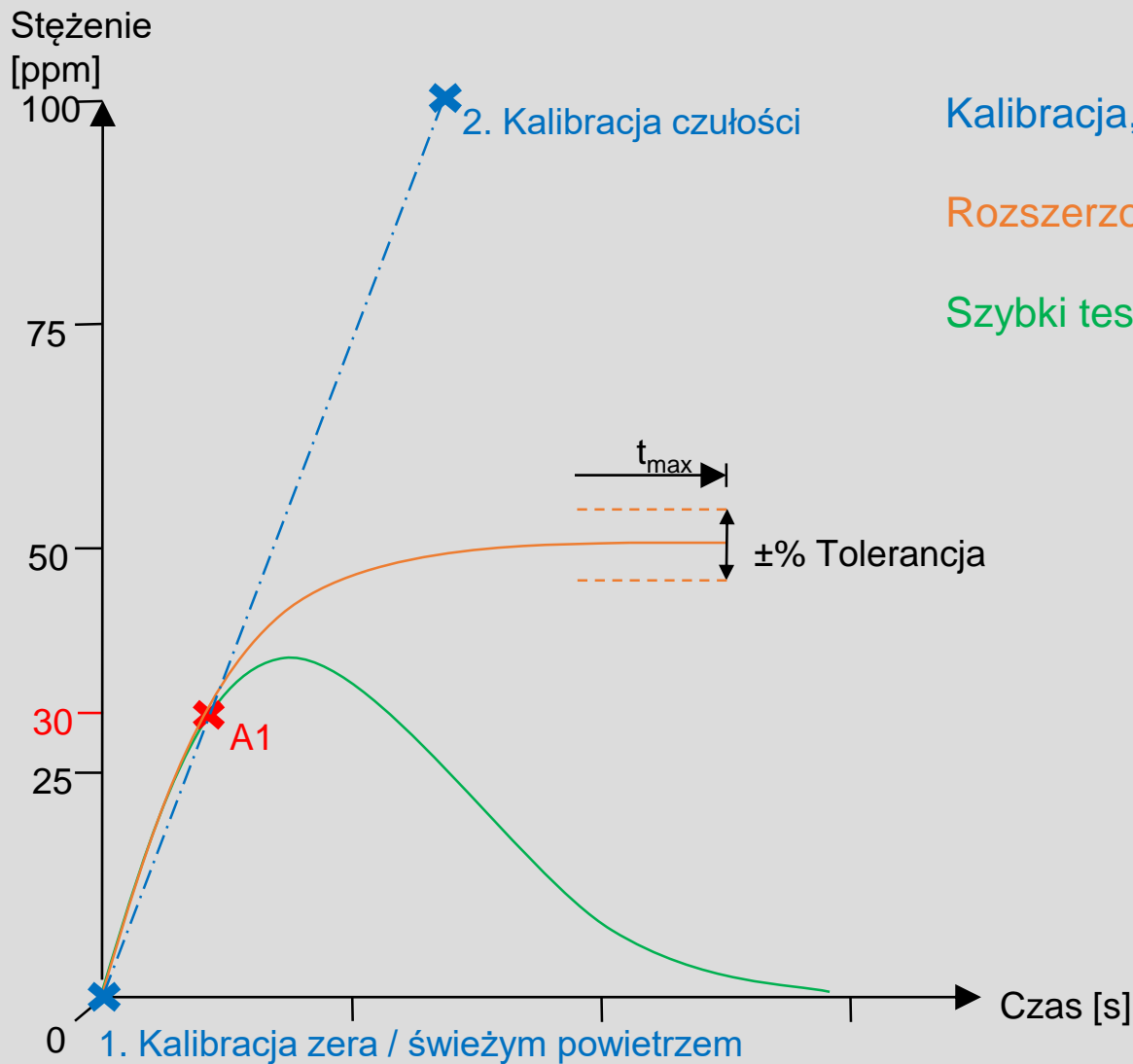


## Sensor podczerwieni

X-am  
5600/8000



O <sub>2</sub> ?	Tak	Nie jest konieczny
Wszystkie gazy i opary Ex? Nieznany skład mieszaniny?	Tak	Nie
Węglowodory? Zastosowanie w przypadku znanego składu mieszaniny?	Tak	Tak
Zatrucia?	Tak, możliwe obniżone prawdopodobieństwo dla serii PR	Brak efektu zatrucia
Czas życia	4-5 lat – w przypadku braku zatrucia 3 lata gwarancji	Czas życia sensora = Czas życia urządzenia 5 lat gwarancji
Czułość na opary	Zatwierdzony od metanu do nonanu; Kalibracja skośna na opary Ex	Zatwierdzony od metanu do nonanu; Łatwa kalibracja metanem lub propanem na opary.
Certyfikacja wg	IEC/EN 60079-29-1	IEC/EN 60079-29-1



Kalibracja, na przykładzie sensora CO

Rozszerzony test gazowania

Szybki test gazowania

**Dziękujemy za uwagę!**

dr Marcin Szczepański  
Service V-ce manager  
[marcin.szczepanski@draeger.com](mailto:marcin.szczepanski@draeger.com)  
+48 607 861 066

dr Agnieszka Wycislik-Kupicha  
Academy Leader  
[agnieszka.wycislik-kupicha@draeger.com](mailto:agnieszka.wycislik-kupicha@draeger.com)  
+48 667 652 000