

BIAŁA KSIĘGA

Październik 2025

Spis treści

1	Wprowadzenie	3
2	Informacje podstawowe	3
3	Co i dlaczego mierzymy	3
4	Technologie pomiarowe	4
5	Umiejscowienie i zasięg czujników	5
6	Zastosowania	6
7	Zastosowanie w różnych branżach	7
8	Czujniki jakości powietrza firmy Axis	8
8.1	Samodzielny czujnik jakości powietrza	11
8.2	Czujnik jakości powietrza z urządzeniem nadrzędnym	12

1 Wprowadzenie

Czujniki środowiskowe wykrywają i mierzą różne parametry w otoczeniu, najczęściej temperaturę, wilgotność, poziom hałasu, wibracje i różne rodzaje zanieczyszczeń.

Czujnik jakości powietrza to rodzaj czujnika środowiskowego służący do wykrywania i pomiaru parametrów jakości powietrza takich jak zawartość gazów i cząstek stałych. Czujniki tego rodzaju są często przeznaczone do użytku w środowiskach o ogólnie dobrej jakości powietrza, w których użytkownik chce otrzymywać powiadomienia o odchyleniach od normy.

Niniejsza specyfikacja przedstawia przegląd działających w sieci IP czujników jakości powietrza, mierzone parametry oraz sposób działania.

2 Informacje podstawowe

Utrzymanie sprzyjającego zdrowiu i zrównoważonego środowiska w pomieszczeniach zamkniętych jest ważne z wielu powodów, w tym HSE (Health, Safety, Environment – systemy zarządzania bezpieczeństwem, higieną pracy i ochroną środowiska), wydajności pracy i analizy biznesowej. Mierząc różne parametry jakości powietrza w pomieszczeniach, wykrywając nieprawidłowości i adekwatnie na nie reagując, zapewnia się użytkownikom zdrowe i komfortowe otoczenie.

Monitorowanie temperatury i wilgotności względnej przyczynia się też do zachowania długiej żywotności sprzętu, również dzięki wprowadzanym w razie potrzeby zmianom. Dane można wykorzystać przy podejmowaniu decyzji w zakresie obsługi wentylacji i w innych aspektach zarządzania budynkiem, co ostatecznie przyczynia się do bardziej zrównoważonego i wydajnego działania.

Możliwość udokumentowania i udowodnienia odpowiedniego zarządzania jakością powietrza w pomieszczeniach może pomóc w osiągnięciu celów zrównoważonego rozwoju lub wykazaniu zgodności z odpowiednimi przepisami. Zaawansowane czujniki są w stanie wykryć palenie papierosów elektronicznych i tytoniu, umożliwiając podjęcie szybkich działań w celu utrzymania środowiska wolnego od dymu.

3 Co i dlaczego mierzymy

Istotne zanieczyszczenia powietrza, które należy monitorować, obejmują cząstki stałe (PM – Particulate Matter), lotne związki organiczne (LZO), tlenki azotu (NO_x), dwutlenek węgla (CO_2), a także palenie papierosów elektronicznych i tytoniu. Zasadny jest również pomiar wilgotności względnej (RH) i temperatury powietrza. Ponadto można wyznaczyć wskaźnik jakości powietrza (AQI) w czasie.

- **Cząstki stałe.** Ekspozycja na cząstki może powodować krótkoterminowe skutki zdrowotne, takie jak podrażnienie oczu, nosa i gardła, kaszel i duszności. Może również wpływać na czynność płuc i nasilać objawy w takich dolegliwościach jak astma i choroby serca. Przykłady cząstek stałych obejmują pyłki, pleśń, zarodniki, kurz i dym, a także aerozole emitowane przez urządzenia inhalacyjne. Cząstki stałe są zazwyczaj klasyfikowane według średnicy:
 - PM_{10} – ultradrobne cząstki o średnicy poniżej 10 mikrometrów. Mogą przenikać głęboko do płuc i krwiobiegu.
 - $\text{PM}_{2,5}$ – drobne cząstki o średnicy poniżej 2,5 mikrometra. Powszechnie związane z zanieczyszczeniem powietrza i chorobami układu oddechowego.
 - PM_4 – duże cząstki o średnicy poniżej 4 mikrometrów. Często związane z kurzem, pyłkami i innymi większymi zanieczyszczeniami powietrza.
 - PM_{10} – grube cząstki o średnicy poniżej 10 mikrometrów. Obejmują zarówno cząstki drobne, jak i duże, które mogą przedostać się do płuc.
- **LZO.** Niektóre LZO (Lotne Związki Organiczne) są niebezpieczne dla zdrowia lub powodują szkody dla środowiska, niektóre z nich podlegają regulacjom prawnym. Większość LZO nie jest ostro toksyczna, ale może mieć długofalowy wpływ na zdrowie. LZO mogą być emitowane przez produkty takie jak farby, rozpuszczalniki, środki dezynfekujące, środki odstraszające mole oraz przechowywane paliwa i produkty motoryzacyjne.

