

mgr inż. Daniel Izydorczyk^{1*)}
dr inż. Paweł Sulik¹⁾

Odporność ogniowa drzwi stalowych

Fire resistance of steel doors

DOI: 10.15199/33.2015.07.07

Streszczenie. Drzwi przeciwpożarowe pełnią kluczową rolę w spełnieniu przepisów bezpieczeństwa pożarowego obiektów budowlanych. W artykule przedstawiono główne wymagania dotyczące tego typu elementów. Omówiono metodykę badań oraz sposób ich klasyfikacji w zakresie odporności ogniowej. Zaprezentowano wyniki badań różnych rodzajów konstrukcji drzwi stalowych. Porównano przyrost temperatury na nienagrzewanej powierzchni skrzydeł i ościeżnicy w przypadku oddziaływania ognia od strony zawiasów i strony przeciwnej do zawiasów.

Słowa kluczowe: odporność ogniowa, izolacyjność ogniowa, szczelność ogniowa, drzwi przeciwpożarowe.

Abstract. Fire doorsets have a major role in the fulfillment of the rules of buildings fire safety. This paper discusses the main issues related to the fire resistance of steel doors – requirements, test methodology and way of classification of for this type of elements. Test results of various types of the steel doors were presented. Temperature rises have been compared on unexposed surface steel doorset leaves and frames in case of the fire acting from the hinge side and the side opposite the hinges.

Keywords: fire resistance, thermal insulation, integrity, steel fire doors.

Przeciwożarowe zespoły drzwiowe (drzwi) dla pieszych lub przemysłowe wraz z ościeżnicą, skrzydłem lub skrzydłami drzwiowymi, kurtyną zwijaną lub składaną itd. przeznaczone są do instalowania w otworach przegród pionowych znajdujących się wewnątrz budynku. Drzwi o odpowiedniej klasie odporności ogniowej powinny: zapobiec rozwojowi pożaru do pomieszczenia lub określonej strefy, w której powstał pożar, uniemożliwiając rozprzestrzenianie się ognia i dymu do innych pomieszczeń lub stref; umożliwić ewakuację przez ograniczenie poziomu promieniowania cieplnego; ułatwić pracę ekip ratowniczych.

Wymagania dotyczące odporności ogniowej drzwi (określane przez wyznaczenie minimalnych klas odporności ogniowej **EI₁**, **EI₂**, **E** i **EW**) regulowane przez krajowe przepisy zależą m.in. od przeznaczenia i sposobu użytkowania budynku – hotel, szpital, budynek biurowy, budynek mieszkalny itp., funkcji, jaką pełnią w budynku – oddzielenie stref pożarowych, oddzielenie mieszkań lub pomieszczeń od poziomej drogi komunikacyjnej, pomieszczeń od drogi komunikacyjnej ogólnej, klatki schodowej od strychu lub poddasza itp. oraz rodzaju pomieszczenia, w którym są wbudowane – piwnica, ko-

łównia, garaż itp. Przedmiotem artykułu są **stalowe zespoły drzwiowe płaszczowe oraz profilowe**.

Rozwiązania techniczne [1, 6, 9, 10, 11]

Konstrukcję stalowych drzwi płaszczowych najczęściej stanowi rama wykonana z drewna lub stalowych profili, która pełni funkcję usztywnienia i minimalizuje ugięcie spowodowane działaniem ognia na powierzchnię drzwi. Wypełnienie w tego typu drzwiach przeciwpożarowych stanowi zazwyczaj wełna mineralna o gęstości zależnej od oczekiwanej klasy odporności ogniowej (wyższa gęstość wełny mineralnej zapewnia lepszą izolacyjność ogniową), a czasami dodatkowo płyty gipsowo-kartonowe lub specjalne płyty ognioodporne. Rama oraz wypełnienie zamknięte są w obudowie, tzw. płaszczu wykonanym z blachy stalowej grubości ok. 1 mm. Bardzo istotne w przypadku stalowych drzwi płaszczowych jest odpowiednie połączenie warstw składowych wypełnienia. Dobór właściwego rodzaju kleju oraz zastosowanie go w odpowiedniej ilości pozwala zwiększyć klasę odporności ogniowej drzwi. Skrzydło drzwiowe montowane jest w stalowej ościeżnicy, wypełnionej najczęściej płytami gipsowo-kartonowymi typu F, zaprawą cementowo-wapienną lub montażową pianką ognioodporną. Na wewnętrznych krawędziach ościeżnic lub sąsiadujących z nimi krawędziach skrzydła drzwiowego umieszcza-

