

st. bryg. dr inż. **Waldemar Wnęk**¹
inż. **Marcin Jargieło**¹
mł. bryg. dr inż. **Rafał Porowski**¹

Przyjęty/Accepted/Принята: 11.05.2016;
Zrecenzowany/Reviewed/Рецензирована: 23.05.2016;
Opublikowany/Published/Опубликована: 30.06.2016;

Wpływ pyłów pochodzenia drzewnego na działanie czujek pożarowych dymu²

Influence of Wooden-Based Dusts on Smoke Fire Detectors

Влияние пыли древесного происхождения на работу дымовых пожарных извещателей

ABSTRAKT

Cel: Obecnie poszukuje się rozwiązań w zakresie czujek pożarowych dymu, które nie będą wrażliwe na sygnały zwodnicze powodujące fałszywe alarmy pożarowe central sygnalizacji pożarowej. Jednym z takich sygnałów jest występujący w pomieszczeniach pył drzewny traktowany przez czujkę jako dym o dużych cząstkach. W artykule opisano wykonane badania wybranych czujek dymu dla różnych pyłów drzewnych. Celem podstawowym artykułu jest wybór najbardziej odpornej czujki dymu na cząstki pyłu, bez pogorszenia jej właściwości detekcyjnych.

Wprowadzenie: Podczas projektowania instalacji systemów sygnalizacji pożarowej napotyka się na problemy doboru czujek pożarowych pracujących w otoczeniu różnych zakłóceń powodujących fałszywe alarmy. Początkowo zbadano wpływ pyłu celulozowego wytwarzanego przy produkcji czasopism w jednej z drukarni. Następnie przeanalizowano również wpływ innych pyłów. Przy pomiarach mieszaniny cząstek o różnych wielkościach nie można jednoznacznie ocenić ich wpływu na sposób wykrywania. W związku z tym dokonano podziału pyłu ze względu na wielkość jego cząstek na pył o średnicach 100 µm, 200 µm i 500 µm. Pozwoliło to na zbadanie wpływu nie tylko rodzaju drewna, ale także wielkości cząstek pyłu na zadziałanie czujek.

Metodologia: W trakcie badań opracowano metodę pomiaru wpływu pyłu na zadziałanie czujek. Dobrano ciśnienie sprężonego powietrza na poziomie 1,5 bar wraz z czasem otwarcia zaworu butli ze sprężonym powietrzem tak, aby osiągnąć najlepsze rozproszanie pyłu w pomieszczeniu badawczym. Za krótki czas otwarcia zaworu powodował pozostawanie pyłu w pojemniku, za długi powodował natomiast rozdmuchiwanie obłoku pyłu. W kilku próbach jako optymalny czas przyjęto 3 s. Czujki umieszczono pryzmatycznie na przeciwległych ściankach pod sufitem komory w układzie nadajnik-odbiornik, nadajnik-lusterko. Wyniki pomiarów były rejestrowane za pomocą układu komputerowego.

Wnioski: W wyniku przeprowadzonych badań, z uwzględnieniem zachowania czujek pożarowych dymu, określono rozwiązanie konstrukcyjne w postaci czujki systemu OSID jako czujki, która najlepiej poradziła sobie z pyłem występującym w zabezpieczanych pomieszczeniach. Jest to spowodowane sposobem obróbki sygnału w czujce. Na zadziałanie miały wpływ wielkość pyłów oraz, w mniejszym stopniu, rodzaj pyłu w odniesieniu do gatunku badanego drewna.

Słowa kluczowe: systemy sygnalizacji pożarowej, czujki dymu, fałszywe alarmy, pył drzewny

Typ artykułu: oryginalny artykuł naukowy

ABSTRACT

Aim: There is a need of fire detection solutions which are sensitive to deceptive signals. They can lead to false fire alarms. One of such signals is the activation of detectors in case of wooden dusts accumulated in the protected area which is regarded by the detector as smoke with large particles. This paper describes selected experimental results on various detectors and different wooden dusts. The aim of this project is to select a detector that is highly resistant to dust particles.

Introduction: During designing fire detection systems there is always a problem in a proper selection of fire detectors operating in environments where there are various sources of false alarms. Initially, the influence of cellulose dusts as could be observed during the production of newspapers at the printing house was studied. Then the influence of other dusts was analyzed. During the measurement of smoke particles of different sizes the influence of particles on the detection cannot be explicitly determined. Due to this fact, tested dust was divided taking into consideration the size of the particles where the diameter was 100 µm, 200 µm and 500 µm. It made it possible to test the influence on the operation of the detectors of not only wooden-based materials but also of the size of dust particles.

Methodology: During the tests the methodology of measuring the influence of dust on the activation time of detectors was prepared. The pressure of the compressed air was set at 1,5 bars together with the opening time of the valve of the compressed air container in order for the dust to be

¹ Szkoła Główna Służby Pożarniczej / Main School of Fire Service; Warsaw, Poland; valdyw@interia.pl;

² Wkład merytoryczny w przygotowanie artykułu / Percentage contribution: W. Wnęk – 50%; M. Jargieło – 10%; R. Porowski – 40%;

emitted evenly in the test chamber. If the valve opening time was too short, the dust remained in the container. If it was too long – the dust was blown all over the chamber. The optimum time was set as 3 s. Tested detectors were located by the ceiling of the chamber in the following manner: transmitter-receiver, transmitter-prismatic mirror on opposite walls. Measurement results were registered using a computer system.

Conclusions: As a result of the conducted tests, which included the behaviour of fire detectors smoke, the best design solution was determined that best coped with dust present in protected areas. It is OSID smoke detection system. It is a result of how the signal was processed by the detector. The size of dust particles and, to a smaller degree, type of dust with respect to the tested species of wood influenced the operation of the smoke detector.

Keywords: fire detection systems, smoke detectors, false alarms, wooden dust

Type of article: original scientific article

АННОТАЦИЯ

Цель: В настоящее время ведется поиск решений в сфере дымовых пожарных извещателей, которые не будут восприимчивы к ложным сигналам, вызывающим соответственно ложные сигналы пожарной тревоги систем пожарной сигнализации. Одним из таких сигналов является присутствующая в помещениях древесная пыль, которую извещатели воспринимают как дым с большими частицами. В статье описываются исследования выбранных дымовых пожарных извещателей для различных типов древесной пыли. Основная цель этой статьи заключается в выборе наиболее устойчивого извещателя без ущерба его свойств обнаружения.