- **NO_x.** Tlenki azotu w pomieszczeniach są najistotniejszymi zanieczyszczeniami spośród gazów utleniających. Każda długotrwała ekspozycja, nawet przy niewielkich stężeniach, może być uznana za szkodliwą dla zdrowia. Tlenki azotu powstają podczas procesów spalania, zwykle w silnikach spalinowych lub podczas gotowania na kuchenie gazowej, palenia świec lub palenia tytoniu. Źródła zewnętrzne, takie jak spaliny samochodowe, mogą wpływać na jakość powietrza wewnątrz budynku, jeżeli system filtracji powietrza jest nieodpowiedni.
- **CO₂.** Wysokie stężenie dwutlenku węgla może powodować bóle głowy i trudności w oddychaniu. W szkołach i biurach może obniżyć efektywność nauki i produktywność poprzez zmniejszenie zdolności skupienia się uczniów i pracowników. Ponieważ ludzie wydychają dwutlenek węgla, jego stężenie zwykle wzrasta w źle wentylowanych pomieszczeniach. Dwutlenek węgla pochodzi również z wydobywania i spalania paliw kopalnych. Dwutlenku węgla (CO₂) nie należy mylić z tlenkiem węgla (CO).
- **Palenie papierosów elektronicznych i tytoniu** Palenie papierosów elektronicznych powoduje wytwarzanie drobnych cząstek, które rozprzestrzeniają się i osiadają w drogach oddechowych. Palenie tytoniu ma liczne negatywne konsekwencje zdrowotne takie jak problemy z oddychaniem, przewlekłe zapalenie oskrzeli, choroby serca i rak płuc.
- **Wilgotność względna.** Zbyt wysoka wilgotność może prowadzić do rozwoju pleśni w budynku, zbyt niska powoduje podrażnienie i suchość skóry i oczu. Kontrola poziomu wilgotności jest ważna w serwerowniach i centrach danych dla wydłużenia żywotności wrażliwego sprzętu elektronicznego. Na poziom wilgotności w pomieszczeniach zazwyczaj wpływa wentylacja, opary podczas gotowania i klimatyzacja.
- **Temperatura.** Zbyt wysoka lub zbyt niska temperatura może mieć negatywny wpływ zarówno na komfort ludzi, jak i na żywotność sprzętu. Na temperaturę w pomieszczeniach ma wpływ temperatura na zewnątrz w połączeniu z nieodpowiednią izolacją lub nieodpowiednim ogrzewaniem. Dużo ciepła w pomieszczeniach mogą również wytwarzać urządzenia lub maszyny.
- **AQI.** Wskaźnik jakości powietrza jest szeroko stosowanym wskaźnikiem, który określa ilościowo poziom zanieczyszczeń utrzymujących się w powietrzu. Mierząc stężenie drobnych cząstek stałych (PM_{2,5}) w okresie 12 godzin, wskaźnik AQI przyporządkowuje jakość powietrza różnym kategoriom. Metoda NowCast wykorzystuje średnią ważoną z ostatnich 12-godzinnych pomiarów w celu oszacowania wskaźnika AQI w czasie rzeczywistym.

4 Technologie pomiarowe

Czujniki jakości powietrza Axis wykorzystują następujące technologie do pomiaru parametrów jakości powietrza.