ne są uszczelki pęczniące, które pod wpływem temperatury, zwiększając swoją objętość, zamykają szczeliny, przez które mógłby przedostać się ogień [9].

Drzwi przeciwpożarowe mogą być wyposażone w niewielkie przeszklenia najczęściej mocowane w stalowych kątownikach, po obwodzie których umieszczone są uszczelki pęczniące.

Przykładowe rozwiązanie stalowych przeciwpożarowych drzwi płaszczowych przed badaniem odporności ogniowej pokazano na fotografii 1. Na powierzchni skrzydła, oklejonej ozdobną okładziną oraz na powierzchni ościeżnicy widoczne są termoelementy służące do sprawdzenia przyrostów temperatury podczas badania. Na fotografii 2 przedstawiono stalowe drzwi profilowe, a na rysunku 1 ich przekrój. Wykonane są ze specjalnych kształtow-



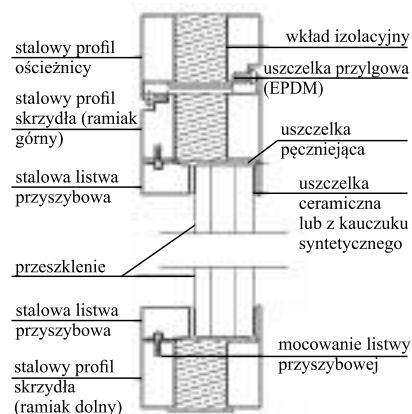
Fot 1. Drzwi stalowe, jednoskrzydłowe, płaszczowe, pełne, oklejone okładziną ozdobną
Photo 1. Steel, single leaf doorsets covered with decorative facing

¹⁾ Instytut Techniki Budowlanej, Zakład Badań Ogniwych

¹⁾ Autor do korespondencji: e-mail: d.izydorczyk@itb.pl



Fot. 2. Drzwi stalowe, dwuskrzydłowe, profilowe, przeszklone
 Photo 2. Steel double leaf glazed profiled door set



Rys. 1. Przykładowy przekrój przez profil stalowy
 Fig. 1. An exemplary cross section of the steel profile

ników. Przerzeń pomiędzy profilami wypełniana jest szkłem ognioodpornym (dobranym odpowiednio do oczekiwanej klasy odporności ogniowej) lub panelami nieprzeziernymi, wykonanymi najczęściej z płyt gipsowo-kartonowych umieszczonych w okładzinie z blachy stalowej lub aluminiowej. Wypełnienia mocowane są, podobnie jak w przypadku stalowych drzwi płaszczowych, do stalowego profilu za pomocą śrub lub nitów. Zamocowanie ukryte jest pod listwą przyszybową wpinaną lub przykręcaną do profilu. Przerzeń pomiędzy listwą przyszybową i szybą jest wypełniana za pomocą uszczelki, najczęściej wykonanych z EPDM. Kształtowniki stalowe mogą być połączone ze sobą przekładką termiczną (np. z poliamidu zbrojonego włóknem szklanym). Na skutek takiego połączenia w profilach powstają komory, które w celu zapew-