Введение: Во время проектирования инсталляций систем пожарной сигнализации появляются проблемы при выборе пожарных извещателей для работы в условиях различных нарушений, которые становятся причинами ложных тревог. Первоначально была исследована целлюлозная пыль, которая образовалась при продукции журналов в одной из типографий. Затем было проанализировано воздействие также других видов пыли. Во время исследования частиц разных размеров невозможно оценить их влияние на способ обнаружения. Поэтому пыль была разделена по размеру её частиц на пыль диаметром 100, 200 и 500 μm . Это позволило исследовать влияние не только вида древесины, но также размера частиц пыли на срабатывание извещателей.

Методология: В ходе исследования был разработан метод изучения воздействия пыли на срабатывание извещателей. Было выбрано давление воздуха на уровне 1,5 бар вместе с открытием клапана баллона со сжатым воздухом для достижения наилучшего распределения пыли в испытательной камере. Слишком короткое время открытия клапана становилось причиной того, что пыль оставалась в контейнере, слишком долгое – вызывало рассредоточивание облака пыли. После нескольких проб за оптимальное время были приняты 3 секунды. Извещатели были расположены под потолком камеры в таком порядке: передатчик-приемник, передатчик-призматическое зеркало на противоположных стенах. Результаты исследований были записаны с помощью компьютерной системы.

Выводы: В результате исследований с учетом поведения пожарных дымовых извещателей были установлены конструктивные решения в виде извещателей системы OSID как таковых, которые лучше всего справились с находящейся в помещениях пылью. За основу был принят способ обработки сигнала в извещателе. На срабатывание извещателей влияли размер пыли и в меньшей степени вид пыли по отношению к виду испытываемой древесины.

Ключевые слова: системы пожарной сигнализации, дымовые извещатели, ложные тревоги, древесная пыль

Вид статьи: оригинальная научная статья

1. Wprowadzenie

Wykrywanie pożaru w atmosferze zawierającej drobne cząstki aerozoli różnego pochodzenia od zawsze sprawiało problemy związane z powodowaniem przez te cząstki fałszywych alarmów czujek pożarowych dymu [1]. Do detekcji pożaru w takich warunkach najczęściej stosowane są środki zaradcze w postaci czujek pożarowych ciepła lub czujek płomienia z nadmuchem na czujkę. Aby znaleźć rozwiązania, które pomogłyby projektantom systemów zabezpieczeń w wyborze detektora odpornego na pył w pomieszczeniu, autorzy przeprowadzili analizę wybranych dostępnych na rynku rozwiązań. Pierwsze badania przeprowadzono z zastosowaniem pyłu pochodzenia papierowego, rozkładając go na sicie, a następnie za pomocą sprężonego powietrza, rozpraszając go w powietrzu. Wyniki zostały opublikowane w czasopiśmie „Systemy Alarmowe” [2]. Dało to powód do dalszych poszukiwań i potwierdzenia otrzymanych wyników przy mniejszych wielkościach cząstek pyłu. Podobne badania były prowadzone przez zespół pod kierunkiem Kruella, które zostały omówione w pozycji [3].

Problem zapylenia występuje w zakładach: tartacznych, stolarki budowlanej, płyt oraz sklejek, opakowań drewnianych, meblarskich i wyrobów stolarskich oraz zapalczanych, gdzie do podstawowych procesów obróbki mechanicznej zaliczamy [4-6]: piłowanie, struganie, frezowanie, wiercenie, toczenie czy szlifowanie. Przy stosowaniu różnorodnej obróbki drewna wytwarzane są odpady pochodzenia drzewnego o dużym zakresie wielkości odpadów począwszy od trocin, a skończywszy na pyłach o wielkości kilkunastu do kilkudziesięciu mikrometrów.

2. Metoda pomiarowa

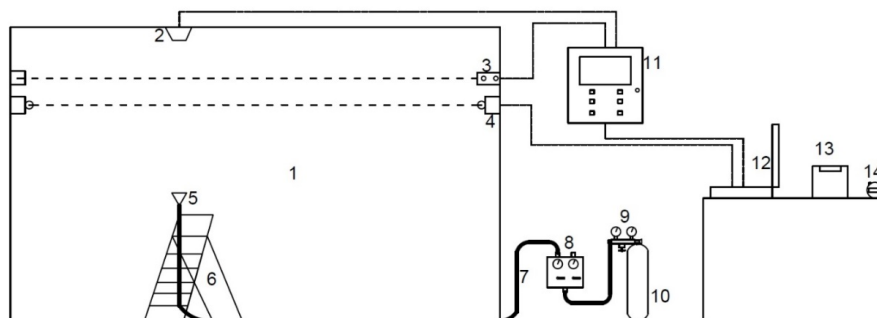
Stanowisko pomiarowe zbudowano w pomieszczeniu o wymiarach 5 m x 5 m x 2,8 m. Elementami badanymi były następujące czujki pożarowe:

- czujka wielodetektorowa dymu i ciepła (DUT) – umieszczona na suficie,
- liniowa czujka dymu (DOP) – wraz z reflektorem zamocowane na przeciwległych ścianach,
- liniowa czujka dymu (OSI-90), gdzie nadajnik oraz odbiornik umieszczono na przeciwległych ścianach komory badawczej.

Pojemnik na pył (ryc. 1) ustawiono w taki sposób, aby pył wyrzucany był bezpośrednio pod czujką punktową dymu i ciepła (DUT) oraz przecinał linie promieniowania pozostałych czujek.

Od pojemnika poprowadzono przewód wysokociśnieniowy na zewnątrz pomieszczenia do sterownika, a następnie do reduktora wraz z butlą ze sprężonym powietrzem. Czujki DOP i DUT podłączono do centrali sygnalizacji pożarowej, którą połączono ze stanowiskiem komputerowym służącym do rejestracji wyników pomiarów. Czujkę OSI-90 połączono bezpośrednio z komputerem. Czujki liniowe pracowały przy ustawieniach fabrycznych, czujka dymu i ciepła zapewniała różnorodne ustawienia detektorów w układzie sześciu trybów pracy, które umożliwiały dopasowanie jej do działania w określonym środowisku:

- tryb 1 – współzależna praca dwóch detektorów dymu i dwóch ciepła,
- tryb 2 – współzależna praca dwóch detektorów dymu,
- tryb 3 – praca jako czujka ciepła w klasie A1R,
- tryb 4 – niezależna praca dwóch detektorów dymu i ciepła,
- tryb 5 – praca jako czujka dymu w zakresie UV,
- tryb 6 – praca jako czujka dymu w zakresie IR.



