

dr inż. Paweł Sulik<sup>1)</sup>  
ORCID: 0000-0001-8050-8194

# Wpływ wybranych parametrów wełny mineralnej na bezpieczeństwo pożarowe elewacji wentylowanych

## *Influence of selected parameters of mineral wool on the fire safety of ventilated facades*

DOI: 10.15199/33.2021.07.04

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono zagrożenia pożarowe oraz sposób ich eliminacji w przypadku elewacji wentylowanych wykorzystujących rozwiązania charakteryzujące się dobrą izolacyjnością termiczną przegrody. Omówiono problematykę stosowania wełny mineralnej o małej gęstości oraz konsoli eliminujących występowanie mostków termicznych w kontekście spełnienia § 225 Warunków Technicznych.

**Słowa kluczowe:** bezpieczeństwo pożarowe; elewacje wentylowane; wełna mineralna; konsole pasywne.

**Abstract.** The paper presents fire hazards and the method of their elimination in the case of ventilated facades using solutions with good thermal insulation of the partition. The issues of using low-density mineral wool and passive brackets eliminating the occurrence of thermal bridges in the context of meeting § 225 of the technical requirements are discussed.

**Keywords:** fire safety; ventilated facades; mineral wool; passive consoles.

Wprowadzane sukcesywnie coraz bardziej ostre wymagania dotyczące izolacyjności termicznej przegród [7] wymuszają na projektantach stosowanie rozwiązań bazujących na materiałach o jak najmniejszym współczynniku przewodzenia ciepła oraz niwelowaniu wszelkich mostków termicznych. Działania takie, aczkolwiek dające bardzo dobre efekty w eksploatacji budynku, w sytuacji pożarowej wymagają przemyśleń i weryfikacji. W typowej ścianie z elewacją wentylowaną dotyczy to najczęściej izolacji termicznej z wełny mineralnej oraz rodzaju konsoli [6].

W przypadku stosowania wełny mineralnej mamy dwie drogi dojścia do celu. Pierwsza, to zwiększenie grubości izolacji termicznej, natomiast druga – stosowanie wełny mineralnej o bardzo dobrej izolacyjności termicznej. Pierwszy przypadek wymusza stosowanie konsoli o większym wysięgu, co przekłada się na większe ich przekroje, natomiast drugi oznacza stosowanie skalnej wełny mineralnej o jak najmniejszej gęstości. Oddzielnym zagadnieniem, co już ma miejsce, jest stosowanie szklanej wełny mineralnej, która charakteryzuje się najmniejszym współczynnikiem przewodzenia ciepła w grupie wełen mi-

neralnych. Należy jednak mieć na uwadze, że wełna szklana, w odróżnieniu od wełny skalnej, zachowuje się niestabilnie w temperaturze 400 – 600°C.

W przypadku konsoli, z ogniowego punktu widzenia, kontrowersyjne może się wydawać stosowanie konsoli pasywnych, a więc takich, w których występują elementy wykonane z „ciepłego” tworzywa, ograniczającego wpływ punktowych mostków termicznych (fotografia 1), ale jednocześnie nietrwałych w temperaturze pożarowej, w sytuacji kiedy te elementy narażone są na bezpośrednie działanie ognia. Opisane rozwiązania odgrywają istotną rolę w przypadku potwierdzenia wymagań § 225 rozporządzenia [8], w którym zapisano:

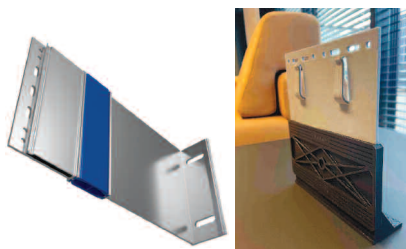
*Elementy okładzin elewacyjnych powinny być mocowane do konstrukcji budynku w sposób uniemożliwiający ich odpadanie w przypadku pożaru w czasie krótszym niż wynikający z wymaganej klasy odporności ogniowej dla ściany zewnętrznej, określonej w § 216 ust. 1, odpowiednio do klasy odporności pożarowej budynku, w którym są one zamocowane.*

