Czujniki dymu

Czujki pożarowe, systemy w serwerowni i integracja z monitoringiem.

- Czujniki dymu: rodzaje, zasada działania i zastosowania
- Czujniki dymu w praktyce: wybór, montaż i własny moduł (DIY)

Czujniki dymu: rodzaje, zasada działania i zastosowania

Poziom: podstawy **Dotyczy: PN-EN 54, PN-EN 14604, serwerownia Zielonej**

Czas: ~40 min

Czujka pożarowa to mały przyrząd, który wyłapuje pierwsze objawy pożaru: dym, ciepło, płomień albo czad. Na tej stronie poznajemy wszystkie główne rodzaje, wiemy, dlaczego serwerownia potrzebuje innej czujki niż mieszkanie, i widzimy, jak alarm z centrali dociera do Zabbixa. Do tej strony wracamy, gdy wybieramy czujkę do nowego pomieszczenia albo rozmawiamy z instalatorem i ubezpieczycielem.

Skróty użyte na tej stronie (27)

Skrót	Co znaczy
ASD	Aspirating Smoke Detection: system zasysający, w którym wentylator zasysa powietrze rurą do bardzo czułego detektora dymu
ASN	Autorité de sûreté nucléaire: francuski dozór jądrowy, który nakazał usuwanie czujek jonizacyjnych
CNBOP-PIB	Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego, Państwowy Instytut Badawczy: wydaje dopuszczenia urządzeń przeciwpożarowych
CO	Tlenek węgla (czad): bezwonny gaz z niepełnego spalania, groźny dla ludzi, a nie sam w sobie znak pożaru
CSIRO	Commonwealth Scientific and Industrial Research Organisation: australijska państwowa instytucja naukowa, w której powstały podstawy czujek zasysających
DIY	Do It Yourself: zrób to sam, czyli własnoręcznie zbudowany czujnik zamiast gotowego urządzenia
EIA	Electronic Industries Alliance: dawne amerykańskie stowarzyszenie przemysłu elektronicznego, od którego pochodzi norma EIA-310 opisująca szafę 19 cali
FK-5-1-12	Gaz gaśniczy z grupy fluoroketonów, znany jako Novec 1230, gasi głównie przez odebranie ciepła; nie ma nic wspólnego z kluczem obcym w bazie danych

Skrót	Co znaczy
FM-200	Handlowa nazwa gazu HFC-227ea do gaszenia serwerowni: gasi w kilku procentach objętości sali, ale ma wysoki potencjał ocieplenia klimatu
HFC	Hydrofluorowęglowodory: grupa gazów, także gaśniczych, objęta stopniowym ograniczaniem w Unii Europejskiej
HFC-227ea	Gaz gaśniczy z grupy HFC, znany też jako FM-200, gasi głównie przez odebranie ciepła płomieniom
IAEA	International Atomic Energy Agency: Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej, wydaje zalecenia m.in. o odpadach z czujek jonizacyjnych
IG-01	Gaz obojętny: czysty argon używany w stałych urządzeniach gaśniczych, gasi przez obniżenie stężenia tlenu w sali
IG-100	Gaz obojętny: czysty azot używany w stałych urządzeniach gaśniczych, gasi przez obniżenie stężenia tlenu w sali
IG-541	Gaz gaśniczy obojętny: mieszanina azotu, argonu i dwutlenku węgla, gasi przez obniżenie stężenia tlenu w pomieszczeniu
IG-55	Gaz gaśniczy obojętny: mieszanina azotu i argonu po połowie, gasi przez obniżenie stężenia tlenu
IR	Podczerwień: promieniowanie cieplne niewidzialne dla oka, używane w diodach czujek optycznych i w czujkach płomienia
MSWiA	Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji: wydaje rozporządzenie o ochronie przeciwpożarowej budynków, w tym o gaśnicach i przeglądach
PFAS	Per- and polyfluoroalkyl substances: trwałe chemikalia fluorowe, wobec których Unia i producenci wprowadzają ograniczenia
PN-EN	Polska Norma będąca wersją normy europejskiej, np. PN-EN 54 dla elementów systemów sygnalizacji pożaru
PSP	Państwowa Straż Pożarna: służba, która gasi pożary, uczestniczy w odbiorach obiektów i kontroluje zabezpieczenia przeciwpożarowe
SMS	Short Message Service: krótka wiadomość tekstowa na telefon, która dociera także bez internetu
SNMP	Simple Network Management Protocol: protokół odczytu stanu urządzeń sieciowych
UE	Unia Europejska
UV	Ultrafiolet: promieniowanie niewidzialne dla oka, które wysyła płomień i na które reagują czujki płomienia
VESDA	Very Early Smoke Detection Apparatus: nazwa handlowa czujek zasysających, które wykrywają dym na bardzo wczesnym etapie
ZUOP	Zakład Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych: miejsce w Różanie, do którego trafiają zużyte źródła promieniotwórcze, także z czujek

Z życia wzięte

Z ŻYCIA WZIĘTE

Czwartek, 21:35. W szafie przy ścianie serwerowni w Pamiątkowie zaczyna tlić się izolacja zasilacza przełącznika. Klimatyzator przepłukuje salę świeżym powietrzem, więc dym rozcieńcza się, zanim dotrze do czujki pod sufitem. Czujka zasysająca przy wlocie powrotu klimatyzatora zgłasza alarm wstępny po kilkunastu sekundach i mon01 wysyła SMS do dyżurnego. Kiedy Tomek wchodzi do sali, dym jest jeszcze niewidoczny, a szafa jest już odłączona od prądu.

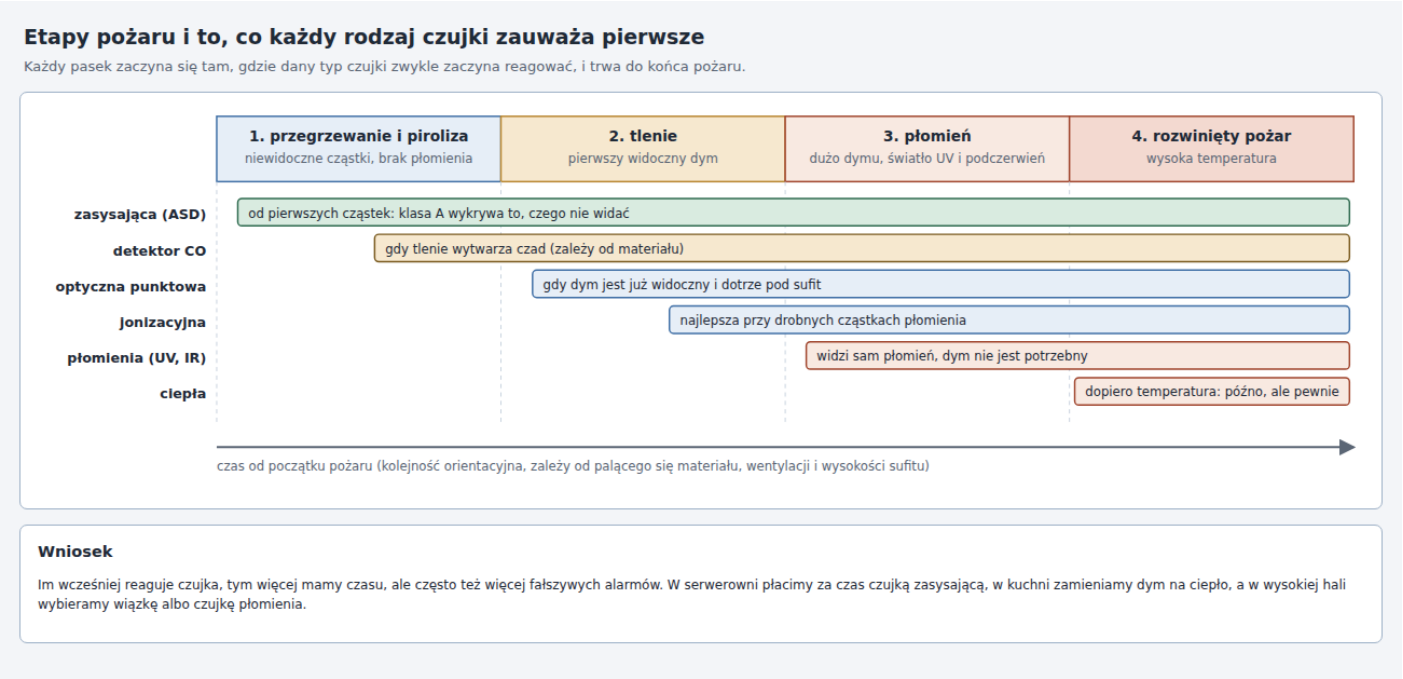
Skąd się wzięło

Pierwsze automatyczne alarmy pożarowe powstały w XIX wieku. W 1890 roku Francis Robbins Upton, współpracownik Edisona, opatentował pierwszy automatyczny elektryczny alarm pożarowy, a w 1902 roku George Andrew Darby w Birmingham opatentował pierwszą w Europie elektryczną czujkę ciepła [2]. Dym zaczął być mierzony dopiero wtedy, gdy fizycy nauczyli się liczyć jony w powietrzu.

Pojęcie: jonizacja. Proces, w którym promieniowanie albo silne pole elektryczne wybija z cząsteczek powietrza elektrony. Z neutralnej cząsteczki powstają wtedy dwa naładowane drobiny, czyli jony: dodatni i ujemny. Jony potrafią przewodzić prąd, więc powietrze po jonizacji przestaje być izolatorem.

Walter Jaeger, szwajcarski fizyk, w latach 1936 i 1937 zgłosił w Niemczech patenty na przyrząd do wykrywania gazów trujących. Według firmowej historii Cerberus przypadkowy trop dał dym papierosa: jonizacja reagowała na dym mocniej niż na gazy, więc Jaeger zmienił cel badań [1]. Jego kolega z ETH Zurych, Ernst Meili, w 1939 roku zbudował komorę jonizacyjną do wykrywania gazów palnych w kopalniach i wynalazł lampę z zimną katodą, która wzmacniała słaby sygnał [2].

Firma Cerberus powstała w 1941 roku w Bad Ragaz w Szwajcarii, a jej detektor F1 z tego samego roku uchodzi za pierwszy jonizacyjny wykrywacz do automatycznej ochrony przed pożarem [1]. Model F5 z 1959 roku był pierwszym produkowanym masowo, a F6 z 1967 roku używał już tranzystorów i niskiego napięcia [1]. Jaeger odszedł z firmy w 1946 roku, a prowadził ją dalej Meili [1].



Rysunek 1. Etapy pożaru i to, co każdy rodzaj czujki zauważa pierwsze. Zasysająca reaguje na samym początku, ciepła dopiero na końcu: wybór czujki to wybór, kiedy chcemy wiedzieć. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Do domów czujka dymu trafiła w latach 60. i 70. XX wieku. Duane Pearsall z Stanleyem Petersonem opracowali w 1965 roku tanią bateryjną czujkę SmokeGard 700, a masowa produkcja ruszyła w 1975 roku [2]. Inne źródła podają prototyp Pearsalla z 1964 roku, pierwszą bateryjną czujkę z listingiem UL firmy BRK z 1969 roku i ogólnokrajową sprzedaż w sieci Sears od 1974 roku, więc daty różnią się zależnie od tego, co uznamy za początek [3][4].

Domowa czujka dymu. Taka autonomiczna czujka trafiła do mieszkań w latach 60. i 70. XX wieku.

Domowa czujka dymu. Taka autonomiczna czujka trafiła do mieszkań w latach 60. i 70. XX wieku. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Czujka optyczna ma równie długą historię. Cerberus pokazał wersję z rozproszeniem światła w 1969 roku (model R5), a według innego źródła czujkę fotoelektryczną wynaleźli Donald Steele i Robert Emmark z firmy Electro Signal Lab, którzy opatentowali ją w 1972 roku [1][2].

Czujki zasysające narodziły się w Australii: w 1970 roku CSIRO badał nefelometrami dym z pożarów lasów, a urząd telekomunikacji zamówił dla central telefonicznych urządzenie, które wykryje pożar, zanim zniszczy sprzęt [5]. Komercyjną czujkę VESDA wprowadziła w 1979 roku firma IEI, a w 1982 roku przeprojektowano ją pod eksport [5]. To późniejszy Xtralis, kupiony przez Honeywella w 2016 roku [6].

Rodzaje i zasada działania

Zanim opiszemy rodzaje, ustalmy, co właściwie wykrywamy. Pożar zaczyna się od przegrzewania i pirolizy, czyli rozkładu materiału pod wpływem ciepła, bez płomienia i widocznego dymu. Potem pojawia się tlenie, płomień i wreszcie rozwinięty pożar, widoczny na Rysunku 1. Każdy rodzaj czujki zaczyna reagować na innym etapie.

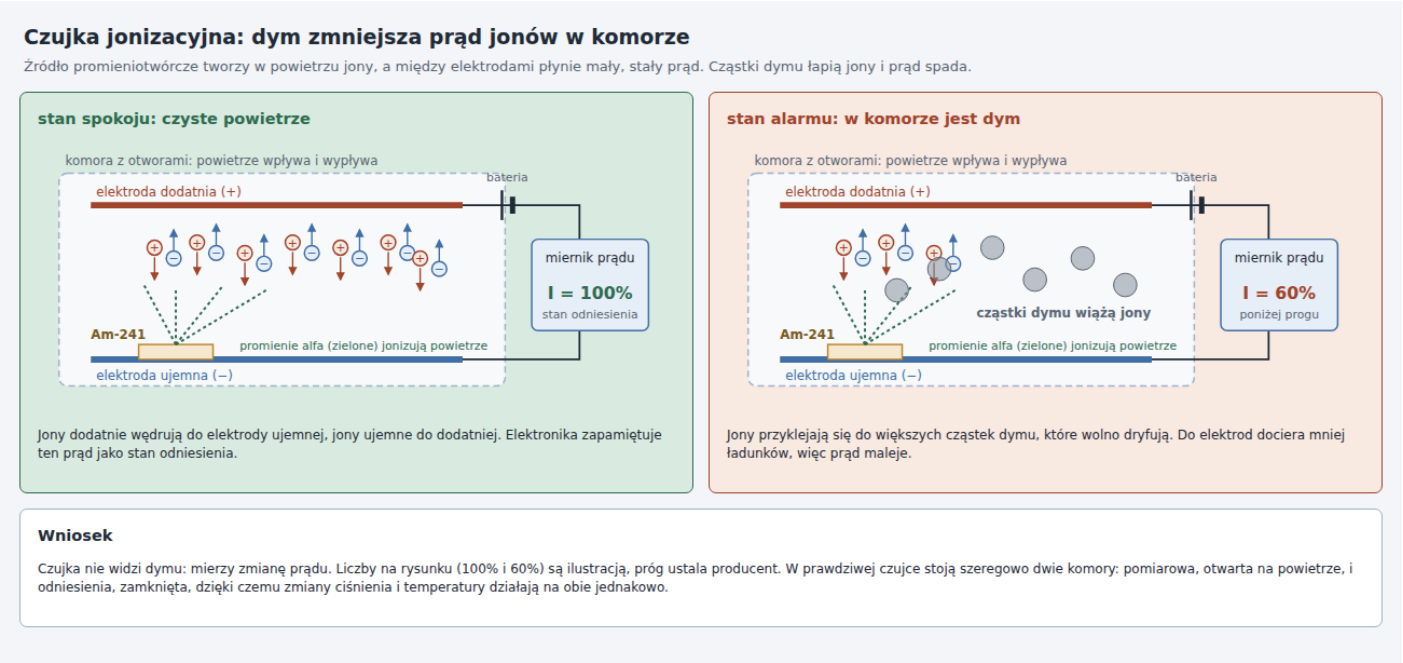
> **Pojęcie: czujka pożarowa.** Urządzenie, które mierzy jedną albo kilka wielkości związanych z pożarem (dym, temperaturę, światło płomienia, stężenie czadu) i wysyła sygnał do centrali, gdy wynik przekroczy próg. Czujka sama nie gasi i zwykle nie wydaje dźwięku: ten obowiązek ma centrala albo czujka autonomiczna.