Ryc. 1. Schemat stanowiska badawczego. 1 - Pomieszczenie do wykonywania prób, 2 - czujka dymu i ciepła, 3 - czujka liniowa dymu (podczerwień), 4 - czujka liniowa dymu (podczerwień i ultrafiolet) OSID, 5 - pojemnik wyrzutowy na pył, 6 - drabinka, 7 - przewód wysokociśnieniowy, 8 - sterownik, 9 - reduktor, 10 - butla stalowa, 11 - centrala sygnalizacji pożarowej, 12 - komputer, 13 - waga laboratoryjna, 14 - stoper

Fig. 1. Scheme of the test stand. 1 - chamber for performing the tests, 2 - smoke and heat detectors, 3 - linear smoke detector (infrared), 4 - OSID linear smoke detector (infrared and ultraviolet), 5 - dust ejection container, 6 - ladder, 7 - high-pressure hose, 8 - controller, 9 - reducer, 10 - steel cylinder, 11 - fire control panel, 12 - computer, 13 - laboratory scales, 14 - stopwatch

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Podczas przeprowadzanych badań czujkę DUT przełączono na działanie w trybie pierwszym [7]. W toku przeprowadzonych badań laboratoryjnych, mających na celu zbadanie wpływu pyłu drzewnego na fałszywe zadziaływanie czujek dymu, wykonano badania zadziaływania i pracy czujek w obłoku pyłu z różnych gatunków drzew i różnej wielkości ich cząstek. Procedura wykonania pojedynczego badania przeprowadzona była według następującego algorytmu:

- odważenie 40 g pyłu drzewnego,
- przesypanie go do pojemnika wyrzutowego,
- ustawienie ciśnienia 1,5 bar na reduktorze,
- otwarcie zaworu sterownika na 3 s, co powodowało wyrzut pyłu z pojemnika.

Podczas próby dane pomiarowe z czujek były zapisywane na komputerze z częstotliwością 1 raz na sekundę. Pomiędzy próbami czujki były przedmuchiwane, w celu usunięcia pozostałości pyłu. Zdjęcie próby ustawienia odpowiedniego ciśnienia przedstawiono na rycinie 2.

Do badań użyto pyłów drzewnych z trzech gatunków drewna: sosny, dębu i buku. Wszystkie pyły zostały przesiane przez sita o średnicy oczek odpowiednio 500 μm , 200 μm oraz 100 μm . Przeprowadzono również badania z wykorzystaniem pyłu otrzymanego podczas cyklizowania podłogi w budynku mieszkalnym. Podłoga ta wykonana była z drewna jesionowego, dodatkowo pokrytego lakierem. Pył ten nie był przesiewany przez sita, aby odwzorować naturalne warunki, które mogą wystąpić podczas procesu cyklizowania podłóg.

3. Wyniki badań

Wykresy odczytów z czujki OSI-90 obrazują przebieg osłabienia promieniowania podczerwonego (IR) oraz ultrafioletowego (UV). Wartości na osi Y tych wykresów wyrażone są jako procentowe zmniejszenie przezroczystości na drodze 1 m w [%/m]. Parametry zarejestrowane przez czujki DOP i DUT przedstawiono zbiorczo na jednym wykresie. Odczyty promieniowania IR i UV z czujki DUT oznakowano kolorami czerwonym oraz niebieskim, a odczyty z detektora DOP oznakowano kolorem zielonym. Ze względu na dużą liczbę wyników pomiarowych, w artykule przedstawiono wyniki tylko na dwóch gatunków drewna o różnych wielkościach cząstek. Wyniki przedstawiono dla pyłu z sosny i dębu. Wykonywano także identyczne pomiary dla drewna bukowego, których nie przedstawiono w artykule. Przedstawiono dwa rodzaje drewna, tzn. miękkie i twarde. Na wykresach zaznaczono momenty zadziaływania czujek, gdzie T_{DOP} oznacza moment zadziaływania czujki liniowej dymu na podczerwień (DOP), T_{DUT} natomiast zadziaływanie czujki dymu oraz ciepła (DUT). Badania zostały wykonane dwukrotnie dla każdego układu pomiarowego, biorąc pod uwagę rodzaj drewna i wielkość cząstek. Wyniki badań przedstawiono w podrozdziałach 3.1.-3.6, które zawierają zdjęcia wyglądu pyłu, momentu rozpylenia oraz tabele pomiarowe wraz z charakterystykami zależności tłumienia w funkcji czasu.



Ryc. 2. Emisja pyłu pod ciśnieniem 1,5 bar, 40 g

Fig. 2. Dust emission under pressure of 1.5 bar, 40 g

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

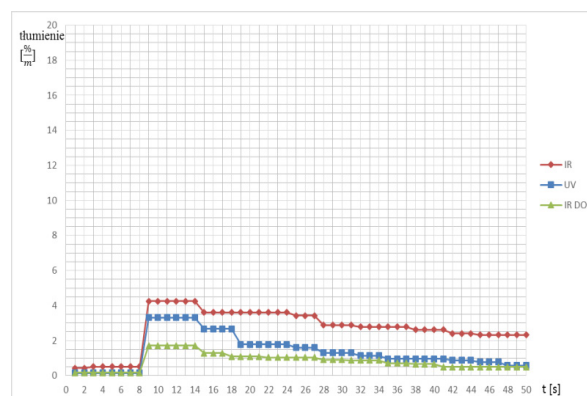
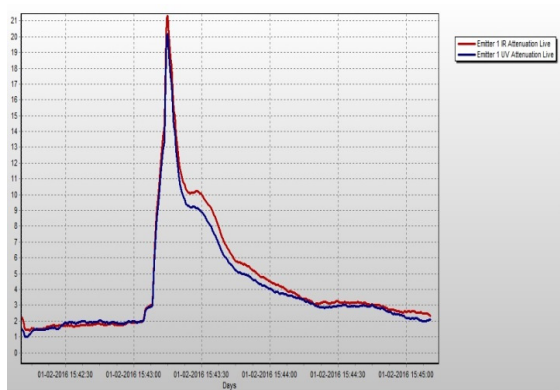
3.1. Badania dla pyłu sosny o wielkości 500 µm



Ryc. 3. Próbkę pyłu sosny 500 µm
 Fig. 3. Dust of pine wood of 500 µm
 Źródło: Opracowanie własne.
 Source: Own elaboration.



Ryc. 4. Badanie z użyciem pyłu sosny 500 µm
 Fig. 4. Test using pine wood dust of 500 µm
 Źródło: Opracowanie własne.
 Source: Own elaboration.



