

mł. kpt. mgr inż. Sylwia Boroń\*  
 bryg. dr inż. Waldemar Wnęk\*  
 mł. bryg. mgr inż. Przemysław Kubica\*  
 mł. bryg. mgr inż. Agata Domżał\*  
 inż. Grzegorz Kasperowicz – student\*  
 inż. Bogusław Marszałek – student\*

# Badanie wpływu wykształceń na suficie na czas zadziałania czujek pożarowych

## *Examination of the impact of ceiling obstructions on the response times of fire detectors*

**Streszczenie.** W artykule zaprezentowano metodykę pomiarów oraz wyniki badań wpływu wykształceń na suficie na czas detekcji czujek pożarowych. W badaniach wykorzystano stanowisko wyposażone w przeszkodę w postaci kanału wentylacyjnego, umożliwiające dokonywanie pomiarów czasu zadziałania czujek w skali rzeczywistej. Badania wykonano podczas spalania płomieniowego drewna sosnowego. Na podstawie przeprowadzonych analiz stwierdzono negatywny wpływ obecności wykształceń na suficie na zdolność detekcyjną czujek.

**Słowa kluczowe:** czas detekcji, kanał wentylacyjny, spalanie płomieniowe.

**Abstract.** In this paper the methodology of measurements and results of the examination of the impact of ceiling obstructions on the response times of fire detectors was presented. In the research a measuring chamber equipped with an obstacle in form of the ventilation channel, allowing to make measurements of the response time of detectors in real scale was used. Measurements were performed during the flame combustion of the pine wood. On the basis of the analyzes, a negative impact of the presence of ceiling obstructions on the response times of detectors was stated.

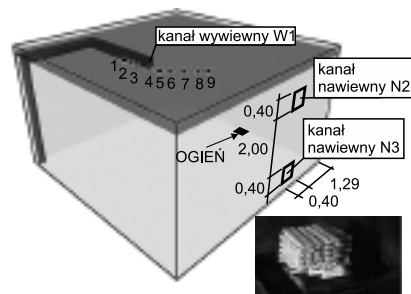
**Keywords:** response time, ventilation channel, flame combustion.

Obecność przeszkód na suficie jest jednym z czynników mających wpływ na rozkład dymu w pomieszczeniu zabezpieczanym systemami sygnalizacji pożarowej. Czas zadziałania czujek pożarowych jest uzależniony od możliwości dotarcia dymu do czujki w początkowej fazie rozwoju pożaru. W celu zapewnienia prawidłowej detekcji pożaru, czujki należy rozmieszczać zgodnie z wymaganiami zawartymi w standardzie SITP WP-02:2010 *Wytyczne projektowania instalacji sygnalizacji pożarowej*. Pozwala to m.in. na zniwelowanie wpływu różnych konfiguracji stropów stanowiących utrudnienie w prawidłowej detekcji pożaru. Odstępstwa od zaleceń mogą skutkować wydłużeniem czasu detekcji bądź nawet jej nieskutecznością.

### Założenia metodologiczne badań

Głównym celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu wykształceń na suficie, stanowiących przeszkodę w rozprzestrzenianiu się dymu, na czas detekcji czujek pożarowych. Stanowisko pomiarowe składało się ze szczelnej komory do prób ogniowych o wymiarach 5 x 5 x 2,8 m, w której umieszczone zostały czujki pożarowe. Na suficie znajdowały się dwa szeregi czujek punktowych. Jeden z nich umieszczony został za przeszkodą w postaci przewodu wyciągu. Stanowisko wyposażono w konwencjonalną centralę sygnalizacji pożarowej, a wszystkie pomiary zostały zarejestrowane przez komputer nadzorujący czujki. W komorze zainstalowano wydajną wentylację mechaniczną wraz z wielopunktowym napowietrzaniem. Badania przeprowadzono przy niezmiennym usytuowaniu czujek względem stałej przeszkody w postaci kanału wentylacyjnego o wymiarach 0,20 x 0,20 m. Zmiennym