nienia izolacyjności oraz ograniczenia niekorzystnego wpływu oddziaływań termicznych wypełniane są specjalnymi wkładami ogniochronnymi (np. płyty gipsowo-kartonowe, silikatowo-cementowe, krzemianowo-wapniowe). Stosowanie profili komorowych jest korzystne z ekonomicznego punktu widzenia. Zmieniając rodzaj lub stopień wypełnienia wkładami ogniochronnymi czy też wielkość przekładki termicznej, przy zastosowaniu tych samych kształtowników, można osiągnąć różne klasy odporności ogniowej. Istotne jest również zastosowanie odpowiednich okuć, które powinny być dobrane do ciężaru drzwi oraz nie mogą osłabiać (pod względem właściwości ogniowych) ich konstrukcji. **Drzwi przeciwpożarowe spełniają swoją funkcję tylko i wyłącznie wtedy, gdy znajdują się w pozycji zamkniętej.** Na drodze ewakuacyjnej powinny być wyposażone w urządzenie umożliwiające ich samoczynne zamknięcie, np. samozamykacz lub zawias sprężynowy.

Klasyfikacja i badania odporności ogniowej [7, 8, 12]

Zgodnie z normą PN-EN 13501-2 [2] klasy odporności ogniowej drzwi (tabela 1) należy określać na podstawie wyników badań przeprowadzonych zgodnie z normą:

- PN-EN 1634-1 [5] (ocena szczelności ogniowej (E), izolacyjności (I) oraz promieniowania (W));
- PN-EN 14600 [4] (ocena samoczynnego zamykania (C)).

Nagrzewanie badanego elementu prowadzone jest wg krzywej standardowej temperatura – czas. Zależność ta jest modelem w pełni rozwiniętego pożaru w pomieszczeniu i określana wzorem:

$$T = 345 \log_{10}(8t + 1) + 20$$

Podczas badania odporności ogniowej drzwi weryfikowane są następujące kryteria skuteczności działania:

Tabela. 1 Klasy odporności ogniowej drzwi
 Table. 1 Fire resistance class of door

Klasa	Czas [min]								
	15	20	30	45	60	90	120	180	240
E	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI ₁	15	20	30	45	60	90	120	180	240
EI ₂	15	20	30	45	60	90	120	180	240
W		20	30		60				

(E – szczelność ogniowa; I – izolacyjność ogniowa; W – promieniowanie)

■ **szczelność ogniowa** (oznaczana symbolem E);

■ **izolacyjność ogniowa** (oznaczana symbolami I₁ lub I₂).

Drzwi nie mogą być klasyfikowane tylko w zakresie izolacyjności ogniowej. Klasy oznaczone symbolem EI₁ i/lub EI₂ dotyczą szczelności i izolacyjności ogniowej. W tym przypadku osiągnięcie któregośkolwiek kryterium szczelności ogniowej oznacza utratę izolacyjności ogniowej, niezależnie od tego, czy poszczególne granice temperatury izolacyjności zostały przekroczone, czy nie;

■ **promieniowanie** (oznaczone symbolem W) – zdolność elementu konstrukcji do przemieszczenia oddziaływania ognia tylko z jednej strony, tak aby ograniczyć możliwość przeniesienia ognia w wyniku znacznego wypromieniowania ciepła przez element lub z jego powierzchni nienagrzewanej do sąsiadujących materiałów. Elementy, w przypadku których zostało ocenione kryterium promieniowania, powinny być zidentyfikowane przez dodanie do klasyfikacji symbolu W (np. EW). Klasyfikacja elementów powinna być podawana jako czas, w ciągu którego maksymalna wartość promieniowania, mierzonego wg PN-EN 1363-2 [3], nie przekracza 15 kW/m². Uznaje się, że element, który spełnia kryteria izolacyjności ogniowej I₁ lub I₂, spełnia również przez ten sam okres wymagania W.

Podczas badania odporności ogniowej drzwi prowadzony jest pomiar przemieszczeń w charakterystycznych punktach zestawu drzwiowego wg PN-EN 1634-1 [5].