Ryc. 5. Przebieg osłabienia promieniowania IR i UV zarejestrowany przez czujki DOP i DUT, OSID-90 podczas badania pyłu sosny 500 µm
 Fig. 5. Diffraction of IR and UV radiation by registered by DOP, DUT and OSID-90 detectors during tests using pine wood dust of 500 µm
 Źródło: Opracowanie własne.
 Source: Own elaboration.

Tabela 1. Czasy zadziałania czujek podczas badania pyłu sosny 500 µm
 Table 1. Activation time of detectors during experiments with pine dust 500 µm

Rodzaj czujki / Detector type	Czas zadziałania / Response time [s]	
	I próba / I test	II próba / II test
DUT-6046	brak zadziałania / no activation	brak zadziałania / no activation
DOP-6001	brak zadziałania / no activation	brak zadziałania / no activation
OSI-90	brak zadziałania / no activation	brak zadziałania / no activation

Źródło: Opracowanie własne.
 Source: Own elaboration.

3.2. Badania dla pyłu sosny o wielkości 200 μm



Ryc. 6. Próbkę pyłu sosny 200 μm

Fig. 6. Pine wood dust of 200 μm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

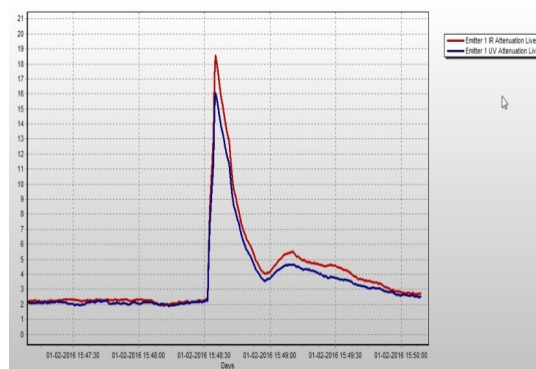
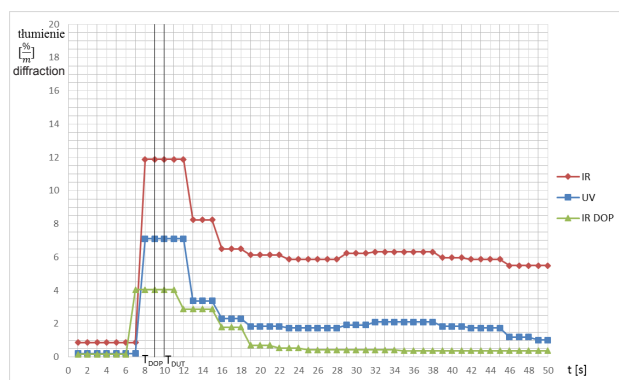


Ryc. 7. Badanie z użyciem pyłu sosny 200 μm

Fig. 7. Tests using pine wood dust of 200 μm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Ryc. 8. Przebieg osłabienia promieniowania IR i UV zarejestrowany przez czujki DOP i DUT, OSID-90 podczas badania pyłu sosny 200 μm

Fig. 8. Diffraction of IR and UV radiation by registered by DOP, DUT and OSID-90 detectors during tests using pine wood dusts of 200 μm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 2. Czasy zadziałania czujek podczas badania pyłu sosny 200 μm

Table 2. Activation time of detectors during tests using pine wood dust of 200 μm

Rodzaj czujki / Detector type	Czas zadziałania [s] / Response time	
	I próba / I test	II próba / II test
DUT-6046	10	12
DOP-6001	9	10
OSI-90	brak zadziałania / no activation	brak zadziałania / no activation

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

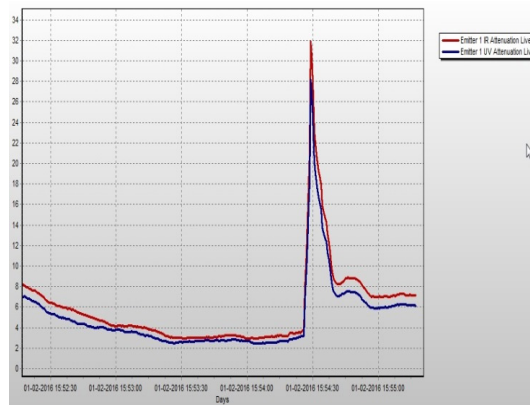
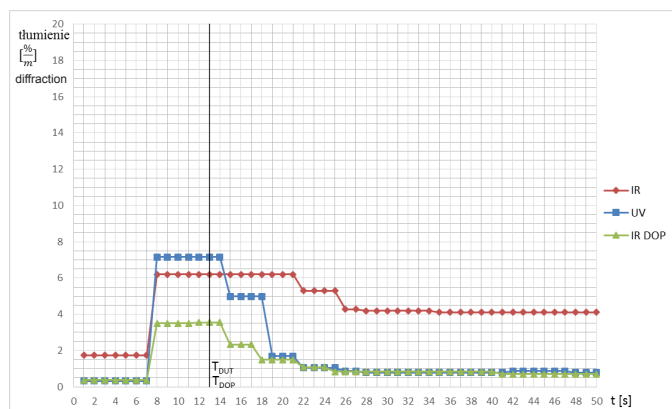
3.3. Badania dla pyłu sosny o wielkości 100 μm



Ryc. 9. Próbkę pyłu sosny 100 μm
 Fig. 9. Pine wood dust of 100 μm
 Źródło: Opracowanie własne.
 Source: Own elaboration.



Ryc. 10. Badanie z użyciem pyłu sosny 100 μm
 Fig. 10. Tests using pine wood dust of 100 μm
 Źródło: Opracowanie własne.
 Source: Own elaboration.



Ryc. 11. Przebieg osłabienia promieniowania IR i UV zarejestrowany przez czujki DOP i DUT, OSID-90 podczas badania pyłu sosny 100 μm
 Fig. 11. Diffraction of IR and UV radiation by registered by DOP, DUT and OSID-90 during tests using pine wood dusts of 100 μm
 Źródło: Opracowanie własne.
 Source: Own elaboration.

Tabela 3. Czasy zadziałania czujek podczas badania pyłu sosny 100 μm
 Table 3. Activation time of detectors during tests using pine wood dust of 100 μm

Rodzaj czujki / Detector type	Czas zadziałania / Response time [s]	
	I próba / I test	II próba / II test
DUT-6046	13	12
DOP-6001	13	10
OSI-90	brak zadziałania / no activation	brak zadziałania / no activation

Źródło: Opracowanie własne.
 Source: Own elaboration.