parametrem były warunki wentylacji pomieszczenia, które wpływały na charakterystykę kanału jako przeszkody, co znajdowało odzwierciedlenie w zmianach w czasie zadziałania czujek. Badania przeprowadzono w przypadku braku wentylacji, zastosowania wentylacji grawitacyjnej oraz wentylacji mechanicznej zapewniającej 5, 10 oraz 20 wymian powietrza w komorze badawczej na godzinę [w/h]. Przy pomiarach z wentylacją grawitacyjną, kanał wentylacyjny umieszczony w przestrzeni podstropowej wyciągał powietrze (rysunek 1 – wlot W1), natomiast napowietrzanie realizowane było kanałem, znajdującym się w przestrzeni przypodłogowej, o przekroju 0,40 x 0,40 m – N3. Przy wentylacji mechanicznej kanał wentylacyjny wyciągowy zapewniał za pomocą wbudowanego wentylatora 5, 10 oraz 20 wymian powietrza w komorze badawczej na godzinę – wlot N2. W celu zrekompensowania ubytku powietrza było dostarczane do komory badawczej kanałem o przekroju 0,40 x 0,40 m znajdującym się w górnej części pomieszczenia (rysunek 1 – wlot N2).

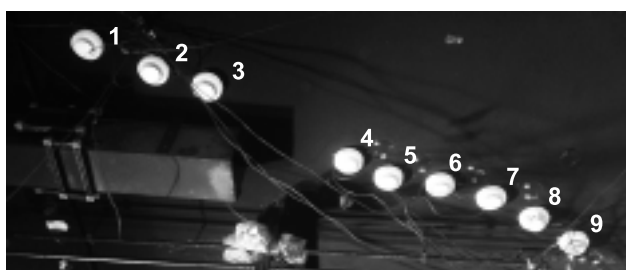


**Rys. 1.** Rozmieszczenie czujek pożarowych w komorze pomiarowej w stosunku do elementów wentylacji: 1 – optyczna rozproszeniowa czujka dymu na ultrafiolet; 2 – jonizacyjna czujka dymu; 3 – optyczna rozproszeniowa czujka dymu na podczerwień; 4 – optyczna rozproszeniowa czujka dymu na podczerwień; 5 – jonizacyjna czujka dymu, 6 – optyczna rozproszeniowa czujka dymu na ultrafiolet; 7 – optyczna rozproszeniowa czujka dymu na podczerwień; 8 – wielodetektorowa rozproszeniowa czujka dymu i ciepła; 9 – nadmiarowo-różniczkowa czujka ciepła  
 [Źródło: opracowanie własne]

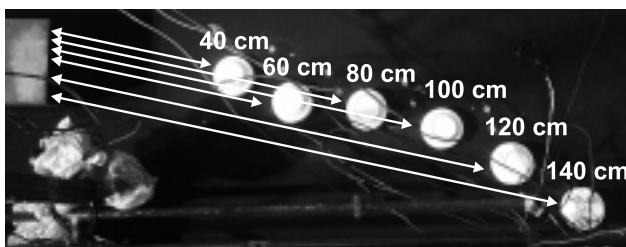
\* Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego

Czujki oznaczone numerami 1 – 3 umieszczone były za kanałem wentylacyjnym w stosunku do umiejscowienia spalanego stosu drewna, a czujki 4 – 9 na łuku o promieniu ok. 3 m od ogniska (w rzucie poziomym). Na fotografiach 1 ÷ 3 przedstawiono rozmieszczenie czujek pożarowych.

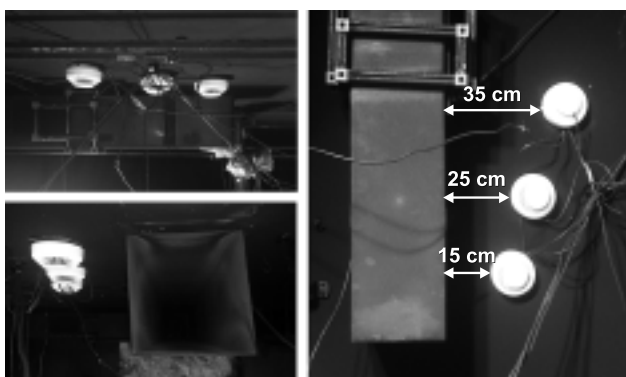
W komorze przeprowadzono pożary ze spalaniem płomieniowym. Jako materiał palny wykorzystano sezonowe drewno sosnowe, o wymiarach 25 x 2 x 1 cm, ułożone w stos o wymiarach podstawy 25 x 25 cm. W trakcie badań spalano 1,6 kg drewna sosnowego, ułożonego każdorazowo w stos o tym samym kształcie na tacy o wymiarach 0,6 x 0,6 m. Do rozpalenia drewna użyto każdorazowo po 20 dm<sup>3</sup> etanolu skażonego, w pojemniku o wymiarach 5 x 10 cm, umieszczonego pod stosem drewna.



Fot. 1. Rozmieszczenie czujek pożarowych na suficie względem kanału wentylacyjnego [Źródło: opracowanie własne]



Fot. 2. Rozmieszczenie czujek pożarowych przed kanałem wentylacyjnym [Źródło: opracowanie własne]



Fot. 3. Rozmieszczenie czujek pożarowych za kanałem wentylacyjnym [Źródło: opracowanie własne]

Wyniki pomiaru czasu zadziałania czujek [Źródło: opracowanie własne]

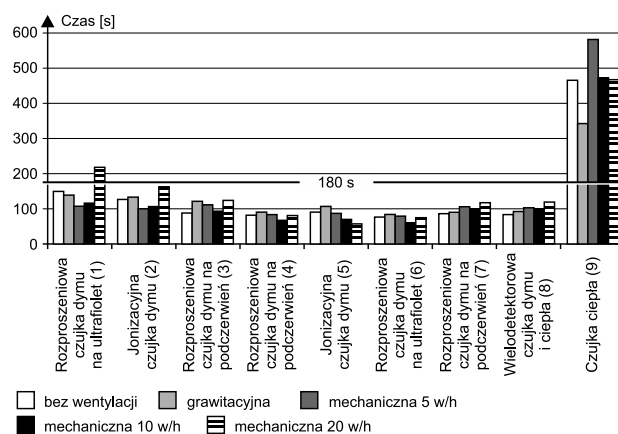
Typ wentylacji	Czas zadziałania czujek [s]								
	optyczna rozproszeniowa czujka dymu na ultrafiolet (1)	jonizacyjna czujka dymu (2)	optyczna rozproszeniowa czujka dymu na podczerwień (3)	optyczna rozproszeniowa czujka dymu na podczerwień (4)	jonizacyjna czujka dymu (5)	optyczna rozproszeniowa czujka dymu na ultrafiolet (6)	optyczna rozproszeniowa czujka dymu na podczerwień (7)	wielodetektorowa czujka dymu i ciepła (8)	nadmiaroworóżniczkowa czujka ciepła (9)
Bez wentylacji	150	126	89	82	92	78	87	85	467
Grawitacyjna	141	134	123	90	106	85	90	93	342
Mechaniczna 5 [w/h]	106	100	112	84	87	79	106	102	584
Mechaniczna 10 [w/h]	115	107	94	68	70	60	99	101	473
Mechaniczna 20 [w/h]	217	163	125	80	58	75	119	120	466

## Wyniki badań

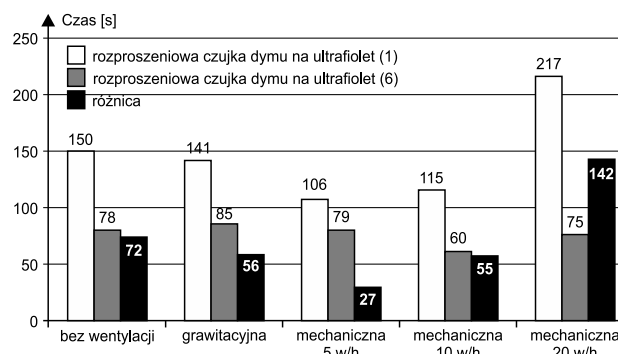
Wyznaczone czasy zadziałania poszczególnych ostrzegaczy pożarowych przedstawia tabela.

Rysunek 2 przedstawia czas zadziałania poszczególnych elementów detekcyjnych w zależności od rodzaju wentylacji, a przy wentylacji mechanicznej od krotności wymian powietrza. Wynika z niego jednoznacznie, że czasy zadziałania czujki ciepła (9) odbiegają znacznie od czasów zadziałania czujek dymu. Dalszej analizie poddano tylko czujki pożarowe dymu.

Rysunek 3 przedstawia różnicę czasów zadziałania optycznej rozproszeniowej czujki dymu na ultrafiolet (1) umieszczonej za kanałem wentylacyjnym i czasu zadziałania optycznej rozproszeniowej czujki dymu na ultrafiolet (6) umieszczonej przed kanałem. Najmniejszy rozrzut czasu stwierdzono w przypadku wentylacji mechanicznej nastawionej na 5 wymian powietrza w komorze badawczej – 27 s. Przy wentylacji mechanicznej działającej z wydajnością 10 wymian oraz wentylacji grawitacyjnej, różnice czasu były podobne (55 s i 56 s). W przypadku 20 wymian powietrza czas zadziałania czujki przed



Rys. 2. Czas zadziałania czujek dymu i ciepła zainstalowanych w komorze badawczej [Źródło: opracowanie własne]



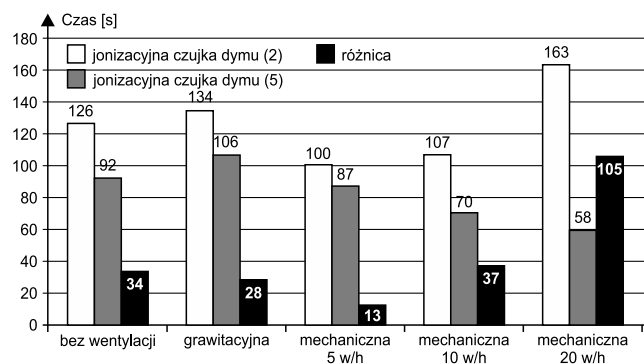
Rys. 3. Wpływ usytuowania optycznych rozproszeniowych czujek dymu na ultrafiolet na czas zadziałania [Źródło: opracowanie własne]

kanalem wentylacyjnym był o 2 min 22 s krótszy niż czujki tego samego typu umieszczonej za kanałem. Analizując dane z rysunku 3, stwierdzono, że obecność kanału wentylacyjnego na suficie utrudnia swobodne rozprzestrzenianie się dymu. Skutkowało to wydłużeniem czasu zadziałania czujki (1) w stosunku do czujki (6).

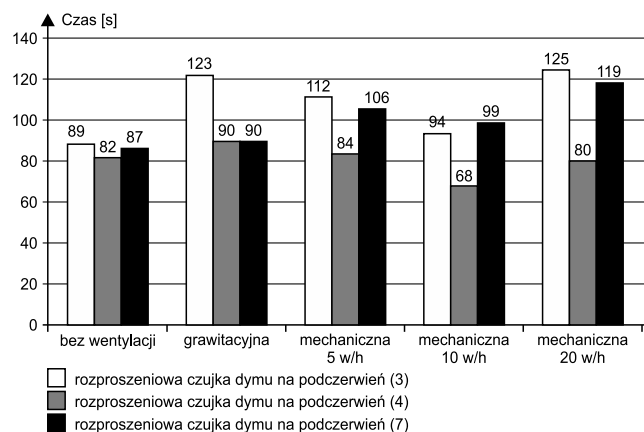
Rysunek 4 obrazuje wpływ usytuowania czujek jonizacyjnych na czas zadziałania. Różnica pomiędzy czasem zadziałania czujek usytuowanych przed (5) i za kanałem wentylacyjnym (2) wzrastała ze zwiększaniem krotności wymian powietrza. Przy wentylacji ustawionej na 5 wymian powietrza różnica czasu zadziałania czujek jonizacyjnych była minimalna (13 s) i wzrastała maksymalnie do 105 s w przypadku wentylacji działającej na poziomie 20 wymian powietrza. W każdym przypadku dłuższy czas działania uzyskała czujka usytuowana za kanałem wentylacyjnym (2).

Rysunek 5 pokazuje czasy zadziałania optycznych rozproszeniowych czujek dymu na podczerwień umieszczonych w różnych miejscach komory badawczej. Czujka (3) usytuowana była za kanałem wentylacyjnym, czujka (4) przed wlotem do kanału wentylacyjnego, czujka (7) w większej odległości od wlotu do wentylacji. Z rysunku 5 wynika, że czujka (4) najszybciej wchodziła w stan alarmowania, a najdłuższego czasu do zainicjowania alarmu pożarowego potrzebowała czujka (3) usytuowana za kanałem wentylacyjnym. Czujki (3) i (7) miały zbliżony czas zadziałania przy działającej wentylacji mechanicznej oraz w komorze bez wentylacji.