*nej w § 216 ust. 1, odpowiednio do klasy odporności pożarowej budynku, w którym są one zamocowane.*

### Weryfikacja doświadczalna

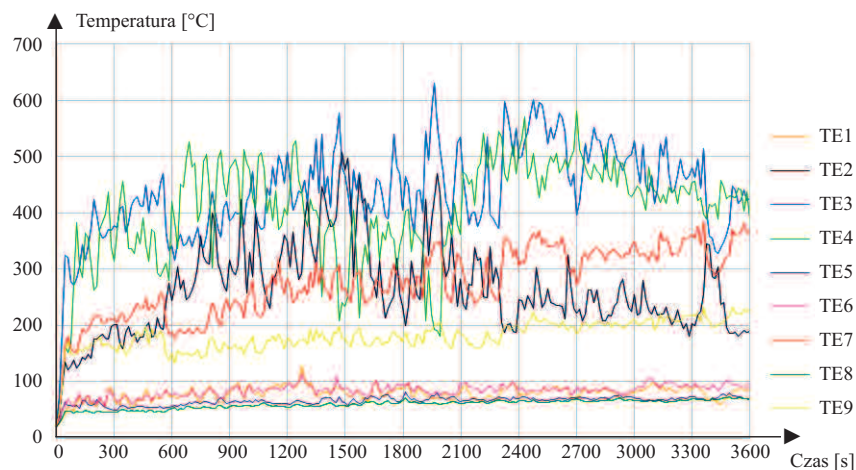
Weryfikacja doświadczalna rozwiązań odbywa się na stanowisku badawczym w pełnej skali (3,7 × 3,7 m), gdzie przez określony czas, symulując pożar w pomieszczeniu, wychodzący przez otwór w ścianie zewnętrznej, np. okno, płomień i gazy pożarowe oddziałują na elewację. Metoda badania, kryteria oceny oraz zachowanie wybranych rozwiązań technicznych zostały szczegółowo omówione w pracach [2 ÷ 5, 9, 12], natomiast przykładowe zależności temperatura-czas, pomierzone zarówno na elewacji, jak i w przestrzeni pustki powietrznej pomiędzy okładziną elewacyjną a izolacją termiczną, przedstawiono na rysunku 1 oraz w pracach [10, 11].

Główny wniosek wynikający z badań dotyczy sposobu mocowania okładzin oraz ekspozycji na działanie najwyższej temperatury. Najbardziej narażonymi fragmentami elewacji są miejsca bezpośrednio nad otworami, nad ich nadprożem i w tych miejscach należy stosować stalowe łączniki mechaniczne do mocowania okładzin. Ich rozstaw i liczba zależą od rodzaju okładziny, jej grubości oraz sposobu wykonania obróbki glifu górnego. Im wyżej nad otworem, tym



Fot. 1. Przykłady konsoli pasywnych  
Photo 1. Examples of passive brackets

<sup>1)</sup> Instytut Techniki Budowlanej; Zakład Badań Ogniowych; p.sulik@itb.pl

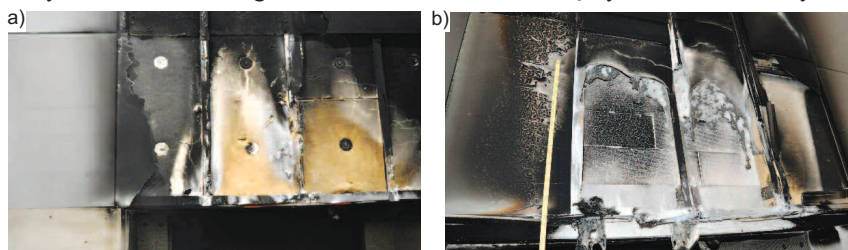


**Rys. 1. Wyniki pomiaru temperatury na modelu rzeczywistym**  
*Fig. 1. Temperature measurement results for thermocouples on the real model*