> **Pojęcie: dym.** Mieszanina drobnych cząstek stałych i kropelek cieczy unoszonych w gazach spalania. Cząstki mają od ułamków mikrometra przy płomieniu do kilku mikrometrów przy tleniu, a ich wielkość decyduje o tym, jaka czujka je zauważy [2].

Jonizacyjna

> **Pojęcie: czujka jonizacyjna.** Czujka dymu, w której niewielkie źródło promieniotwórcze jonizuje powietrze w komorze, a elektronika mierzy prąd tych jonów. Dym wiąże jony i prąd maleje.

W środku są dwie komory ustawione szeregowo: pomiarowa, otwarta na powietrze, i odniesienia, zamknięta. Źródłem jest americium-241, które wysyła cząstki alfa i ma okres połowicznego rozpadu około 432 lat [7]. W typowej czujce jest go około 37 kBq, czyli 1 mikrokiur, co odpowiada około 0,3 mikrograma [2][7].



Rysunek 2. Komora jonizacyjna w spokoju i z dymem. Zauważmy, że czujka nie widzi dymu, tylko mierzy spadek prądu jonów. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Próbka americium-241 wyjęta z czujki dymu. W typowej czujce jonizacyjnej źródła jest rzędu 0,3 mik

Próbka americium-241 wyjęta z czujki dymu. W typowej czujce jonizacyjnej źródła jest rzędu 0,3 mikrograma, a jego cząstki alfa jonizują powietrze w komorze. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Zakres i dokładność: reaguje na cząstki od około 0,01 do 0,3 mikrometra, czyli na dym z płomienia [2]. Czas reakcji: przy płomieniu według [2] o około 30 do 60 sekund szybciej niż optyczna, przy tleniu wolniej. *Zalety: tania, prosta, dobrze widzi szybko rozwijające się pożary, odporna na kurz.* Wady: odpad promieniotwórczy po zużyciu, fałszywe alarmy od pary i dymu z kuchni, słabsza przy tleniu. * Gdzie: dawniej wszędzie, dziś głównie stare instalacje, które są stopniowo wymieniane.

Dlaczego dziś jest wycofywana? Czujka w czasie pracy nie stwarza zagrożenia dla ludzi, bo cząstki alfa zatrzymuje obudowa komory, ale problemem jest cały jej cykl życia: produkcja, transport i utylizacja źródła [21]. Dyrektywa Euratom 2013/59 wymaga uzasadniania zastosowań promieniowania jonizującego, a regulatorzy w kilku krajach uznali, że skoro czujki optyczne dają porównywalną jakość wykrywania, uzasadnienia dla jonizacyjnych nie ma [11].

Francja nakazała zlikwidowanie około 7 milionów takich czujek do 5 grudnia 2021 roku i termin przekroczono: po 2021 roku zdjęto około 600 tysięcy, a około miliona wciąż wisi [11]. W Belgii od stycznia 2020 roku zakazano ich w domach prywatnych, a sprzedaż osobom prywatnym była zakazana już od 2010 roku [12]. Wspólnego zakazu dla całej Unii nie ma: każdy kraj decyduje sam.

W Polsce nie znaleźliśmy przepisu, który zakazywałby sprzedaży albo używania czujek izotopowych w obiektach. Zużyte czujki są traktowane jako wycofane zamknięte źródła promieniotwórcze i

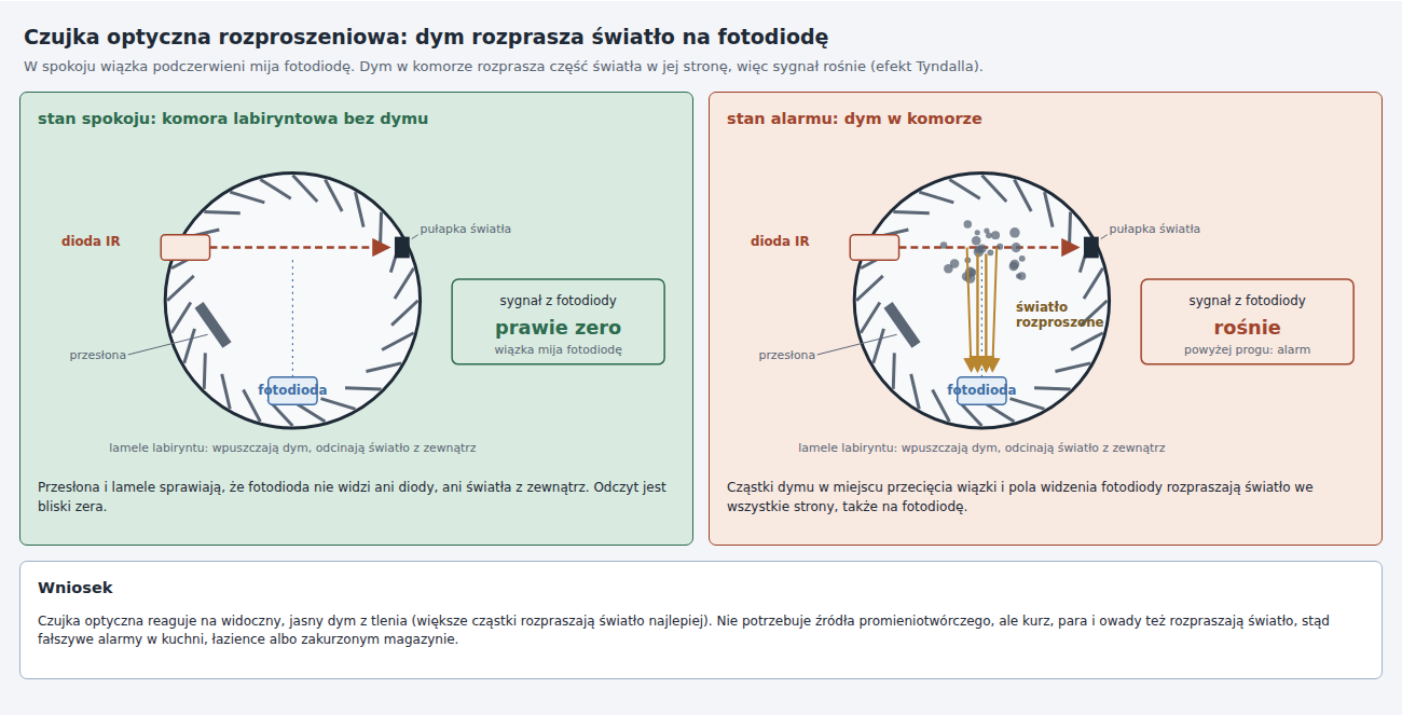
trafiają do Zakładu Unieszkodliwiania Odpadów Promieniotwórczych (ZUOP) w Różanie, zwykle przez firmy, które instalują nowy system i zbierają stary sprzęt [14]. Kiedy w serwerowni albo magazynie trafiamy na czujkę ze znakiem promieniowania albo napisem Am-241, nie rozbieramy jej, tylko zlecamy wymianę z odbiorem odpadu (stan na 3 października 2026, przed zakupem sprawdzamy aktualny stan przepisów).

Optyczna rozproszeniowa

> **Pojęcie: efekt Tyndalla.** Rozproszenie światła na cząstkach zawieszonych w ośrodku, dzięki któremu widzimy promień latarki w zadymionym pokoju. Im więcej cząstek, tym więcej rozproszonego światła.

> **Pojęcie: komora labiryntowa.** Komora czujki optycznej z lamelami, które przepuszczają dym, a zatrzymują światło z zewnątrz. Wewnątrz jest dioda podczerwieni, fotodioda ustawiona tak, żeby nie widziała wiązki, i pułapka światła.

W spokoju fotodioda nie dostaje światła. Gdy do komory wejdzie dym, jego cząstki rozpraszają część wiązki w kierunku fotodiody, sygnał rośnie i po przekroczeniu progu centrala zgłasza alarm.



Rysunek 3. Komora optyczna rozproszeniowa w stanie spokoju i z dymem. Dioda i fotodioda patrzą w różne strony, więc zasięg ma tylko światło rozproszone przez dym. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Czujka dymu optyczna. W takiej czujce komora labiryntowa chroni fotodiodę przed światłem z zewna

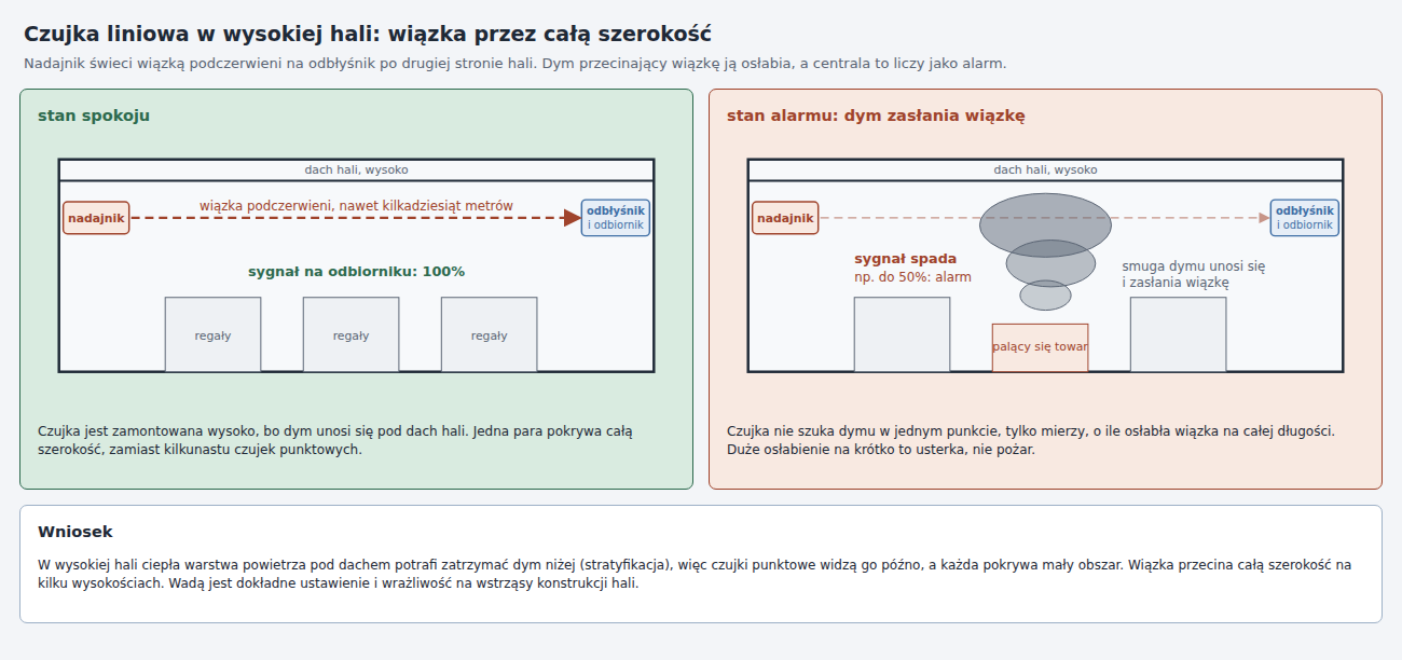
Czujka dymu optyczna. W takiej czujce komora labiryntowa chroni fotodiodę przed światłem z zewnątrz, a dym rozprasza światło diody w jej stronę. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Zakres i dokładność: dobrze widzi większe cząstki z tlenia i jasnego dymu, od około 0,3 do 10 mikrometrów [2]. Czas reakcji: szybsza od jonizacyjnej przy tleniu i przy dużej ilości dymu [2]. *Zalety: bez izotopów, mało fałszywych alarmów od pary i gotowania, dobra do mieszkań i sypialni.* Wady: kurz, owady i para wodna też rozpraszają światło, słabiej widzi czysty płomień (np. spalanie alkoholu). * Gdzie: mieszkania, biura, korytarze, hotele, większość nowych instalacji.

Wersja transmisyjna to ta sama zasada odwrócona: fotodioda patrzy prosto na diodę, a dym osłabia wiązkę. Tak działają czujki liniowe, o których za chwilę.

Liniowa optyczna

> **Pojęcie: czujka liniowa.** Czujka dymu, w której nadajnik i odbłyśnik (albo nadajnik i odbiornik) stoją po przeciwnych stronach hali i wiązka podczerwieni przecina całą przestrzeń. Dym osłabia wiązkę, a centrala liczy to jako alarm. Norma opisująca ten typ to PN-EN 54-12 [7].



Rysunek 4. Czujka liniowa w wysokiej hali. Jedna para zastępuje wiele czujek punktowych, a dym unoszący się pod dach musi przeciąć wiązkę, żeby zostać zauważony. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

ZRZUT EKRANU DO UZUPEŁNIENIA

Zdjęcie do uzupełnienia: czujka liniowa z nadajnikiem i odbłyśnikiem zamontowana pod dachem wysokiej hali.