Badanie odporności ogniowej powinno być prowadzone na próbkę wytypowanej przez laboratorium w wyniku porównania podanego przez zleceniodawcę zakresu zastosowania z zakresem zastosowania wyników badań zdefiniowanych w normie badawczej (w przypadku drzwi PN-EN 1634-1 [5]) i w normach rozszerzających zastosowanie wyników badań (w przypadku drzwi stalowych, rozwieranych i wahadłowych PN-EN 15269-2 [13], w przypadku drzwi stalowych, przesuwanych PN-EN 15269-7 [14], w przypadku drzwi metalowych, profilowych, przeszklonych, rozwieranych i wahadłowych PN-EN 15269-5 [15]). Normy te określają szczegółowo sposób prowadzenia badań oraz zalecenia dla zlece-

niodawcy, dzięki którym może on osiągnąć najszerszy zakres zastosowania opisany później w klasyfikacji, a następnie w aprobacie technicznej (AT). Przed badaniem zleceniodawca powinien ustalić zakres zastosowania elementu, ponieważ od tego zależeć będzie konstrukcja elementów próbnych, rodzaj konstrukcji mocującej, rodzaj okuć, a także liczba niezbędnych badań. Próbkę drzwi poddana badaniu ogniowemu musi być w pełni reprezentatywna dla drzwi stosowanych w warunkach rzeczywistych. W związku z tym, że badanie prowadzi się z dwóch stron drzwi, należy badać dwa elementy próbne, chyba że element jest w pełni symetryczny, tj. identyczny z dwóch stron osi symetrii na grubości przekroju poprzecznego.

Analiza przyrostu temperatury w zależności od konstrukcji drzwi oraz strony poddanej oddziaływaniu ognia

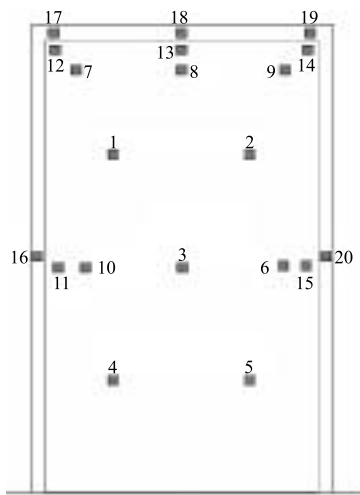
Porównano dwa rodzaje jednoskrzydłowych drzwi przeciwpożarowych o deklarowanej klasie odporności ogniowej EI₂ 30, przebadanych w Laboratorium Zakładu Badań Ogniowych Instytutu Techniki Budowlanej:

- **drzwi stalowe, profilowe, przeszklone** – skrzydło drzwiowe o wymiarach 1400 x 2400 x 80 mm (szerokość x wysokość x grubość), wykonane z jednokomorowego profilu stalowego wypełnionego specjalnym wkładem izolacyjnym; ościeżnica drzwi wykonana z takich samych profili, jak skrzydło drzwiowe;

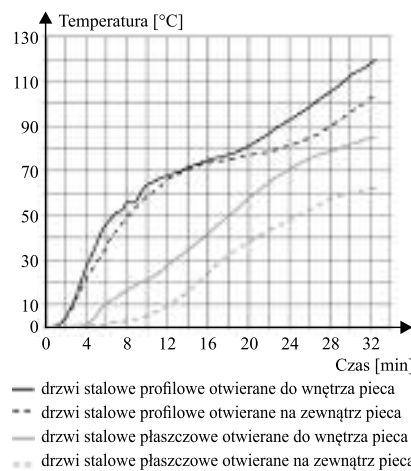
- **drzwi stalowe, płaszczowe, pełne** – skrzydło drzwiowe o wymiarach 950 x 2400 x 68 mm (szerokość x wysokość x grubość), wykonane z blachy stalowej grubości 0,6 mm; wypełnienie skrzydła stanowiła rama drewniana oraz wełna mineralna; ościeżnica o wymiarach 50 x 100 mm (szerokość x głębokość) wykonana z blachy stalowej grubości ok. 1 mm, wypełniona zaprawą cementowo-wapienną.

Próbki drzwi badano z obu stron oddziaływania ognia (od strony zawiasów i od strony przeciwnej do zawiasów). Porównano wartości średnich przyrostów temperatury na powierzchni skrzydła oraz ościeżnicy, które mierzo-

nych zgodnie z rysunkiem 2. Na rysunku 3 porównano średni przyrost temperatury na powierzchni skrzydeł drzwiowych otwieranych do wewnątrz oraz na zewnątrz pieca (średnia z wskazań termoelementów nr 1 ÷ 15), na rysunku 4 średni przyrost temperatury w odległości 25 mm od widocznej krawędzi skrzydeł drzwiowych otwieranych do wewnątrz oraz na zewnątrz pieca (średnia z wskazań termoelementów nr 11 ÷ 15), a na rysunku 5 średni przyrost temperatury na powierzchni ościeżnicy skrzydeł drzwiowych otwieranych do wewnątrz oraz na zewnątrz pieca (średnia z termoelementów nr 16 ÷ 20).

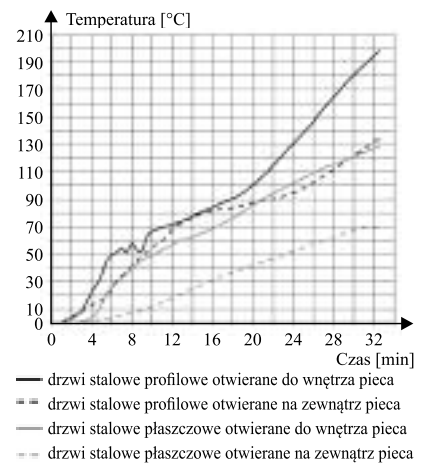


Rys. 2. Rozkład termoelementów na nienagrzewanej powierzchni elementu próbnego
 Fig. 2. Thermocouples arrangement of the test specimen unexposed face



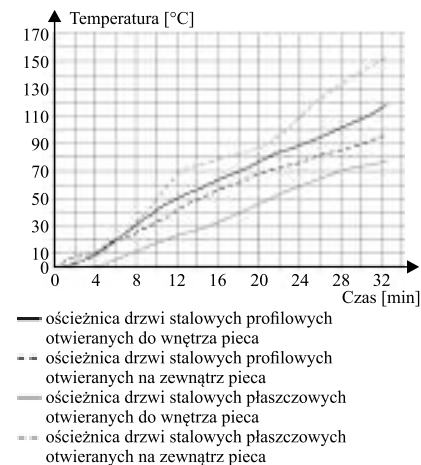
Rys. 3. Porównanie średnich przyrostów temperatury na powierzchni skrzydeł drzwiowych

Fig. 3. The comparison of the average temperature rates-of-rise on the door-leaves surfaces



Rys. 4. Porównanie średnich przyrostów temperatury na powierzchni skrzydeł drzwiowych, 25 mm od widocznej krawędzi skrzydła

Fig. 4. The comparison of the average temperature rates-of-rise on the door-leaves surfaces, 25 mm from the visible edge of the leaf



Rys. 5. Porównanie średnich przyrostów temperatury na powierzchni ościeżnicy

Fig. 5. The comparison of the average temperature rates-of-rise on the door frame surface

Podsumowanie

Z badań odporności ogniowej drzwi stalowych z ościeżnicami stalowymi wynika, że stal rozszerza się w ogniu, strona nagrzewana skrzydła próbuje rozszerzyć się w stosunku do strony nienagrzewanej i w efekcie stalowe skrzydło ma tendencję do wyginania się na górnej i dolnej krawędzi w kierunku na zewnątrz ognia. Analogicznie zachowuje się ościeżnica drzwiowa, ale z powodu zamocowania w konstrukcji mocującej nie przemieszcza się podczas badania tak bardzo jak skrzydło (w zależności od konstrukcji mocującej). Jeśli drzwi otwierają się w kierunku na zewnątrz ognia, wówczas górna i dol-

na krawędź próbuje wygiąć się w kierunku na zewnątrz ognia i od przemyka, co umożliwia utratę szczelności ogniowej. Jeśli drzwi otwierają się w kierunku do ognia, wówczas górna i dolna krawędź skrzydła będzie próbowała się wygiąć w kierunku na zewnątrz ognia i do przemyka, co wspomaga zachowanie szczelności ogniowej drzwi.

Na podstawie wyników badań stwierdzono, że duży wpływ na izolacyjność ogniową ma strona, z której drzwi zostaną poddane działaniu ognia. Z rysunków 3, 4, 5 wynika, że trudniejsze warunki nagrzewania są w przypadku skrzydła otwierającego się w kierunku do pieca, ponieważ skrzydło jest nagrzewane na całej długości oraz szerokości i nie jest chronione przez przemyk. Otwieranie w kierunku na zewnątrz pieca może być najgorszą sytuacją dla ościeżnicy, ponieważ większa jej część jest narażona na działanie ognia i przewodzi ciepło do nienagrzewanej powierzchni, mniejsza jest powierzchnia ościeżnicy po stronie nienagrzewanej, z której następuje oddawanie ciepła. Prawdopodobne jest, że różnica między zachowaniem izolacyjności ogniowej ościeżnicy a zachowaniem izolacyjności ogniowej skrzydła będzie decydować o zachowaniu izolacyjności ogniowej zestawu drzwiowego jako całości. W związku z tym, że skrzydło będzie zachowywało się gorzej, gdy otwiera się w kierunku do pieca, a ościeżnica będzie zachowywać się gorzej ze skrzydłem otwierającym się w kierunku na zewnątrz, to w celu oceny izolacyjności ogniowej kompletnego zestawu drzwiowego należy badać element próbną otwierający się w każdym kierunku.

W przypadku drzwi stalowych rozwieranych lub wahadłowych w ościeżnicy stalowej niemożliwe jest określenie „gorszej” strony badania umożliwiającej klasyfikację przy przeciwnym kierunku oddziaływania ognia. Możliwa jest jedynie identyfikacja kierunku nagrzewania pod-

czas badania (drzwi otwierane w kierunku na zewnątrz pieca), który umożliwia klasyfikację przy przeciwnym kierunku oddziaływania tylko w przypadku kryteriów szczelności ogniowej i promieniowania. W przypadku izolowanych stalowych skrzydeł drzwiowych w stalowych ościeżnicach wyniki badania w sztywnej standardowej konstrukcji mocującej nie mają zastosowania do podatnych konstrukcji, ani odwrotnie. Badania należy przeprowadzić dla każdego rodzaju standardowej konstrukcji mocującej. Odporność ogniowa drzwi przeciwpożarowych zależy od wielu czynników konstrukcyjnych oraz sposobu zamocowania. Istotne są zarówno materiały składowe użyte do wytworzenia skrzydła drzwiowego, jak i ościeżnicy. Nie da się ocenić klasy odporności ogniowej, czy też izolacyjności drzwi przeciwpożarowych na podstawie ich projektu lub specyfikacji materiałów składowych. Nawet niewielka zmiana w konstrukcji czy sposobie zamocowania może mieć duży wpływ na ich odporność ogniową, dlatego też jedynym sposobem na określenie rzeczywistej klasy odporności ogniowej jest wykonanie odpowiedniego badania.