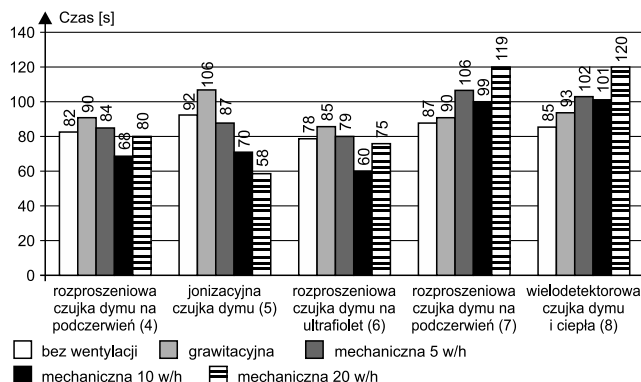
Rysunek 6 obrazuje czas zadziałania czujek dymu zainstalowanych przed kanałem wentylacyjnym. Różni się on w przypadku poszczególnych typów czujek w zależności od zmian wentylacji. Czas zadziałania czujki jonizacyjnej (5) zmniejszał się wraz ze zwiększa-



Rys. 4. Wpływ usytuowania jonizacyjnych czujek dymu na czas zadziałania [Źródło: opracowanie własne]



Rys. 5. Wpływ usytuowania optycznych rozproszeniowych czujek dymu na podczerwień na czas zadziałania [Źródło: opracowanie własne]



Rys. 6. Wyniki pomiaru czasu zadziałania czujek dymu znajdujących się przed kanałem wentylacyjnym [Źródło: opracowanie własne]

niem krotności wymian, a więc z szybkością ruchu powietrza w jej pobliżu. Różnica pomiędzy najdłuższym a najkrótszym czasem zadziałania wynosiła 48 s, co stanowi 83% najkrótszego czasu. W przypadku optycznej rozproszeniowej czujki dymu na podczerwień (4) i optycznej rozproszeniowej czujki dymu na ultrafiolet (6) różnica czasu zadziałania przy poszczególnych krotnościach wymian powietrza nie była duża. Przy spalaniu płomieniowym najkrótszy czas zadziałania w większości przypadków osiągnęła optyczna rozproszeniowa czujka dymu na ultrafiolet (6). Minimalny czas zadziałania optycznej rozproszeniowej czujki dymu na podczerwień (7) oraz wielodetektorowej czujki dymu i ciepła (8) jest dłuższy lub równy maksymalnemu czasowi zadziałania optycznej rozproszeniowej czujki dymu (6), a maksymalny czas jest dwukrotnością najkrótszego czasu czujki (6).

## Podsumowanie i wnioski

1. Przy spalaniu płomieniowym najszybciej reagowała optyczna rozproszeniowa czujka dymu na ultrafiolet (6). Przy wentylacji mechanicznej, działającej z krotnością 5 i 10 wymian powietrza w komorze badawczej, w przypadku wentylacji grawitacyjnej oraz bez wentylacji, najszybciej z czujek zamontowanych przed kanałem wentylacyjnym zadziałała optyczna rozproszeniowa czujka dymu na ultrafiolet (6). Tylko w jednym przypadku (20 wymian powietrza), najszybciej zadziałała czujka jonizacyjna (5).

2. Czas zadziałania czujek zależy od miejsca ich usytuowania na suficie (rysunki 4, 5, 6). Najszybciej stan alarmowania osiągała czujka będąca najbliższą wlotu do kanału wentylacyjnego. Może to mieć związek z intensywniejszym ruchem powietrza i dymu w pobliżu czujki. Obecność kanału na suficie wpływa negatywnie na czas detekcji czujek, opóźniając ich zadziałanie.

3. Różnica czasu zadziałania czujek tego samego typu, umieszczonych w różnych miejscach komory badawczej, zwiększa się ze wzrostem krotności wymian powietrza.

4. Najodporniejszą czujką, w przypadku której wykształcenia na suficie miały najmniejszy wpływ na czas detekcji, była optyczna rozproszeniowa czujka dymu na podczerwień. Średnia różnica czasu zadziałania tej czujki zainstalowanej przed kanałem i jej odpowiednika za kanałem wynosiła 8,4 s. Różnica ta w przypadku czujki jonizacyjnej wynosiła 43,3 s, a optycznej rozproszeniowej czujki dymu na ultrafiolet 70,4 s.

5. Czujka ciepła, w każdym z wykonywanych pomiarów, zadziałała po czasie przeszło dwukrotnie dłuższym od ostatniej w kolejności zadziałania czujki dymu. W przypadku spalania drewna sosnowego, czujki ciepła należy instalować tylko wówczas, gdy nie jest możliwe zainstalowanie czujek dymu.