Zakres i dokładność: nawet kilkadziesiąt metrów odległości, zależnie od modelu i warunków; osłabienie wiązki ma próg alarmu ustawiany przy uruchomieniu. Czas reakcji: zależy od tego, kiedy dym dotrze do wiązki; ciepła warstwa pod dachem może go zatrzymać niżej, więc część instalacji ma dwie wiązki na różnych wysokościach. *Zalety: duże powierzchnie przy małej liczbie punktów montażu, mniej pracy przy wymianie.* Wady: ustawienie wymaga precyzji, wstrząsy konstrukcji, światło słoneczne i przeszkody (suwnica, żuraw) mogą wywołać fałszywy alarm albo usterkę. * Gdzie: wysokie hale, magazyny, atria, hale produkcyjne.

Zasysająca (ASD)

> **Pojęcie: czujka zasysająca (ASD).** System, który wentylatorem zasysa próbki powietrza przez sieć rur z małymi otworami i bada je w bardzo czułej komorze laserowej. Skrót ASD oznacza aspirating smoke detector, czyli czujkę z zasysaniem. Najbardziej znany przykład to rodzina VESDA, której nazwa znaczy Very Early Smoke Detection Apparatus [5].

Powietrze z całego chronionego obszaru płynie rurami do jednostki centralnej, gdzie filtr zatrzymuje kurz, a komora laserowa liczy rozproszone światło. Dzięki temu można wykrywać dym wcześniej, niż jest widoczny, i ustawić kilka poziomów alarmu: ostrzeżenie, alarm wstępny i alarm pożarowy [5].

ZRZUT EKRANU DO UZUPEŁNIENIA

Zdjęcie do uzupełnienia: rury systemu zasysającego z małymi otworami próbkującymi nad szafami w serwerowni.

Zakres i dokładność: czułość można ustawić od tysięcy razy większej niż czujka konwencjonalna do znacznie mniejszej [5]; norma PN-EN 54-20 dzieli je na klasy A, B i C. Czas reakcji: wykrywanie na etapie pirolizy; ograniczeniem jest czas transportu próbki rurą do komory (projekt oblicza go program producenta). *Zalety: bardzo wczesne wykrywanie, dobre w pomieszczeniach z silnym przepływem powietrza, rury mogą wchodzić do szaf i kanałów.* Wady: wyższy koszt, potrzebny projekt hydrauliczny rur, okresowe czyszczenie filtra i sprawdzanie przepływu. * Gdzie: serwerownie, centra danych, archiwa, czyste pomieszczenia, magazyny wysokiego składowania.

Czujki ciepła

> **Pojęcie: czujka ciepła.** Czujka, która reaguje na temperaturę, a nie na dym. Typ stałotemperaturowy (maksymalny) odzywa się, gdy temperatura przekroczy próg, typ różniczkowy, gdy temperatura rośnie zbyt szybko.

Norma PN-EN 54-5 dzieli czujki ciepła na klasy: A1 działa w zakresie temperatur otoczenia od około 25 do 50 stopni i alarmuje przy 54 do 65 stopniach, a klasa C ma temperaturę alarmu około 84 do 100 stopni [17]. Dopisek R, np. A1R, oznacza, że czujka ma też człon różniczkowy [17]. Zaletą jest odporność na dym z gotowania i parę, wadą późne wykrycie, bo temperatura rośnie dopiero w rozwiniętym pożarze.

Czujki ciepła stałotemperaturowe firmy Nittan. Odzywają się dopiero po przekroczeniu progu tempe

Czujki ciepła stałotemperaturowe firmy Nittan. Odzywają się dopiero po przekroczeniu progu temperatury, więc reagują najpóźniej ze wszystkich rodzajów czujek. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Zakres i dokładność: próg alarmu zależy od klasy, dokładność rzędu kilku stopni. Czas reakcji: najpóźniejsza ze wszystkich rodzajów. * Gdzie: kuchnie, pralnie, garaże, kotłownie, pomieszczenia, w których dym i para zdarzają się codziennie.

Wielodetektorowe

> **Pojęcie: czujka wielodetektorowa.** Czujka, która w jednej obudowie łączy kilka czujników (dym, ciepło, czad) i algorytmem decyduje, czy to pożar. Normy PN-EN 54-29 (dym i ciepło), 54-30 (czad i ciepło) i 54-31 (dym, czad i opcjonalnie ciepło) opisują te kombinacje [7].

Zakres i dokładność: lepsza odporność na fałszywe alarmy, bo trzeba kilku sygnałów naraz. Czas reakcji: porównywalny z najszybszym z użytych czujników. *Zalety: jeden typ czujki do wielu pomieszczeń, mniej fałszywych alarmów w kuchni czy pralni.* Wady: wyższa cena, trudniejszy serwis. * Gdzie: biura, korytarze, hotele, szpitale, tam, gdzie warunki bywają zmienne.

Czujki płomienia

>

> **Pojęcie: czujka płomienia.** Czujka, która patrzy na światło samego płomienia. Wersja UV łapie ultrafiolet, wersja IR podczerwień, a droższe wersje łączą kilka pasm, żeby odróżnić pożar od spawania, słońca i lamp. Norma to PN-EN 54-10 [7].

Czujka płomienia UV firmy Minimax. Widzi światło płomienia, a nie dym, więc nie wykryje tlenia.

Czujka płomienia UV firmy Minimax. Widzi światło płomienia, a nie dym, więc nie wykryje tlenia. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Zakres i dokładność: widzi płomień z odległości kilkunastu do kilkudziesięciu metrów, zależnie od modelu i paliwa. Czas reakcji: ułamki sekund do kilkunastu sekund po pojawieniu się płomienia. *Zalety: nie potrzebuje dymu ani ciepła, działa na dużej przestrzeni, także na zewnątrz.* Wady: nie widzi tlenia, potrzebuje widoku płomienia, wrażliwa na zabrudzone okno czujki. * Gdzie: stacje paliw, hangary, magazyny cieczy palnych, linie technologiczne.

Detektor CO (czad, nie pożar)

> **Pojęcie: czad.** Tlenek węgla (CO), bezbarwny i bezwonny gaz powstający przy niepełnym spalaniu. Zatruwa organizm, bo wiąże hemoglobinę silniej niż tlen, ale sam z siebie nie oznacza pożaru.

Czujnik CO to najczęściej ogniwo elektrochemiczne, w którym gaz wywołuje reakcję i słaby prąd. Czad jest zagrożeniem osobnym od pożaru: czujka dymu go nie wykryje, a detektor czadu nie zareaguje na dym. Domowe detektory CO opisuje PN-EN 50291, a punktowe czujki pożarowe z czujnikami CO norma PN-EN 54-26 [7].

Detektor czadu. To osobne urządzenie od czujki dymu: nie reaguje na dym, a czujka dymu nie wykry

Detektor czadu. To osobne urządzenie od czujki dymu: nie reaguje na dym, a czujka dymu nie wykryje czadu. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

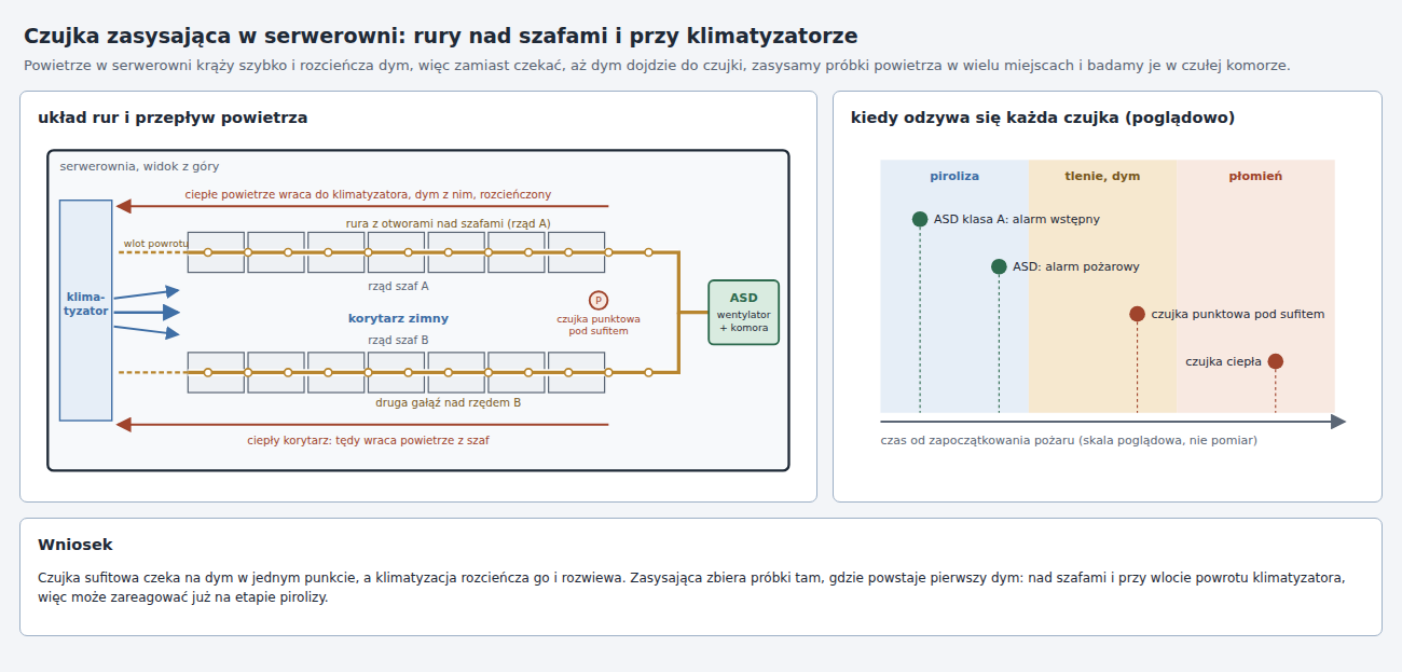
Zakres i dokładność: reaguje na ułamki do kilkudziesięciu części na milion, alarm zależy od stężenia i czasu ekspozycji. Czas reakcji: od kilku do kilkudziesięciu minut przy niskim stężeniu. * Gdzie: pomieszczenia z piecami, kotłami, kominkami i podgrzewaczami, garaże.

Wszystkie rodzaje w jednej tabeli

Rodzaj	Co mierzy	Najlepsza przy	Najsłabsza przy	Typowe miejsce
Jonizacyjna	spadek prądu jonów	płomień, drobne cząstki	para, tlenie	stare instalacje
Optyczna rozproszeniowa	światło rozproszone na dymie	tlenie, jasny dym	kurz, para	mieszkanie, biuro
Liniowa optyczna	osłabienie wiązki	wysokie, szerokie hale	wstrząsy, przeszkody	magazyn, atrium
Zasysająca (ASD)	światło rozproszone w komorze laserowej	piroliza, silny przepływ powietrza	brak projektu rur	serwerownia
Ciepła	temperatura	kuchnia, pralnia	wczesne wykrywanie	kuchnia, kotłownia
Wielodetektorowa	dym, ciepło, czad razem	zmienne warunki	koszt	biuro, hotel
Płomienia (UV, IR)	światło płomienia	ciecze palne, hangar	tlenie	stacja paliw
Detektor CO	stężenie czadu	piec, kocioł, garaż	pożar bez czadu	kotłownia, dom

W serwerowni

Serwerownia jest dla czujek trudnym środowiskiem. Klimatyzacja precyzyjna bardzo intensywnie przepuszcza powietrze przez salę, więc dym rozcieńcza się i rozwiewa, zanim dotrze do czujki pod sufitem. Dodatkowo dym z zasilacza czy kabla w szafie jest na początku rzadki i niewidoczny, bo powstaje w fazie pirolizy.



Rysunek 5. Czujka zasysająca w serwerowni: rury nad szafami i przy wlocie powrotu klimatyzatora, obok czujka punktowa na suficie. Skala czasu jest poglądowa i pokazuje, że czujka zasysająca zgłasza alarm wstępny, gdy czujka punktowa jeszcze milczy. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Dlatego w serwerowni stosujemy czujkę zasysającą z rurami nad szafami w korytarzach i z dodatkowym punktem próbkowania w kanale powrotnym klimatyzatora. Czujki punktowe zostawiamy jako uzupełnienie i jako drugą linię w układzie z dwustopniowym potwierdzeniem.

> **Pojęcie: klasy czułości PN-EN 54-20.** Norma dla czujek zasysających dzieli je na trzy klasy. Klasa A to bardzo wysoka czułość dla pomieszczeń krytycznych, o wysokim przepływie powietrza i dużym ryzyku. Klasa B to podwyższona czułość w trudnych środowiskach albo wewnątrz urządzeń. Klasa C to normalna czułość dla zwykłych pomieszczeń i trudno dostępnych przestrzeni [8][9].

Norma nie podaje liczb czułości w wartościach, które można porównać między producentami bez dokumentacji, a o wyborze klasy w serwerowni decyduje projektant [8]. W serwerowni zwykle wybiera się klasę A, a dla przestrzeni międzystropowej i podłogi technicznej B albo C [8]. Nowsza wersja normy skróciła dopuszczalny czas alarmu po zakończeniu próby z 120 do 60 sekund i zaostrzyła kontrolę przepływu powietrza z plus minus 50 do plus minus 20 procent [10].

Gdzie montować rury: nad szafami w korytarzach zimnych i gorących, przy wlocie powrotu klimatyzatora, w podłodze technicznej i nad sufitem podwieszanym, jeśli sprzęt tam leży. Czego nie robimy: nie malujemy rur, nie zasłaniamy ani nie powiększamy otworów, nie dorabiamy gałęzi bez nowego obliczenia, nie ustawiamy wyższej czułości, żeby mieć spokój, nie wyłączamy czujek podczas prac budowlanych bez procedury. *Przed uruchomieniem: serwerownia powinna być czysta, bo pył budowlany zostaje w rurach.* Odbiór: czujka, centrala i gaszenie muszą mieć certyfikaty zgodności z PN-EN 54 albo dopuszczenia CNBOP-PIB, a odbiór robi rzeczoznawca do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych razem z ubezpieczycielem.

> **Pojęcie: system sygnalizacji pożarowej (SSP).** Zestaw czujek, ręcznych ostrzegaczy, centrali, zasilacza i sygnalizatorów, który wykrywa pożar i ostrzega ludzi. Sercem jest centrala, czyli urządzenie nadzorujące linie z czujkami, wyświetlające alarmy i sterujące wyjściami. Wymagania dla centrali opisuje PN-EN 54-2, a dla zasilacza PN-EN 54-4 [7].