3.4. Badania dla pyłu dębowego o wielkości 500 µm



Ryc. 12. Próbkę pyłu dębowego 500 µm

Fig. 12. Dust of oak wood of 500 µm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

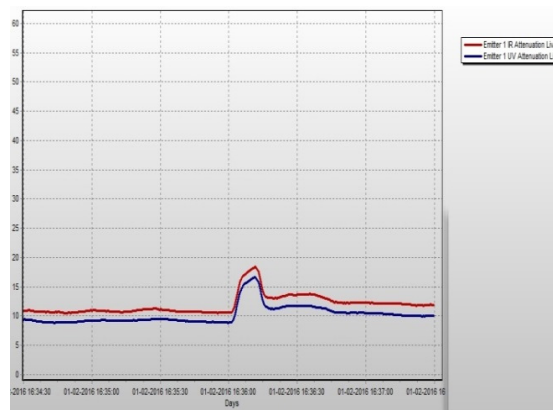
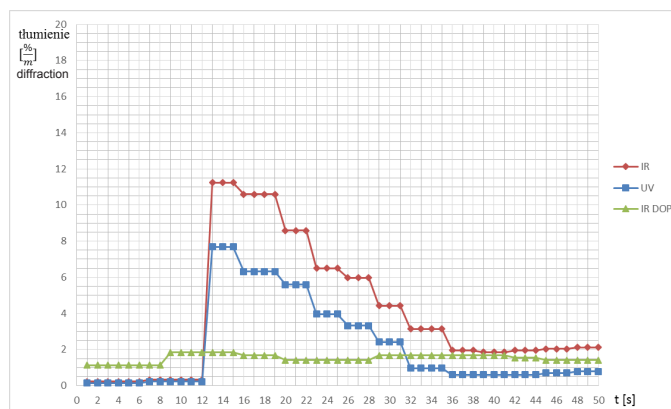


Ryc. 13. Badanie z użyciem pyłu dębowego 500 µm

Fig. 13. Tests using oak wood dust of 500 µm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Ryc. 14. Przebieg osłabienia promieniowania IR i UV zarejestrowany przez czujki DOP i DUT, OSID-90 podczas badania pyłu dębowego 500 µm

Fig. 14. Diffraction of IR and UV radiation registered by DOP, DUT and OSID-90 detectors during tests using oak wood dusts of 500 µm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 4. Czasy zadziałania czujek podczas badania pyłu dębowego 500 µm

Table 4. Activation time of detectors during tests using oak wood dust of 500 µm

Rodzaj czujki / Detector type	Czas zadziałania [s] / Response time [s]	
	I próba / I test	II próba / II test
DUT-6046	brak zadziałania / no activation	brak zadziałania / no activation
DOP-6001	brak zadziałania / no activation	brak zadziałania / no activation
OSI-90	brak zadziałania / no activation	brak zadziałania / no activation

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

3.5. Badania dla pyłu dębowego o wielkości 200 µm



Ryc. 15. Próbkę pyłu dębowego 200 µm

Fig. 15. Oak wood dust of 200 µm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

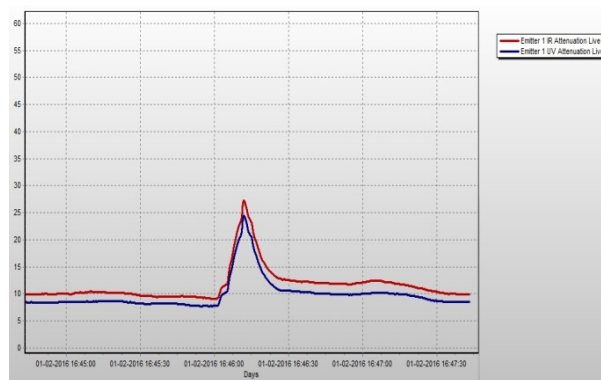
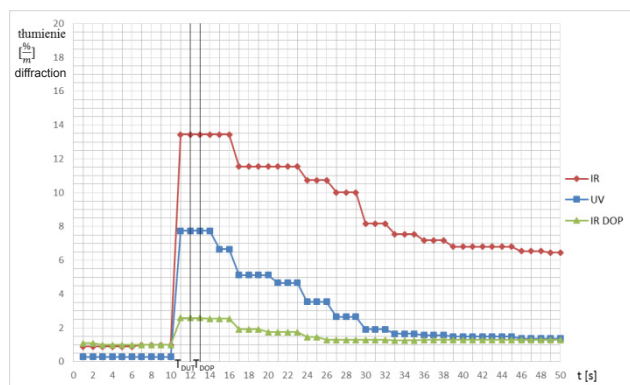


Ryc.16. Badanie z użyciem pyłu dębowego 200 µm

Fig. 16. Tests using oak wood dust of 200 µm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Ryc. 17. Przebieg osłabienia promieniowania IR i UV zarejestrowany przez czujki DOP i DUT, OSID-90 podczas badania pyłu dębowego 200 µm

Fig. 17. Diffraction of IR and UV radiation registered by DOP, DUT and OSID-90 detectors during tests using oak wood dust of 200 µm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 5. Czasy zadziałania czujek podczas badania pyłu dębowego 200 µm

Table 5. Activation time of detectors during tests using oak wood dust of 200 µm

Rodzaj czujki / Detector type	Czas zadziałania / Response time [s]	
	I próba / I test	II próba / II test
DUT-6046	12	12
DOP-6001	13	12
OSI-90	brak zadziałania / no activation	brak zadziałania / no activation

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

3.6. Badania dla pyłu dębowego o wielkości 100 μm



Ryc. 18. Próbkę pyłu dębowego 100 μm

Fig. 18. Oak wood dust of 100 μm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

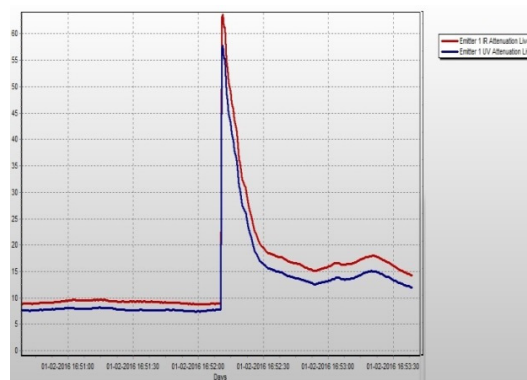
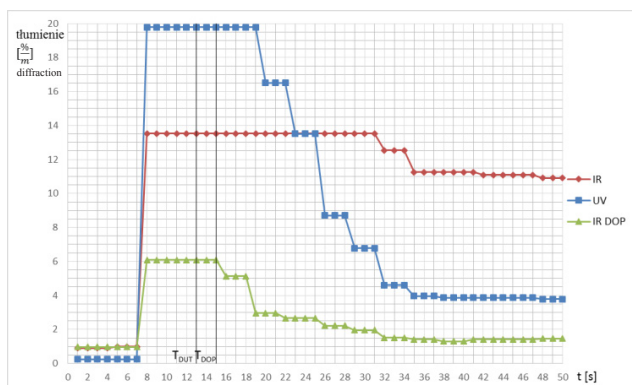