temperatura jest niższa, chociaż bywają wyjątki, kiedy powstaje efekt kominowy w pustce powietrznej i płomień mogą sięgać nawet powyżej elementu badawczego. Jest to zjawisko bardzo niebezpieczne dla okładzin, konsoli i rusztów, wykonanych z aluminium, które mogą się lokalnie wytapiać. W przypadku okładzin umieszczonych poza światłem otworu, jak wykazały liczne badania, można stosować do mocowania okładzin również systemy klejone lub mieszane.

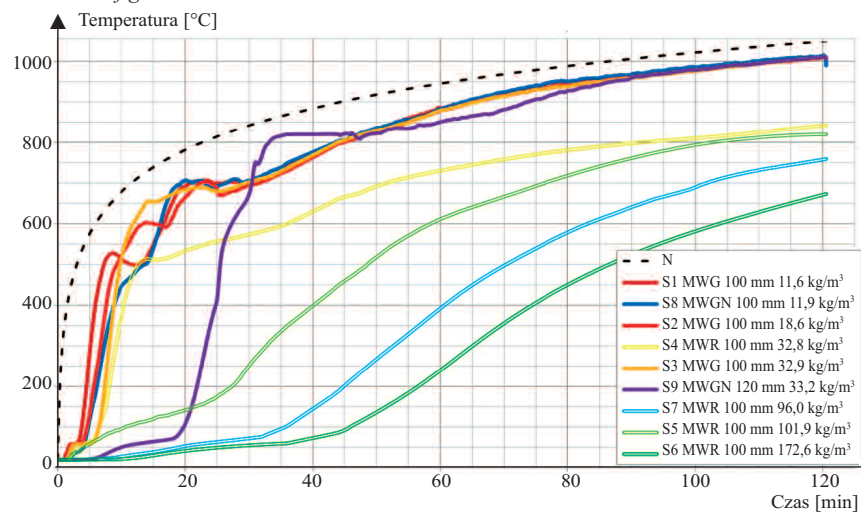
Z punktu widzenia izolacji termicznej (wełny mineralnej) oraz konsoli pasywnych, kluczowe są warunki panujące w obrębie pustki powietrznej. W nieprzychylnych warunkach mamy bowiem w tym miejscu do czynienia z najwyższą temperaturą, w wyniku której odpadają okładziny, wytapiają się ruszty aluminiowe itp. Podobnie zachowałyby się konsolle pasywne, gdyby nie fakt, że obecnie dopuszcza się jedynie takie układy, w których tworzywowa „ciepła” część konsoli jest całkowicie ukryta w wełnie mineralnej o odpowiedniej gęstości. Jak wykazały badania, taki układ zapewnia pełne bezpieczeństwo konsoli i nawet oddziaływanie ognia przez 120 min nie powoduje uszkodzeń konsoli. Warunkiem niezbędnym jest, aby wełna mineralna odpowiednio chroniła element, co zazwyczaj gwarantuje zastosowanie skalnej wełny mineralnej o gęstości 48 – 80 kg/m<sup>3</sup>. Zastosowanie wełny mineralnej o jeszcze większej gęstości będzie oczywiście korzystniejsze z ogniowego punktu widzenia, ale należy uwzględnić również wymagania dotyczące izolacyjności termicznej przegrody, z których wynika, że

obecnie należy dążyć do zmniejszenia gęstości wełny mineralnej w celu uzyskania niższego współczynnika przewodzenia ciepła. Tego typu próby, w przypadku gdy nie wszystkie elementy elewacji są prawidłowo zaprojektowane, mogą doprowadzić do odkrycia i uszkodzenia wrażliwych na ogień fragmentów konsoli. W tym kontekście szczególne znaczenie



**Fot. 2. Widok próbki po badaniu: a) ocieplenie ze skalnej wełny mineralnej; b) ocieplenie ze szklanej wełny mineralnej**

*Photo 2. View of the sample after the test: a) insulation made of rock mineral wool; b) insulation made of glass mineral wool*



**Rys. 2. Zmiana temperatury w czasie w przypadku różnych typów i gęstości wełny mineralnej o grubości 100 – 120 mm, przy oddziaływaniu standardowym temperatura-czas, NZP-136**

*Fig. 2. Temperature vs. time diagrams for various types and densities of mineral wool, 100 – 120 mm thick, with the standard temperature-time interaction, NZP-136*

ma zastosowanie szklanej wełny mineralnej. W przypadku, kiedy projekt elewacji został odpowiednio przemyślany i wyklucza on w obrębie pustki powietrznej powstawanie temperatury wywołującej topnienie szklanej wełny mineralnej, takie układy mogą funkcjonować bezpiecznie. Gorzej jest, gdy temperatura ta jest przekraczana i wełna szklana wytapia się, odsłaniając konsolle (fotografia 2).

Potwierdzają to badania wybranych typów wełny mineralnej (szklanej i skalnej), gdzie wyraźnie widać korzystny wpływ gęstości na temperaturę pożarową. Realizowane w ITB, w ramach pracy NZP 136, badania przedstawione m.in. na rysunku 2, obrazują tę zależność. Wyraźnie widać, że wełna o najmniejszej gęstości bardzo szybko przestaje izolować przed temperaturą pożarową. W przypadku wełny szklanej, po przekroczeniu progowej temperatury, wytapiają się włókna, natomiast wełna skalna o małej gęstości przepuszcza gorące gazy pożarowe, które nagrzewają przestrzeń między włóknami. W wyniku



tego element przestaje chronić przed temperaturą pożarową. Badanie obrazuje zakres temperatury krytycznej dla danego typu i gęstości wełny, co przy projektowaniu elewacji wentylowanych ma zasadnicze znaczenie.

### Podsumowanie

Uzyskanie jak najcieńszej ściany, spełniającej obowiązujące wymagania izolacyjności termicznej przegród, wymusza stosowanie rozwiązań o większej efektywności cieplnej. W przypadku elewacji wentylowanych dotyczy to obecnie wykorzystania wełny mineralnej o jak najmniejszym współczynniku przewodzenia ciepła, co wiąże się z mniejszą gęstością od obecnie stosowanej oraz konsoli z izolatorami, niwelujących powstawanie punktowych mostków termicznych. Rozwiązania takie mają jednak ograniczenia, związane z bezpieczeństwem ogniowym, dlatego też niezbędne jest ich niwelowanie. Stosując odpowiednio wykonane gładki górne otworów, zabezpieczające przed

stawianiem się ognia w przestrzeń pustki powietrznej, można uzyskać rozwiązania efektywne energetycznie, a jednocześnie bezpieczne pożarowo, nawet przy wykorzystaniu materiałów, które dotychczas nie kojarzyły się jako bezpieczne ogniowo. Przykładem jest **stosowanie palnych izolatorów w konsolach**, które gdy są ukryte w niepalnej wełnie mineralnej o odpowiednich parametrach, nie stanowią realnego zagrożenia. Chcąc to uzyskać, należy rozpatrywać problem całościowo i skupiać się na systemie, a nie na jego elementach składowych.

Fotografie i rysunki: archiwum ITB

### Literatura

- [1] Boström Lars, Roma Chivan, Sarah Colwell, Stephen Howard, Peter Toth, Anja Hofmann-Böllinghaus, Fabien Dumont, Robert Olofsson, Johan Anderson, Johan Sjöström. 2020. Assessment of fire performance of facades, revision 1.
- [2] Kinowski Jacek, Paweł Sulik. 2014. „Bezpieczeństwo użytkowania elewacji”. *Materiały Budowlane* (9): 38–39.
- [3] Kinowski Jacek, Bartłomiej Sędlak, Paweł Sulik. 2016. Falling parts of external walls claddings in case of fire – ITB test method – Results comparison. MATEC Web of Conferences, Vol. 46, 4 May 2016, Article number 02005, p. 1-7.

[4] Kinowski Jacek, Bartłomiej Sędlak, Paweł Sulik. 2017. External walls claddings – study on impact of fixing methods in case of fire. IFireSS 2017: 2nd International Fire Safety Symposium 2017. Napoli, Italy, June 7-9, 1055-1061.

[5] Kinowski Jacek, Bartłomiej Sędlak, Paweł Roszkowski. 2017. „Wpływ sposobu zamocowania okładzin elewacyjnych na ich zachowanie w warunkach pożaru”. *Materiały Budowlane* (8): 204–205.

[6] Kopyłow Ołeksij. 2021. „Właściwości mechaniczne podkonstrukcji elewacji wentylowanych z elementami polimerowymi – propozycje zakresu oceny. Systemy ociepleń ścian zewnętrznych w świetle wymagań obowiązujących od 1 stycznia 2021 r.”. *Izolacje* (3): 66–73.

[7] Pawłowski Krzysztof. 2021. „Systemy ociepleń ścian zewnętrznych w świetle wymagań obowiązujących od 1 stycznia 2021 r.”. *Izolacje* (3): 66–73.

[8] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. z 2015 r. poz. 1422 i z 2017 r. poz. 2285).

[9] Sędlak Bartłomiej, Jacek Kinowski, Paweł Sulik, Grzegorz Kimbar. 2018. „The risks associated with falling parts of glazed facades in case of fire”. *Open Engineering*, Vol. 8, iss. 1, p. 147–155.

[10] Schabowicz Krzysztof, Paweł Sulik, Łukasz Zawisłak. 2020. „Identification of the Destruction Model of Ventilated Facade under the Influence of Fire”. *Materials* (13): 2387.

[11] Schabowicz Krzysztof, Paweł Sulik, Łukasz Zawisłak. 2021. „Reduction of flexural strength of fibre-cement board facade cladding under the influence of fire”. *Materials* (14): 1769.

Przyjęto do druku: 18.06.2021 r.

## SYSTEM PODKONSTRUKCJI PASYWNEJ BSP KW4 PAS w świetle wymagań pożarowych

Bardzo ważną kwestią z dziedziny bezpieczeństwa pożarowego, na którą coraz większą uwagę zwracają rzeczoznawcy pożarowi, jest spełnienie wymagań § 225 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie. Wymagania te dotyczą zamocowania elementów elewacyjnych do konstrukcji budynku w sposób zapewniający trwałość w trakcie pożaru w czasie zależnym od klasy pożarowej budynku, najczęściej 60 min. Kluczowym elementem układu jest podkonstrukcja do zamocowania okładziny elewacyjnej.

Z myślą o tych wymaganiach firma **BSP System** przeprowadziła w Instytucie Techniki Budowlanej badania pożarowe w szerokim zakresie, które objęły m.in. **system podkonstrukcji pasywnej BSP KW4 PAS**.

Charakterystycznym elementem systemu BSP KW4 PAS są konsole z przekładką komorową z tworzywa



Fot. 1.



Fot. 2.

sztucznego (fotografia 1). Ze względu na parametry przekładki, aby zachować trwałość konsoli w trakcie pożaru musi być ona ukryta w warstwie izolacji termicznej o klasie reakcji na ogień A1, co potwierdziły badania laboratoryjne (fotografia 2). Spełniając ten warunek system BSP KW4 PAS uzyskał pozytywną opinię dla różnych rodzajów okładzin w świetle § 225 Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, zarówno na ścianach pionowych jak i podsufitkach.

W celu uzyskania bardziej szczegółowych informacji zapraszamy do odwiedzenia naszej strony internetowej [www.bspsystem.com](http://www.bspsystem.com).



**BSP Bracket System**  
Polska Sp. z o.o.  
[www.bspsystem.com](http://www.bspsystem.com)