Centrala sygnalizacji pożarowej Faraday Fire Watch IV. Centrala nadzoruje linie z czujkami, wyświetl

Centrala sygnalizacji pożarowej Faraday Fire Watch IV. Centrala nadzoruje linie z czujkami, wyświetla alarmy i steruje wyjściami. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Współzależności i gaszenie gazem

> **Pojęcie: stałe urządzenie gaśnicze (SUG).** Zainstalowany na stałe system, który po alarmie wypuszcza środek gaśniczy do chronionego pomieszczenia. W serwerowniach najczęściej jest to gaz, bo nie niszczy elektroniki tak jak woda.

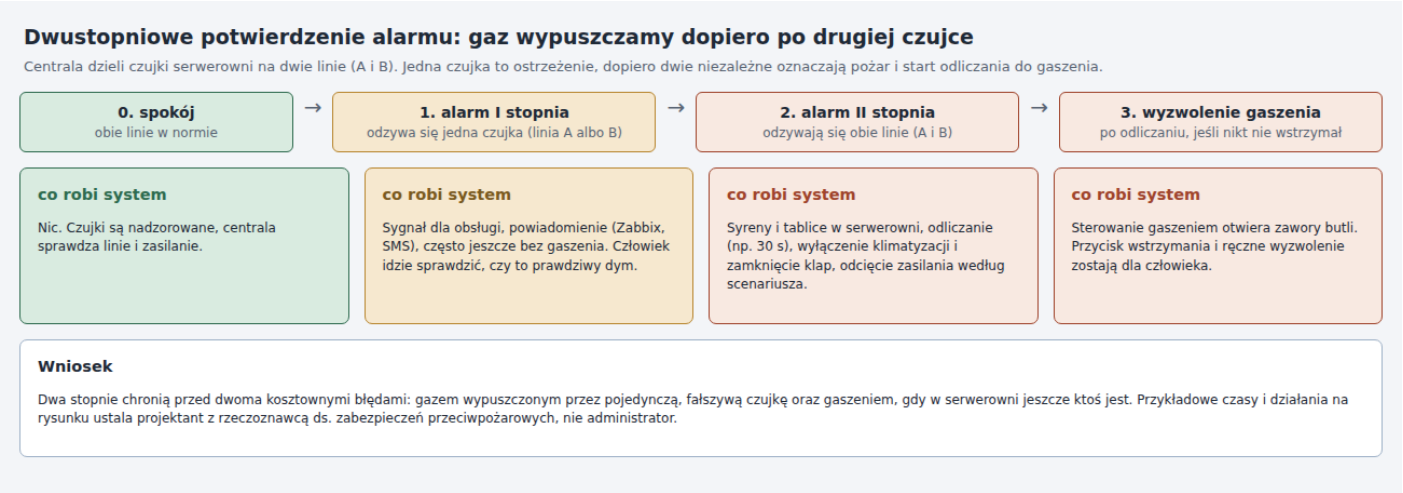
Gazy, z którymi spotykamy się w serwerowniach, to dwie rodziny. Gazy obojętne to IG-541 (mieszanina azotu, argonu i dwutlenku węgla), IG-55 (azot i argon), IG-100 (sam azot) oraz IG-01 (sam argon), które gaszą przez obniżenie stężenia tlenu w sali. Gazy chemiczne to FK-5-1-12 (znany pod nazwą Novec 1230) oraz HFC-227ea (często pod nazwą FM-200), które gaszą głównie przez odebranie ciepła płomieniom [18].

Automatyczne urządzenie gaśnicze Argonite w serwerowni. Gazy obojętne gaszą przez obniżenie ste

Automatyczne urządzenie gaśnicze Argonite w serwerowni. Gazy obojętne gaszą przez obniżenie stężenia tlenu w sali, dlatego wypuszczenie gazu poprzedza odliczanie dla ludzi. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Stan regulacji zmienia się szybko i dlatego sprawdzamy go przy każdym projekcie. Rozporządzenie UE 2024/573 o fluorowanych gazach cieplarnianych zakłada całkowite wygaszenie zużycia HFC do 2050 roku, a przed 2030 rokiem redukcję o 94,8 procent względem 2015 roku, rozszerza obowiązek kontroli szczelności na wszystkie F-gazy i wymaga odzysku gazów przez uprawnioną osobę [20]. HFC-227ea należy do HFC, więc podlega tym ograniczeniom, a FK-5-1-12 nie jest HFC, ale firma 3M ogłosiła w grudniu 2022 roku wyjście z produkcji PFAS do końca 2025 roku, w tym płynu Novec 1230; sam FK-5-1-12 produkują też inni wytwórcy [19]. Gazy obojętne nie są objęte tymi ograniczeniami, za to wymagają dużo większych butli i miejsca na nie.

> **Pojęcie: współzależność (koincydencja).** Zasada, że centrala podejmuje działanie dopiero po sygnale z dwóch niezależnych czujek albo dwóch linii. Dzięki temu pojedyncza fałszywa czujka nie wyzwala gaszenia.



Rysunek 6. Dwustopniowe potwierdzenie alarmu. Pierwsza czujka wywołuje ostrzeżenie dla ludzi, dopiero druga uruchamia syreny i odliczanie przed wypuszczeniem gazu. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

W przykładowym scenariuszu alarm I stopnia oznacza sygnał dla obsługi i powiadomienie, bez gaszenia. Alarm II stopnia, czyli dwie czujki z różnych linii, uruchamia syreny i odliczanie, wyłącza klimatyzację i zamyka klapy, odcina zasilanie według scenariusza i dopiero po odliczeniu wyzwala gaz. Człowiek ma przycisk wstrzymania, bo w sali może się ktoś znajdować. Dokładne czasy, odcięcia zasilania i zachowanie w razie awarii ustala projektant z rzeczoznawcą, a nie administrator.

Monitoring w Zabbixie

Jeśli centrala ma wyjścia przekaźnikowe, zbieramy z niej styki bezpotencjałowe (alarm pożarowy, usterka, alarm wstępny ASD) i podłączamy je przez izolację do modułu, który wysyła stan do Zabbixa na mon01. Jeśli centrala albo jednostka ASD ma moduł sieciowy z SNMP, odczytujemy stan wprost przez SNMP.



Rysunek 7. Droga alarmu. Górny tor jest certyfikowany i działa sam, dolny tylko informuje Zabbixa i nigdy niczym nie steruje. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Co monitorujemy	Skąd	Element w Zabbixie	Wyzwalacz i priorytet
alarm pożarowy	styk centrali	trapper `ssp.alarm`	wartość 1, natychmiast, Disaster
alarm wstępny ASD	styk jednostki ASD	trapper `asd.prealarm`	wartość 1, High
usterka centrali	styk usterki	trapper `ssp.usterka`	wartość 1, High
łączność modułu	status modułu	`nodata()`	brak danych przez 5 minut, Average
zasilanie awaryjne	styk lub SNMP	trapper `ssp.zasilanie`	wartość 1, Warning

> **Pojęcie: styk bezpotencjałowy.** Styk przekaźnika, który nie ma własnego napięcia: tylko zamyka albo otwiera obwód. Dzięki temu możemy go podłączyć do dowolnego urządzenia bez ryzyka, że napięcie z jednej strony przedostanie się na drugą.

Alarm z Zabbixa nigdy nie zastępuje syreny ani transmisji do straży, tylko ją uzupełnia. Opis budowy własnego modułu z wejściem optoizolowanym jest na stronie „Czujniki dymu w praktyce: wybór, montaż i własny moduł (DIY)”.

Gotowe urządzenia komercyjne

Nie polecamy konkretnych marek, ale kilka klas urządzeń warto znać:

Klasa	Co robi	Uwagi

Czujka zasysająca do jednego pomieszczenia	próbkuje jedną lub kilka rur	często z wyjściami przekaźnikowymi, bywa z SNMP
ASD z kilkoma strefami	duże pomieszczenia, wiele rur	wymaga projektu rur
Centrala adresowalna	nadzoruje czujki po pętli	potrafi sterować gaszeniem, ma wyjścia
Moduł sterowania gaszeniem	odlicza, wstrzymuje, otwiera zawory	osobny certyfikat
Moduł wejść i wyjść	zamienia styki na sygnał sieciowy	pomost do monitoringu

Przykładowe rodziny na rynku to systemy VESDA, produkty polskiego Polon-Alfa i urządzenia wielu europejskich producentów; wybór zależy od projektu i od tego, co akceptuje ubezpieczyciel.

Poza serwerownią

W domu stosujemy autonomiczną czujkę zgodną z PN-EN 14604, czyli z własnym czujnikiem, baterią i syreną. Polskie prawo wymaga takich czujek w nowych budynkach mieszkalnych: według rozporządzenia ministra spraw wewnętrznych i administracji z 21 listopada 2024 roku (Dz.U. 2024 poz. 1716) obowiązek zaczął się 23 grudnia 2024 roku [15][16]. Dla lokali hotelowych i krótkoterminowych termin mija 30 czerwca 2026 roku, a dla istniejących lokali mieszkalnych, w których spala się paliwo stałe, ciekłe lub gazowe, upływa 1 stycznia 2030 roku [15][16].

W pomieszczeniach ze spalaniem paliwa potrzebny jest też czujnik czadu, a czujki dymu nie są wymagane tam, gdzie działa system sygnalizacji pożaru o równoważnym działaniu [16]. Przepisy są nowe, więc przed zakupem czytamy aktualny tekst rozporządzenia.

W magazynie w Swarzędzu, w wysokiej hali, czujki punktowe pod dachem to zły wybór: ciepła warstwa powietrza zatrzymuje dym niżej, a do czujek pod samym dachem trudno dojść przy serwisie. Stosujemy czujki liniowe po przeciwnych stronach hali, w razie potrzeby na dwóch wysokościach, albo czujkę zasysającą z rurą nad regałami. W strefie z cieczami palnymi dochodzą czujki płomienia.

Obowiązek montażu systemu w magazynie wynika z przepisów o ochronie przeciwpożarowej budynków i z oceny rzeczoznawcy, a nie z tej strony.

W kuchniach zamiast dymu stosujemy czujkę ciepła, bo gotowanie dymi i paruje codziennie, a czujka optyczna odzywałaby się co obiad. W pralniach, garażach i kotłowniach rozumujemy tak samo, a przy piecu i kominku dokładamy czujnik czadu.

Mity i sprostowania

Obiegowa wersja	Jak jest naprawdę
Czujkę dymu wynalazł Jaeger, bo zapalił papierosa	W firmowej historii Cerberus papieros jest tropem, który zmienił cel badań, ale patenty Jaegera z 1936 i 1937 roku dotyczyły wykrywania gazów, a pierwsza czujka Cerberus pochodzi z 1941 roku [1]
Domową czujkę wymyślił jeden człowiek w latach 60.	Daty zależą od źródła: Pearsall i Peterson 1965, BRK i listing UL 1969, sprzedaż na dużą skalę od 1974 i 1975 roku [2][3][4]
Czujka jonizacyjna promieniuje na domowników	W normalnej pracy nie stwarza zagrożenia, a ryzyko dotyczy rozbierania i nieprawidłowej utylizacji [21]
Optyczna jest zawsze lepsza od jonizacyjnej	Jonizacyjna szybciej widzi płomień z drobnymi cząstkami, optyczna tlenie; regulatorzy wycofują jonizacyjne głównie ze względu na izotop i dostępność optycznych o porównywalnej jakości [2][11]
Czujka dymu wykryje czad	Czad wykrywa osobny detektor CO, który nie zauważa dymu
W serwerowni wystarczy zwykła czujka sufitowa	Klimatyzacja rozcieńcza dym, więc stosujemy czujkę zasysającą
Zabbix i tania czujka z internetu zastąpią system sygnalizacji pożaru	Nie zastąpią: brak certyfikatów, odbioru rzeczoznawcy i akceptacji ubezpieczyciela

Oś czasu

Data	Wydarzenie
1890	Francis Robbins Upton patentuje pierwszy automatyczny elektryczny alarm pożarowy [2]
1902	George Andrew Darby w Birmingham patentuje pierwszą europejską elektryczną czujkę ciepła [2]
1936 i 1937	Walter Jaeger zgłasza patenty na wykrywanie gazów metodą jonizacyjną [1]
1939	Ernst Meili buduje komorę jonizacyjną i lampę z zimną katodą [2]
1941	Powstaje Cerberus w Bad Ragaz i detektor F1 [1]
1959	Model F5 Cerberusa jest pierwszym masowo produkowanym detektorem jonizacyjnym [1]
1965	Pearsall i Peterson opracowują tanią bateryjną czujkę SmokeGard 700 [2]
1967 i 1969	Cerberus F6 z tranzystorami, potem R5 z rozproszeniem światła [1]

Data	Wydarzenie
1970	CSIRO w Australii bada dym nefelometrami [5]
1972	Patent Steele'a i Emmarka na czujkę optyczną [2]
1974 do 1976	Sprzedaż domowych czujek w USA na dużą skalę, w 1976 roku przepis NFPA 101 o czujkach w domach [3][4]
1979	Komercyjna wersja VESDA [5]
1992	Cerberus DOT1151 z mikroprocesorem zaczyna odwrót od jonizacyjnych [1]
2016	Honeywell zawiera umowę przejęcia Xtralis [6]
2020	Zakaz jonizacyjnych w domach prywatnych w Belgii [12]
2021	Termin usunięcia jonizacyjnych we Francji, w dużej mierze niedotrzymany [11]
23 grudnia 2024	W Polsce wchodzi w życie obowiązek czujek dymu w nowych budynkach mieszkalnych [15][16]
koniec 2025	3M kończy produkcję Novec 1230 [19]
30 czerwca 2026	Termin dla lokali hotelowych i krótkoterminowych [15]

Wątek polski

Polskie wymagania dla wyrobów to normy PN-EN 54 dla elementów systemów sygnalizacji pożaru, PN-EN 14604 dla czujek autonomicznych i PN-EN 50291 dla domowych detektorów czadu. Wyroby budowlane do systemów pożarowych wymagają certyfikatu zgodności, a w razie braku normy zharmonizowanej dopuszczenia wydawanego przez CNBOP-PIB, czyli Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej w Józefowie.

Największym polskim producentem systemów sygnalizacji pożarowej jest Polon-Alfa z Bydgoszczy, założona w 1956 roku [22]. Zakład POLON w Bydgoszczy produkował w latach 80. XX wieku czujki izotopowe, co znamy z lokalnego artykułu o wadliwej serii z Zamościa, w której materiał promieniotwórczy wydostał się z ceramicznej obudowy [23]. Zużyte czujki z całego kraju trafiają do ZUOP w Różanie [14].

Nie udało się nam udokumentować, czy któryś polski wynalazca miał udział w wynalezieniu samej czujki dymu. Podajemy tylko to, co wiemy: produkcja czujek w Polsce i regulacje krajowe są dobrze opisane, wynalazek pochodzi ze Szwajcarii, Stanów Zjednoczonych i Australii.

Częste błędy

Objaw	Przyczyna	Co robimy
Fałszywe alarmy w kuchni	czujka optyczna albo jonizacyjna przy gotowaniu	wymieniamy na czujkę ciepła
Czujka sufitowa w serwerowni milczy mimo dymu	przepływ powietrza rozcieńcza dym	stosujemy czujkę zasysającą
Alarm przy wejściu do serwerowni po pracach budowlanych	pył w rurach i w komorze	czyścimy rury, ustawiamy czułość z projektantem
W Zabbixie cisza, choć centrala alarmuje	rozłączony moduł albo zła polaryzacja styku	sprawdzamy `nodata()` i testujemy styk
Gaszenie wypuściło gaz bez człowieka	zła konfiguracja koincydencji	przywracamy scenariusz z dokumentacji projektu
Czujka liniowa daje usterkę rano	wstrząsy konstrukcji albo słońce na odbłyśniku	poprawiamy mocowanie i osłonę

□□ Ćwiczenia

1. Dlaczego czujka sufitowa w serwerowni może wykryć dym za późno?

Odpowiedź

Klimatyzacja wymienia powietrze bardzo szybko i rozcieńcza dym, a w fazie pirolizy dymu jest mało. Czujka punktowa czeka na dym w jednym miejscu, więc zareaguje później niż zasysająca, która pobiera próbki z wielu punktów.

1. Jaka czujka jest najlepsza do kuchni i dlaczego?

Odpowiedź

Czujka ciepła, bo gotowanie wytwarza dym i parę, a czujka optyczna albo jonizacyjna reagowałaby przy każdym obiedzie. Czujka ciepła alarmuje dopiero po przekroczeniu temperatury.

1. Co robi dwustopniowe potwierdzenie alarmu i po co ono jest?

Odpowiedź

Pierwsza czujka daje alarm I stopnia i powiadamia obsługę, dopiero druga niezależna czujka uruchamia syreny i odliczanie przed gaszeniem. Chroni to przed wypuszczeniem gazu z powodu

pojedynczej fałszywej czujki i daje ludziom czas na opuszczenie sali.

1. Czy przekaźnik z centrali podłączamy bezpośrednio do pinu mikrokontrolera?

Odpowiedź

Nie. Używamy optoizolatora, żeby rozdzielić obwody galwanicznie. Dzięki temu błąd po stronie monitoringu nie zepsuje obwodu ochrony, a napięcie z centrali nie uszkodzi mikrokontrolera.

1. Jaka klasa czułości PN-EN 54-20 pasuje do serwerowni z silnym przepływem powietrza?

Odpowiedź

Klasa A, czyli bardzo wysoka czułość. Klasa B to podwyższona czułość w trudnych środowiskach albo wewnątrz urządzeń, a C normalna dla zwykłych pomieszczeń. Ostateczny wybór należy do projektanta.

1. Dlaczego czujki jonizacyjne są wycofywane w części krajów Europy?

Odpowiedź

Zawierają americium-241, więc po zużyciu są odpadem promieniotwórczym, a czujki optyczne dają porównywalną jakość wykrywania. Francja ustaliła likwidację do 2021 roku, a Belgia zakazała ich w domach od 2020 roku.

Źródła:

1. Siemens, historia ochrony przeciwpożarowej i firmy Cerberus: https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:06c0c42a-4a3b-4e9e-aae8-e0bc29ed52d6/Siemens-fire-safety-history-EN.pdf
2. Wikipedia, Smoke detector: https://en.wikipedia.org/wiki/Smoke_detector
3. SecurityInfoWatch, The History of the Smoke Detector: https://www.securityinfowatch.com/alarms-monitoring/fire-life-safety/article/10817151/the-history-of-the-smoke-detector
4. Smoke Alarm History: https://www.mysmokealarm.org/smoke-alarm-history/
5. Wikipedia, Aspirating smoke detector: https://en.wikipedia.org/wiki/Aspirating_smoke_detector
6. Wikipedia, Xtralis: https://en.wikipedia.org/wiki/Xtralis
7. Wikipedia, EN 54 (części normy) i Americium (okres połowicznego rozpadu Am-241): https://en.wikipedia.org/wiki/EN_54 oraz https://en.wikipedia.org/wiki/Americium

8. Eurofyre, klasy czułości EN 54-20: https://eurofyre.co.uk/news/understanding-en54-20-aspirating-smoke-detection-sensitivity-classes/
9. Xtralis, opis klas EN 54-20: https://xtralis.com/file/539
10. IFSEC Global, Aspirating smoke detection: https://www.ifsecglobal.com/uncategorized/aspirating-smoke-detection/
11. ASN, raport 2024, czujki jonizacyjne we Francji: https://www.french-nuclear-safety.fr/annual_report/2024gb/255
12. Brussels Times, zakaz czujek jonizacyjnych w domach: https://brusselstimes.com/76034/radioactive-sourced-smoke-detectors-in-private-homes-will-be-forbidden-from-2020
13. IAEA, NW-T-1.26, zużyte czujki jonizacyjne: https://www.iaea.org/publications/15376/management-of-disused-ionization-chamber-smoke-detectors-approaches-and-practical-experiences
14. Czujki izotopowe w polskim inwentarzu odpadów, ZUOP: https://www.gov.pl/attachment/24b0c753-2d60-4c6a-b5d1-9276c6a97088
15. KG PSP, zmiana rozporządzenia MSWiA z 21.11.2024: https://www.gov.pl/web/kgpsp/zmiana-rozporzadzenia-mswia-w-sprawie-ochrony-przeciwpozarowej-budynkow-innych-obiektow-budowlanych-i-terenow2
16. Infor, obowiązek czujników dymu i czadu w mieszkaniach: https://www.infor.pl/prawo/nowosci-prawne/6782586,mswia-obowiazek-montazu-czujnikow-dymu-i-czadu-w-mieszkaniach-juz-od-23-grudnia-2024-r-w-nowych-a-kiedy-w-juz-uzytkowanych.html
17. Safelincs, klasy czujek ciepła według EN 54-5: https://safelincs.co.uk/templates_safelincs/templates/snippets/snippet_HeatDetectorClasses.txt
18. Fike, wycofanie Novec 1230 i alternatywy: https://www.fike.com/knowledge-center/3m-novec-1230-discontinued-what-now/
19. Nobel Fire Systems, wyjście 3M z produkcji PFAS: https://nobel-fire-systems.com/?p=16732
20. EIA, A Concise Guide to the EU F-Gas Regulation: https://eia-international.org/wp-content/uploads/2026-EIA-A-Concise-Guide-to-the-EU-F-Gas-Regulation-5.pdf
21. LANL OSRP, Ionization smoke detectors: https://osrp.lanl.gov/smoke_detector.html
22. Pracuj.pl, profil Polon-Alfa: https://pracodawcy.pracuj.pl/profile/polon-alfa-s-a,hg2ben2,pl
23. Archiwariusz Zamojski 2019/12 (artykuł o czujkach izotopowych POLON): https://archiwariusz.zamosc.ap.gov.pl/images/pliki/2019/2019_12.pdf

Czujniki dymu w praktyce: wybór, montaż i własny moduł (DIY)

Poziom: średnio **Dotyczy: ESPHome 2026.x, ESP32, Mosquitto, Zabbix 7.0 LTS**

Czas: ~90 min

Wybieramy czujkę do konkretnego pomieszczenia, ustalamy z instalatorem, które styki centrali pożarowej oddaje do monitoringu, i budujemy mały moduł, który podgląda te styki i melduje się w Zabbixie na mon01. Dodatkowo pokazujemy edukacyjny wariant z modułem gazu MQ-2 oraz gotowe czujki radiowe. Całość jest dodatkiem do certyfikowanego systemu, a nie jego zamiennikiem.

> Własny czujnik jest wyłącznie dodatkową informacją w monitoringu, nigdy zamiast certyfikowanej czujki i systemu sygnalizacji pożaru. Prawdziwa ochrona wymaga urządzeń z certyfikatem zgodności z PN-EN 54 (albo z dopuszczeniem CNBOP-PIB), projektu, montażu przez uprawnionego instalatora i odbioru przez rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych, a ubezpieczyciel zwykle wymaga tego na piśmie. Moduł z tej strony nie steruje gaszeniem, nie jest połączony z pętlą czujek i nie wolno nam go tak używać. Przy centrali pożarowej pracuje wyłącznie instalator, my podłączamy się wyłącznie do styków, które nam udostępni.

Skróty użyte na tej stronie (26)

Skrót	Co znaczy
ADC	Analog to Digital Converter: przetwornik zamieniający napięcie na liczbę, dzięki któremu mikrokontroler czyta sygnały analogowe
CLI	Command Line Interface: praca przez wpisywanie komend w terminalu
CNBOP-PIB	Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego, Państwowy Instytut Badawczy: wydaje dopuszczenia urządzeń przeciwpożarowych
DIN	Deutsches Institut für Normung: niemiecki instytut normalizacyjny; szyna DIN to standardowa szyna montażowa aparatów w rozdzielnicy

Skrót	Co znaczy
EPEL	Extra Packages for Enterprise Linux: dodatkowe repozytorium pakietów dla RHEL i klonów
ESP32	Tani mikrokontroler z Wi-Fi i Bluetooth firmy Espressif: malutki komputer, z którego budujemy własne czujniki sieciowe
ESPHome	Oprogramowanie, które zamienia ESP32 w gotowy czujnik sieciowy bez pisania kodu od zera, a odczyty udostępnia przez sieć
GND	Ground: masa, wspólny punkt odniesienia obwodu elektrycznego
GPIO	General Purpose Input Output: uniwersalny pin mikrokontrolera, który można ustawić jako wejście albo wyjście
LPG	Liquefied Petroleum Gas: gaz płynny (propan i butan) używany do ogrzewania i w butlach, wykrywany przez moduł MQ-2
LTS	Long Term Support: wersja z długim wsparciem poprawkami
Mosquitto	popularny serwer pośredniczący (broker) MQTT, który przekazuje wiadomości między urządzeniami a Home Assistant
MQ-135	Półprzewodnikowy moduł do jakości powietrza (amoniak, tlenki azotu, alkohol, benzen, dym, dwutlenek węgla): nie jest czujką pożarową
MQ-2	Półprzewodnikowy moduł gazu palnych, alkoholu i dymu z grzałką: nie jest czujką dymu w sensie norm
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport: lekki protokół, w którym urządzenia wysyłają krótkie wiadomości na nazwane tematy przez serwer pośredniczący
OTA	Over The Air: wgrywanie nowego oprogramowania do urządzenia przez sieć, bez kabla
PN-EN	Polska Norma będąca wersją normy europejskiej, np. PN-EN 54 dla elementów systemów sygnalizacji pożaru
PoE	Power over Ethernet: zasilanie urządzenia tym samym kablem sieciowym, którym płyną dane
ppm	parts per million: części na milion, miara bardzo małych stężeń gazu w powietrzu
REST	sposób budowania API przez zwykłe żądania HTTP (GET, POST) zamiast osobnego protokołu
USB	Universal Serial Bus: standard portów i urządzeń podłączanych do komputera, tu pendrive'y i inne nośniki wymienne
VCC	Napięcie zasilania modułu, na wyprowadzeniu oznaczone VCC
Wi-Fi	Sieć bezprzewodowa: wygodna w biurze, ale w serwerowni dokłada kolejną możliwą przyczynę awarii
YAML	YAML Ain't Markup Language: format plików konfiguracyjnych oparty na wcięciach
ZHA	Zigbee Home Automation: wbudowana integracja Home Assistant, która obsługuje urządzenia Zigbee bez dodatkowego oprogramowania
Zigbee	Radiowy protokół sieci domowych o małym poborze prądu, używany w czujkach, czujnikach i przełącznikach na baterie

Fiszka

Komendy wykonujemy z CLI bash jako user z uprawnieniami sudo. Sekcje o ESPHome wykonujemy na komputerze administratora z Pythonem 3, sekcje o brokerze i mostku na mon01 (Rocky Linux 9). Plik `czujka-ssp.yaml` leży w katalogu, z którego wywołujemy ESPHome.

> **Pojęcie: ESPHome.** Narzędzie, które z pliku YAML opisującego urządzenie buduje i wgrywa oprogramowanie na płytki ESP32 i podobne. Nie piszemy kodu, tylko wymieniamy, jakie wejścia i czujniki płytka ma obsługiwać.

> **Pojęcie: MQTT i broker.** MQTT to lekki protokół, w którym urządzenia wysyłają krótkie wiadomości na nazwane tematy (np. `zielona/czujki/czujka-ssp/status`). Broker, tu Mosquitto, to serwer pośredniczący: przyjmuje wiadomości od nadawców i przekazuje je tym, którzy dany temat subskrybują.

> **Pojęcie: element typu trapper.** Element danych w Zabbixie, który nie jest odpytywany, tylko czeka, aż ktoś z zewnątrz wyśle mu wartość poleceniem `zabbix_sender`. Dzięki temu alarm trafia do Zabbixa w chwili zdarzenia, a nie przy następnym odpytaniu [9].

◫ ZMIENIA SYSTEM

Instalacja ESPHome: python3 -m venv

```
python3 -m venv ~/esphome-venv && ~/esphome-venv/bin/pip install esphome
```

Tworzy osobne środowisko Pythona i instaluje w nim ESPHome, żeby nie mieszać go z pakietami systemu.

> W serwerowni Zielonej płytki z czujnikami temperatury i wilgotności to `esp01` i `esp02`: ESP32 z Ethernetem i zasilaniem PoE, a nie z Wi-Fi. Moduł `czujka-ssp` z tej strony jest osobnym urządzeniem o innej roli (podgląd styków centrali pożarowej, w mapie serwerowni tę rolę pełni `wej01`), więc zostaje pod własną nazwą, a nie pod nazwą `esp01` ani `esp02`. Pliki poniżej używają Wi-Fi, bo pokazują wariant do prób na biurku i do domu. Moduł, który ma stać w serwerowni, dostaje Ethernet i PoE: zamiast bloku `wifi` wpisujemy blok `ethernet` jak na stronie ESPHome i urządzenia: adopcja esp01 i esp02, API albo MQTT, nazwy encji, a w sekcji `esp32` ustawiamy `board: esp32-poe`:

```
ethernet:
  type: LAN8720
  mdc_pin: GPIO23
  mdio_pin: GPIO18
  clk:
    pin: GPIO17
    mode: CLK_OUT
  phy_addr: 0
  power_pin: GPIO12
  manual_ip:
    static_ip: AdresModulu
    gateway: 10.20.10.1
    subnet: 255.255.255.0
    dns1: 10.20.10.11
```

Blok pochodzi z przykładu w dokumentacji ESPHome dla płytki Olimex ESP32-POE, a numery pinów sprawdzamy w opisie własnej płytki. Ethernet zajmuje m.in. GPIO26 i GPIO27, czyli piny styków z pliku `czujka-ssp.yaml`, więc w serwerowni przenosimy je na wolne wejścia, na przykład GPIO32 i GPIO33. Adres `AdresModulu` do przydzielenia z puli serwerowni, bo adresy `10.20.10.70` i `10.20.10.71` należą do `esp01` i `esp02`.

ESPHome = Oprogramowanie, które zamienia ESP32 w gotowy czujnik sieciowy bez pisania kodu od zera, a odczyty udostępnia przez sieć · **ESP32** = Tani mikrokontroler z Wi-Fi i Bluetooth firmy Espressif: malutki komputer, z którego budujemy własne czujniki sieciowe · **PoE** = Power over Ethernet: zasilanie urządzenia tym samym kablem sieciowym, którym płyną dane · **Wi-Fi** = Sieć bezprzewodowa: wygodna w biurze, ale w serwerowni dokłada kolejną możliwą przyczynę awarii · **API** = Application Programming Interface: sposób, w jaki programy rozmawiają ze sobą · **MQTT** = Message Queuing Telemetry Transport: lekki protokół, w którym urządzenia wysyłają krótkie wiadomości na nazwane tematy przez serwer pośredniczący · **python3** = uruchom interpreter Pythona w wersji 3 albo wskazany skrypt · **LAN8720** = układ scalony (PHY) obsługujący Ethernet 10/100 w płytkach ESP32 z kablem sieciowym, np. Olimex ESP32-POE; w ESPHome zapisujemy go jako type: LAN8720

PLIK KONFIGURACYJNY

Plik konfiguracyjny: czujka-ssp.yaml

```
# czujka-ssp.yaml: podglad styków centrali pozarowej w serwerowni Zielonej.
# Modul tylko informuje Zabbixa, nie steruje niczym i nie zastepuje SSP.
esphome:
  name: czujka-ssp
```

```
  comment: "Podglad styków centrali SSP, tylko informacja dla monitoringu"

esp32:
  board: esp32dev
  framework:
    type: esp-idf

logger:
  level: INFO

wifi:
  ssid: "NazwaSieciWifi"
  password: "HasloWifi"
  reboot_timeout: 5min

ota:
  - platform: esphome
    password: "HasloOTA"

mqtt:
  broker: 10.20.10.51
  username: czujki
  password: "HasloMQTT"
  topic_prefix: zielona/czujki/czujka-ssp
  discovery: false
  keepalive: 15s

binary_sensor:
  # Styk NC "alarm pozarowy": zamkniety w spokoju, otwarty przy alarmie, usterce albo
zerwaniu przewodu.
  # Optoizolator przy zamknietym styku sciaga GPIO27 do masy (LOW), przy otwartym pull-
up daje HIGH.
  - platform: gpio
    id: alarm_ssp
    name: "Alarm SSP"
    device_class: smoke
    pin:
      number: GPIO27
      mode:
```

```
        input: true
        pullup: true
    filters:
      - delayed_on: 300ms
      - delayed_off: 2s

  # Styk NC "usterka centrali": ta sama logika, osobny optoizolator.
  - platform: gpio
    id: usterka_ssp
    name: "Usterka SSP"
    device_class: problem
    pin:
      number: GPIO26
      mode:
        input: true
        pullup: true
    filters:
      - delayed_on: 300ms
      - delayed_off: 2s

sensor:
  # Bicie serca: Zabbix wie, ze modul zyje, nawet gdy nic sie nie dzieje.
  - platform: uptime
    name: "Uptime"
    update_interval: 60s
  - platform: wifi_signal
    name: "Sila sygnalu WiFi"
    update_interval: 60s
```

Pełny plik modułu z dwoma wejściami. W polu `name` używamy liter bez polskich znaków, bo z nich ESPHome tworzy nazwy tematów MQTT.

ESPHome = Oprogramowanie, które zamienia ESP32 w gotowy czujnik sieciowy bez pisania kodu od zera, a odczyty udostępnia przez sieć · **MQTT** = Message Queuing Telemetry Transport: lekki protokół, w którym urządzenia wysyłają krótkie wiadomości na nazwane tematy przez serwer pośredniczący · **SSP** = System Sygnalizacji Pożarowej: zestaw czujek, centrali, zasilacza i sygnalizatorów, który wykrywa pożar i ostrzega ludzi

TYLKO ODCZYT

Pierwsze wgranie konfiguracji: esphome run

```
~/esphome-venv/bin/esphome run czujka-ssp.yaml
```

Przy pierwszym uruchomieniu płytka musi być podłączona kablem USB, kolejne wgrania idą przez sieć (OTA). ESPHome pyta, którego urządzenia użyć, i od razu pokazuje logi.

USB = Universal Serial Bus: standard portów i urządzeń podłączanych do komputera, tu pendrive'y i inne nośniki wymienne · **OTA** = Over The Air: wgrywanie nowego oprogramowania do urządzenia przez sieć, bez kabla · **ESPHome** = Oprogramowanie, które zamienia ESP32 w gotowy czujnik sieciowy bez pisania kodu od zera, a odczyty udostępnia przez sieć

TYLKO ODCZYT

Podgląd logów modułu: esphome logs

```
~/esphome-venv/bin/esphome logs czujka-ssp.yaml
```

Pokazuje na żywo, czy płytka łączy się z Wi-Fi i brokerem oraz kiedy zmienia się stan wejść.

Wi-Fi = Sieć bezprzewodowa: wygodna w biurze, ale w serwerowni dokłada kolejną możliwą przyczynę awarii

ZMIENIA SYSTEM

Instalacja brokera i klienta Zabbixa: dnf install

```
sudo dnf install -y mosquitto zabbix-sender
```

Mosquitto pochodzi z repozytorium EPEL, zabbix-sender z repozytorium Zabbixa. Jeżeli klienci `mosquitto_pub` i `mosquitto_sub` nie przyjdą razem z pakietem, doinstalowujemy ich z tego samego repozytorium.

Mosquitto = popularny serwer pośredniczący (broker) MQTT, który przekazuje wiadomości między urządzeniami a Home Assistant · **EPEL** = Extra Packages for Enterprise Linux: dodatkowe repozytorium pakietów dla RHEL i klonów · **dnf** = Dandified YUM: menedżer pakietów RHEL/Rocky

PLIK KONFIGURACYJNY

Plik konfiguracyjny: /etc/mosquitto/conf.d/czujki.conf

```
# Broker nasluchuje tylko na adresie mon01 i wymaga logowania.
listener 1883 10.20.10.51
allow_anonymous false
password_file /etc/mosquitto/passwd
```

Jeżeli główny plik `/etc/mosquitto/mosquitto.conf` nie wczytuje katalogu `conf.d`, dopisujemy tam linię `include_dir /etc/mosquitto/conf.d`.

ZMIENIA SYSTEM

Utworzenie konta w brokerze: mosquitto_passwd

```
sudo mosquitto_passwd -c /etc/mosquitto/passwd nazwa_usera
```

(gdzie `nazwa_usera` to konto, którego ESP32 i mostek używają do logowania do brokera, u nas `czujki`)

ESP32 = Tani mikrokontroler z Wi-Fi i Bluetooth firmy Espressif: malutki komputer, z którego budujemy własne czujniki sieciowe · **mosquitto_passwd** = Mosquitto password: tworzy i zmienia plik z kontami i hasłami brokera Mosquitto

ZMIENIA SYSTEM

Otwarcie portu brokera: firewall-cmd

```
sudo firewall-cmd --add-port=1883/tcp --permanent && sudo firewall-cmd --reload
```

Na fw01 dodatkowo zezwalamy tylko na ruch z adresu modułu do mon01 na port 1883.

firewall-cmd = sterowanie zaporą firewalld

ZMIENIA SYSTEM

Uruchomienie brokera: systemctl enable

```
sudo systemctl enable --now mosquitto
```

systemctl = system control: sterowanie usługami systemd

TYLKO ODCZYT

Podgląd stanów czujki: mosquitto_sub

```
mosquitto_sub -h AdresBrokera -u nazwa_usera -P HasloMQTT -t 'zielona/czujki/#' -v
```

Wyświetla wszystkie tematy modułu, więc od razu widać, czy styk zmienia stan.

Przykład:

```
zielona/czujki/czujka-ssp/status online
zielona/czujki/czujka-ssp/binary_sensor/alarm_ssp/state OFF
zielona/czujki/czujka-ssp/binary_sensor/usterka_ssp/state OFF
zielona/czujki/czujka-ssp/sensor/uptime/state 3600
```

mosquitto_sub = Mosquitto subscribe: subskrybuje tematy MQTT w brokerze i wypisuje przychodzące wiadomości

PLIK KONFIGURACYJNY

Plik opcji klienta: /etc/czujki/mosquitto_sub

```
# Opcje klienta mosquitto_sub dla mostka. Plik z haslem: chmod 640, wlasciciel root,
grupa zabbix.
-h 127.0.0.1
-u czujki
-P HasloMQTT
```

Dzięki temu hasło nie pojawia się w liście procesów, a katalog z plikiem wskazuje zmienna `XDG_CONFIG_HOME` [12]. Plik tworzymy poleceniem `sudo install -d -m 755 /etc/czujki`, a po zapisaniu ustawiamy `sudo chown root:zabbix /etc/czujki/mosquitto_sub` i `sudo chmod 640 /etc/czujki/mosquitto_sub`.

ZMIENIA SYSTEM

Plik skryptu: /usr/local/bin/czujki-mqtt2zabbix.sh

```
#!/usr/bin/env bash
# Most MQTT do Zabbixa: czyta tematy czujki z Mosquitto i wysyla je do elementow typu
trapper.
# Hasla pobiera z pliku opcji w katalogu wskazanym przez XDG_CONFIG_HOME.
set -u
```

```
ZBX="${ZBX:-127.0.0.1}"
HOST="${HOST:-czujka-ssp-serwerownia}"
PREFIX="${PREFIX:-zielona/czujki/czujka-ssp}"

mosquitto_sub -t "$PREFIX/#" -v | while read -r topic payload; do
  case "$topic" in
    "$PREFIX/binary_sensor/alarm_ssp/state")   key="ssp.alarm" ;;
    "$PREFIX/binary_sensor/usterka_ssp/state") key="ssp.usterka" ;;
    "$PREFIX/status")                          key="ssp.status" ;;
    "$PREFIX/sensor/uptime/state")             key="ssp.uptime" ;;
    *) continue ;;
  esac
  case "$payload" in
    ON|online)   val=1 ;;
    OFF|offline) val=0 ;;
    *)           val="$payload" ;;
  esac
  zabbix_sender -z "$ZBX" -s "$HOST" -k "$key" -o "$val" </dev/null >/dev/null 2>&1
done
```

Skrypt zamienia `ON` i `online` na 1, a `OFF` i `offline` na 0. Po zapisaniu nadajemy mu prawo wykonywania: `sudo chmod 755 /usr/local/bin/czujki-mqtt2zabbix.sh`.

mosquitto_sub = Mosquitto subscribe: subskrybuje tematy MQTT w brokerze i wypisuje przychodzące wiadomości · **zabbix_sender** = Zabbix sender: wysyła pojedynczą wartość do elementu typu trapper w Zabbixie

PLIK KONFIGURACYJNY

Plik usługi: /etc/systemd/system/czujki-mqtt2zabbix.service

```
[Unit]
Description=Most MQTT do Zabbixa dla czujek
After=network-online.target mosquitto.service
Wants=network-online.target

[Service]
Type=simple
User=zabbix
```

```
Environment=XDG_CONFIG_HOME=/etc/czujki
ExecStart=/usr/local/bin/czujki-mqtt2zabbix.sh
Restart=always
RestartSec=5

[Install]
WantedBy=multi-user.target
```

MQTT = Message Queuing Telemetry Transport: lekki protokół, w którym urządzenia wysyłają krótkie wiadomości na nazwane tematy przez serwer pośredniczący

ZMIENIA SYSTEM

Uruchomienie mostka: systemctl enable

```
sudo systemctl daemon-reload && sudo systemctl enable --now czujki-mqtt2zabbix
```

systemctl = system control: sterowanie usługami systemd

TYLKO ODCZYT

Ręczne wysłanie wartości do Zabbixa: zabbix_sender

```
zabbix_sender -z AdresZabbixa -s NazwaHostaZabbix -k ssp.alarm -o 1
```

(gdzie `NazwaHostaZabbix` to nazwa hosta w Zabbixie, u nas `czujka-ssp-serwerownia`, a `ssp.alarm` to klucz elementu typu trapper)

Przykład:

```
Response from "127.0.0.1:10051": "processed: 1; failed: 0; total: 1; seconds spent:
0.000081"
sent: 1; skipped: 0; total: 1
```

zabbix_sender = Zabbix sender: wysyła pojedynczą wartość do elementu typu trapper w Zabbixie

TYLKO ODCZYT

Symulacja alarmu w brokerze: mosquitto_pub

```
mosquitto_pub -h AdresBrokera -u nazwa_usera -P HasloMQTT -t 'zielona/czujki/czujka-ssp/binary_sensor/alarm_ssp/state' -m ON
```

Wywołuje prawdziwy alarm w Zabbixie, więc wcześniej uprzedzamy dyżurnego. Po teście wysyłamy to samo z `-m OFF`, żeby zamknąć problem.

mosquitto_pub = Mosquitto publish: wysyła jedną wiadomość MQTT na wskazany temat

PLIK KONFIGURACYJNY

Plik konfiguracyjny: czujka-mq2.yaml

```
# czujka-mq2.yaml: wariant edukacyjny z modulem gazu MQ-2. To nie jest czujka dymu w sensie norm.
esphome:
  name: czujka-mq2
  comment: "Modul MQ-2, tylko nauka i dodatkowy wskaznik"

esp32:
  board: esp32dev
  framework:
    type: esp-idf

logger:
  level: INFO

wifi:
  ssid: "NazwaSieciWifi"
  password: "HasloWifi"
  reboot_timeout: 5min

ota:
  - platform: esphome
    password: "HasloOTA"

mqtt:
  broker: 10.20.10.51
  username: czujki
  password: "HasloMQTT"
```

```
  topic_prefix: zielona/czujki/czujka-mq2
  discovery: false
  keepalive: 15s

sensor:
  # AO przez dzielnik 10 kOhm i 15 kOhm trafia na GPIO34 (ADC1, dziala razem z Wi-Fi).
  # Mnozymy przez 1,6667 (5/3), zeby odczyt odpowiadal napieciu na wyjsciu modulu.
  - platform: adc
    id: mq2_ao
    name: "MQ2 napiecie AO"
    pin: GPIO34
    attenuation: 12db
    samples: 8
    update_interval: 5s
    unit_of_measurement: "V"
    accuracy_decimals: 2
    filters:
      - multiply: 1.6667
      - sliding_window_moving_average:
          window_size: 12
          send_every: 6

  - platform: uptime
    id: czas_pracy
    name: "Uptime"
    update_interval: 60s

binary_sensor:
  # Prog z histereza. Wartosci 2,0 V i 1,6 V ustawiamy dopiero po zmierzeniu poziomu
spokoju w czystym powietrzu.
  - platform: analog_threshold
    name: "MQ2 alarm"
    sensor_id: mq2_ao
    threshold:
      upper: 2.0
      lower: 1.6

  # Przez pierwsze 10 minut po starcie czujnik sie wygrzewa i jego odczytu nie
```

```
traktujemy powaznie.
  - platform: analog_threshold
    name: "MQ2 wygrzany"
    sensor_id: czas_pracy
    threshold: 600

  # Wyjscie cyfrowe modulu (poziom z potencjometru): DO schodzi do LOW przy
przekroczeniu progu, wiec odwracamy.
  - platform: gpio
    name: "MQ2 DO prog"
    pin:
      number: GPIO35
      inverted: true
```

Plik wariantu z modułem MQ-2. Tłumienie ustawiamy na `12db`, bo z dzielnika dostajemy do około 3 V, a tryb `auto` ESPHome odrzuca przy uśrednianiu próbek (`samples: 8`). Pin GPIO35 jest tylko wejściem i nie ma wewnętrznego podciągania, co tu nie przeszkadza, bo sygnał dostaje z dzielnika.

MQ-2 = Półprzewodnikowy moduł gazu palnych, alkoholu i dymu z grzałką: nie jest czujką dymu w sensie norm · **ESPHome** = Oprogramowanie, które zamienia ESP32 w gotowy czujnik sieciowy bez pisania kodu od zera, a odczyty udostępnia przez sieć

Z życia wzięte

Z ŻYCIA WZIĘTE

Środa, 10:20. Tomek, w drugim tygodniu pracy, przynosi do serwerowni płytkę ESP32 z modułem MQ-2 i proponuje powiesić ją pod sufitem zamiast drogiej czujki. Dla próby przecieramy szafę ściereczką z alkoholem izopropylowym, a odczyt modułu skacze ponad próg alarmu, choć nic się nie pali. Tomek rozumie, że to czujnik gazów i oparów, a nie dymu, więc moduł zostaje na biurku jako pomoc naukowa. Do serwerowni trafia za to mały moduł podglądający styk prawdziwej centrali.

Projekt DIY krok po kroku

Projekt główny nie wykrywa dymu: odczytuje to, co wykryła certyfikowana czujka i centrala, i przekazuje do Zabbixa. Początek jest po stronie instalatora, który montuje centralę i wyprowadza

dwa styki bezpotencjałowe: alarm pożarowy i usterkę. Nasza część to moduł z optoizolacją, który zamienia te styki na wiadomości MQTT.

> **Pojęcie: optoizolator.** Układ scalony z diodą świecącą po jednej stronie i światłoczułym tranzystorem po drugiej, ułożonymi tak, że sygnał przechodzi między nimi samym światłem. Obie strony nie mają połączenia elektrycznego, więc zwarcie albo przepięcie po jednej stronie nie dociera na drugą.

> **Pojęcie: styk bezpotencjałowy (NO i NC).** Styk przekaźnika bez własnego napięcia. NO (normally open) jest rozwarty w spokoju i zamyka się przy alarmie, NC (normally closed) jest zamknięty w spokoju i otwiera się przy alarmie.

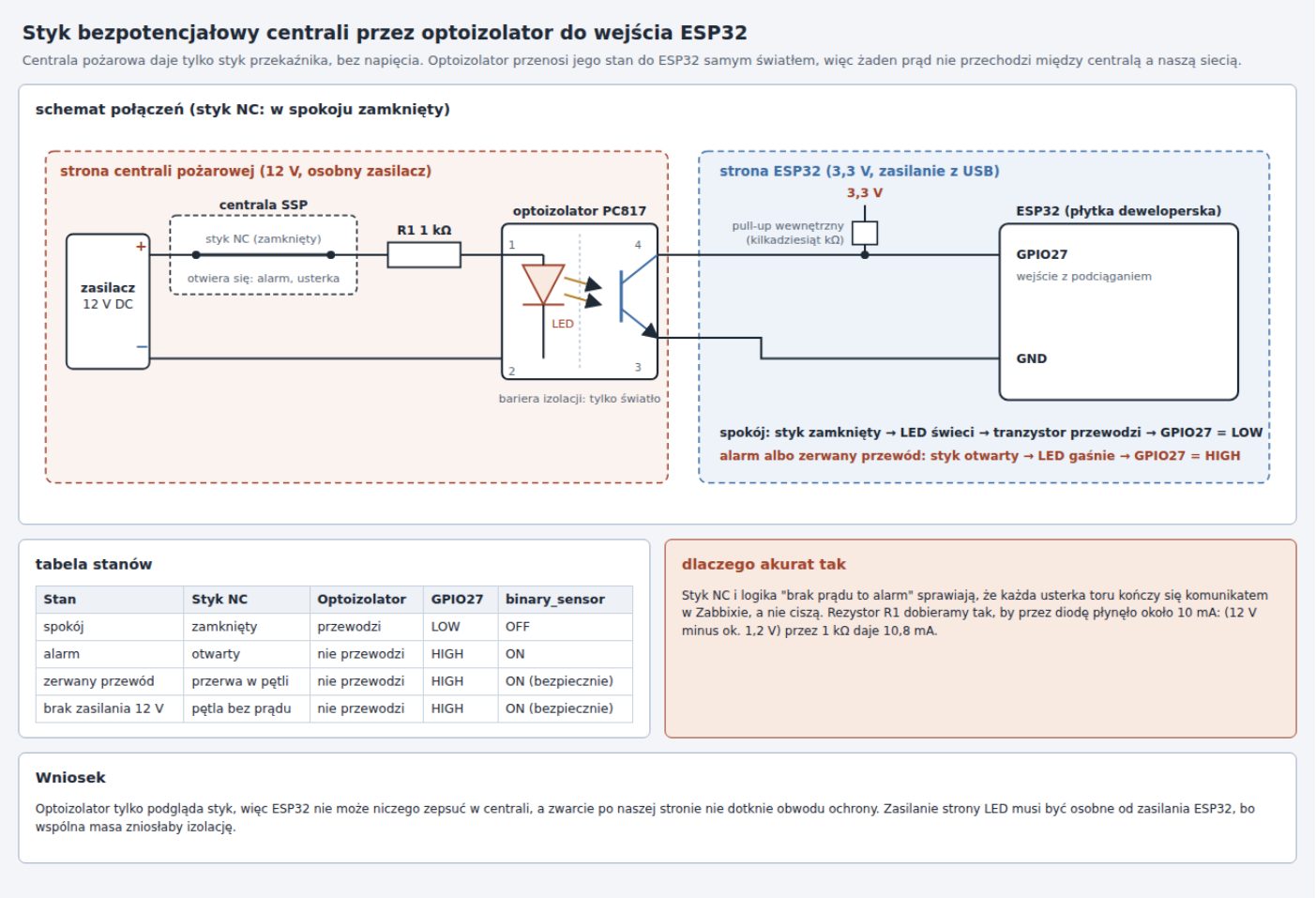
Wybieramy styk NC, bo wtedy przerwany przewód, brak zasilania pętli i odłączony moduł wyglądają jak alarm, a nie jak cisza. Taki układ nazywamy bezpiecznym w razie awarii (fail-safe).

Część	Po co	Uwagi
Płytka ESP32 (np. DevKit z ESP32-WROOM-32)	odczyt wejść i wysyłka MQTT	w serwerowni lepsza wersja z portem Ethernet, jeśli zasięg Wi-Fi jest zły
Optoizolator PC817 albo moduł z dwoma kanałami	oddziela obwód centrali od ESP32	napięcie izolacji sprawdzamy w karcie katalogowej konkretnego modelu
Rezystor R1, 1 kΩ dla 12 V (2,2 kΩ dla 24 V)	ogranicza prąd diody do około 10 mA	wzór: R = (U minus 1,2 V) / 0,01 A
Dioda 1N4148 (opcjonalnie)	ochrona diody optoizolatora przed odwrotną polaryzacją	równolegle do diody LED, katodą do anody
Zasilacz 12 V DC albo wyjście pomocnicze centrali	zasilanie strony diody	masa niezależna od masy ESP32, wyjście z centrali podłącza instalator
Zasilacz USB 5 V na UPS	zasilanie ESP32	ten sam UPS co serwery
Listwa zaciskowa i obudowa	miejsce na zaciski i optoizolatory	zaciski podpisane: ALARM, USTERKA
Kabel 2-żyłowy ekranowany	styki z centrali do modułu	krótki odcinek, prowadzony według projektu

Płytka rozwojowa ESP32 z modułem ESP-WROOM-32. Na takiej płytce działa nasz moduł podglądając

Płytka rozwojowa ESP32 z modułem ESP-WROOM-32. Na takiej płytce działa nasz moduł podglądający styki centrali. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Schemat połączeń



Rysunek 1. Styk NC centrali pożarowej przez rezystor i diodę optoizolatora, tranzystor po drugiej stronie podłączony do GPIO27 z podciąganiem do 3,3 V. Zauważmy, że obie strony nie mają wspólnej masy. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Przy zamkniętym styku dioda świeci, tranzystor przewodzi i ściąga GPIO27 do masy, więc odczyt to LOW. Przy otwartym styku dioda gaśnie, tranzystor przestaje przewodzić, a wewnętrzne podciąganie ESP32 ustawia GPIO27 na HIGH. W konfiguracji ESPHome pin ma tryb `pullup: true`, więc HIGH oznacza stan ON czujnika `Alarm SSP`.

Optoizolator. Dioda świeci w jednej części, a tranzystor w drugiej reaguje na to światło, więc obwód

Optoizolator. Dioda świeci w jednej części, a tranzystor w drugiej reaguje na to światło, więc obwód centrali i obwód ESP32 nie mają wspólnej masy. Źródło: Wikimedia Commons (autor i wolna licencja podane na stronie pliku).

Tak samo podłączamy drugi kanał na GPIO26 dla usterki. Obie strony zasilamy z osobnych źródeł, bo wspólna masa zniosłaby izolację.

Kod

Pełna konfiguracja stoi w fiszce „Plik konfiguracyjny: czujka-ssp.yaml”. Kluczowe jest, że `binary_sensor` publikuje stan `ON` albo `OFF` na temat `<topic_prefix>/binary_sensor/<nazwa>/state`, czyli u nas `zielona/czujki/czujka-ssp/binary_sensor/alarm_ssp/state`, a broker na mon01 przekazuje go do mostka [5]. Filtry `delayed_on: 300ms` i `delayed_off: 2s` usuwają drgania styku, a pin z podciąganiem ma w ESPHome tryb `input: true` i `pullup: true` [7].

Moduł zgłasza się też do brokera wiadomością `online` na temacie `status`, a po zerwaniu połączenia broker wysyła w jego imieniu `offline` (tzw. testament) [5]. Dzięki temu Zabbix wie, że moduł zniknął, zanim ktoś zapyta o stan.

Kalibracja i weryfikacja

Moduł nie mierzy niczego fizycznego, więc nie kalibrujemy go, tylko sprawdzamy poprawność toru. Najpierw mierzymy multimetrem prąd diody przy zamkniętym styku: oczekujemy około 10 mA (przy 12 V i 1 kΩ około 10,8 mA). Potem zwieramy i rozwieramy zaciski przy wyłączonej centrali, patrząc w `esphome logs`, czy stan `alarm_ssp` zmienia się zgodnie z tabelą z Rysunku 1.

Na koniec testujemy cały tor razem z instalatorem: ten sam sygnał, który normalnie wysyła centrala przy alarmie, musi dotrzeć do Zabbixa w czasie kilku sekund. Testu nie robimy dymem w serwerowni bez uprzedzenia dyżurnego i bez zablokowania gaszenia w centrali według procedury instalatora.

Obudowa i miejsce montażu

Moduł montujemy w osobnej plastikowej obudowie obok centrali albo w szafie z infrastrukturą, nigdy wewnątrz obudowy centrali. Zaciski podpisujemy, a obudowę plombujemy, żeby było widać, że nikt jej nie otwierał. W serwerowni, gdzie Wi-Fi bywa osłabione przez metalowe szafy, lepiej wybrać płytkę z Ethernetem, a w ESPHome dodać blok `ethernet:` zamiast `wifi:`.