Ryc. 19. Badanie z użyciem pyłu dębowego 100 μm

Fig. 19. Tests using oak wood dust of 100 μm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Ryc. 20. Przebieg osłabienia promieniowania IR i UV zarejestrowany przez czujki DOP i DUT, OSID-90 podczas badania pyłu dębowego 100 μm

Fig. 20. Diffraction of IR and UV radiation registered by DOP, DUT and OSID-90 detectors during tests using oak wood dust of 100 μm

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Tabela 6. Czasy zadziałania czujek podczas badania pyłu dębowego 100 μm

Table 6. Activation time of detectors during tests using oak wood dust of 100 μm

Rodzaj czujki / Detector type	Czas zadziałania / Response time [s]	
	I próba / I test	II próba / II test
DUT-6046	12	14
DOP-6001	12	9
OSI-90	brak zadziałania / no activation	brak zadziałania / no activation

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

4. Analiza wyników badań i podsumowanie

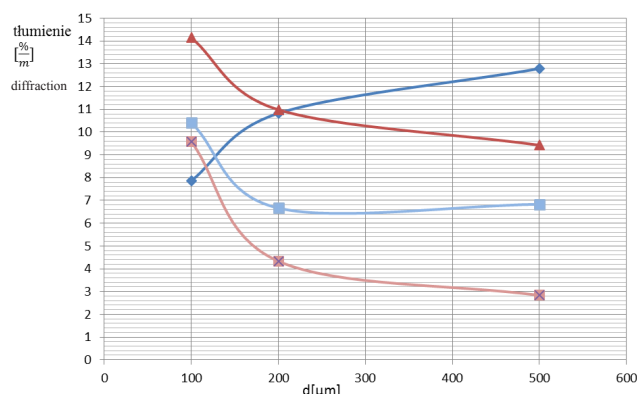
Metodyka pomiaru została opracowana i dostosowana do przeprowadzonych badań. Przeprowadzone pomiary miały na celu sprawdzenie wpływu różnych pyłów drzewnych o różnych wielkościach na fałszywe zadziaływanie wybranych optycznych czujek dymu. W przeprowadzonych próbach można zauważyć, że czujki liniowe dymu na podczerwień (DOP) oraz dymu i ciepła (DUT) reagowały podobnie na pyły. Czujka OSI-90 nie wywołała alarmu przy żadnej próbie. Maksymalna procentowa wielkość proggu zadziaływania, jaką uzyskano w badaniach dla czujki DOP, wynosiła $6\% \text{ m}^{-1}$. Odczyty z czujki DUT miały znacznie wyższe wartości, nawet do ponad $20\% \text{ m}^{-1}$. W celu wyjaśnienia tak dużej różnicy, należy porównać działywanie dymu i pyłu na badane czujki. Cząstki jasnego pyłu, dobrze rozpraszającego promienie świetlne, po wnikięciu do komory czujki DUT, powodowały, że duże ilości wyemitowanego promieniowania trafiały do odbiornika. W wynikach przeprowadzonego badania przekłada się to na nawet siedmiokrotne przekroczenie proggu zadziaływania. Jest to efekt gromadzenia w dość krótkim czasie dużej ilości cząstek pyłu w komorze czujki.

Czujki DOP oraz DUT wykazują nieznacznie wyższą odporność na pyły o większych średnicach cząstek. W przypadku pyłu sosny i dębu o średnicy cząstek do $500 \mu\text{m}$ detektory nie weszły w stan alarmowania. Biorąc pod uwagę budowę czujki punktowej, wynikać to może z zastosowania osłony

z siateczki, która mogła osłabić wnikięwanie dużych cząstek. Jednak fakt braku zadziaływania czujki liniowej nie jest już tak oczywisty, można przypuszczać, że obłok wytworzony z pyłu miał zbyt małą gęstość optyczną, a emitowane promieniowanie nie było w wystarczającym stopniu absorbowane. Taka sama ilość pyłu o mniejszych cząstkach, zawiera znacznie więcej drobni, które tworzą optycznie obłok o większej gęstości optycznej dymu. Można to zaobserwować, analizując zdjęcia z przeprowadzonych prób. Porównując maksymalne wielkości otrzymane podczas przeprowadzonych prób, można zauważyć, że badane pyły podobnie oddziaływały na wszystkie czujki. Brak zadziaływania detektora OSID-90 nie wynika ze zbyt niskiego tłumienia wyemitowanego promieniowania, lecz z powodu zastosowania dodatkowej analizy porównawczej absorpcji UV i IR. Zbadano również, jak wpływa długość fali promieniowania zastosowanych w czujkach na tłumienie sygnału w czujkach DUT w stosunku do czujki OSI dla różnych pyłów drzewnych. Zależność przedstawiono na rycinie 21.

Analizując te zależności, można zauważyć, że w przypadku czujki OSID sygnały się różnią co do wartości, ale wykazują podobne tendencje. W przypadku czujki DUT sygnały tłumienia mają inny charakter przebiegu.

Na rycinie 23 zestawiono wyniki pomiarów dla UV, które pozwalają stwierdzić, że gatunek drewna ma wpływ na sygnał czujki DUT. W przypadku czujki OSI sygnały wykazują podobną tendencję przebiegu. Aby móc ocenić zabezpieczenia

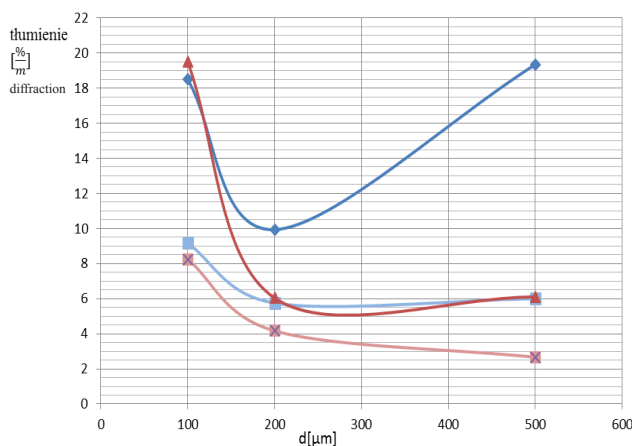


Ryc. 21. Wpływ długości fali w podczerwieni na tłumienie sygnału przy różnych rodzajach drewna z detektorów OSID-90 i DOP (pyłu dębu i buku)

Fig. 21. Influence of wave length of IR radiation on signal diffraction for various types of wood for OSID-90 and DOP detectors

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Ryc. 22. Wpływ długości fali w ultrafiolecie na tłumienie sygnału przy różnych rodzajach drewna z detektorów OSID-90 i DOP (pyłu dębu i buku)

Fig. 22. Influence of wave length of UV radiation on signal diffraction for various types of wood for OSID-90 and DOP detectors

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

przed wpływem pyłu, należy porównać sygnały z zakresu podczerwieni i ultrafioletu, biorąc pod uwagę rodzaj drewna oraz porównując sygnały przy określonym pyłu.