Fotografie – archiwum ITB

Literatura

- [1] Izydorczyk D., Sędlak B., Sulik P. (2014): Fire Resistance of timber doors – Part II: Technical solutions and test results. „Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology”, No. 86, 129 – 132.
- [2] PN-EN 13501-2+A1:2010 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 2: Klasyfikacja na podstawie badań odporności ogniowej, z wyłączeniem instalacji wentylacyjnych.
- [3] PN-EN 1363-2:2001 Badania odporności ogniowej – Część 2: Procedury alternatywne i dodatkowe.
- [4] PN-EN 14600:2009 Drzwi, bramy i otwieralne okna o właściwościach odporności ogniowej i/lub dymoszczelności – Wymagania i klasyfikacja.
- [5] PN-EN 1634-1: 2014 Badania odporności ogniowej i dymoszczelności zespołów drzwiowych, żaluzjowych i otwieralnych okien oraz elementów okuć budowlanych – Część 1: Badania odporności ogniowej zespołów drzwiowych, żaluzjowych i otwieralnych okien.
- [6] Sędlak B. (2014): Bezsprosowe szklane ściany działowe o określonej klasie odporności ogniowej. „Świat Szkła”, R. 19 (nr 11), 24, 26, 28, 30.
- [7] Sędlak B. (2012): Metodyka badań odporności ogniowej drzwi przeszkłonych. Cz. 1. „Świat Szkła”, R. 17 (nr 3), 50 – 52, 60.
- [8] Sędlak B. (2012): Metodyka badań odporności ogniowej drzwi przeszkłonych. Cz. 2. „Świat Szkła”, R. 17 (nr 4), 55 – 58, 60.
- [9] Sędlak B. (2013): Systemy przegród aluminiowo-szklanych o określonej klasie odporności ogniowej. „Świat Szkła”, R. 18 (nr 10), 30 – 33, 41.
- [10] Sędlak B., Izydorczyk D., Sulik P. (2014): Fire Resistance of timber glazed partitions. „Annals of Warsaw University of Life Sciences – SGGW Forestry and Wood Technology”, No. 85, 221 – 225.
- [11] Sulik P., Sędlak B. (2015): Odporność ogniowa drewnianych przeszkłonych ścian działowych. „Świat Szkła”, R. 20 (nr 3).
- [12] Sulik P., Sędlak B., Izydorczyk D. (2014): Odporność ogniowa i dymoszczelność drzwi przeciwpożarowych na wyjściach awaryjnych z tuneli – badania i klasyfikacja. „Logistyka”, nr 6, 10104 – 10113.
- [13] PN-EN 15269-2:2013-03 Rozszerzone zastosowanie wyników badań odporności ogniowej i/lub dymoszczelności zespołów drzwiowych, żaluzjowych i otwieralnych okien, łącznie z ich elementami okuć budowlanych – Część 2: Odporność ogniowa zespołów drzwiowych stalowych, rozwieranych i wahadłowych.
- [14] PN-EN 15269-7:2010 Rozszerzone zastosowanie wyników badań odporności ogniowej i/lub dymoszczelności zestawów drzwiowych i żaluzjowych oraz otwieralnych okien, łącznie z elementami okuć budowlanych – Część 7: Odporność ogniowa stalowych przesuwanych zestawów drzwiowych.
- [15] PN-EN 15269-5:2014-08 Rozszerzone zastosowanie wyników badań odporności ogniowej i/lub dymoszczelności zespołów drzwiowych żaluzjowych i otwieralnych okien, łącznie z ich elementami okuć budowlanych – Część 5: Odporność ogniowa zespołów drzwiowych i otwieralnych okien, rozwieranych i wahadłowych, przeszkłonych, o obrabowaniu metalowym.

Przyjęto do druku: 12.05.2015 r.

Errata

W miesięczniku „Materiały Budowlane” nr 5/2015, w artykule pt. „Budowa i próbne obciążenie betonowego mostu łukowego” (autorzy: M. Salamak, G. Poprawa, M. Frączek) opublikowanym na str. 122 – 124, błędnie podano identyfikator DOI. Właściwy numer, pod którym artykuł jest dostępny w internecie oraz elektronicznych bazach czasopism to DOI: 10.15199/33.2015.05.52.