Optyczne liczniki cząstek (OPC) stosowane są do pomiaru cząstek stałych. Licznik OPC działa na zasadzie prześwietlania promieniem lasera powietrza przechodzącego przez czujnik. Przepływ powietrza kontroluje wentylator. Gdy promień lasera rozprasza się na cząstkach w strumieniu powietrza, czujnik optyczny mierzy ilość rozproszonego światła. Na tej podstawie licznik OPC jest w stanie obliczyć ilość i gęstość cząstek. Urządzenie rozróżnia różne składy cząstek i identyfikuje na przykład aerozole emitowane przez urządzenia inhalacyjne.

Czujniki tlenku metalu (MOX) stosowane są do pomiaru lotnych związków organicznych i tlenków azotu NO_x. Czujnik MOX reaguje na ilość tlenu w otoczeniu. Gazy NO_x utleniają się (zwiększając ilość tlenu), podczas gdy lotne związki organiczne są redukowane (zmniejszając ilość tlenu), gdy spalają się na powierzchni czujnika MOX. Wilgotność również zmniejsza ilość tlenu. Oznacza to, że jednocześnie występowanie w powietrzu gazów NO_x i lotnych związków organicznych powoduje ich wzajemną neutralizację działania. Wszystkie te czynniki są kompensowane przez zastosowanie zintegrowanego czujnika wilgotności i zwiększenie selektywności w celu pomiaru stężeń gazów redukujących lub utleniających.

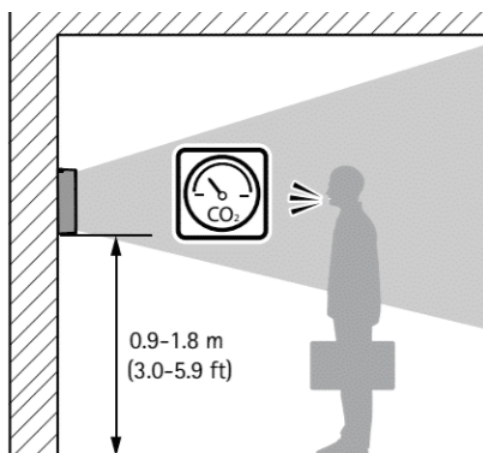
Impulsowe źródła promieniowania podczerwonego służą do pomiaru poziomu CO₂. Źródła światła emitują fale o długościach pochłanianych przez CO₂. Ponieważ źródło światła działa impulsowo, cząsteczki CO₂, w które uderza, są wprawiane w drgania, tworząc falę akustyczną. Im więcej cząsteczek CO₂, tym wyższe natężenie dźwięku fali akustycznej. Fala jest mierzona mikrofonem w celu obliczenia stężenia CO₂.

5 Umieszczenie i zasięg czujników

Czujnik należy umieścić jak najbliżej mierzonego obszaru, aby uzyskać optymalne odczyty. Należy wybrać umiejscowienie umożliwiające swobodny przepływ powietrza, z dala od narożników i źródeł ciepła oraz niezbyt blisko okien lub ciągów wentylacyjnych. W ten sposób minimalizuje się wpływ wzorców przepływu powietrza i ciepła na dokładność czujnika.

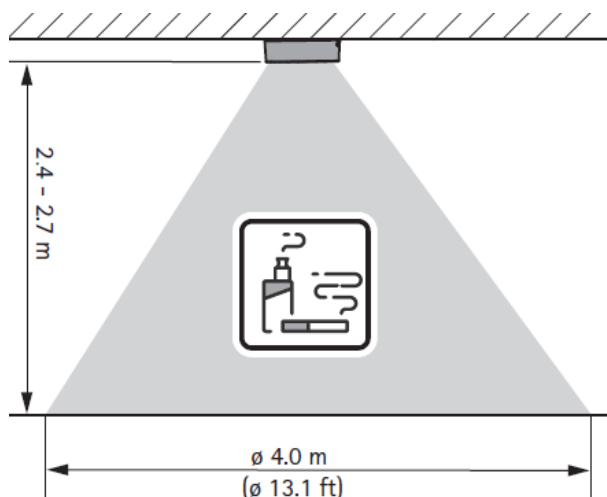
Optymalne umiejscowienie zależy również od tego, które pomiary mają być traktowane priorytetowo, należy więc zapoznać się z instrukcją obsługi urządzenia, aby uzyskać wskazówki dotyczące instalacji dla danego przypadku.