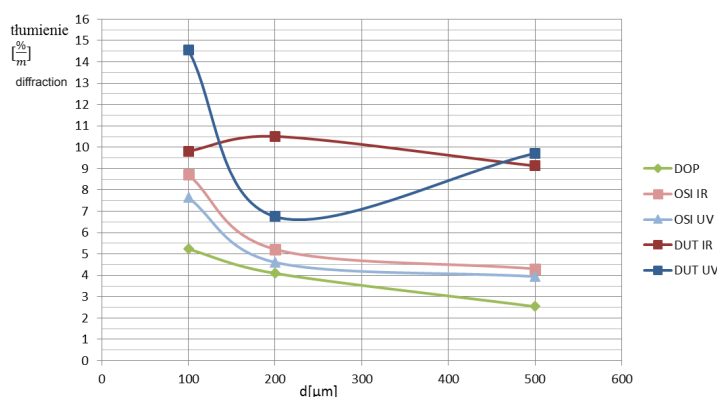
Dopiero w tym przypadku można zauważyć istotę działania czujki OSI na tle innych czujek. Porównując sygnały OSID IR i OSI UV, można zauważyć równoległe przesunięcie tych sygnałów. Co to oznacza? Przyjmując, że sygnały są sobie równe lub tylko różnią się o jakąś wartość, to czujka ma zostać w stanie dozoru. Czujka DUT niestety nie osiąga takich wartości sygnałów. Sygnały nie są podobne co do przebiegu ani wartości. Czy na zadziaływanie czujek ma wpływ rodzaj drewna? Czy ma wpływ rozdrobnienie (wielkość cząstek)? Analizując wykresy, można zauważyć, że rodzaj drewna powoduje zmianę czasu zadziaływania czujek, pyły o większym rozdrobnieniu mocniej tłumią promieniowanie, a więc bardziej oddziałują na optyczne czujki dymu. Różnice w wartości pochłaniania promieniowania przez obłoki różnych pyłów wpływają również na czasy wejścia w stan alarmowania czujek. W przypadku liniowej czujki dymu, niezależnie od gatunku drewna, czas zadziaływania wzrasta wraz z zwiększeniem rozdrobnienia pyłu. Duża różnica występuje pomiędzy pyłami 200 μm a 100 μm , natomiast czas zadziaływania dla pyłu buku 500 μm jest podobny jak dla 200 μm . W przypad-

ku czujki DUT można zauważyć, że na czas zadziaływania ma wpływ nie tylko stopień rozdrobnienia pyłu, ale również gatunek drewna. Detektor DUT podobnie jak DOP, dla pyłu sosny i dębu później sygnalizuje alarm dla pyłu 100 μm niż 200 μm , jednak dla pyłu buku sytuacja ta jest odwrotna. Rycina 24 przedstawia czas zadziaływania detektorów DOP i DUT w zależności od gatunku i średnicy drobin.

Na podstawie uzyskanych wyników pomiarów wyznaczono średnie czasy zadziaływania czujek DOP i DUT uśredniając czasy dla wszystkich pyłów. Wyniki zestawiono w tabeli 7.

Na rycinie 25 przedstawiono zależność średnich czasów zadziaływania dla czujek DOP i DUT w zależności od średnicy cząstek. Przy założeniu nieznacznej kilkusekundowej różnicy w czasie można zauważyć, że wraz ze wzrostem średnicy cząstek pyłu maleje czas zadziaływania czujek.

Podczas badań przeprowadzone zostały również próby na pyłe uzyskane z cyklizacji drewnianej podłogi w budynku mieszkalnym. Pył ten nie został poddany segregacji na frakcje o odpowiednich średnicach ziaren. Miało to na celu uzyskanie warunków zbliżonych do panujących podczas prac remontowych i wpływu na działanie optycznych czujek dymu. Podczas badań czujki DOP i DUT weszły w stan alarmowania. Czujka OSID nie weszła w stan alarmu.

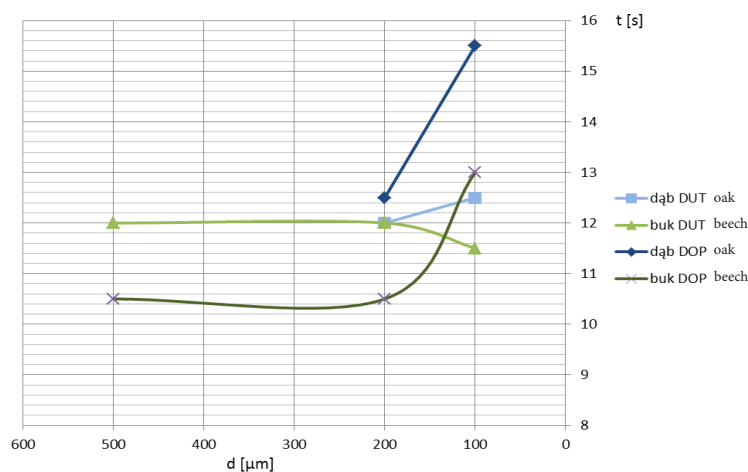


Ryc. 23. Wpływ długości fali w podczerwieni na tłumienie sygnału przy różnych rodzajach drewna z detektorów OSID-90, DUT i DOP (uśrednione czasy przy spalaniu dębu i buku)

Fig. 23. Influence of wave length of IR radiation on signal diffraction for various types of wood for OSID-90, DUT and DOP detectors

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.