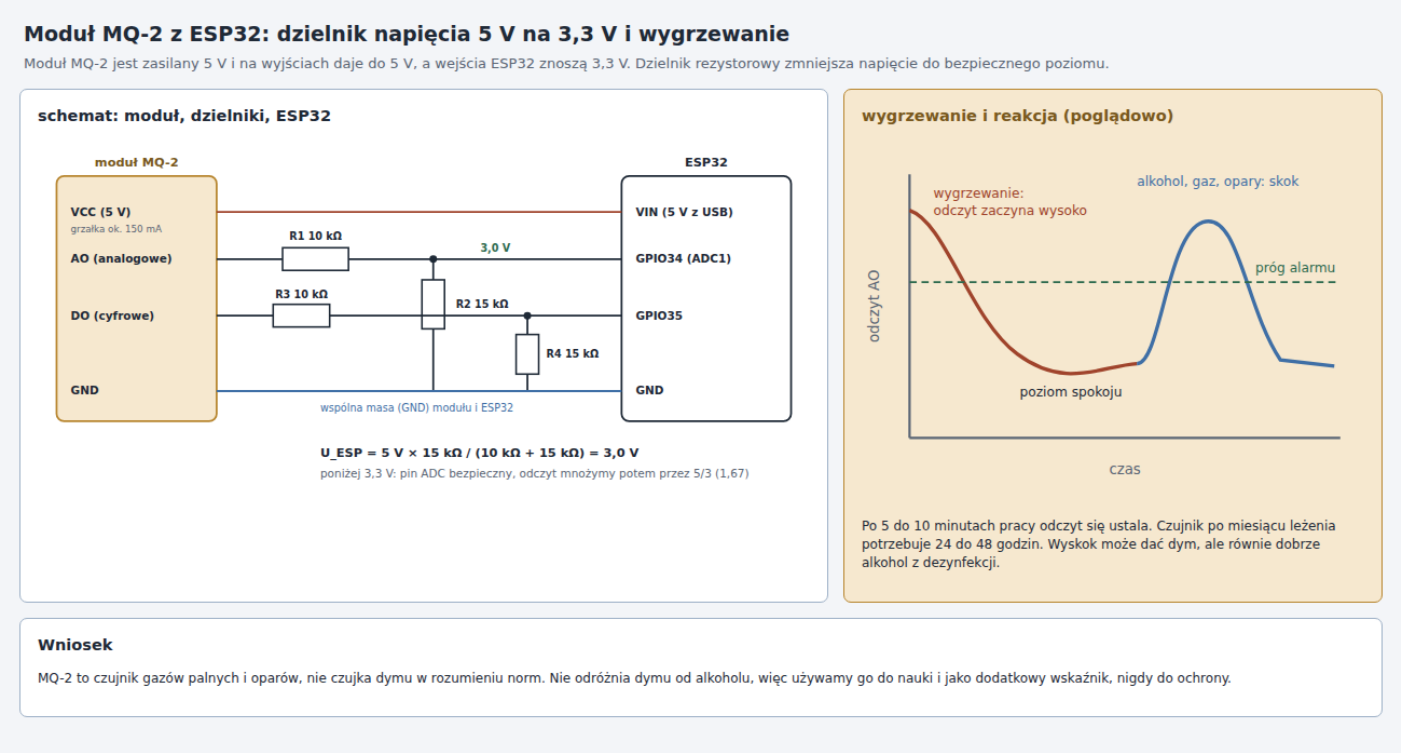
Drugi wariant

Wariant edukacyjny z gazem służy do nauki, jak działają półprzewodnikowe czujniki gazu, i może być dodatkowym wskaźnikiem pomocniczym. Nie jest to czujka dymu w rozumieniu norm.

> **Pojęcie: czujnik gazu MQ-2.** Półprzewodnikowy czujnik tlenkowy z grzałką: powierzchnia rozgrzana do kilkuset stopni zmienia opór, gdy przylgnie do niej gaz palny, alkohol albo dym. Moduł z czujnikiem ma cztery wyprowadzenia: zasilanie 5 V (VCC), masę (GND), wyjście

> analogowe (AO) i wyjście cyfrowe (DO) z progiem ustawianym potencjometrem [2][3].

Czujnik reaguje na LPG, propan, butan, wodór, metan, alkohol, czad i dym, ale nie odróżnia ich od siebie [2][3][4]. Zakres pomiarowy to od kilkuset do kilkunastu tysięcy ppm, grzałka pobiera mniej niż 800 mW, czyli około 150 mA, a producent w karcie katalogowej zaleca wygrzewanie ponad 24 godziny przed dokładnymi pomiarami [4]. W praktyce po krótkiej przerwie wystarcza 5 do 10 minut, a po miesiącu przechowywania trzeba 24 do 48 godzin [2].



Rysunek 2. Moduł MQ-2 z dzielnikiem napięcia 10 kΩ i 15 kΩ na wyjściach AO i DO oraz poglądowy przebieg odczytu podczas wygrzewania i przy oparach. Dzielnik zmniejsza 5 V do 3,0 V, a odczyt wyraźnie rośnie od alkoholu, nie tylko od dymu. (kliknięcie otwiera pełny rozmiar)

Dzielnik napięcia jest konieczny, bo wejścia ESP32 znoszą 3,3 V, a moduł zasilany 5 V może na AO i DO dawać do 5 V. Rezystory 10 kΩ i 15 kΩ dają 5 V razy 15 / 25, czyli 3,0 V. Odczyt mnożymy potem w ESPHome przez 5/3 (1,6667), żeby wrócić do skali modułu.

Wejście analogowe podłączamy do pinu ADC1 (GPIO34), bo piny ADC2 przestają działać, gdy włączone jest Wi-Fi [6]. Odczyt zależy od temperatury, wilgotności i wieku czujnika, więc nie przeliczamy go na ppm bez kalibracji wzorcem. Progi alarmu dają w ESPHome komponent `analog_threshold` z histerezą [8]. Konfigurację zawiera fiszka „Plik konfiguracyjny: czujka-mq2.yaml”.

MQ-135 działa tak samo, ale jest przeznaczony do pomiaru jakości powietrza: reaguje na amoniak, tlenki azotu, alkohol, benzen, dym i dwutlenek węgla [3]. Dla serwerowni nie ma przewagi nad MQ-2 jako czujnik pożaru i też nie jest czujką dymu.

Gotowe czujki z wyjściem

Trzeci sposób to kupić gotową czujkę dymu z modułem radiowym i podłączyć ją do systemu domowego. Czujki Zigbee z certyfikatem PN-EN 14604 dla mieszkań, na przykład frient Intelligent Smoke Alarm ze Zigbee 3.0, syreną 85 dB z odległości 3 m i baterią na około 3 lata przy raporcie co 5 minut, współpracują z Home Assistant przez integrację ZHA albo Zigbee2MQTT [1]. Pozostaje to czujka mieszkaniowa: nie jest elementem systemu sygnalizacji pożaru według PN-EN 54, więc nie zastąpi centrali w serwerowni.

Z Home Assistanta stan czujki możemy wysłać do Zabbixa tą samą ścieżką MQTT, a w razie potrzeby przez wywołanie REST z automatyzacji. W domu taki układ jest sensowny, w firmie dla serwerowni nadal wybieramy czujki z certyfikatem PN-EN 54.

Integracja z monitoringiem

Droga danych: styk centrali, optoizolator, ESP32, MQTT na mon01, mostek, trapper w Zabbixie, wyzwalacz i powiadomienie. Wartość natychmiast trafia do elementu typu trapper, więc Zabbix nie czeka na cykl odpytywania.

Tworzymy host `czujka-ssp-serwerownia` i elementy z tabeli:

```
Data collection → Hosts → Create host → Host name: czujka-ssp-serwerownia, Host groups: Serwerownia
Data collection → Hosts → czujka-ssp-serwerownia → Items → Create item → Type: Zabbix trapper
```

Klucz elementu	Typ	Wyzwalacz	Priorytet
`ssp.alarm`	liczba całkowita 0 lub 1	`last(/czujka-ssp-serwerownia/ssp.alarm)=1`	Disaster
`ssp.usterka`	liczba całkowita	`last(/czujka-ssp-serwerownia/ssp.usterka)=1`	High
`ssp.status`	liczba całkowita	`last(/czujka-ssp-serwerownia/ssp.status)=0`	Average
`ssp.uptime`	liczba z przecinkiem, sekundy	`nodata(/czujka-ssp-serwerownia/ssp.uptime,3m)=1`	Average

Wyzwalacz natychmiastowy to taki, który nie ma okna czasowego ani histerezy: wartość 1 w `ssp.alarm` od razu otwiera problem o priorytecie Disaster [10]. Wyzwalacz brakowy `nodata()` łapie przypadek, gdy cały moduł albo broker zamilkł.

Eskalacja w akcji Zabbixa ustawia, komu i kiedy wysyłamy powiadomienie, dopóki problem nie zostanie potwierdzony:

Krok	Czas	Adresat	Kanał
1	od razu	dyżurny administrator	SMS i poczta
2	po 5 minutach	drugi administrator	SMS
3	po 15 minutach	pan Zbigniew	SMS

Operacje dodajemy z warunkiem „zdarzenie niepotwierdzone”, żeby po przyjęciu alarmu przez dyżurnego dalsze kroki nie odpalały [11]. Powiadomienie z Zabbixa zawsze uzupełnia syrenę i transmisję do straży, nie zastępuje ich.

Test miesięczny wykonujemy według procedury serwisu i książki eksploatacji. Najpierw uprzedzamy dyżurnego i wstrzymujemy wyzwalanie gaszenia w centrali, potem serwis podaje aerozol testowy do czujki z certyfikatem i patrzymy, czy alarm dociera do centrali i do Zabbixa. Na koniec przywracamy gaszenie do stanu pracy i zapisujemy wynik. Samą ścieżkę MQTT i Zabbixa możemy sprawdzać częściej poleceniem `mosquitto_pub` z fiszki, po uprzedzeniu dyżurnego.

Bezpieczeństwo i ograniczenia

Czego nasz moduł nie zastąpi, zebrane w jednym miejscu:

Obszar	Dlaczego moduł tego nie zastąpi
Certyfikaty	czujka i centrala muszą mieć certyfikat PN-EN 54 albo dopuszczenie CNBOP-PIB, a nasz moduł takiego nie ma
Normy	wykrywanie, sygnalizacja i zasilanie awaryjne mają wymagania, które spełnia tylko certyfikowany system
Ubezpieczyciel	polisa zwykle zakłada system według projektu, a DIY nie spełnia jej warunków
Odbiór ppoż.	odbioru dokonuje rzeczoznawca, a nie administrator
Sterowanie gaszeniem	moduł nigdy nie dostaje wyjścia do sterowania zaworami ani odcięcia zasilania
Zasilanie i łączność	Wi-Fi i broker mogą paść, a centrala z akumulatorami nadal działa

Moduł może tylko czytać styki, które udostępnia instalator. Nie rozbieramy centrali, nie podłączamy się do pętli czujek, nie dopisujemy własnych czujek do pętli. Każda zmiana w centrali i okablowaniu pożarowym to praca instalatora i może unieważnić certyfikat albo odbiór.

Częste błędy

Objaw	Przyczyna	Co robimy
`alarm_ssp` stale ON	styk otwarty, zła polaryzacja diody albo brak zasilania strony 12 V	mierzymy napięcie i prąd diody, sprawdzamy styk
`alarm_ssp` stale OFF mimo alarmu	optoizolator wpięty odwrotnie albo zwarty tranzystor	sprawdzamy piny 3 i 4 i kierunek diody
W logach MQTT brak połączenia	zła nazwa konta, brak reguły na fw01 albo porty zablokowane	`esphome logs`, `mosquitto_sub`, `firewall-cmd --list-all`
W Zabbixie cisza	mostek nie działa albo klucz elementu jest inny	`systemctl status czujki-mqtt2zabbix`, ręcznie `zabbix_sender`
MQ-2 pokazuje alarm bez dymu	alkohol, środki czystości, wygrzewanie	nie traktujemy go jako czujki dymu, czekamy na wygrzanie
Odczyt ADC chodzi po całej skali	dzielnik ma za wysoką rezystancję albo masa jest niewspólna	sprawdzamy wspólną masę i dodajemy filtr uśredniający

□□ Ćwiczenia

1. Dlaczego wybieramy styk NC, a nie NO?

Odpowiedź

Bo styk NC otwiera się przy alarmie, awarii zasilania i zerwaniu przewodu. Każdą z tych sytuacji widzimy jako ON czujnika, więc usterka toru kończy się komunikatem, a nie ciszą.

1. Po co jest optoizolator między centralą a ESP32?

Odpowiedź

Rozdziela oba obwody galwanicznie: sygnał przenosi światło, a nie prąd. Zwarcie po stronie ESP32 nie dotknie obwodu centrali, a napięcie z centrali nie uszkodzi mikrokontrolera.

1. Dlaczego do pinu ESP32 nie możemy podłączyć wyjścia AO modułu MQ-2 bez dzielnika?

Odpowiedź

Moduł jest zasilany 5 V i na AO może dać do 5 V, a wejścia ESP32 znoszą 3,3 V. Dzielnik 10 kΩ i 15 kΩ obniża napięcie do 3,0 V.

1. Dlaczego MQ-2 nie jest czujką dymu w sensie norm?

Odpowiedź

Reaguje na wiele gazów i oparów jednocześnie (alkohol, gaz palny, dym) i nie odróżnia ich od siebie, nie ma certyfikatu PN-EN 54 ani PN-EN 14604 i wymaga długiego wygrzewania. Jego odczyt zależy też od temperatury i wilgotności.

1. Co robi element typu trapper i czym różni się od elementu z odpytywaniem?

Odpowiedź

Trapper czeka, aż ktoś wyśle mu wartość poleceniem `zabbix_sender`, więc dane trafiają do Zabbixa w chwili zdarzenia. Element z odpytywaniem pyta urządzenia co określony czas, więc alarm może się spóźnić o cały interwał.

1. Co robimy przed testem z aerozolem w serwerowni i dlaczego?

Odpowiedź

Uprzedzamy dyżurnego i wstrzymujemy wyzwalanie gaszenia w centrali według procedury serwisu. Dyżurny wie, że alarm jest próbny, a wstrzymanie chroni przed wypuszczeniem gazu podczas testu.

Źródła:

1. frient Intelligent Smoke Alarm, certyfikat DIN EN 14604, Zigbee 3.0, syrena 85 dB: https://www.domadoo.fr/en/devices/5409-frient-zigbee-30-intelligent-smoke-detector-5713594002330.html
2. SunFounder, moduł MQ-2: wygrzewanie i wyprowadzenia: https://docs.sunfounder.com/projects/umsk/en/latest/01_components_basic/04-component_gas.html
3. Components101, MQ-135 i MQ-2: https://components101.com/sensors/mq135-gas-sensor-for-air-quality oraz https://components101.com/sensors/mq2-gas-sensor
4. Karta katalogowa MQ-2: https://store.comet.bg/download-file.php?id=19813
5. ESPHome, komponent MQTT: https://esphome.io/components/mqtt.html
6. ESPHome, czujnik ADC: https://esphome.io/components/sensor/adc.html
7. ESPHome, binary sensor GPIO: https://esphome.io/components/binary_sensor/gpio.html
8. ESPHome, analog threshold: https://esphome.io/components/binary_sensor/analog_threshold.html
9. Zabbix 7.0, elementy typu trapper: https://www.zabbix.com/documentation/7.0/en/manual/config/items/itemtypes/trapper
10. Zabbix 7.0, wyrażenia wyzwalaczy: https://www.zabbix.com/documentation/7.0/en/manual/config/triggers/expression

11. Zabbix 7.0, eskalacje: https://www.zabbix.com/documentation/7.0/en/manual/config/notifications/action/escalations
12. Mosquitto, mosquitto_sub (plik opcji): https://mosquitto.org/man/mosquitto_sub-1.html