W celu skutecznego monitorowania jakości powietrza czujnik najlepiej zainstalować na ścianie. Umieszczenie czujnika na wysokości 0,9 – 1,8 m od podłogi gwarantuje pomiar jakości powietrza na poziomie ust i zapewnia dokładne odczyty istotne w odniesieniu do narażenia człowieka. W dużych przestrzeniach może być potrzebnych wiele czujników do zapewnienia skutecznego wykrywania i odpowiedniego zasięgu.



Umieszczenie czujnika na ścianie na potrzeby pomiaru stężenia dwutlenku węgla.

Jeżeli celem jest wykrycie palenia papierosów elektronicznych lub tytoniu, wskazane jest zainstalowanie czujnika na suficie. Montowany na suficie czujnik jakości powietrza firmy Axis obejmuje powierzchnię około 12 m² przy promieniu detekcji wynoszącym 2 metry od punktu znajdującego się bezpośrednio pod czujnikiem.



6 Zastosowania

Czujniki jakości powietrza mogą być wykorzystywane do zachowania zgodności z przepisami BHP, poprawy wydajności pracy i dostarczania analiz biznesowych.

Wykrywanie palenia papierosów elektronicznych i tytoniu. Wykrycie palenia papierosów elektronicznych i tytoniu oraz zainicjowanie odpowiedniej reakcji daje możliwość sprawnego podjęcia interwencji w przypadku nieprzestrzegania zakazów palenia. Zautomatyzowane lub manualne reakcje mogą obejmować wysłanie alarmu akustycznego bądź optycznego, uruchomienie rejestracji obrazu lub poinformowanie personelu.

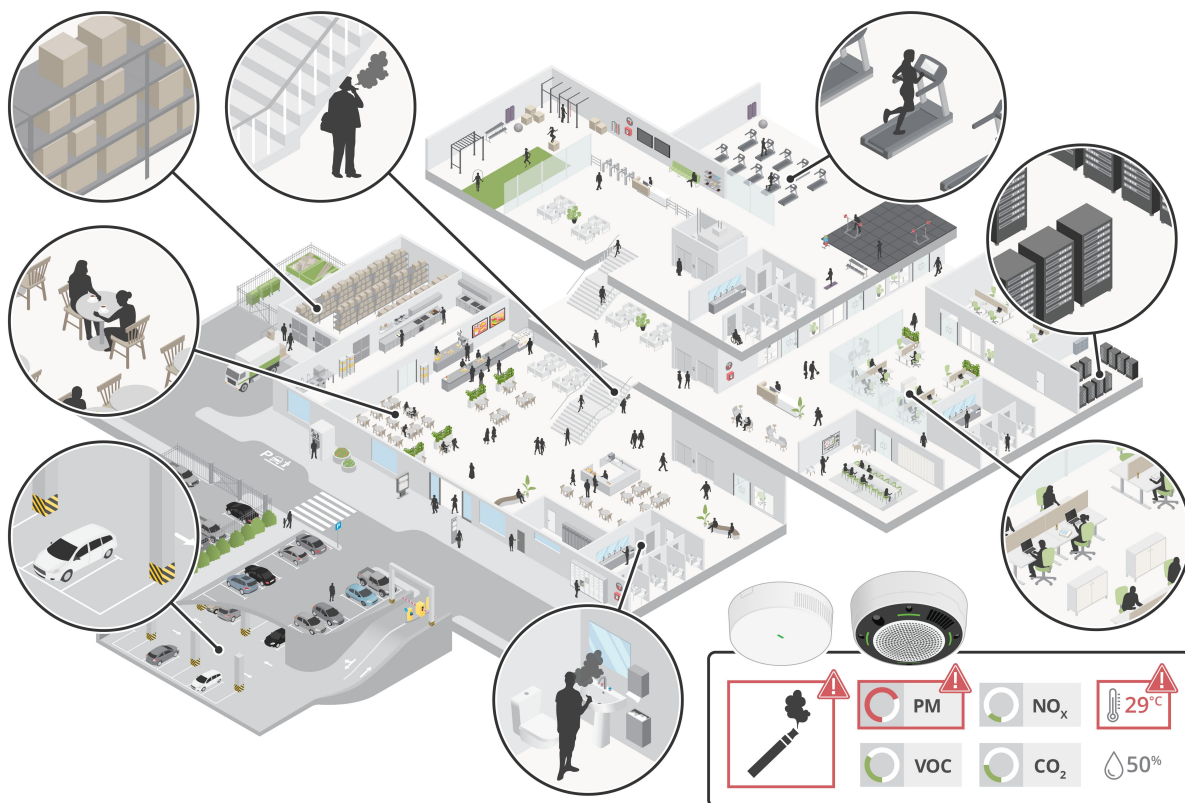
Zapewnienie jakości powietrza w pomieszczeniach. Monitorowanie jakości powietrza w pomieszczeniach pozwala wyprzedzić problemy i wykryć nieprawidłowości, które mogłyby pozostać niezauważone przez użytkowników. Czujniki jakości powietrza mogą sprawdzać kluczowe wskaźniki takie jak stężenie CO₂, i generować alarmy oraz powiadomienia, gdy odczyty przekroczą ustawione granice. Alarmy mogą wyzwać automatyczne lub ręczne reakcje, takie jak informowanie personelu i mieszkańców o niewystarczającej jakości powietrza lub dostosowanie wentylacji w celu przywrócenia optymalnej jakości powietrza.

Zapewnienie dobrego środowiska w pomieszczeniach. Dzięki monitorowaniu temperatury i wilgotności względnej można wykryć anomalie i odpowiednio na nie reagować celem przedłużenia żywotności maszyn i urządzeń. Czujnik jakości powietrza może uruchomić alarm, gdy wykryje poziomy stężenie poza ustawionymi zakresami, dzięki czemu obsługa zostanie poinformowana o konieczności dostosowania wentylacji.

Analiza danych historycznych i metadanych przy podejmowaniu decyzji. Czujniki informują, jak zmienia się jakość powietrza w pomieszczeniach. Zapewniają metadane potrzebne do analizowania trendów w czasie i podejmowania decyzji dotyczących na przykład działania wentylacji i sposobu zagospodarowania przestrzeni.

Osiąganie celów zrównoważonego rozwoju. Instalacja czujników jakości powietrza umożliwia gromadzenie danych wspierających realizację celów zrównoważonego rozwoju.

Zgodność z przepisami. Instalacja czujników jakości powietrza pozwala udokumentować i udowodnić właściwe zarządzanie jakością powietrza w pomieszczeniach.



Czujniki jakości powietrza są na ogół używane do wykrywania palenia tytoniu lub papierosów elektronicznych w toaletach i na klatkach schodowych, do monitorowania parametrów jakości powietrza w pomieszczeniach biurowych i miejscach publicznych oraz do monitorowania temperatury i wilgotności w serwerowniach.

7 Zastosowanie w różnych branżach

Czujniki jakości powietrza mogą odgrywać kluczową rolę w przeciwdziałaniu zagrożeniom zdrowia, poprawie produktywności i optymalizacji działań w wielu sektorach.

- **Placówki oświatowe.** Promowanie zdrowszego otoczenia w szkołach ma kluczowe znaczenie dla dobrego samopoczucia i wyników uczniów, ponieważ pomaga zapobiegać rozkojarzeniu i innym problemom spowodowanym złą jakością powietrza. Zapobieganie paleniu papierosów elektronicznych i tytoniu w powszechnie dostępnych obszarach, takich jak toalety, korytarze, sale lekcyjne, biblioteki, stołówki, audytoria i tereny rekreacyjne przyczynia się do utrzymania bezpieczniejszej i wspierającej atmosfery do nauki.
- **Centra przetwarzania danych.** Regulacja temperatury, wilgotności i poziomu cząstek stałych służy wydłużeniu żywotności sprzętu.
- **Nieruchomości komercyjne.** Monitorowanie jakości powietrza pozwala inteligentniej zarządzać biurami, hotelami czy budynkami użyteczności publicznej. Jakość powietrza w pomieszczeniach jest również elementem systemów certyfikacji tzw. zielonych budynków, które oceniają zrównoważenie środowiskowe budynków.
- **Infrastruktura o znaczeniu krytycznym / przemysł.** Kontrolowanie zanieczyszczenia powietrza spowodowanego niekiedy samym procesem przemysłowym chroni zdrowie pracowników i przyczynia się do poprawy jakości wytwarzanych produktów. Przykłady obejmują fabryki przetwórstwa spożywczego, obszary z zalegającym gruzem i miejscami spalania materiałów oraz obszary, w których przetwarzane są chemikalia.
- **Handel detaliczny.** Wysoka jakość powietrza zwiększa zadowolenie klientów w centrach handlowych i sklepach i zachęca do dłuższych zakupów. Niska jakość może prowadzić do dyskomfortu i problemów zdrowotnych.

- **Ochrona zdrowia.** Czyste powietrze ma kluczowe znaczenie w salach operacyjnych, strefach pacjenta i na oddziałach intensywnej terapii. Ścisłe monitorowanie jakości powietrza może mieć kluczowe znaczenie podczas remontów lub prac budowlanych w szpitalach i placówkach opiekuńczych.

8 Czujniki jakości powietrza firmy Axis

Firma Axis oferuje dwa rodzaje czujników jakości powietrza. Jeden z nich jest samodzielnym urządzeniem sieciowym IP, a drugi musi być podłączony do nadrzędnego urządzenia sieciowego IP.



Czujniki jakości powietrza Axis mierzą parametry jakości powietrza w pomieszczeniach i wykrywają dym powstały przy paleniu papierosów elektronicznych i tytoniu. Można je ustawić tak, aby automatycznie przekazywały powiadomienia o przekroczeniu ustawionych wartości progowych.

Tabela 8.1 Parametry jakości powietrza i zakresy pomiarowe czujników jakości powietrza Axis.

Parametr	Zakres pomiarowy
Cząstki stałe (PM)	Stężenia PM 0 - 1000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dla cząstek o wielkości 0,3 - 10 μm . Odrębne pomiary dla każdej kategorii wielkości, PM ₁ , PM _{2,5} , PM ₄ i PM ₁₀ .
Wskaźnik lotnych związków organicznych (LZO)	0-500*, łączne stężenie LZO <100: poniżej średniej z ostatnich 30 dni >100: powyżej średniej z ostatnich 30 dni =100: bez zmian w stosunku do średniej z ostatnich 30 dni
Tlenki azotu (NO _x)	0-500* <1: poniżej średniej z ostatnich 24 godzin >1: powyżej średniej z ostatnich 24 godzin =1: bez zmian w stosunku do średniej z ostatnich 24 godzin
Dwutlenek węgla (CO ₂)	0-40 000 ppm*
Wskaźnik jakości powietrza (AQI)	0-500*
Wilgotność względna (RH)	0 - 100% (bez kondensacji)

Parametr	Zakres pomiarowy
Temperatura	-10 ÷ +45°C
Palenie papierosów elektronicznych i tytoniu	Wykrycie lub brak wykrycia

** Zobacz obowiązujące okresy kalibracji.*

Parametry LZO i NO_x są mierzone jako wskaźniki, a nie wartości bezwzględne. Jest to wybór, którego dokonaliśmy, aby móc oferować czujnik jakości powietrza o niskich wymaganiach w zakresie konserwacji. Typ czujnika mierzący bezwzględne wartości LZO i NO_x wymagałby regularnej kalibracji manualnej za pomocą mieszanin LZO i NO_x o znanych stężeniach.

W przypadku LZO wartość bazowa wskaźnika wynosi 100. Wartości poniżej 100 wskazują, że stężenie LZO w powietrzu jest niższe niż średnia z ostatnich 30 dni. Wartości powyżej 100 wskazują, że stężenie LZO w powietrzu jest wyższe niż średnia z ostatnich 30 dni. Jeśli wartość wynosi 100, stężenie LZO w powietrzu jest równe średniej z ostatnich 30 dni. Należy również zauważyć, że na wartość wskaźnika LZO wpływa łączne stężenie LZO, a nie poszczególne związki z osobna. Jeśli wskaźnik LZO wzrośnie powyżej oczekiwanej wartości, warto przeprowadzić dodatkową analizę w celu zidentyfikowania głównego czynnika wpływającego na jej przekroczenie.

W przypadku NO_x wartość bazowa wskaźnika wynosi 1. Wartości poniżej 1 wskazują, że stężenie NO_x w powietrzu jest niższe niż średnia z ostatnich 24 godzin. Wartości powyżej 1 wskazują, że stężenie NO_x w powietrzu jest wyższe niż średnia z ostatnich 24 godzin. Jeśli wartość wynosi 1, stężenie NO_x w powietrzu jest równe średniej z ostatnich 24 godzin.

Ze względu na automatyczną kalibrację pomiary AQI, CO₂, LZO i NO_x wymagają czasu na ustabilizowanie się.

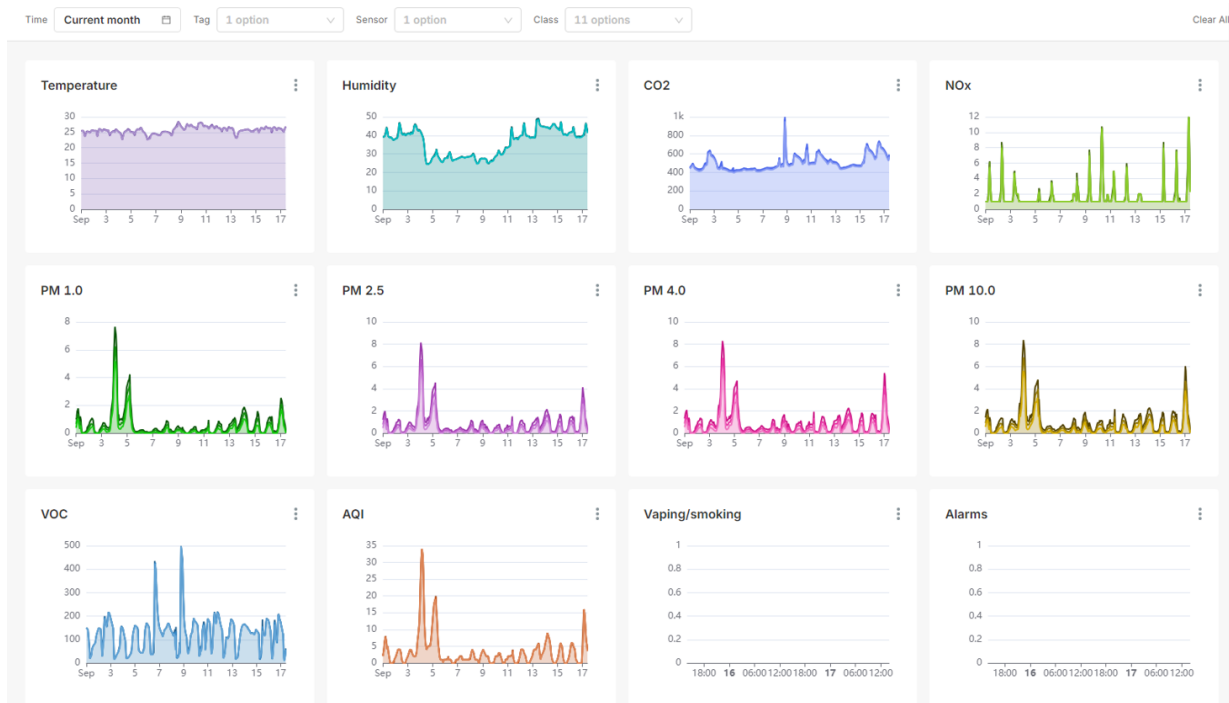
- Pełną dokładność pomiaru stężenia CO₂ uzyskuje się po 2 dniach od pierwszego uruchomienia urządzenia.
- Przy pierwszym uruchomieniu urządzenia do ustalenia właściwych wskazań AQI potrzeba 12 godzin. Wskaźnik AQI będzie wyświetlany na stronie „Calculating” (Obliczenia) do momentu uzyskania wystarczającej ilości danych. Czas na kalibrację jest wymagany przy każdym ponownym uruchomieniu urządzenia.
- Pełną dokładność pomiaru LZO uzyskuje się po godzinie od momentu uruchomienia urządzenia. Czas na kalibrację jest wymagany przy każdym ponownym uruchomieniu urządzenia.
- Pełną dokładność pomiaru NO_x uzyskuje się po 6 godzinach od momentu uruchomienia urządzenia. Czas na kalibrację jest wymagany przy każdym ponownym uruchomieniu urządzenia.

Dodatkowe wskazówki dotyczące interpretacji wyników pomiarów pod kątem jakości powietrza można znaleźć w odnośnej instrukcji obsługi urządzenia.

Wyniki pomiarów można wyświetlić na pulpicie nawigacyjnym, aby przeglądać dane na żywo, ale także aby zwizualizować dane historyczne i trendy w czasie.



Pulpit nawigacyjny pokazujący dane pomiarowe na żywo z czujnika jakości powietrza Axis.



Pulpit nawigacyjny pokazujący historyczne dane pomiarowe z czujnika jakości powietrza Axis.

8.1 Samodzielny czujnik jakości powietrza



Samodzielny czujnik jakości powietrza może wykrywać palenie papierosów elektronicznych i tytoniu, a także różne zanieczyszczenia powietrza i parametry. Dzięki wielu dodatkowym funkcjom umożliwia również proaktywne zarządzanie jakością powietrza i skuteczne reagowanie na problemy. Na przykład posiada czujnik PIR do detekcji obecności oraz wielokolorowe diody LED do wizualnego ostrzegania. Urządzenie oferuje również dwukierunkowe audio zarówno dla wiadomości głosowych, jak i analizy dźwięku. Więcej informacji na temat AXIS Audio Analytics można znaleźć na stronie whitepapers.axis.com/audio-analytics-for-security-and-safety.

W przypadku samodzielnego czujnika jakości powietrza wyniki pomiarów są dostępne w interfejsie WWW czujnika, a strumień danych na pulpicie nawigacyjnym umożliwia również przeglądanie wyników pomiarów w oprogramowaniu VMS.

8.2 Czujnik jakości powietrza z urządzeniem nadrzędnym



Czujnik jakości powietrza (po prawej) skutecznie dodaje funkcję monitorowania jakości powietrza do systemu dozorowego za pośrednictwem kamery (po lewej), która służy jako urządzenie nadrzędne.

Nasz czujnik jakości powietrza oparty na technologii portcast jest stosunkowo niedrogim produktem, który wymaga urządzenia nadrzędnego. Urządzeniami nadrzędnymi są wybrane urządzenia firmy Axis, co umożliwia łatwe włączenie czujnika do systemu dozorowego.

Połączenie pomiędzy czujnikiem a urządzeniem nadrzędnym Axis realizowane jest za pomocą technologii portcast Axis, która umożliwia bezproblemowe dodanie funkcji (w tym przypadku możliwości pomiaru jakości powietrza) do urządzenia nadrzędnego. Oznacza to, że czujnik korzysta z adresu IP urządzenia nadrzędnego i jest z niego sterowany. Wyniki pomiarów są dostępne w interfejsie WWW urządzenia nadrzędnego, a także w strumieniu z kamery poprzez nałożenia MQTT.

O firmie Axis Communications

Axis wspiera rozwój inteligentnego oraz bezpiecznego świata przez poprawę bezpieczeństwa, ochrony, efektywności działania i wiedzy biznesowej. Jako firma zajmująca się technologiami sieciowymi oraz lider branży, Axis oferuje rozwiązania z zakresu dozoru wizyjnego, kontroli dostępu, systemów domofonowych i systemów audio. Ich rozszerzeniem i uzupełnieniem są inteligentne aplikacje analityczne oraz wysokiej jakości szkolenia.

Axis zatrudnia około 5000 pracowników w ponad 50 krajach oraz współpracuje z partnerami z obszaru technologii i integracji systemów na całym świecie w celu dostarczania swoich rozwiązań klientom. Firma została założona w 1984 roku i ma swoją siedzibę w Lund w Szwecji.