Ryc. 24. Porównanie uśrednionych czasów zadziaływania czujek DOP i DUT dla różnych gatunków drewna w zależności od średnicy drobin

Fig. 24. Analysis of activation times of DOP and DUT detectors for various wooden materials based on dust particles

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

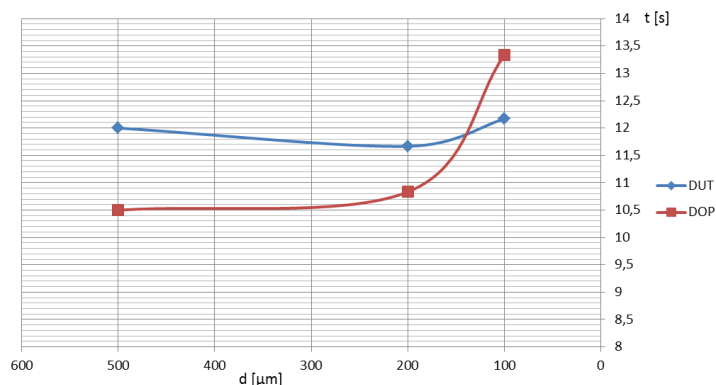
Tabela 7. Czasy zadziałania czujek DOP i DUT

Table 7. Activation time of DOP and DUT detectors

Rodzaj czujki / Detector type	Średni czas zadziałania dla wszystkich pyłów / Average activation times for all types of dust	Średni czas zadziałania dla pyłów 200 μm / Average activation time for 200 μm dust	Średni czas zadziałania dla pyłów 100 μm / Average activation time for 100 μm dust
DOP-6001	11,6 s	10,8 s	13,3 s
DUT-6046	12,0 s	11,7 s	12,2 s

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

Ryc. 25. Średnie czasy zadziałania czujek DOP i DUT
Fig. 25. Average activation time of DOP and DUT detectors

Źródło: Opracowanie własne.

Source: Own elaboration.

5. Wnioski

W wyniku przeprowadzonych badań, które miały na celu sprawdzenie wpływu różnych pyłów drzewnych na fałszywe zadziałanie wybranych optycznych czujek dymu sformułowano następujące wnioski:

- czujka liniowa dymu na podczerwień, punktowa dymu i ciepła pomimo odmiennej budowy i sposobu działania wykazują porównywalne czasy zadziałania na pył drzewny, sygnalizując alarm w tych samych próbach,
- na działanie czujek optycznych dymu wpływa wielkość cząstek pyłów. Drobniejsze frakcje wyraźniej oddziałują na detektory, powodując fałszywe alarmy. Wszystkie badane pyły o średnicy ziaren do 200 μm wywołały alarmy czujki liniowej dymu na podczerwień oraz punktowej czujki dymu i ciepła. Gatunek drewna, z którego otrzymano pył ma mniejszy wpływ na działanie czujek niż wielkość cząstek pyłu,
- czujka OSI-90 wykazała odporność na występowanie w atmosferze dozorowanej pyłu drzewnego. We wszystkich przeprowadzonych próbach nie wywołała alarmu,
- rozpatrując przebiegi charakterystyk tłumienia sygnałów IR i UV w przypadku czujki OSI-90 wywołane pyłem, można zauważyć zjawisko ich przesunięcia o stałą wartość tłumienia w całym zakresie wielkości cząstek. Zjawisko to pozwala na programową eliminację zadziałania tych czujek w atmosferze pyłowej,
- do dozorowania zakładów, w których przeprowadzana jest obróbka drewna, szczególnie tam, gdzie do atmosfery wydzielane są pyły, zaleca się stosowanie optycznych czujek dymu systemu OSID,

- podczas prowadzenia prac remontowych w pomieszczeniach dozorowanych przez optyczne czujki dymu, nie tylko tam, gdzie prowadzony jest proces technologiczny z wydzielaniem się pyłów, należy bezwzględnie pamiętać o odpowiednim zabezpieczeniu detektorów przed rozpoczęciem prac. W razie ich niezabezpieczenia, należy zastosować odpowiednie wyciągi w celu odprowadzania zanieczyszczeń poza obszar dozorowania czujek dymu.

Literatura

- [1] Wnęć W., *Rodzaje fałszywych alarmów i źródła ich powstawania*, Warsztaty Zacisze: Czynniki wpływające na niezawodność instalacji sygnalizacji pożarowej, 2011, Tom XIX, 7-13.
- [2] Wnęć W., Porowski R., Kłębek R., *Czujki linowe a fałszywe alarmy spowodowane pyłami*, „Systemy Alarmowe”, Issue 5, 2015, 26-27.
- [3] Kruell W., Schultze T., Tobera R., Willms L., *Analysis of dust properties to solve the complex problem of non-fire sensitivity testing of optical smoke detectors*, The 9th Asia-Oceania Symposium on Fire Science and Technology, “Procedia Engineering” Vol. 62, 2013, pp. 859-867.
- [4] Dygas A., *Mechaniczna obróbka drewna. Poradnik dla ucznia*, Instytut Technologii Eksploatacji – Państwowy Instytut Badawczy, Radom 2006.
- [5] *Technologie obróbki drewna*, <http://planeria.pl/arttykul/technologie-obrobki-drewna-604/3> [dostęp: 17.01.2016].
- [6] Laurow Z., *Pozyskiwanie drewna*, SGGW, Warszawa 1999.
- [7] Czujka dymu i ciepła DUT-6046 – opis produktu, <http://www.polon-alfa.pl/pl/products/1369/DUT-6046> [dostęp: 16.02.2016].

* * *

st. bryg. dr inż. Waldemar Wnęk – absolwent Politechniki Warszawskiej oraz Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie. Adiunkt, Kierownik Katedry Bezpieczeństwa Budowli i Rozpoznawania Zagrożeń na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej. Członek wielu komisji: Przewodniczący Komisji Normalizacyjnej przy Polskim Komitecie Normalizacyjnym Komitet Techniczny nr 264 Systemy sygnalizacji pożarowej, członek Rady Sektorowej Sektora ds. Obronności i Bezpieczeństwa Powszechnego w PKN, Przewodniczący Komisji Senackiej ds. badań naukowych w SGSP. Autor wielu referatów, artykułów w czasopismach naukowych, branżowych z zakresu technicznych systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych, jak również prac naukowo-badawczych finansowanych ze środków Unii Europejskiej, krajowych NCBR.

inż. Marcin Jargieło – w maju 2016 r. ukończył Szkołę Główną Służby Pożarniczej w Warszawie, Wydział Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego.

mł. bryg. dr inż. Rafał Porowski – absolwent Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie oraz Politechniki Warszawskiej. W latach 2009-2010 w ramach stypendium Fulbrighta pracował w California Institute of Technology w USA. Adiunkt w Szkole Głównej Służby Pożarniczej na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego.