



WYTYCZNE CNBOP-PIB W-0003:2016

SYSTEMY ODDYMIANIA KLATEK SCHODOWYCH

Zespół redakcyjny:

dr inż. Grzegorz Kubicki
dr inż. Dariusz Ratajczak
mgr inż. Tomasz Kiełbasa

Zespół autorski:

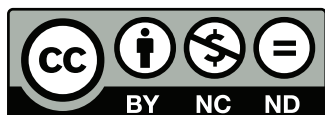
mgr inż. Marcin Cisek – Szkoła Główna Służby Pożarniczej, ekspert CNBOP-PIB
mgr inż. Tomasz Kiełbasa – CNBOP-PIB
dr inż. Małgorzata Król – Politechnika Śląska, ekspert CNBOP-PIB
dr inż. Grzegorz Kubicki – Politechnika Warszawska, ekspert CNBOP-PIB
mgr inż. Daniel Małozieć – CNBOP-PIB
mgr inż. Grzegorz Mroczko – CNBOP-PIB
dr inż. Dariusz Ratajczak – Przewodniczący Rady Redakcyjnej kwartalnika SITP „Ochrona Przeciwpożarowa”, ekspert CNBOP-PIB
mgr inż. Jacek Szczypiorski – Dowódca Jednostki Ratowniczo-Gaśniczej nr 1 w Sosnowcu, ekspert CNBOP-PIB
dr inż. Grzegorz Sztarbała – ARDOR, ekspert CNBOP-PIB
mgr inż. Izabela Tekielak-Skałka – doktorantka Politechniki Warszawskiej, ekspert CNBOP-PIB

Skład, łamanie, projekt graficzny:

Julia Pinkiewicz

WYTYCZNE CNBOP-PIB W-0003:2016, Wydanie 1, grudzień 2016

Nie wszystkie prawa zastrzeżone.



Ten utwór jest dostępny na licencji [Creative Commons](#)

[Uznanie autorstwa](#) – [Użycie niekomercyjne](#) – [Bez utworów zależnych](#)
4.0 Międzynarodowe (CC BY-NC-ND 4.0)

Wydawca:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego
Państwowy Instytut Badawczy
05-420 Józefów k/Otwocka
ul. Nadwiślańska 213
www.cnbop.pl

SPIS TREŚCI

PRZEDMOWA.....	5
1. WSTĘP	7
2. DEFINICJE, SYMBOLE I JEDNOSTKI	8
2.1. Definicje sformułowane dla potrzeb niniejszych wytycznych.....	8
2.2. Symbole, jednostki.....	11
2.3. Skróty	12
3. WYMAGANIE ODDYMIANIA KLATEK SCHODOWYCH.....	13
4. ZAŁOŻENIA DO SCENARIUSZY POŻAROWYCH DLA BUDYNKÓW WYPOSAŻONYCH W SYSTEMY ODDYMIANIA KLATEK SCHODOWYCH.....	14
4.1. Wprowadzenie.....	14
4.2. Budynki ZL IV średniowysokie z klatkami schodowymi nieobudowanymi lub niezamykanymi drzwiami przeciwpożarowymi	15
4.3. Budynki ZL IV wysokie	17
4.4. Budynki ZL IV średniowysokie z klatkami schodowymi obudowanymi i zamykanymi drzwiami przeciwpożarowymi.....	18
4.5. Budynki użyteczności publicznej średniowysokie i niskie.....	18
5. CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA EFEKTYWNOŚĆ SYSTEMÓW ODDYMIANIA KLATKI SCHODOWEJ.....	20
5.1. Wprowadzenie.....	20
5.2. Rozwój pożaru w pomieszczeniu – temperatura gazów pożarowych	20
5.3. Stratyfikacja termiczna	22
5.4. Siła oddziaływania wiatru	22
6. ZASADY PROJEKTOWANIA SYSTEMÓW ODDYMIANIA.....	23
6.1. Wprowadzenie.....	23
6.2. Powierzchnia obliczeniowa klatki schodowej.....	24
6.3. Określenie parametrów elementów wykonawczych systemów oddymiania grawitacyjnego	25
6.3.1. Parametry urządzeń oddymiających dla systemu grawitacyjnego	25
6.3.2. Napływ kompensacyjny dla systemu grawitacyjnego	25
6.4. Określenie parametrów elementów wykonawczych systemów oddymiania z nawiewem mechanicznym	26
6.4.1. Parametry urządzeń oddymiających w budynkach niskich i średniowysokich	26
6.4.2. Parametry urządzeń oddymiających w budynkach wysokich mieszkalnych.....	26
6.4.3. Wyznaczanie ilości powietrza na potrzeby mechanicznego nawiewu kompensacyjnego.....	27
6.4.4. Dobór urządzenia nawiewnego	28
6.5. Rozdział powietrza nawiewanego do klatki schodowej.....	28
6.6. Wymagania uzupełniające dla systemu oddymiania grawitacyjnego i systemu oddymiania z nawiewem mechanicznym	29

7. ZASADY PROWADZENIA ANALIZY NUMERYCZNEJ DLA SYSTEMÓW	
ODDYMIAKOWANIE KLATEK SCHODOWYCH.....	30
7.1. Cel wykonywania analiz obliczeniowej mechaniki płynów (CFD)	30
7.2. Programy komputerowe	31
7.3. Analiza skuteczności oddymiania klatki schodowej.....	31
7.3.1. Model obliczeniowy	31
7.3.2. Założenia do wykonywanej analizy	32
7.3.3. Przebieg analizy.....	33
7.3.4. Warunki początkowe wewnątrz i na zewnątrz.....	33
7.3.5. Czas analizy.....	33
7.3.6. Kryteria oceny skuteczności systemu oddymiania klatki schodowej.....	33
7.3.7. Raport z analizy CFD	33
8. WYMAGANIA DLA ZESTAWÓW DO ODPROWADZANIA DYMU I CIEPŁA	
Z KLATEK SCHODOWYCH.....	35
8.1. Wprowadzenie.....	35
8.2. Wymagania dla zestawów i ich elementów składowych.....	35
9. ZASILANIE I OKABLOWANIE SYSTEMU ODDYMIAKOWANIA.....	38
10. TESTOWANIE I NADZÓR NAD STANEM SYSTEMU ODDYMIAKOWANIA.....	42
10.1. Wprowadzenie	42
10.2. Testy odbiorowe	42
10.3. Testy okresowe	44
11. ZALECENIA USPRAWNIAJĄCE DZIAŁANIE EKIP RATOWNICZYCH.....	45
11.1. Wymagania obligatoryjne	45
11.2. Wymagania fakultatywne	46
11.2.1. Oznakowanie.....	46
11.2.2. Sterowanie.....	46
11.2.3. Alarmowanie użytkowników.....	47
11.2.4. Obowiązki ochrony budynku	47
LITERATURA.....	48
ZAŁĄCZNIK 1: PRZYKŁADY WYZNACZANIA POWIERZCHNI OBLICZENIOWEJ	
(A_{KS-O}) DLA KLATEK SCHODOWYCH O RÓŻNEJ KONSTRUKCJI.....	51
ZAŁĄCZNIK 2: POWIERZCHNIE NIESZCZELNOŚCI WYBRANYCH PRZEGRÓD	
WYSTĘPUJĄCYCH W KLATCE SCHODOWEJ.....	56
ZAŁĄCZNIK 3: WZÓR PROTOKOŁU TESTU ODBIOROWEGO.....	58
ZAŁĄCZNIK 4: WZÓR PROTOKOŁU TESTU OKRESOWEGO.....	59

PRZEDMOWA

Zgodnie z obowiązującymi przepisami [26-28] użytkownicy budynku powinni mieć, w razie pożaru, zapewnioną możliwość ewakuacji lub przetrwania pożaru wewnątrz budynku. Zawsze powinno być także uwzględniane bezpieczeństwo ekip ratowniczych. Istotnym problemem podczas ewakuacji i prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych w budynkach wielokondygnacyjnych jest duże zadymienie pionowych dróg ewakuacyjnych. Dotyczy to w szczególności klatek schodowych bez systemu usuwania dymu oraz oddymianych grawitacyjnie. Jak wykazuje praktyka, projektowane zgodnie z istniejącymi normami i wytycznymi systemy oddymiania często nie gwarantują uzyskania zakładanej efektywności. Poprawę tej sytuacji powinno przynieść wprowadzenie nowych wytycznych.

Niniejsze wytyczne to wynik pracy podjętej przez CNBOP-PIB wspólnie z Partnerami zewnętrznymi, występującymi w niniejszych wytycznych w roli Ekspertów CNBOP-PIB. Źródłem wiedzy stanowiącej podstawę wymagań sformułowanych w niniejszych wytycznych były dane statystyczne na temat pożarów w obiektach budowlanych [1], wyniki krajowych i międzynarodowych prac naukowo-badawczych [2-7], w tym wyniki uzyskane w ramach programu badawczego „Bezpieczna ewakuacja”¹, oraz doświadczenia własne autorów wynikające z realizowanych

dotychczas różnorodnych przedsięwzięć o charakterze koncepcyjno-projektowym, wykonawczym, normalizacyjnym lub eksperckim w przedmiotowym obszarze.

Wytyczne przeznaczone są dla uczestników procesu inwestycyjnego w tym architektów i projektantów systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych w obiektach budowlanych, właścicieli i zarządców tych obiektów, rzeczoznawców ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz funkcjonariuszy pionu kontrolno-rozpoznawczego Państwowej Straży Pożarnej, jak również dla producentów wyrobów służących ochronie przeciwpożarowej. Niniejsze wytyczne mają na celu wskazanie propozycji zasad ujednolicenia projektowania systemów zabezpieczeń przeciwpożarowych w budynkach pod kątem możliwości skutecznego użycia tych systemów podczas ewakuacji a także ich wykorzystania przez służby ratownicze prowadzące działania ratowniczo-gaśnicze.

Zalecenia dotyczące klasyfikacji systemu, optymalizacji wyboru rozwiązań technicznych dla różnego rodzaju obiektów oraz metodyka projektowa, oparte zostały o analizę zjawisk fizycznych wpływających na efektywność usuwania dymu z klatek schodowych. Dzięki temu wytyczne dają możliwość zaprojektowania systemu oddymiania o efektywności dostosowanej do konkretnego obiektu.

¹ www.bezpiecznaewakuacja.pl

1 / WSTĘP

Wytyczne zawierają opis zalecanych konfiguracji urządzeń, w powiązaniu z układem architektury wewnętrznej obiektu. Przedstawiają cel i sposób działania systemu oddymiania klatki schodowej, definiują rolę wszystkich jego elementów oraz wzajemną ich współzależność, określają parametry elementów wykonawczych systemu oraz przedstawiają procedury i dokumenty niezbędne do odbioru, właściwego nadzoru i konserwacji instalacji. Zalecenia wytycznych dotyczą wszystkich uczestników procesu projektowania, wykonania i nadzoru nad stanem instalacji.

Przedmiotem wytycznych są systemy oddymiania klatek schodowych w budynkach, w których ich zastosowanie jest wymagane przez przepisy techniczno-budowlane. Wobec dużego zróżnicowania konstrukcji i układu klatek schodowych spotykanych w budownictwie zakres stosowania wytycznych do-

precyzowany został w dalszych rozdziałach. W innych budynkach projektowanie i wykonanie systemu oddymiania zgodnie z niniejszymi wytycznymi może być realizowane, pod warunkiem potwierdzenia skuteczności przyjętych rozwiązań za pomocą analiz numerycznych i testów dymowych.

Zabezpieczenie przed zadymieniem i oddymianie poziomych dróg ewakuacyjnych, nie stanowiących części przestrzeni klatek schodowych, pozostaje poza zakresem rozwiązań opisanych w niniejszych wytycznych.

System oddymiania klatek schodowych nie stanowi instalacji oddymiania korytarzy przyległych do klatki schodowej. Oddymianie szybów windowych wydzielonych z przestrzeni klatki schodowej nie jest objęte zakresem niniejszych wytycznych.

2 / DEFINICJE, SYMBOLE I JEDNOSTKI

2.1. Definicje sformułowane dla potrzeb niniejszych wytycznych

CENTRALA STERUJĄCA ODDYMIA NIEM

elektryczne urządzenie przyjmujące sygnał alarmu pożarowego z własnych czujek dymu i/lub systemu sygnalizacji pożarowej, służące do sterowania wszystkimi elementami wykonawczymi w systemie oddymiania klatki schodowej, takimi jak np. klapy dymowe, okna oddymiające, wentylatory nawiewne, zamknięcia otworów kompensacyjnych, przepustnice, itd.

DRZWI PRZECIWPOŻAROWE

drzwi o klasie odporności ogniowej co najmniej EI30 (z samozamykaczem).

DUSZA SCHODÓW

wolna przestrzeń przekroju klatki schodowej znajdująca się pomiędzy biegami schodów.

KLAPA DYMOWA (STROPOWE URZĄDZENIE ODDYMIAJĄCE)

urządzenie służące do odprowadzenia dymu z przestrzeni klatki schodowej na zewnątrz budynku, zamontowane w stropie klatki schodowej (w rozumieniu normy PN-EN 12101-2 [39]).

KLATKA SCHODOWA NIEWYDZIELONA

przestrzeń klatki schodowej nie oddzielona od przyległych pomieszczeń lub korytarzy.



KLATKA SCHODOWA WYDZIELONA

przestrzeń klatki schodowej autonomicznej lub wspólnej z szybem dźwigu, obudowana na całej wysokości i oddzielona od poziomych dróg ewakuacyjnych oraz przyległych pomieszczeń drzwiami przeciwpożarowymi.

NAWIEW MECHANICZNY

nawiew powietrza do przestrzeni klatki schodowej realizowany przez instalację nawiewną zawierającą wentylator, dostarczający całe, wymagane dla procesu oddymiania, powietrze zewnętrzne do klatki schodowej w jej dolnej części

MINIMALNY OBLICZENIOWY STRUMIEŃ POWIETRZA NAWIEWANEGO DO KLATKI SCHODOWEJ

strumień powietrza dostarczanego do klatki schodowej przez nawiew mechaniczny, pozwalający na uzyskanie wymaganej prędkości w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni obliczeniowej klatki schodowej

ODDYMIANIE GRAWITACYJNE

oddymianie wykorzystujące klapę dymową lub ściennie urządzenie oddymiające w najwyższej części klatki schodowej oraz napływ powietrza realizowany przez otwory kompensacyjne w dolnej części klatki schodowej.

ODDYMIANIE Z NAWIEWEM MECHANICZNYM

oddymianie wykorzystujące klapę dymową lub ściennie urządzenie oddymiające na najwyższej kondygnacji klatki schodowej oraz mechaniczny nawiew kompensacyjny w dolnej części klatki schodowej.

OTWORY KOMPENSACYJNE

otwory do napływu powietrza kompensacyjnego wraz z ich zamknięciami (np. drzwi, okna, żaluzje itp.), łączące przestrzeń klatki schodowej z przestrzenią zewnętrzną, uruchamiane (otwierane) przez system oddymiania klatki schodowej.

POWIERZCHNIA CZYNNA

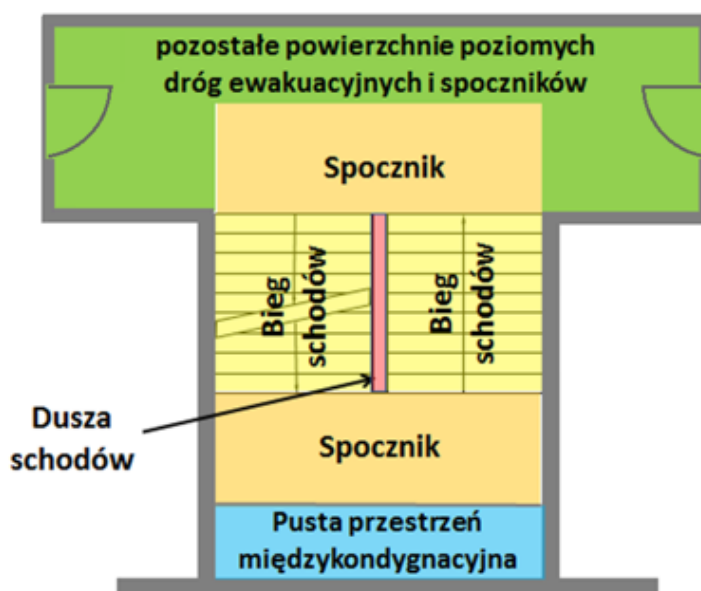
iloczyn pola powierzchni geometrycznej otworu i aerodynamicznego współczynnika przepływu.

POWIERZCHNIA EFEKTYWNA OTWORU KOMPENSACYJNEGO

pole powierzchni netto, przez które przepływa strumień powietrza kompensacyjnego. Pole powierzchni netto stanowi sumę wartości pól wszystkich nieprzesłoniętych otworów, zmierzonych w płaszczyźnie największego ograniczenia powierzchni przepływu pod kątem prostym do kierunku przepływu powietrza przez dany otwór.

POWIERZCHNIA KLATKI SCHODOWEJ (A_{KS})

powierzchnia zdefiniowana w projekcie architektonicznym jako klatka schodowa, wraz z korytarzami i innymi przestrzeniami nieoddzielonymi od niej za pomocą przegród budowlanych. Na powierzchni klatki schodowej można wyróżnić obszary uwidocznione na Rys. 2.1.



Rys. 2.1. Obszary tworzące przestrzeń klatki schodowej

POWIERZCHNIA OBLICZENIOWA KLATKI SCHODOWEJ (A_{KS-O})

powierzchnia zredukowana, tj. ograniczona biegami, spocznikami i niezabudowaną przestrzenią w obrębie klatki schodowej, bez wliczania powierzchni przyległych holi, przedsionków i korytarzy.

PRZESTRZEŃ ZEWNĘTRZNA

przestrzeń otaczająca budynek.

SYSTEM ODDYMIANIA KLATKI SCHODOWEJ

zestaw wyrobów do odprowadzania dymu i ciepła [33, 34] z klatki schodowej, dobranych pod kątem ich właściwego współdziałania. Przydatność zestawu do stosowania w budownictwie powinna być potwierdzona przez CNBOP-PIB Certyfikatem Zgodności z Aprobatą Techniczną (od 01.01.2017 r. Krajowym Certyfikatem Stałości Właściwości Użytkowych na zgodność z Krajową Oceną Techniczną), wydanymi dla zestawu wyrobów i dla którego producent wystawił krajową deklarację zgodności (od 01.01.2017 r. krajową deklarację właściwości użytkowych) oraz oznakował zestaw wyrobów znakiem budowlanym.

W skład systemu oddymiania klatki schodowej wchodzi elementy wymienione w Tabeli 8.1 w rozdziale 8.2 wytycznych.

SYSTEM SAMOCZYNNY

system działający bez ingerencji człowieka

ŚCIENNE URZĄDZENIE ODDYMIAJĄCE

samoczynnie otwierane urządzenia do pozycji, w której pełnią funkcję odprowadzania dymu z przestrzeni klatki schodowej na zewnątrz budynku, zamontowane w zewnętrznej ścianie klatki schodowej w jej najwyższej części. Ściennym urządzeniem oddymiającym może być okno oddymiające, dysza oddymiająca lub inne certyfikowane, na zgodność z normą PN-EN 12101-2 [39], urządzenie oddymiające przeznaczone do montażu ściennego.

URZĄDZENIE ODDYMIAJĄCE

kłapa dymowa lub ścienne urządzenie oddymiające

ZASILACZ SYSTEMU ODDYMIANIA KLATKI SCHODOWEJ

źródło, zasób energii albo środki do automatycznego przełączania pomiędzy wydzielonymi źródłami energii, które mogą być przeznaczone do zasilania systemów elektrycznych niskiego i bardzo niskiego napięcia lub wymaganej ich kombinacji, certyfikowane na zgodność z PN-EN 12101-10 [41].

2.2. Symbole, jednostki

SYMBOL/ JEDNOSTKA	DEFINICJA
A_{cz}	powierzchnia czynna kłapy dymowej lub ściennego urządzenia oddymiającego [m ²]
$A_{cz_komp.}$	powierzchnia czynna otworów kompensacyjnych [m ²]
A_{drzwi}	powierzchnia (netto) otwartych drzwi, prowadzących z klatki schodowej do przestrzeni objętej pożarem [m ²]
A_e	całkowita efektywna powierzchnia nieszczelności na drodze, którą przepływa powietrze z przestrzeni o podwyższonym ciśnieniu [m ²]
$A_{e_ściany}$	powierzchnia nieszczelności ścian klatki schodowej [m ²]
A_{e_strop}	powierzchnia nieszczelności stropu klatki schodowej [m ²]
A_{e_drzwi}	powierzchnia nieszczelności drzwi klatki schodowej [m ²]
A_{e_okna}	powierzchnia nieszczelności okien klatki schodowej [m ²]
A_{e_inne}	powierzchnia innych, niezdefiniowanych nieszczelności klatki schodowej [m ²]
A_{KS}	powierzchnia klatki schodowej [m ²]
A_{KS-O}	powierzchnia obliczeniowa klatki schodowej [m ²]
A_{komp_eff}	powierzchnia efektywna otworów kompensacyjnych [m ²]
A_{komp_geom}	powierzchnia geometryczna otworów kompensacyjnych [m ²]
A_{odd_geom}	powierzchnia geometryczna urządzeń oddymiających [m ²]

SYMBOL/ JEDNOSTKA	DEFINICJA
c_v	aerodynamiczny współczynnik przepływu [-]
t_{odd}	czas oddymienia klatki schodowej [s]
$V_{\text{kanały}}$	strumień powietrza przepływającego przez nieszczelności instalacji nawiewnej na drodze od czerpni powietrza do kraty nawiewnej [m^3/h]
$V_{n_{\text{min}}}$	minimalny obliczeniowy strumień powietrza nawiewanego do klatki schodowej [m^3/h]
$V_{n_{\text{max}}}$	maksymalny obliczeniowy strumień powietrza nawiewanego do klatki schodowej [m^3/h]
V_{n_p}	strumień powietrza przepływającego przez nieszczelności klatki schodowej [m^3/h]
V_{n1}	wydajność instalacji nawiewnej obliczana jako suma minimalnego obliczeniowego strumienia powietrza ($V_{n_{\text{min}}}$) oraz strumienia powietrza przepływającego przez nieszczelności klatki schodowej (V_{n_p}), [m^3/h]
V_{n2}	wydajność instalacji nawiewnej obliczana jako suma minimalnego obliczeniowego strumienia powietrza ($V_{n_{\text{min}}}$) oraz strumienia powietrza jaki może wypłynąć przez otwarte drzwi do przestrzeni objętej pożarem (V_{n_v}), [m^3/h]
V_{n_v}	strumień powietrza jaki może wypłynąć przez otwarte drzwi do przestrzeni objętej pożarem [m^3/h]
V_{odd}	strumień powietrza przepływający przez urządzenie oddymiające [m^3/h]
V_{went}	wydajność wentylatora nawiewającego powietrze do klatki tzw. kompensacyjnego [m^3/h]
$\overline{w}_{\text{odd}}$	prędkość średnia przepływu powietrza w przekroju urządzenia oddymiającego [m/s]
w_{KS}	prędkość średnia przepływu powietrza w przekroju klatki schodowej [m/s]

2.3. Skróty

SKRÓT	DEFINICJA
CFD	Computational Fluid Dynamics (obliczeniowa mechanika płynów)
CSO	centrala sterująca oddymianiem
CSP	centrala sygnalizacji pożarowej
RPO	ręczny przycisk oddymiania
ROP	ręczny ostrzegacz pożarowy
SIUP	system integrujący urządzenia przeciwpożarowe
WT	warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, określone w rozporządzeniu ministra właściwego ds. budownictwa [28]
WTU	wymagania techniczno-użytkowe dla wyrobów stosowanych w ochronie przeciwpożarowej, określone w załączniku do rozporządzenia ministra właściwego ds. wewnętrznych [32]
ZL	kategoria zagrożenia ludzi

3 /

WYMAGANIE ODDYMIANIA
KLATEK SCHODOWYCH

Jak stanowi § 245 pkt 1 i 2 rozporządzenia Ministra Infrastruktury [28], klatki schodowe w budynkach średniowysokich użyteczności publicznej (ZL I, II i III) i zamieszkania zbiorowego (ZL V), a także w budynkach niskich ZL II i niektórych przemysłowych, powinny być obudowane i zamykane drzwiami oraz wyposażone w urządzenia zapobiegające zadymieniu lub służące do usuwania dymu.

Zgodnie z § 256 ust. 2 rozporządzenia [28], urządzenia takie powinny być również zastosowane w klatkach schodowych (obudowanych i zamykanych drzwiami o klasie odporności ogniowej co najmniej EI 30), wejścia do których mają stanowić koniec dojścia ewakuacyjnego. Dotyczy to także budynków mieszkalnych wielorodzinnych (ZL IV). Gdy klatka schodowa nie spełnia wymienionych warunków, do długości dojścia ewakuacyjnego wliczana jest długość drogi ewakuacyjnej biegnącej wzdłuż biegów i spoczników klatki schodowej. Może to powodować przekroczenie dopuszczalnej długości dojścia ewakuacyjnego (na pokonanie jednej kondygnacji budynku przypada co najmniej 12 m długości drogi), wynoszącej przy jednym kierunku ewakuacji:

- 10 m w strefach pożarowych ZL I, II i V,
- 30 m (w tym 20 m na poziomej drodze ewakuacyjnej) w ZL III,
- 60 m (w tym 20 m na poziomej drodze ewakuacyjnej) w ZL IV,

a przy 2 dojściach ewakuacyjnych:

- 40 m w strefach pożarowych ZL I, II i V,
- 60 m w ZL III,

- 100 m w ZL IV.

Należy zaznaczyć, że wymienione dopuszczalne długości dojścia ewakuacyjnego ulegają powiększeniu o 50%, gdy droga ewakuacyjna jest chroniona samoczynnymi urządzeniami oddymiającymi uruchamianymi za pomocą systemu wykrywania dymu.

Zagadnienie przekroczenia dojścia ewakuacyjnego dotyczy wszystkich średniowysokich i wielu niskich budynków użyteczności publicznej, a także wymienionych budynków mieszkalnych wielorodzinnych (ZL IV):

- przeważającej większości średniowysokich, w których zapewniony jest tylko jeden kierunek ewakuacji,
- niektórych niskich.

Należy zaznaczyć, że zgodnie z § 246 ust. 5 pkt 3 rozporządzenia [28], samoczynne urządzenia oddymiające uruchamiane za pomocą systemu wykrywania dymu, są wymagane w klatkach schodowych budynków wysokich ZL IV, jako korzystna alternatywa w stosunku do urządzeń zapobiegających zadymieniu.

O ile sposób stosowania urządzeń zapobiegających zadymieniu, stanowiących najbardziej skuteczne, ale jednocześnie kosztowne rozwiązanie techniczne, chroniące przed zadymieniem drogi ewakuacyjne, jest w świetle normalizacji europejskiej (i polskiej), określony jednoznacznie, sposób projektowania i odpowiedniego wykorzystania urządzeń oddymiających nie został dotychczas wystarczająco określony.

4 / ZAŁOŻENIA DO SCENARIUSZY POŻAROWYCH DLA BUDYNKÓW WYPOSAŻONYCH W SYSTEMY ODDYMIANIA KLATEK SCHODOWYCH

4.1. Wprowadzenie

Zgodnie z § 2 ust. 3 rozporządzenia MSWiA [30], opis sekwencji zdarzeń możliwych w czasie pożaru, reprezentatywnego dla rozpatrywanego miejsca jego wystąpienia, uwzględniający sposób funkcjonowania urządzeń przeciwpożarowych i rozwiązania organizacyjne niezbędne do właściwego funkcjonowania projektowanych zabezpieczeń, zawierany jest w scenariuszu pożarowym. Poniżej przedstawiono założenia do scenariuszy pożarowych dla typowych rodzajów budynków, wymagających w myśl przepisów techniczno-budowlanych wyposażenia klatek schodowych w systemy oddymiania.

Oddymianie klatek schodowych może być realizowane przy pomocy:

- 1) naturalnego przepływu powietrza i dymu, wywołanego ciągiem termicznym i stratyfikacją termiczną dymów pożarowych, od punktu nawiewu kompensacyjnego do punktu odbioru powietrza i dymu (klapy dymowej lub ściennego otworu oddymiającego) – opisaną metodę wykorzystującą **systemy oddymiania grawitacyjnego**;
- 2) wymuszonego przepływu powietrza i dymu od punktu nawiewu kompensacyjnego do punktu odbioru powietrza i dymu, wywołanego działaniem instalacji nawiewu mechanicznego; wpływ naturalnych zjawisk kształtujących przepływ powietrza i dymu na efektywność usuwania dymu jest w tym przypadku ograniczony; zachowanie wymaganego przepływu przy dynamicznie zmieniających się warunkach pożarowych oraz częstej zmianie położenia drzwi na klatce schodowej wymaga stosowania wentylatorów ze zmiennym wydatkiem – opisaną metodę wykorzystującą **systemy oddymiania z nawiewem mechanicznym**.

W niniejszych wytycznych nie zostały uwzględnione systemy oddymiania wykorzystujące do ukierunkowania przepływu powietrza i dymu w przestrzeni klatki schodowej wentylatory oddymiające (wyciągowe). Systemy takie nie gwarantują spełnienia, opisanych w dalszych punktach rozdziału 4, wymagań stawianych instalacjom oddymiania wykorzystującym elementy mechaniczne. Ponadto systemy takie mogą stwarzać dodatkowe zagrożenie dla ekip ratowniczych oraz narażać na zniszczenie elementy wykonawcze systemu w wyniku ciągłego zasysania gorą-

cych dymów i gazów pożarowych (o temperaturze przekraczającej 600°C) do przestrzeni klatki schodowej.

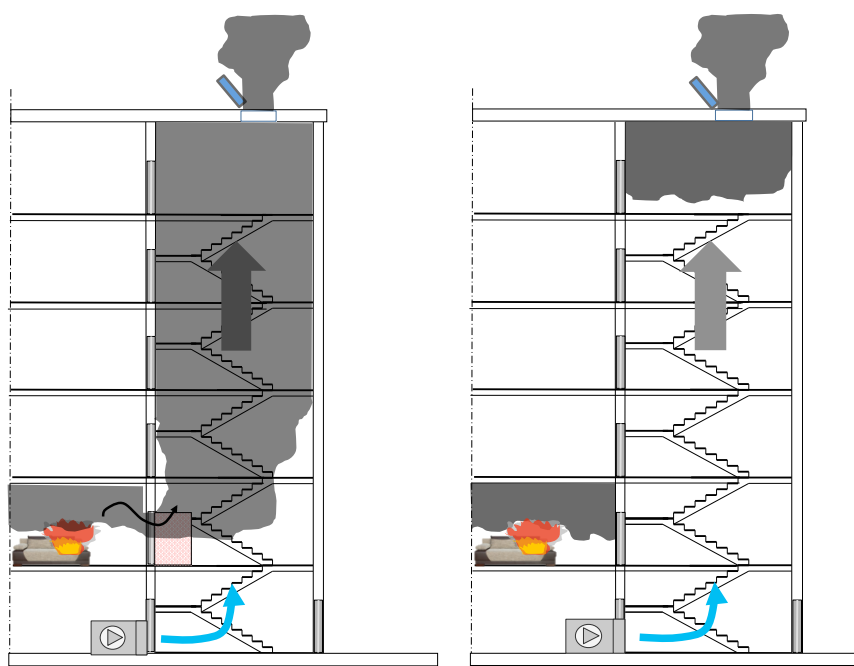
4.2. Budynki ZL IV średniowysokie z klatkami schodowymi nieobudowanymi lub niezamykanymi drzwiami przeciwpożarowymi

W scenariuszach pożarowych dla takich budynków należy rozpatrywać dwa możliwe przypadki pożaru powstałego w jednym z mieszkań:

- 1) gdy osoba znajdująca się w mieszkaniu, świadoma powstania w nim pożaru, będzie je opuszczać, zostawiając za sobą – jak to powszechnie ma miejsce – otwarte drzwi,
- 2) gdy w mieszkaniu nie ma nikogo lub pozostała w nim osoba nieświadoma pożaru.

Ze względu na brak wymagań pożarowych dla drzwi prowadzących z mieszkań na klatkę schodową, pożar może poprzez te drzwi bardzo szybko zagrażać mieszkaniom sąsiednim. Trzeba zaznaczyć, że w budynku, w którym klatka schodowa prowadzi również do garażu, powinna być od niego oddzielona co najmniej drzwiami EI 30 S_m (EI 30 S₂₀₀ – wg PN-EN 13501-4:2016-07 [38]).

W pierwszym przypadku pożaru, ze względu na brak samozamykacza w drzwiach, od momentu ich otwarcia, dym będzie wypływać na klatkę schodową w sposób ciągły. Celem działania **systemu z nawiewem mechanicznym**, niezbędnego w tych budynkach, będzie niedopuszczenie do zadymienia klatki schodowej poniżej poziomu kondygnacji, na której powstał pożar (rys. 4.1). Powinno to, po spełnieniu określonych warunków, umożliwić ewakuację ludzi z tej i niższych kondygnacji, i ułatwić działanie ekip ratowniczych. System oddymiania, dzięki odpowiedniemu ukierunkowaniu przepływu dymu na zewnątrz budynku, będzie też utrudniać napływ dymu poprzez ewentualne nieszczelności w drzwiach, do mieszkań położonych powyżej kondygnacji, na której pożar powstał. Dodatkowo, po ugaszeniu pożaru, system umożliwi szybkie oczyszczenie klatki schodowej z dymu.



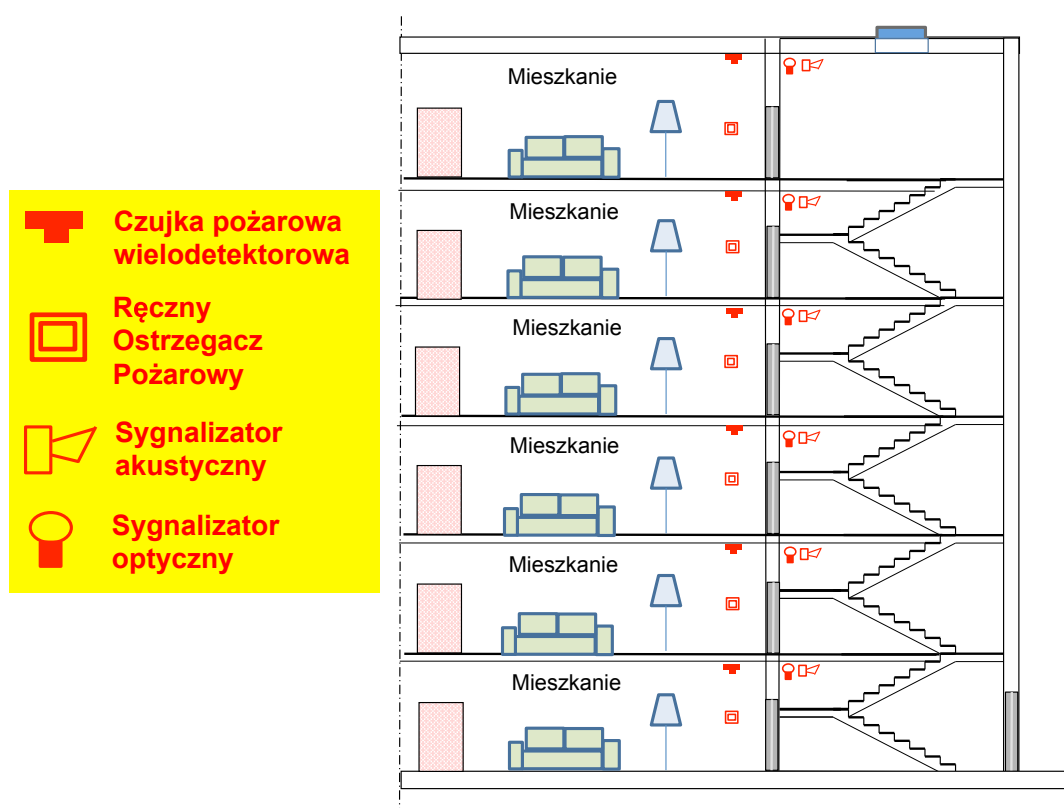
Rys. 4.1. Działanie systemu oddymiania z nawiewem mechanicznym w budynkach ZL IV średniowysokich z klatkami schodowymi nieobudowanymi, niezamykanymi drzwiami przeciwpożarowymi, w budynkach ZL IV wysokich, a także w budynkach użyteczności publicznej

W drugim z przedstawionych przypadków dym znacznie w znaczących ilościach wypływać na klatkę schodową dopiero po przepaleniu drzwi przez ogień. Od tego momentu ewakuacja ludzi z kondygnacji, na której powstał pożar – tych najbardziej zagrożonych – będzie najczęściej już niemożliwa.

Przedstawione uwarunkowania należy brać pod uwagę przy rozpatrywaniu sposobu, w jaki w omawianym rodzaju budynków powinien być uruchamiany system oddymiania z nawiewem mechanicznym.

1. Najwyższy poziom bezpieczeństwa będzie zapewniony wtedy, gdy nastąpi natychmiastowe uruchomienie systemu oddymiania na sygnał ze znajdującej się w korytarzu/przedpokoju każdego mieszkania, przy drzwiach wyjściowych na klatkę schodową, dwudetektorowej czujki pożarowej (zawierającej jeden detektor dymu, działającej w sposób zapewniający możliwe najszybsze, pewne wykrycie pożaru przy jednoczesnej, możliwie najwyższej odporności na generowa-

nie fałszywych alarmów) albo w wyniku użycia zlokalizowanego również tam ręcznego ostrzegacza pożarowego (Rys. 4.2). Sygnał o pożarze będzie samoczynnie przekazywany, na zasadach analogicznych do określonych w § 158 ust. 1 oraz 3 rozporządzenia [28], do całodobowo działającej ochrony lub administracji obiektu, która powiadamiałaby telefonicznie o zaistniałej sytuacji stanowisko kierowania Państwowej Straży Pożarnej. Sygnalizator akustyczny, o głośności dostosowanej do potrzeb osób z tej samej kondygnacji, wraz z sygnalizatorem optycznym „POŻAR” nad drzwiami mieszkania, w którym pożar powstał, będzie informować o konieczności szybkiej ewakuacji. Sygnalizatory te będą jednocześnie informować o miejscu, w którym alarm został wygenerowany. W razie, gdyby alarm okazał się fałszywy, umożliwi to obarczenie odpowiedzialnością cywilną właściciela danego mieszkania.



Rys. 4.2. Rozmieszczenie czujek pożarowych i ręcznych ostrzegaczy pożarowych na korytarzach/w przedpokojach mieszkań

2. Drugi możliwy sposób uruchamiania systemu oddymiania, mniej doskonały, jest oparty na rozmieszczeniu czujek pożarowych na klatce schodowej, co najmniej po jednej na każdej kondygnacji (Rys. 4.3). Uruchamianie systemu, a również przekazywanie sygnału o pożarze do całodobowo działającej ochrony lub administracji obiektu, która powiadamiałaby o zaistniałej sytuacji stanowisko kierowania Państwowej Straży Pożarnej, będzie następować w przypadku zadziałania co najmniej dwóch czujek pożarowych (koincydencja). Będzie to ograniczać w maksymalnym stopniu możliwość pojawiania się alarmów fałszywych, bardzo niepożądanych w budynkach mieszkalnych.

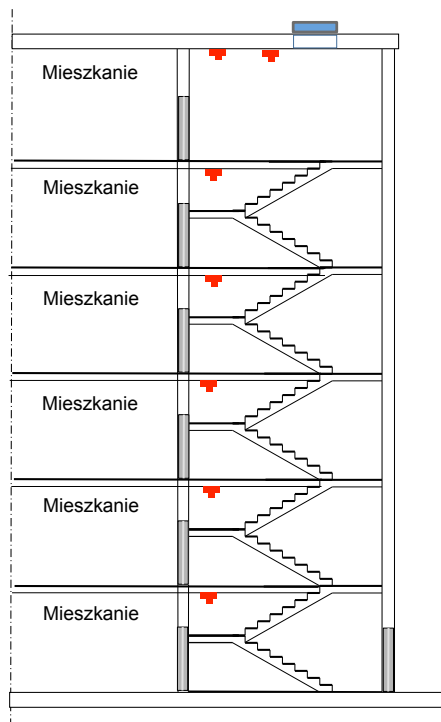
Należy zwrócić uwagę, że w sytuacji gdy drzwi z mieszkania, w którym powstał pożar, pozostałyby zamknięte, sposób alarmowania opisany w punkcie 2 powyżej, byłby nieskuteczny (tj. działałby ze znacznym opóźnieniem). Mając na uwadze bezpieczeństwo użytkowników budynku, w korytarzu/przedpokoju każdego mieszkania, przed drzwiami wyjściowymi na klatkę schodową, rekomendowane jest zamontowanie autonomicznej czujki pożarowej, której sygnał dźwiękowy informowałby sąsiadów

o konieczności ewakuacji i telefonicznego powiadomienia o pożarze Państwowej Straży Pożarnej.

Gdy system oddymiania nie uruchomi się samoczynnie przed przybyciem zastępów straży pożarnej, ze względu na niewydostanie się na klatkę schodową z mieszkania objętego pożarem dymu w ilości niezbędnej do wywołania alarmu (wtedy jednak szybkie uruchomienie systemu nie będzie konieczne), ekipy prowadzące działania ratowniczo-gaśnicze powinny posiadać możliwość uruchomienia systemu oddymiania po przybyciu do budynku, dostając się do miejsca, w którym zainstalowano centralę sterującą oddymianiem (CSO) i ręczny przycisk oddymiania (RPO).

4.3. Budynki ZL IV wysokie

W budynkach wysokich, ze względu na obowiązek wydzielenia klatek schodowych i mieszkań pomiędzy sobą na 60-minutowy czas pożaru, i stosowanie drzwi do mieszkań EI 30, za w pełni wystarczający należy uznać drugi z podanych w rozdz. 4.2 sposobów uruchamiania systemu oddymiania (rys. 4.3.), bez konieczności uzupełniania go autonomicznymi czujkami dymu w mieszkaniach.

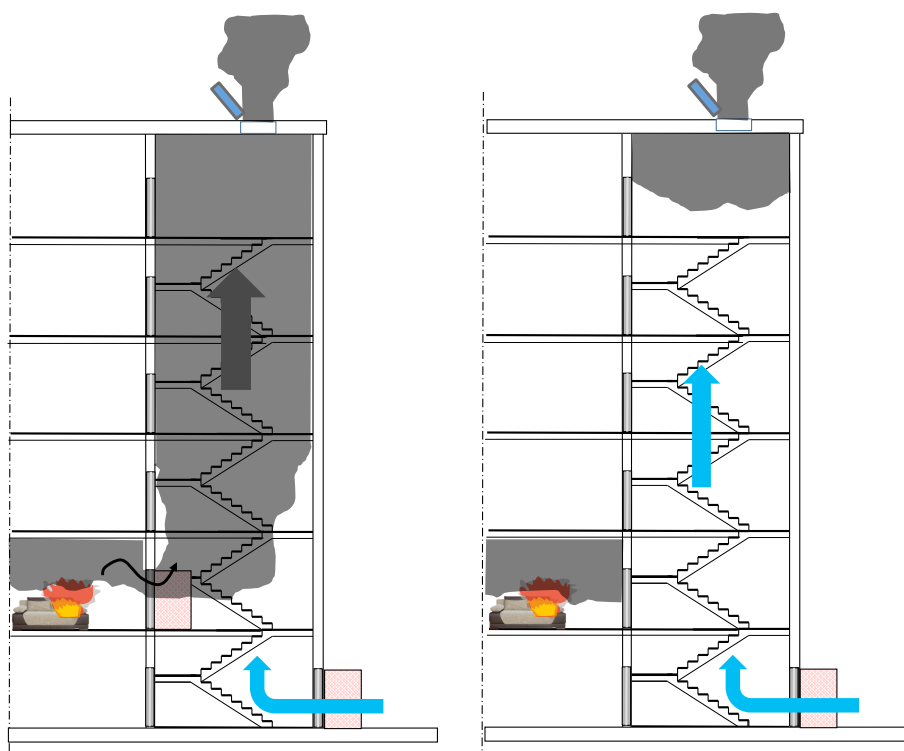


Rys. 4.3. Rozmieszczenie czujek pożarowych na klatce schodowej na każdej kondygnacji budynku

4.4. Budynki ZL IV średniowysokie z klatkami schodowymi obudowanymi i zamykanymi drzwiami przeciwpożarowymi

W budynkach tych, ze względu na lepsze zabezpieczenie zarówno klatki schodowej, jak i mieszkań sąsiadujących z tym, w którym powstał pożar, oddymianie klatki schodowej powinno być w postaci grawitacyjnej z otworami oddymiającymi w postaci

klap dymowych i otworami do napływu powietrza kompensacyjnego (rys. 4.4.). Uruchamianie systemu powinno być dokonywane przy pomocy ręcznych przycisków oddymiania, usytuowanych przy wyjściu z budynku i co najmniej na co trzeciej kondygnacji. Powiadomianie o pożarze Państwowej Straży Pożarnej dokonywane byłoby telefonicznie. Należy zaznaczyć, że ze względu na wysoką podatność na wpływ wiatru, stosowanie ściennych urządzeń oddymiających jako punktów usuwania dymu z przestrzeni klatki schodowej, nie jest w systemach grawitacyjnych zalecane.



Rys. 4.4. Działanie systemu oddymiania grawitacyjnego w budynku z klatką schodową obudowaną i zamykaną drzwiami przeciwpożarowymi

4.5. Budynki użyteczności publicznej średniowysokie i niskie

W budynkach średniowysokich użyteczności publicznej, w których wymagane jest oddymianie klat-

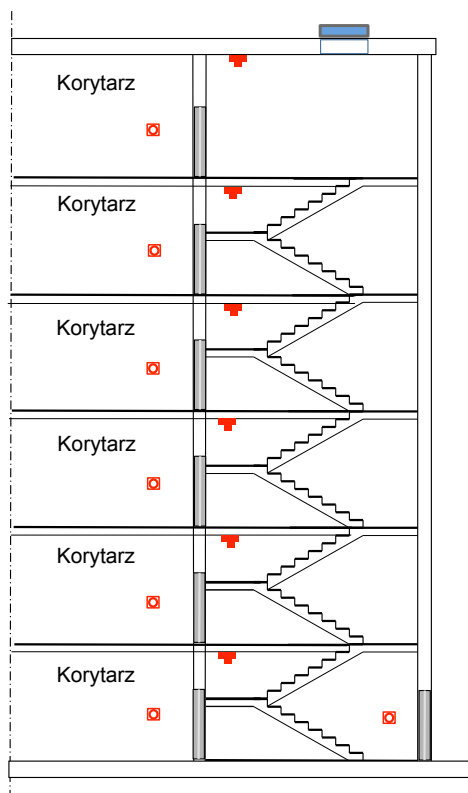
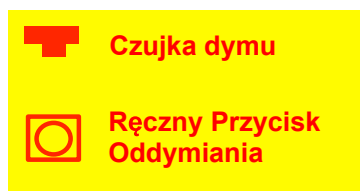
tek schodowych, niezbędne jest stosowanie **systemu oddymiania z nawiewem mechanicznym**. Celem działania systemu jest niedopuszczenie do zadymienia klatki schodowej poniżej poziomu kondygnacji, na której powstał pożar. Powinno to, po spełnieniu określonych warunków, umożliwić ewakuację ludzi

z tej i niższych kondygnacji, i ułatwić działanie ekip ratowniczych. Po nadzorowanym zamknięciu drzwi z kondygnacji, na której miał miejsce pożar, system powinien zapewnić usunięcie dymu, który w czasie ewakuacji ludzi napłynął z tej kondygnacji na klatkę schodową. Wystąpi wtedy możliwość ewakuacji ludzi z wyższych kondygnacji. Cel funkcjonowania instalacji w tym przypadku ilustruje Rys. 4.1.

Oddymianie w budynkach wyposażonych w system sygnalizacji pożarowej powinno być uruchamiane przez ten system, a w pozostałych budynkach użyteczności publicznej – za pomocą czujek pożarowych rozmieszczonych na klatkach schodowych, co najmniej po jednej na każdej kondygnacji, oraz za pomocą ręcznych przycisków oddymiania znajdujących się

na każdej kondygnacji przy drzwiach na klatkę schodową (Rys. 4.5).

W budynkach niskich użyteczności publicznej objętych wymaganiami stosowania oddymiania klatki schodowej ze względu na powiększenie dopuszczalnej długości dojścia ewakuacyjnego, należy przyjmować rozwiązania przedstawione wyżej dla budynków średniowysokich. W pozostałych przypadkach wystarczające jest stosowanie rozwiązania, omawianego w pkt 4.4., z wyjątkiem budynków o nie więcej niż dwóch kondygnacjach nadziemnych, w odniesieniu do których do oddymiania klatek schodowych można zastosować zarówno klapy dymowe, jak i ścienne urządzenia oddymiające.



Rys. 4.5. Rozmieszczenie czujek pożarowych i ręcznych przycisków oddymiania na klatce schodowej budynku użyteczności publicznej na każdej kondygnacji budynku

5 / CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE NA EFEKTYWNOŚĆ SYSTEMÓW ODDYMIANIA KLATKI SCHODOWEJ

5.1. Wprowadzenie

Efektywność systemu oddymiania klatki schodowej jest ściśle związana z czynnikami wewnętrznymi i zewnętrznymi kształtującymi rozkład ciśnienia w budynku oraz przebiegiem pożaru, od którego zależy ilość i rodzaj tworzącego się dymu. Dokonując wyboru rozwiązania technicznego, należy uwzględnić potencjalny wpływ przedstawionych poniżej czynników na faktyczną skuteczność przyjętego rozwiązania.

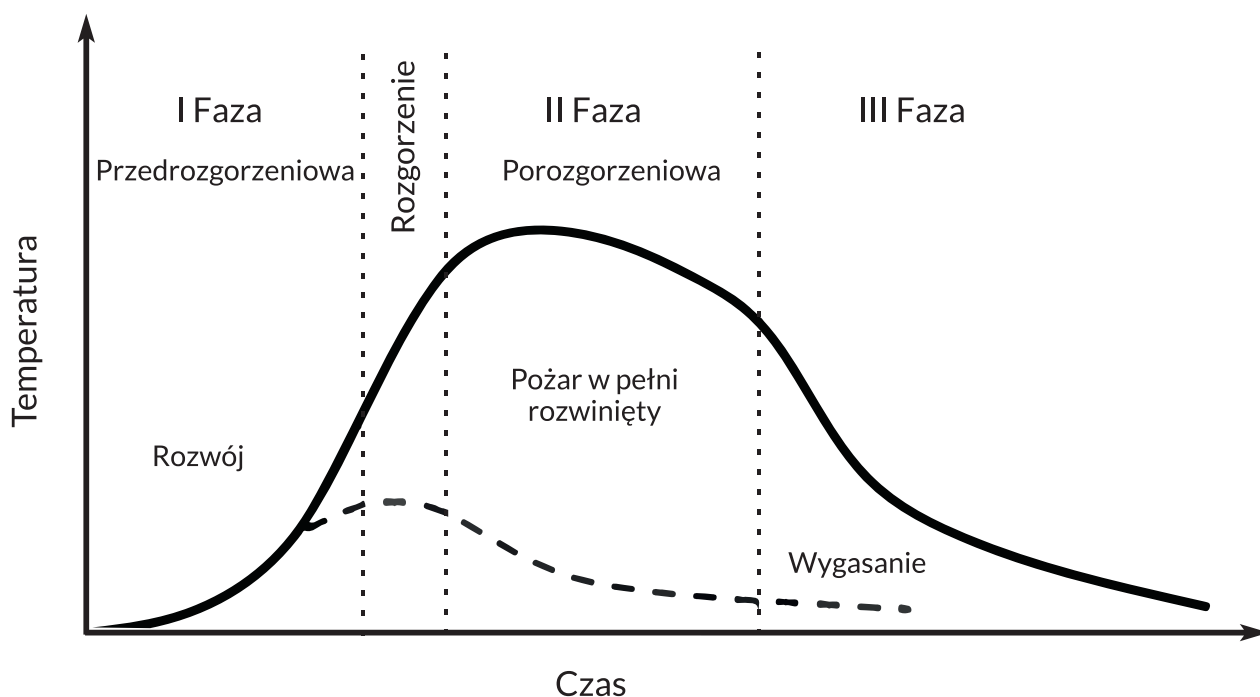
5.2. Rozwój pożaru w pomieszczeniu – temperatura gazów pożarowych

Pożar to złożone zjawisko, wiążące ze sobą wiele interakcji pomiędzy procesami fizycznymi i chemicznymi [8]. Zjawiska zachodzące podczas pożarów w pomieszczeniach zamkniętych dotyczą przede wszystkim wymiany ciepła i masy pomiędzy paliwem i otoczeniem. Pożar w tego typu pomieszczeniu może

rozwijać się na wiele odmiennych sposobów, w zależności od rodzaju i ilości paliwa biorącego udział w procesach spalania, geometrii pomieszczenia, wentylacji i innych czynników. Rozwój pożaru w pomieszczeniu rozpoczyna się od zapłonu materiałów palnych, po którym, w wyniku spalania płomieniowego, generowana jest duża ilość energii. Na tym etapie pożar kontrolowany jest głównie przez paliwo, a oprócz energii produkowane są również toksyczne produkty rozkładu termicznego. Pożary występujące w pomieszczeniach podzielić można na trzy zasadnicze fazy [8]:

- I faza to faza rozwoju pożaru – od momentu zainicjowania pożaru, spalający się materiał ogrzewa otoczenie, powodując rozprzestrzenianie się ognia. W wyniku spalania powstaje coraz więcej gorących produktów spalania wypełniających pomieszczenie;
- II faza to pożar w pełni rozwinięty – podczas tej fazy której wszystkie palne przedmioty palą się, a płomienie wypełniają całe pomieszczenie;
- III faza to okres spadku, formalnie zdefiniowany jako faza pożaru, której początek określa spadek do 80 procent szczytowej wartości temperatury.

Poszczególne fazy rozwoju pożaru w pomieszczeniach zamkniętych w funkcji temperatury w czasie przedstawiono na Rysunku 5.1.



Rys. 5.1. Przebieg rozwoju pożaru wyrażony średnią temperaturą w funkcji czasu. Linia przerywaną przedstawiono rozwój pożaru w przypadku niewystąpienia zjawiska rozgorzenia [8]

Zjawiskiem przeważnie towarzyszącym przejściu z fazy rozwoju pożaru do fazy pożaru w pełni rozwiniętego jest rozgorzenie (ang. flashover). Rozwój pożaru w pomieszczeniach i związane z tym obliczenia jego charakterystycznych parametrów, dla każdego założonego scenariusza pożarowego, zależą od wielu czynników, a w szczególności od:

- miejsca jego powstania w odniesieniu do rozmieszczenia materiałów palnych w pomieszczeniu,
- rodzaju i ilości występujących w pomieszczeniu materiałów palnych,
- możliwych reakcji chemicznych pomiędzy materiałami, jeżeli ich opakowania ulegną zniszczeniu w wyniku pożaru,
- usytuowania materiałów palnych w stosunku do ścian, stropów, itp.

- możliwości dopływu tlenu,
 - obecności i skuteczności urządzeń przeciwpożarowych i gaśnic,
 - zmian w zakresie palności materiałów w wyniku ich starzenia się,
- i innych.

W trakcie każdego pożaru materiałów stałych pochodzenia organicznego wydzielają się toksyczne produkty rozkładu termicznego.

Zgodnie z przebiegiem rozwoju pożaru w pomieszczeniach zamkniętych w funkcji temperatury w czasie, przedstawionym na Rys. 5.1, zjawisko to może przebiegać dwutorowo. Jeśli zapewniony jest dopływ wystarczająco dużej ilości powietrza (tlenu) to pożar będzie się swobodnie rozprzestrzeniał i trwał aż do momentu, w którym zabraknie paliwa. W tej sytuacji

temperatura gazów pożarowych będzie bardzo wysoka, osiągając wartości nawet powyżej 1000°C. Jeśli natomiast dopływ świeżego powietrza i zawartego w nim tlenu będzie ograniczony, to pożar będzie się rozwijał wolno, a z czasem może dojść do jego samodzielnego zgaśnięcia. W tej sytuacji temperatura gazów pożarowych będzie mieć znacznie niższe wartości, a dym wydostający się na klatki schodowe może mieć temperaturę nawet poniżej 60°C. Badania obiektowe wskazują na częstsze występowanie w rzeczywistości drugiego z wymienionych przypadków.

5.3. Stratyfikacja termiczna

Ciąg termiczny w przestrzeni klatki schodowej uzależniony jest od różnicy temperatury powietrza wewnątrz budynku i powietrza zewnętrznego. W okresach zimowych i przejściowych zjawisko to wspomaga ruch dymu wywołany stratyfikacją termiczną poprawiając efektywność oddymiania grawitacyjnego. W okresie letnim ruch powietrza w przestrzeni klatki schodowej wywołany odwróconym ciągiem termicznym ma charakter zstępujący. Zjawisko to przeciwdziała unoszącej gazy pożarowe stratyfikacji termicznej i przy niskich temperaturach dymu doprowadzić może do zablokowania jego przepływu. W skrajnych przypadkach opisane zjawisko może prowadzić do opadania dymu poniżej kondygnacji objętej pożarem lub nawet wypływu dymu przez otwory napowietrzające.

Ciąg termiczny w klatce schodowej budynku wyznacza się ze wzoru:

$$\Delta p = (\rho_1 - \rho_2) \cdot H \cdot g \text{ [Pa]} \quad (5.1)$$

gdzie:

ρ_1 – gęstość powietrza, dla temperatury otoczenia, nawiewanego do klatki schodowej [kg/m³]

ρ_2 – gęstość powietrza, dla temperatury wewnątrz klatki schodowej [kg/m³]

H – wysokość budynku [m]

g – przyspieszenie ziemskie [m/s²]

Projektując systemy oddymiania grawitacyjnego, należy oszacować prawdopodobną wartość ciągu termicznego dla niekorzystnych warunków letnich. Przy ujemnych wartościach ciągu termicznego

i w warunkach nie w pełni rozwiniętego pożaru, nie można gwarantować skuteczności działania systemu oddymiania grawitacyjnego.

5.4. Siła oddziaływania wiatru

Oddziaływanie wiatru stanowi jedno z podstawowych zagrożeń dla skutecznego funkcjonowania systemów oddymiania klatek schodowych. Parcie wiatru na jedną ze ścian budynku może powodować niekorzystny rozkład ciśnień na fasadach budynku a w konsekwencji może znacząco wpłynąć na kierunek przepływu dymu w przestrzeni klatki schodowej. Ciśnienie wywierane przez wiatr na fasadę budynku (p_w) oblicza się na podstawie wzoru:

$$p_w = \frac{1}{2} \cdot c_w \cdot \rho_a \cdot v_w^2 \text{ [Pa]} \quad (5.2)$$

gdzie:

v_w – prędkość wiatru [m/s],

ρ_a – gęstość powietrza zewnętrznego [kg/m³],

c_w – współczynnik oporu aerodynamicznego.

Wiatr ma mniejszy wpływ na proces oddymiania przez klapy dymowe usytuowane na dachu budynku. Natomiast efekt działania wiatru jest bardzo duży przy oddymianiu klatki schodowej za pomocą ściennych urządzeń oddymiających. W systemach oddymiania grawitacyjnego nie zalecane jest więc stosowanie ściennych urządzeń oddymiających.

Rozwiązaniem możliwym do zastosowania jest, mniej podatny na wpływ wiatru, system oddymiania z nawiewem mechanicznym, z wentylatorami zmiennego przepływu.

6 / ZASADY PROJEKTOWANIA SYSTEMÓW ODDYMIANIA

6.1. Wprowadzenie

Podstawą do wymiarowania elementów systemu oddymiania jest powierzchnia obliczeniowa klatki schodowej (A_{KS-O}), określana w sposób opisany w niniejszym rozdziale.

Dla ułatwienia korzystania z przedstawionych zasad projektowania sformułowania zdefiniowane w rozdziale 2 wytycznych wyróżniono w tekście niniejszego rozdziału podkreśleniem.

Przedstawiona w rozdziale metoda obliczeniowa dotyczy klatek schodowych, w odniesieniu do których spełnione są wszystkie przedstawione poniżej warunki:

- powierzchnia klatki schodowej (A_{KS}) na dowolnej kondygnacji nie przekracza 40 m^2 ;
- z klatką schodową są połączone korytarze lub inne przestrzenie o długości do 10 m , licząc od granicy powierzchni obliczeniowej klatki schodowej (A_{KS-O});

- długość dojścia do granicy powierzchni obliczeniowej klatki schodowej (A_{KS-O}) z dowolnych drzwi nie przekracza 5 m ;
- szerokość przyległego korytarza, stanowiącego wspólną przestrzeń z klatką schodową, nie przekracza 3 m .

W przypadku nie spełnienia któregokolwiek z powyższych warunków należy potwierdzić skuteczność przyjętych rozwiązań systemu oddymiania, wstępnie zaprojektowanego zgodnie z wymaganiami przedstawionymi w rozdziale 6, z wykorzystaniem narzędzi obliczeniowej mechaniki płynów (CFD). Warunki brzegowe i początkowe oraz zasady prowadzenia obliczeń numerycznych wraz z kryteriami oceny skuteczności systemu zostały określone w rozdziałach 6 i 7.

6.2. Powierzchnia obliczeniowa klatki schodowej

Niezależnie od rodzaju klatki schodowej (klatki schodowe wydzielone oraz klatki schodowe niewydzielone) powierzchnia obliczeniowa klatki schodowej (A_{KS-O}) wynika z przestrzeni wymaganej do swobodnego przemieszczania się ludzi pomiędzy najwyższą kondygnacją i poziomem wyjścia z budynku. Jest ona ograniczona wymiarami biegów schodów, wolną przestrzenią między nimi (duszą) lub inną pustą przestrzenią międzykondygnacyjną oraz spocznikami wydzielonymi wzdłuż linii schodów, o szerokości takiej jak szerokość schodów w budynku (wymiar określony na podstawie projektowanej geometrii). Powierzchnię obliczeniową klatki schodowej definiują wielkości pól powierzchni: A, B, C i D (zgodnie z Rys. 6.1). Należy również zdefiniować powierzchnię E, która służy do wyliczenia powierzchni klatki schodowej (A_{KS}), nie jest jednak wliczana do powierzchni obliczeniowej klatki schodowej (A_{KS-O}).

Na potrzeby zdefiniowania powierzchni obliczeniowej klatki schodowej zastosowanie znajdują następujące parametry, zobrazowane na Rys. 6.1:

x – rzeczywista szerokość biegu schodów (nie mniejsza niż minimalna szerokość użytkowa biegu, wynikająca z WT)

y – minimalna szerokość spocznika wynikająca z WT i nie mniejsza niż x.

A – maksymalna powierzchnia rzutu biegów schodów, o zdefiniowanej szerokości biegu (x):

$$A = \sum_{i=1}^n A_i [m^2] \quad (6.1)$$

B – minimalna wymagana powierzchnia spoczników, wynikająca z geometrii klatki schodowej i wymaganej minimalnej szerokości użytkowej spocznika (wynikającej z aktualnych WT):

$$B = \sum_{j=1}^m B_j [m^2] \quad (6.2)$$

C – Powierzchnia pozostałych otworów międzykondygnacyjnych:

$$C = \sum_{k=1}^p C_k [m^2] \quad (6.3)$$

Powierzchni C stawia się następujący warunek:

$$C \leq 10\%(A + B) \quad (6.4)$$

Niespełnienie tego warunku umożliwia dalsze korzystanie z zasad projektowania zawartych w niniejszych wytycznych, niemniej niezbędne jest potwierdzenie skuteczności projektowanego systemu oddymiania za pomocą analiz obliczeniowej mechaniki płynów (CFD), o których mowa w rozdz. 7.

D – powierzchnia duszy schodów. Powierzchni D stawia się następujący warunek:

$$D \leq 25\%(A + B) \quad (6.5)$$

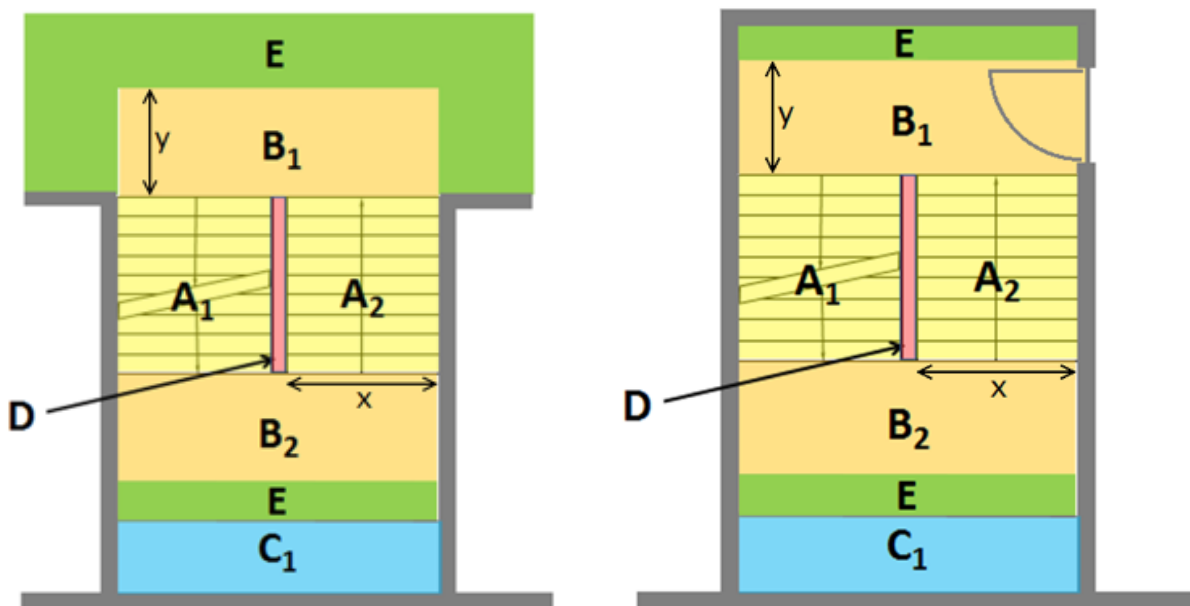
Niespełnienie tego warunku umożliwia dalsze korzystanie z zasad projektowania zawartych w niniejszych wytycznych, niemniej niezbędne jest potwierdzenie skuteczności projektowanego systemu oddymiania za pomocą analiz obliczeniowej mechaniki płynów (CFD), o których mowa w rozdz. 7.

E – pozostałe powierzchnie poziomych dróg ewakuacyjnych i spoczników

Jeżeli w klatce schodowej występują różne wartości powierzchni obliczeniowej A_{KS-O} na różnych kondygnacjach to do dalszych obliczeń należy wybrać największą z tych wartości.

W załączniku 1 podano przykłady wyznaczania powierzchni obliczeniowej A_{KS-O} dla klatek schodowych o różnej konstrukcji.

UWAGA: W przypadku klatek schodowych, w budynkach istniejących, których wymiary biegu lub spocznika są mniejsze niż wymagane przez aktualne WT, do wyznaczenia powierzchni obliczeniowej klatki schodowej przyjąć należy minimalne szerokości użytkowe biegu/spocznika, wynikające z aktualnych wymagań WT).



Rys. 6.1. Rodzaje powierzchni występujących w klatce schodowej

6.3. Określenie parametrów elementów wykonawczych systemów oddymiania grawitacyjnego

6.3.1. Parametry urządzeń oddymiających dla systemu grawitacyjnego

Powierzchnia czynna klap dymowych (A_{cz}) w budynkach niskich i średniowysokich powinna odpowiadać co najmniej 5% powierzchni obliczeniowej klatki schodowej (A_{KS-O}), jednak nie mniej niż 1 m^2 .

$$A_{cz} = \max (0,05 \cdot A_{KS-O}; 1,0) [\text{m}^2] \quad (6.6)$$

Klapy dymowe w dachu powinny zostać usytuowane możliwie najbardziej centralnie w stosunku do podstawy klatki schodowej. W przypadku klatek schodowych z pochyłymi stropami, klapy dymowe należy umieszczać w górnej 1/3 wysokości stropu [36].

6.3.2. Napływ kompensacyjny dla systemu grawitacyjnego

Przy określaniu powierzchni napływu powietrza kompensacyjnego należy dążyć do spełnienia warunku by powierzchnia czynna otworów / urządzeń

zastosowanych do zapewnienia napływu powietrza kompensacyjnego (A_{cz_komp}) była nie mniejsza niż powierzchnia czynna zastosowanych urządzeń oddymiających (A_{cz}):

$$A_{cz_komp} \geq A_{cz} \quad (6.7)$$

Wymaga to jednak zastosowania urządzeń przebadanych pod kątem aerodynamicznym¹.

Jeżeli powierzchnia czynna zastosowanych otworów kompensacyjnych (A_{cz_komp}) nie jest znana, powierzchnię tych otworów należy wyznaczyć na podstawie powierzchni geometrycznej urządzeń oddymiających (A_{odd_geom}), według jednej z następujących metod:

¹ Przez niezależne i kompetentne laboratorium badawcze, z uwzględnieniem w procesie badawczym podstawowych zasad realizacji tego rodzaju badań, wynikających z PN-EN 12101-2 [39]. Potwierdzeniem niezależności i kompetencji laboratorium prowadzącego badania współczynnika C_v jest akredytacja laboratorium na zgodność z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025 [44], w zakresie dotyczącym realizacji przedmiotowego badania. W przypadku braku akredytacji laboratorium badawczego w przedmiotowym zakresie, środkiem do uzyskania zaufania do wyniku badania współczynnika C_v może być certyfikat zgodności wyrobu, wydany przez jednostkę certyfikującą wyroby, która dokonała oceny niezależności i kompetencji laboratorium (nieakredytowanego), prowadzącego badania mające na celu określenie wartości tego współczynnika.

1. w przypadku rozpatrywania otworu kompensacyjnego w postaci drzwi otwartych pod kątem co najmniej 90°, powierzchnię geometryczną kompensacji (A_{komp_geom}) należy obliczyć jako 30% większą od powierzchni geometrycznej urządzeń oddymiających (A_{odd_geom}):

$$A_{komp_geom} \geq 1,3 \cdot A_{odd_geom} \quad (6.8)$$

Funkcję napływu powietrza kompensacyjnego pełnić mogą automatycznie otwierane pojedyncze drzwi pod warunkiem, że łączą one przestrzeń klatki schodowej bezpośrednio z przestrzenią zewnętrzną lub co najwyżej automatycznie otwierane dwoje drzwi, w układzie szeregowym, łączących przestrzeń klatki schodowej z przestrzenią zewnętrzną, jeżeli odległość pomiędzy nimi nie będzie przekraczać 5 m.

2. w przypadku zastosowania innego, automatycznie otwieranego, otworu kompensacyjnego, łączącego przestrzeń klatki schodowej bezpośrednio z przestrzenią zewnętrzną (np. okno, żaluzja, przepustnica itp.), dla którego producent udostępnia, na swoją odpowiedzialność, informację na temat powierzchni efektywnej urządzenia, powierzchnię kompensacji (efektywnej) oblicza się jako 30% większą od powierzchni geometrycznej urządzeń oddymiających:

$$A_{komp_eff} \geq 1,3 \cdot A_{odd_geom} \quad (6.9)$$

6.4. Określenie parametrów elementów wykonawczych systemów oddymiania z nawiewem mechanicznym

6.4.1. Parametry urządzeń oddymiających w budynkach niskich i średniowysokich

Powierzchnia czynna **kłap dymowych** (A_{cz}) w budynkach niskich i średniowysokich powinna odpowiadać co najmniej 5% powierzchni obliczeniowej klatki schodowej (A_{KS-O}), jednak nie mniej niż 1 m².

$$A_{cz} = \max (0,05 \cdot A_{KS-O}; 1,0) [m^2] \quad (6.10)$$

Kłapy dymowe w dachu powinny zostać usytuowane możliwie najbardziej centralnie w stosunku do podstawy klatki schodowej. W przypadku klatek schodowych z pochylonymi stropami, otwory należy umieszczać w górnej 1/3 wysokości stropu [36].

Powierzchnia czynna **ściennych urządzeń oddymiających** (A_{cz}) w budynkach niskich i średniowysokich powinna odpowiadać co najmniej 5% powierzchni obliczeniowej klatki schodowej (A_{KS-O}), jednak nie mniej niż 1 m².

$$A_{cz} = \max (0,05 \cdot A_{KS-O}; 1,0) [m^2] \quad (6.11)$$

Otwory w ścianie powinny być umiejscowione w górnej części klatki schodowej, dolna krawędź otworu powinna znajdować się na wysokości co najmniej 1,80 m powyżej najwyższego biegu schodów lub jednego z dwóch najwyższych spoczników.

6.4.2. Parametry urządzeń oddymiających w budynkach wysokich mieszkalnych

Powierzchnia czynna kłap dymowych (A_{cz}), w budynkach wysokich mieszkalnych, powinna odpowiadać co najmniej 7,5% powierzchni obliczeniowej klatki schodowej (A_{KS-O}), jednak nie mniej niż 1,5 m².

$$A_{cz} = \max (0,075 \cdot A_{KS-O}; 1,5) [m^2] \quad (6.12)$$

Kłapy dymowe w dachu powinny zostać usytuowane możliwie najbardziej centralnie w stosunku do podstawy klatki schodowej.

UWAGA 1: W budynkach wysokich mieszkalnych nie należy stosować ściennych urządzeń oddymiających.

UWAGA 2: Jeśli klatka schodowa oddzielona jest od poziomych dróg ewakuacji przedziałem przeciwpożarowym (§ 232 ust. 3 WT) przedział ten nie może być wentylowany powietrzem z przestrzeni klatki schodowej.

6.4.3. Wyznaczanie ilości powietrza na potrzeby mechanicznego nawiewu kompensacyjnego

Gdy wszystkie drzwi do klatki schodowej są zamknięte, średnia prędkość powietrza przepływającego przez obliczeniową powierzchnię klatki schodowej (A_{KS-O}), w kierunku prostopadłym do tej powierzchni, powinna być utrzymywana na poziomie 0,2 m/s.

Zespół nawiewny, odpowiedzialny za skuteczny mechaniczny nawiew kompensacyjny powinien zapewniać utrzymanie stałej prędkości przepływu powietrza przez otwór odprowadzający dym na zewnątrz, niezależnie od zmiennych w czasie wielkości nieszczelności (np. ucieczka powietrza powodowana przez cykliczne otwieranie drzwi na parterze, kondygnacjach budynku) oraz wpływu wiatru na przepływ mieszaniny dymu i powietrza przez otwory oddymiające. Efekt ten można osiągnąć poprzez zastosowanie zespołu nawiewnego o zmiennym w czasie wydatku objętościowym. Wymaga to określenia minimalnego obliczeniowego ($V_{n,min}$) oraz maksymalnego obliczeniowego ($V_{n,max}$) strumienia powietrza dostarczanego do przestrzeni klatki schodowej.

Minimalny obliczeniowy strumień powietrza nawiewany do klatki schodowej ($V_{n,min}$), spełniający wyżej wymienione kryterium prędkości przepływu 0,2 m/s, należy wyznaczać ze wzoru:

$$V_{n,min} = 0,2 \cdot A_{KS-O} \cdot 3600 [m^3/h] \quad (6.13)$$

Maksymalny obliczeniowy strumień powietrza ($V_{n,max}$) należy wyznaczyć jako sumę minimalnego obliczeniowego strumienia powietrza ($V_{n,min}$) i większej z niżej opisanych wartości:

- strumienia powietrza przepływającego przez nieszczelności klatki schodowej ($V_{n,p}$),
- lub
- strumienia powietrza przepływającego przez otwarte drzwi ($V_{n,v}$).

Określenie strumienia powietrza przepływającego przez nieszczelności klatki schodowej

Wielkość strumienia powietrza przepływającego przez nieszczelności klatki schodowej zależy od różnicy ciśnienia panującej pomiędzy klatką schodową a jej otoczeniem. W związku z różnym rozkładem ciśnienia w funkcji wysokości klatki schodowej, na potrzeby niniejszych wytycznych do wyznaczenia strumienia powietrza wypływającego przez nieszczelności przegród klatki schodowej ($V_{n,p}$), przyjmuje się średnią różnicę ciśnienia (Δp) wynoszącą 15 Pa. Do wyznaczania wielkości strumienia należy przyjąć, że wszystkie drzwi klatki schodowej są zamknięte. Przy wyznaczaniu nieszczelności nie uwzględnia się strumienia powietrza przepływającego przez urządzenia oddymiające.

Strumień powietrza przepływającego przez nieszczelności klatki schodowej wyznacza się ze wzoru:

$$V_{n,p} = 0,83 \cdot A_e \cdot \Delta p^{0,5} \cdot 3600 [m^3/h] \quad (6.14)$$

Powierzchnię nieszczelności klatki schodowej należy określić jako sumę nieszczelności wszystkich przegród budowlanych wydzielających klatkę schodową:

$$A_e = A_{e_{ściany}} + A_{e_{strop}} + A_{e_{drzwi}} + A_{e_{okna}} + A_{e_{inne}} [m^2] \quad (6.15)$$

Określając powierzchnie nieszczelności zaleca się przyjmowanie ich wartości wskazanych w normie PN-EN 12101-6 [40]. W załączniku 2 do wytycznych przedstawiono powierzchnie nieszczelności wybranych przegród występujących w klatce schodowej.

Jeżeli w przegrodach budowlanych występują otwory o znacznych rozmiarach, to ich powierzchnię należy uwzględnić jako inne nieszczelności ($A_{e_{inne}}$).

Strumień powietrza nawiewany do klatki schodowej z uwzględnieniem nieszczelności klatki schodowej (V_{n1}), kiedy wszystkie drzwi pozostają zamknięte obliczamy ze wzoru:

$$V_{n1} = V_{n,min} + V_{n,p} [m^3/h] \quad (6.16)$$

Określenie strumienia powietrza przepływającego przez otwarte drzwi

Do wyznaczenia wielkości strumienia powietrza przepływającego przez otwarte drzwi ($V_{n,v}$) należy przyjąć prędkość przepływu powietrza w pojedynczym otworze drzwiowym równą 1 m/s:

$$V_{n,v} = 1,0 \cdot A_{drzwi} \cdot 3600 [m^3/h] \quad (6.17)$$

W obliczeniach należy uwzględnić otwarcie jednych drzwi o największym wymiarze, znajdujących się w przestrzeni klatki schodowej (drzwi do szybów windowych należy pominąć).

Strumień powietrza nawiewany do klatki schodowej z uwzględnieniem przepływu przez drzwi klatki schodowej (V_{n2}) wynosi:

$$V_{n2} = V_{n,min} + V_{n,v} [m^3/h] \quad (6.18)$$

Maksymalny obliczeniowy strumień powietrza

Maksymalny obliczeniowy strumień powietrza nawiewanego do klatki schodowej ($V_{n,max}$) jest większą z wartości obliczonych z równań (6.16) i (6.18).

$$V_{n,max} = \max (V_{n1}; V_{n2}) [m^3/h] \quad (6.19)$$

6.4.4. Dobór urządzenia nawiewnego

Dobór parametrów wentylatora nawiewnego powinien uwzględniać maksymalny obliczeniowy strumień powietrza nawiewanego do klatki schodowej oraz nieszczelności instalacji nawiewnej na drodze od czerpni powietrza do kraty nawiewnej.

$$V_{went} = V_{n,max} + V_{kanały} [m^3/h] \quad (6.20)$$

Przecieki kanałów nawiewnych należy obliczać, uwzględniając wymiary kanałów i ich klasę szczelności. W przypadku braku danych na temat klasy szczelności instalacji należy przyjąć nieszczelności kanałów na poziomie 15%.

Spręż dyspozycyjny wentylatora powinien być obliczony z uwzględnieniem oporów w sieci przewodów wentylacyjnych, spadku ciśnienia na urządzeniu oddymiającym wynoszącego 6 Pa oraz spadku ciśnienia na klatce schodowej wynoszącego 3 Pa na każdą kondygnację.

6.5. Rozdział powietrza nawiewanego do klatki schodowej

Nawiew powinien być zlokalizowany w dolnej części klatki schodowej przy czym:

- dla nawiewu jednopunktowego punkt nawiewu powinien znajdować się poniżej stropu nad pierwszą nadziemną kondygnacją,
- w przypadku nawiewu rozproszonego, pierwszy punkt nawiewny powinien być położony poniżej stropu nad pierwszą kondygnacją nadziemną i powinien dostarczać przynajmniej 50% powietrza, a drugi punkt nawiewny powinien być zlokalizowany poniżej stropu nad drugą kondygnacją,
- w odniesieniu do budynków wysokich dopuszczalne jest zastosowanie punktów nawiewnych na 3 sąsiednich kondygnacjach, przy czym pierwszy punkt powinien być położony poniżej stropu nad pierwszą kondygnacją nadziemną i powinien dostarczać przynajmniej 40% powietrza, a drugi i trzeci punkt nawiewny powinny być zlokalizowane odpowiednio poniżej stropu nad drugą i trzecią kondygnacją.

UWAGA: Jeżeli klatka schodowa obsługuje zarówno kondygnacje nadziemne jak i podziemne, to w pierwszej kolejności należy rozważyć zastosowanie nawiewu na najniższej kondygnacji podziemnej. Jeżeli nie ma możliwości zastosowania nawiewu na kondygnacjach podziemnych, to nawiew może być zrealizowany na pierwszej kondygnacji nadziemnej pod warunkiem, że:

- kondygnacje podziemne oddzieloną są od klatki schodowej przedsionkami przeciwpożarowymi, lub
- drzwi do klatki schodowej na kondygnacjach podziemnych będą miały odpowiednią klasę odporności ogniowej EI właściwą dla klasy odporności pożarowej budynku oraz określonej klasie dymoszczelności S_m (S_{200} – wg PN-EN 13501-4:2016-07 [38])

Średnia prędkość nawiewu powietrza na klatkę, na kracie nawiewnej, nie powinna przekraczać 8 m/s.

Prędkość nawiewu powietrza na klatkę, zapewnianego przez wentylator ścienny, w odległości 1 m, w osi wentylatora, nie powinna przekraczać 8 m/s.

Krata nawiewna powinna być tak usytuowana, aby powietrze było nawiewane na bieg schodów prowadzących w górę klatki schodowej.

Nawiew nie powinien być skierowany bezpośrednio w kierunku drzwi, z których może napływać dym do klatki schodowej. Jeżeli nie jest to możliwe to punkt nawiewny powinien być oddalony od drzwi o co najmniej 4 m (dot. odległości mierzonej w osi każdego punktu nawiewnego).

6.6. Wymagania uzupełniające dla systemu oddymiania grawitacyjnego i systemu oddymiania z nawiewem mechanicznym

Urządzenia oddymiające powinny posiadać klasę skuteczności działania co najmniej $B_{300} 30$, określoną zgodnie z normą PN-EN 12101-2 [39].

Powierzchnia urządzeń oddymiających nie powinna być ograniczana przez elementy konstrukcyjne, przewody rurowe, podciągi, belki lub inne podobne przeszkody [36].

Czerpnia powietrza kompensacyjnego nie powinna być zlokalizowana w bezpośrednim sąsiedztwie okien pomieszczeń zagrożonych pożarem.

Przy wyjściu (ewakuacyjnym) z klatki schodowej należy zastosować środki techniczne informujące o stanie pracy systemu oddymiania.

7 / ZASADY PROWADZENIA ANALIZY NUMERYCZNEJ DLA SYSTEMÓW ODDYMIANIA KLATEK SCHODOWYCH

7.1. Cel wykonywania analiz obliczeniowej mechaniki płynów (CFD)

Symulacje komputerowe z wykorzystaniem obliczeniowej mechaniki płynów (CFD) są wykonywane w celu sprawdzenia skuteczności działania systemu oddymiania klatki schodowej, w przypadku gdy występuje choćby jeden z poniższych warunków:

- powierzchnia klatki schodowej (A_{KS}) na dowolnej kondygnacji jest większa niż 40 m²;
- przestrzeń klatki schodowej jest połączona z przyległymi korytarzami lub holami i długość dojścia z najbardziej oddalonych drzwi do granicy powierzchni obliczeniowej klatki schodowej jest większa niż 5 m (granice powierzchni obliczeniowej klatki schodowej patrz Załącznik 1);
- przestrzeń klatki schodowej jest połączona z przyległymi korytarzami i holami o długości dojścia od granicy powierzchni obliczeniowej klatki schodowej do końca korytarza większej niż 10 m;
- szerokość korytarzy połączonych z klatką schodową niewydzieloną przekracza 3 m;
- klatka schodowa charakteryzuje się architekturą inną niż opisane w wytycznych (patrz Załącznik 1);
- powierzchnia pozostałych otworów międzykondygnacyjnych nie spełnia warunku: $C \leq 10\% (A+B)$, (o którym mowa w rozdziale 6.2);
- powierzchnia duszy schodów nie spełnia warunku: $D \leq 25\% (A+B)$, (o którym mowa w rozdziale 6.2),
- klatka stanowi pionową drogę ewakuacji ludzi w budynku wysokim zaliczanym do kategorii zagrożenia ludzi ZL IV,
- napływ powietrza kompensacyjnego, w systemie oddymiania grawitacyjnego, odbywa się przez dwoje drzwi, w układzie szeregowym, łączących przestrzeń klatki schodowej z przestrzenią zewnętrzną, oddalonych od siebie o więcej niż 5 m.

Symulacje komputerowe z wykorzystaniem obliczeniowej mechaniki płynów (CFD) powinny być wykonywane również w celu sprawdzenia skuteczności działania systemu oddymiania klatki schodowej, w przypadku gdy:

- nawiew mechaniczny powietrza jest realizowany inaczej niż zapisano w rozdziale 6.5,
- w budynku wysokim ZL IV występują korytarze przyległe do klatki schodowej (nieoddzielone drzwiami).

UWAGA 1: W budynkach nie zakłada się wystąpienia pożaru w klatce schodowej. Jednak w celu umożliwienia oceny skuteczności systemu oddymiania za pomocą analiz CFD, bez potrzeby rozpatrywania wielu scenariuszy rozwoju pożaru i sekwencji otwierania drzwi z przestrzeni objętej pożarem na klatkę schodową, przewiduje się produkcję ciepła i dymu, o parametrach przedstawionych w wytycznych, przez źródło testowe zlokalizowane w przestrzeni klatki schodowej. Przedmiotowe analizy służą zatem wyłącznie ocenie skuteczności systemu oddymiania i nie należy ich rozpatrywać jako ocen warunków ochrony przeciwpożarowej w budynkach.

UWAGA 2: Symulacje komputerowe nie mogą być podstawą do zmniejszenia powierzchni czynnej urządzenia oddymiającego.

Symulacje komputerowe powinny być wykonywane zgodnie z założeniami przedstawionymi w tym rozdziale.

7.2. Programy komputerowe

Obliczenia numeryczne powinny być wykonywane za pomocą programów takich, jak: Fire Dynamics Simulator [9-12], ANSYS Fluent [13] lub SmartFire [14-15].

Zastosowanie innych programów jest możliwe pod warunkiem udowodnienia adekwatności ich stosowania do analizy rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w budynkach podczas pożaru.

7.3. Analiza skuteczności oddymiania klatki schodowej

7.3.1. Model obliczeniowy

Wielkość siatki obliczeniowej powinna zostać uzależniona od zastosowanego programu, przy czym:

- modele z kartezjańską siatką obliczeniową powinny charakteryzować się wymiarem elementów nie większym niż 0,1 m x 0,1 m x 0,1 m, co pozwoli na wystarczające dla potrzeb niniejszej analizy odwzorowanie przepływu dymu w przestrzeni klatki schodowej¹. Zaleca się aby rozmiar elementów został tak dobrany, aby powierzchnie źródła testowego opisane było przez minimum cztery elementy siatki w każdym kierunku oraz wysokość każdego schodka została pokryta przez co najmniej dwie komórki siatki obliczeniowej;
- modele z siatką niestrukturalną powinny charakteryzować się wymiarem elementów nie większym niż 0,2 m.

Model obliczeniowy powinien obejmować przestrzeń klatki schodowej z uwzględnieniem schodów i spoczników, drzwi i okien wraz z równoważną powierzchnią szczelności (zgodnie z założeniami projektowymi), przeszkód mogących mieć wpływ na przepływ powietrza oraz inne istotne z punktu widzenia wykonywanej analizy przestrzenie przyległe, nie oddzielone drzwiami od klatki schodowej. Do tych przestrzeni można zaliczyć: przyległe korytarze, hol na parterze itp. Jeżeli analiza numeryczna wykonywana jest dla systemu oddymiania z grawitacyjnym napływem powietrza kompensacyjnego przez parę drzwi (w układzie szeregowym), łączących klatkę schodową z przestrzenią zewnętrzną, to przestrzeń pomiędzy tymi drzwiami również powinna zostać uwzględniona w modelu numerycznym.

¹ W przypadku programu Fire Dynamics Simulator w celu spełnienia zależności $D^*/\partial x > 4$ zaleca się przyjęcie wymiaru elementów siatki opisujących źródło testowe nie większego niż 0,075 x 0,075 m.

Punkty nawiewne powinny mieć co najmniej 4 elementy, jednak nie mniej niż 2 elementy w każdym z kierunków. Kłapa dymowa powinna być zamodelowana razem z podstawą.

Model numeryczny analizowanej przestrzeni powinien zostać rozbudowany o fragment przestrzeni zewnętrznej, umożliwiającej odwzorowanie napływu i wypływu powietrza oraz mieszanki dymu i powietrza. Nad kłapą dymową lub obok ściennych urządzeń oddymiających, powinien znajdować się obszar przestrzeni zewnętrznej o wysokości odpowiadającej co najmniej dwukrotności średnicy hydraulicznej kłapy dymowej/ściennych urządzeń oddymiających.

W przypadku, kiedy na zewnątrz budynku występują elementy konstrukcyjne mające wpływ na zmianę warunków ciśnieniowych w obszarze kłap dymowych/ściennych urządzeń oddymiających, należy rozważyć uwzględnienie wpływu tych elementów.

7.3.2. Założenia do wykonywanej analizy

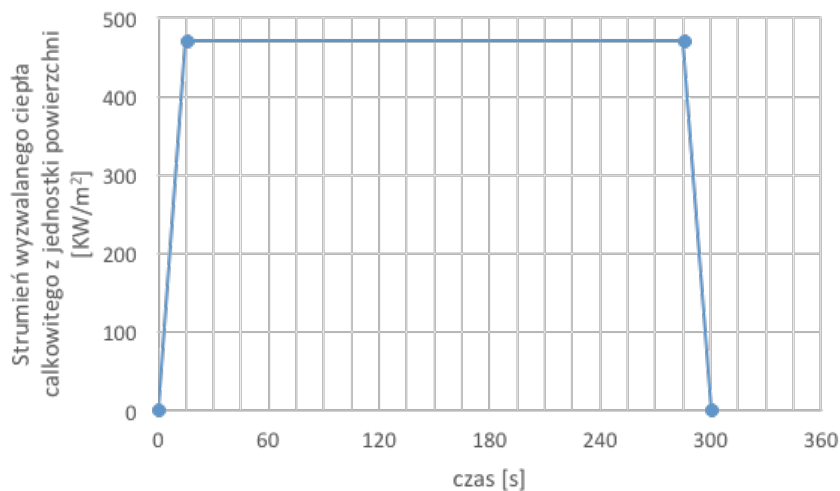
Analiza powinna być wykonana dla lokalizacji źródła testowego dymu na drugiej kondygnacji nadziemnej, na której występują drzwi do przestrzeni użytkowej

budynku (do mieszkań, biur, korytarzy, itp.).

W analizie należy uwzględnić przewodność cieplną przegród budowlanych oraz temperaturę powietrza wewnątrz przestrzeni klatki oraz na zewnątrz budynku wg 7.3.4.

Źródło testowe:

- zalecane wymiary źródła testowego to 0,30 m x 0,45 m (wymiarzy źródła powinny mieć proporcję 2:3),
- jako paliwo należy przyjąć etanol (C_2H_5OH),
- ciepło spalania 26 780 kJ/kg,
- całkowity strumień ciepła wywołany z jednostki powierzchni źródła testowego², powinien wynosić 471 kW/m², a jego zmienność w czasie przedstawiono na Rys. 7.1.,
- należy przyjąć, że promieniowanie cieplne stanowi 30% całkowitego strumienia wywołanego ciepła,
- współczynnik dymotwórczości należy przyjąć jako $0,05 \text{ kg}_{\text{dymu}}/\text{kg}_{\text{paliwa}}$ ³.



Rys. 7.1. Przebieg zmian wartości strumienia wywołanego ciepła całkowitego z jednostki powierzchni w czasie

² Na potrzeby dostosowania powierzchni źródła testowego do wielkości siatki obliczeniowej dopuszcza się zwiększenie wartości całkowitego strumienia ciepła wywołanego z jednostki powierzchni tego źródła, przy zachowaniu całkowitego strumienia ciepła wywołanego ze źródła testowego, wynoszącego ok. 63,6 kW.

³ Sformułowane założenia (m.in. rodzaj paliwa, powierzchnia źródła testowego, wartość współczynnika dymotwórczości) zostały przyjęte ze względu na potrzebę zapewnienia takich parametrów dymu wypełniającego analizowaną klatkę schodową, które będą najbardziej zbliżone do parametrów dymu, generowanego podczas testów odbiorowych, o których mowa w punkcie 3 rozdziału 10.2. wytycznych.

7.3.3. Przebieg analizy

W analizie system oddymiania powinien być aktywowany po stałym czasie 360 s., co umożliwi ocenę skuteczności oddymiania klatki schodowej. Analiza powinna być wykonana dla źródła testowego zlokalizowanego na kondygnacji nadziemnej wg 7.3.2, ze względu na kryterium kierunku przemieszczenia się dymu, o którym mowa w 7.3.6.

7.3.4. Warunki początkowe wewnątrz i na zewnątrz

Analizy powinny być wykonane w odniesieniu do trzech wartości temperatury, charakterystycznych dla warunków polskich, odpowiadających warunkom zimowym, izotermicznym oraz letnim. W zależności od strefy klimatycznej (wg PN-76/B-03420 [43]), w której zlokalizowany jest obiekt budowlany, należy przyjąć następujące wartości temperatury powietrza zewnętrznego:

- warunki letnie: +28°C albo +30°C (odpowiednio I albo II strefa klimatyczna)
- warunki izotermiczne: +20°C,
- warunki zimowe: -16°C albo -18°C albo -20°C albo -22°C albo -24°C (strefy klimatyczne odpowiednio od I do V).

Temperatura początkowa przegród i powietrza wewnątrz klatki schodowej powinna wynosić odpowiednio:

- dla warunków letnich: +24°C,
- dla warunków izotermicznych: +20°C,
- dla warunków zimowych: +16°C.

7.3.5. Czas analizy

Analiza powinna być wykonana dla czasu 20 minut licząc od początku aktywacji źródła testowego lub do czasu osiągnięcia kryteriów oceny skuteczności analizowanego systemu oddymiania, wymienionych w rozdziale 7.3.6.

7.3.6. Kryteria oceny skuteczności systemu oddymiania klatki schodowej

Potwierdzeniem skuteczności funkcjonowania systemu oddymiania klatek schodowych jest spełnienie kryteriów przedstawionych poniżej.

Dla systemu oddymiania z nawiewem mechanicznym:

- po uruchomieniu systemu (po czasie 360 s) dym przemieszcza się w kierunku klap dymowych/ściennych urządzeń oddymiających;
- czas oddymiania klatki schodowej (t_{odd}) nie powinien być dłuższy niż wynik iloczynu liczby kondygnacji powyżej źródła testowego (z uwzględnieniem kondygnacji ze źródłem testowym) i średniego czasu usuwania dymu z pojedynczej kondygnacji, wynoszącego 60 s/kondygnację. Przyjmuje się, że dym został usunięty, gdy wynik liniowego pomiaru transmitancji światła na wysokości 2,0 m powyżej spocznika ostatniej kondygnacji wynosi co najmniej 80% (na odległości 1 m). W tym kryterium czas oddymiania klatki schodowej powinien być liczony od momentu uruchomienia systemu oddymiania klatki schodowej (po 360 s).

Dla systemu oddymiania grawitacyjnego czas oddymiania klatki schodowej (t_{odd}) powinien zostać określony, jednak nie ma ograniczenia co do wymaganego czasu oddymiania.

Możliwe jest przyjęcie dodatkowych kryteriów oceny uzasadnionych uwarunkowaniami lokalnymi, jeżeli są one wymagane przez projektanta, rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych lub właściwego miejscowo komendanta Państwowej Straży Pożarnej.

7.3.7. Raport z analizy CFD

Z przeprowadzanej analizy należy sporządzić raport. Raport powinien zawierać co najmniej następujące informacje:

- dane identyfikujące wykonawcę/-ów symulacji,
- nazwę oraz adres obiektu budowlanego,
- charakterystykę obiektu wraz ze wskazaniem liczby klatek schodowych, ich wysokości oraz kondygnacji, które obsługują,
- opis poddanego analizie systemu oddymiania klatki schodowej, uwzględniający parametry oraz lokalizację jego podstawowych urządzeń wykonawczych,
- opis modelu numerycznego analizowanej przestrzeni, uwzględniający program zastosowany do wykonania symulacji, charakterystykę wielkości elementów siatki oraz całkowitą liczbę elementów,
- przejęte modele matematyczne do opisu zjawisk fizycznych,
- przyjęte warunki brzegowe i początkowe,
- czas analizy,
- kryteria oceny,
- wyniki obliczeń pozwalające na określenie czasu w jakim następuje oddymienie klatki schodowej:
 - w formie graficznej stan zadymienia w poszczególnych chwilach czasowych (np. 60 s, 180 s, 360 s, licząc od rozpoczęcia obliczeń),
 - wykresy zmian transmitancji światła, mierzonej na wysokości 2,0 m nad poziomem spocznika ostatniej kondygnacji,
- analizę wyników wraz z wnioskami - we wnioskach należy podać czas, w jakim dym został usunięty z analizowanej klatki schodowej oraz informację na temat spełnienia lub nie spełnienia kryteriów oceny,
- podpisy wykonawcy/-ów symulacji oraz autora/-ów raportu.



8 / WYMAGANIA DLA ZESTAWÓW DO ODPROWADZANIA DYMU I CIEPŁA Z KLATEK SCHODOWYCH



8.1. Wprowadzenie

Zestawy do odprowadzania dymu i ciepła służące do budowy systemów oddymiania klatek schodowych muszą zostać zdefiniowane w Aprobacie Technicznej CNBOP-PIB (a od 01.01.2017 r. w Krajowej Ocenie Technicznej CNBOP-PIB).



8.2. Wymagania dla zestawów i ich elementów składowych

Zestawy i ich elementy składowe powinny spełniać wymagania przepisów prawa. W Tabeli 8.1 podano ogólną charakterystykę wymagań dotyczących wprowadzania wyrobów do obrotu i użytkowania w Polsce.

Tabela 8.1. Wymagania dla zestawów i ich elementów składowych [18-25]

WYRÓB SPECYFIKACJA TECHNICZNA	WYMAGANE DOKUMENTY	WYMAGANE OZNAKOWANIE
Zestaw wyrobów do odprowadzania dymu i ciepła Aprobata Techniczna / Krajowa Ocena Techniczna	Krajowy certyfikat zgodności / krajowy certyfikat stałości właściwości użytkowych Krajowa deklaracja zgodności / krajowa deklaracja właściwości użytkowych	
Centrale sterowania oddymianiem Aprobata Techniczna / Krajowa Ocena Techniczna WTU: pkt 12.1	Krajowy certyfikat zgodności / krajowy certyfikat stałości właściwości użytkowych Krajowa deklaracja zgodności / krajowa deklaracja właściwości użytkowych Świadectwo dopuszczenia	 
Zasilacze PN-EN 12101-10 WTU: pkt 12.2	Certyfikat CPD / Certyfikat CPR Deklaracja właściwości użytkowych Świadectwo dopuszczenia	 
Czujki dymu PN-EN 54-7	Certyfikat CPD lub Certyfikat CPR Deklaracja właściwości użytkowych	
Ręczny przycisk oddymiania Aprobata Techniczna / Krajowa Ocena Techniczna WTU: pkt 12.3	Krajowy certyfikat zgodności / krajowy certyfikat stałości właściwości użytkowych Krajowa deklaracja zgodności / krajowa deklaracja właściwości użytkowych Świadectwo dopuszczenia	 
Klapy dymowe, ściennie urządzenia oddymiające EN 12101-2	Certyfikat CPD / Certyfikat CPR Deklaracja właściwości użytkowych	
Elektromechaniczne siłowniki liniowe, obrotowe WTU: pkt 12.4	Świadectwo dopuszczenia	

WYRÓB SPECYFIKACJA TECHNICZNA	WYMAGANE DOKUMENTY	WYMAGANE OZNAKOWANIE
Czujniki ciśnienia Czerpnie Kanały wentylacyjne Wentylatory nawiewne Przepustnice Zespoły napowietrzające Przyciski sterownicze inne niż RPO Ujęte w Aprobacie Technicznej / Krajowej Ocenie Technicznej dla zestawu wyrobów do odprowadzania dymu i ciepła z klatek schodowych	Krajowy certyfikat zgodności / krajowy certyfikat stałości właściwości użytkowych Krajowa deklaracja zgodności / krajowa deklaracja właściwości użytkowych	
Przewody i kable WTU: 14.1 lub 14.2	Krajowy certyfikat zgodności / krajowy certyfikat stałości właściwości użytkowych Krajowa deklaracja zgodności / krajowa deklaracja właściwości użytkowych Świadectwo dopuszczenia	  CNBOP-PIB
Systemy mocowania przewodów i kabli Aprobata Techniczna WTU: 14.3	Krajowy certyfikat zgodności / krajowy certyfikat stałości właściwości użytkowych Krajowa deklaracja zgodności / krajowa deklaracja właściwości użytkowych Świadectwo dopuszczenia	  CNBOP-PIB
Zespoły kablowe (§187 WT) Aprobata Techniczna	Krajowy certyfikat zgodności / krajowy certyfikat stałości właściwości użytkowych Krajowa deklaracja zgodności / krajowa deklaracja właściwości użytkowych Świadectwo dopuszczenia	

9 / ZASILANIE I OKABLOWANIE SYSTEMU ODDYMIANIA

Zasilanie wentylatorów nawiewnych systemu oddymiania klatek schodowych powinno się odbywać przez zasilacze LV zgodne z normą PN-EN 12101-10 [41].

Zasilanie elementów systemu oddymiania klatek schodowych powinno się odbywać przez zasilacze ELV lub LV zgodne z normą PN-EN 12101-10 [41].

Okablowanie zestawu wyrobów do oprowadzania dymu i ciepła (zespoły kablowe) należy prowadzić

zgodnie z zaleceniami producenta. Wszelkie przepusty powinny być odpowiednio uszczelnione. Zaleca się stosowanie poniższych zespołów kablowych zachowując zasadę, iż powinny zapewniać ciągłość dostawy energii elektrycznej lub przekazu sygnału przez czas wymagany do uruchomienia i działania urządzenia.

Tabela 9.1. Zalecenia dotyczące zastosowania zespołów kablowych do realizacji połączeń elektrycznych występujących w systemie oddymiania

Lp.	POŁĄCZENIE	ZESPÓŁ KABLOWY	UWAGI
1.	Zasilanie central sterujących oddymianiem (CSO) klatki schodowej	E30 z oddzielnym zabezpieczeniem w rozdzielni głównej, prowadzony sprzed przeciwpożarowego wyłącznika prądu rodzaj zalecany przez producenta	Zasilanie rezerwowe powinno zapewniać pracę przez wymagany czas w razie przerwy w zasilaniu podstawowym; CSO powinna mieć zapewnione zasilanie rezerwowe z zasilacza zgodnego z PN-EN 12101-10 [41]
2.	Odcinki linii dozоровej z czujkami, prowadzone w przestrzeniach nienadzorowanych przez system wykrywania pożaru lub system oddymiania	E30 – w przypadku linii dozоровej otwartej Kable uniepalnione w przypadku pętli dozоровej rodzaj zalecany przez producenta	Linie nadzorowane
3.	Linie dozоровe z czujkami prowadzone w przestrzeniach nadzorowanych przez system wykrywania pożaru lub system oddymiania	Kable uniepalnione rodzaj zalecany przez producenta	Linie nadzorowane
4.	Odcinki linii dozоровej z ręcznymi przyciskami oddymiania prowadzone w przestrzeniach nienadzorowanych przez system wykrywania pożaru lub system oddymiania	E30 rodzaj zalecany przez producenta	Linie nadzorowane
5.	Odcinki linii dozоровej z ręcznymi przyciskami oddymiania (z sygnalizacją stanu pracy) prowadzone w przestrzeniach nadzorowanych przez system wykrywania pożaru lub system oddymiania	E30 rodzaj zalecany przez producenta	Linie nadzorowane

Lp.	POŁĄCZENIE	ZESPÓŁ KABLOWY	UWAGI
6.	Odcinki linii dozоровей z ręcznymi przyciskami oddymiania (bez sygnalizacji stanu pracy) prowadzone w przestrzeniach nadzorowanych przez system wykrywania pożaru lub system oddymiania	Kable uniepalnione	Linie nadzorowane
7.	Linie sygnałowe do sygnalizatorów akustycznych i optycznych	E30 rodzaj zalecany przez producenta	Linie nienadzorowane
8.	Linie zasilające / sterujące zamknięcia otworów dolotowych powietrza kompensacyjnego (siłowniki drzwiowe / siłowniki do przepustnic), gdy otwarcie uzależnione jest od podania napięcia	E30 rodzaj zalecany przez producenta	Linie nadzorowane
9.	Linie zasilające / sterujące zamknięcia otworów dolotowych powietrza kompensacyjnego (siłowniki drzwiowe / siłowniki do przepustnic) gdy po zaniku zasilania urządzenie przechodzi do położenia pożarowego	Kable uniepalnione, rodzaj zalecany przez producenta	Linie nienadzorowane
10.	Linie służące przekazywaniu sygnałów potwierdzających wykonanie funkcji w systemach oddymiania	E30 rodzaj zalecany przez producenta	Linia nadzorowana przez CSP jeżeli sygnały przekazywane do CSP
11.	Linie zasilające / sterujące wentylatory nawiewu kompensacyjnego / zespoły napowietrzające / przepustnice	E30 rodzaj zalecany przez producenta	
12.	Linie zasilające / sterujące wentylatory nawiewu kompensacyjnego / zespoły napowietrzające / przepustnice, gdy zasilacz i wentylator znajdują się w wydzielonym pomieszczeniu w tej samej strefie pożarowej	Kable bez odporności ogniowej rodzaj zalecany przez producenta	

Lp.	POŁĄCZENIE	ZESPÓŁ KABLOWY	UWAGI
13.	Linie sterujące urządzenia oddymiające, przeznaczone do ręcznego sterowania przez uprawniony personel (np. Wyłącznik strażaka) lub do przekazywania sygnałów sterujących, sprzężenia zwrotnego, pomiędzy elementami wykonawczymi systemu	E30 rodzaj zalecany przez producenta	Linie nadzorowane
14.	Linie sterujące pomiędzy CSO i CSP oraz panelami ręcznego sterowania wentylatorów i urządzeń oddymiających	E30 rodzaj zalecany przez producenta	Linie nadzorowane
15.	Linie komunikacyjne pomiędzy CSO i systemem integrującym urządzenia przeciwpożarowe (SIUP)	Kable niepalnione rodzaj zalecany przez producenta	Linie nienadzorowane
16.	Linie sterujące pomiędzy CSO i systemem integrującym urządzenia przeciwpożarowe (SIUP)	E30 rodzaj zalecany przez producenta	Linie nienadzorowane
17.	Linie zasilające / sterujące zwalniaki elektromagnetyczne drzwi oddzielających klatkę schodową od korytarzy (działające na zasadzie przerwy prądowej)	Kable niepalnione rodzaj zalecany przez producenta	Linie nienadzorowane
18.	Linie zasilające / sterujące zwalniaki elektromagnetyczne drzwi oddzielających klatkę schodową od korytarzy (działające na zasadzie podania impulsu prądowego)	E30 rodzaj zalecany przez producenta	Linie nienadzorowane

W uzasadnionych przypadkach dopuszcza się prowadzenie okablowania w inny sposób, uzgodniony z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych.

10 / TESTOWANIE I NADZÓR NAD STANEM SYSTEMU ODDYMIANIA

10.1. Wprowadzenie

System oddymiania musi być utrzymywany w stałej gotowości do pracy zgodnie z aktualnymi przepisami o ochronie przeciwpożarowej. Nadzór nad stanem technicznym systemu powinien obejmować:

- przeprowadzenie testów odbiorowych systemu,
- przeprowadzanie okresowych testów sprawdzających poprawność działania całego systemu, jak i jego poszczególnych elementów;
- dokonywanie okresowych przeglądów technicznych oraz właściwą konserwację urządzeń;
- stały monitoring gotowości do pracy systemu;
- rejestrowanie ewentualnych zmian konfiguracji systemu;
- dokumentację funkcjonowania systemu oddymiania podczas całego czasu funkcjonowania obiektu.

10.2. Testy odbiorowe

Testy odbiorowe powinny być wykonane przed oddaniem systemu oddymiania do użytku. Testy powinny potwierdzać poprawność działania całego systemu. Badania powinny wykazać skuteczność systemu podczas wykrywania dymu, poprawnośćysterowania elementów systemu jak również skuteczność oddymiania. W tym celu zaleca się wykonanie trzech testów sprawdzających, oddzielnie dla poszczególnych parametrów.

Testy odbiorowe powinny obejmować:

1. Test automatycznego uruchomienia systemu

Czas pełnego uruchomienia systemu od momentu jego aktywacji nie powinien przekraczać 60 s. Test powinien obejmować:

- aktywację czujek dymu, jeśli występują w systemie oddymiania;

- uruchomienie ręcznych przycisków oddymiania, jeśli występują;
- podanie sygnału sterującego z systemu sygnalizacji pożarowej, jeśli występuje.

2. Test sprawdzenia poprawności działania elementów systemu

Testy powinny wykazać, że po otrzymaniu sygnału sterującego wszystkie urządzenia wchodzące w skład systemu działają zgodnie z przeznaczeniem.

Należy sprawdzić:

- poprawność otwarcia klap dymowych lub ściennych urządzeń oddymiających (maksymalny czas otwarcia i wymagany kąt otwarcia);
- poprawność otwarcia otworów kompensacyjnych (z uwzględnieniem sekwencji otwarcia) lub uruchomienia nawiewu mechanicznego;
- poprawność działania innych elementów systemu (zgodnie z projektem),
- poprawność działania wyłącznika wentylatora, jeśli występuje;

Jeżeli w budynku występuje rezerwowe źródło zasilania, to testy sprawdzające poprawność działania elementów systemu należy przeprowadzić również dla tego źródła zasilania.

3. Test skuteczności oddymiania klatki schodowej

Test skuteczności z zastosowaniem gorącego dymu stanowić może ostateczne potwierdzenie efektywności działania systemu oddymiania klatki schodowej. Konieczność jego przeprowadzenia dotyczy instalacji, których wykonanie zgodnie z zaleceniami wytycznych wymaga zastosowania dodatkowej procedury sprawdzającej. Przypadki kiedy procedura taka jest wymagana zostały opisane w rozdziale 7.1.

a. Stanowisko testowe

Stanowisko powinno składać się z:

- wytwornicy dymu zapewniającej produkcję dymu białego, niebrudzącego i nietoksycznego.

Dym nie powinien samoistnie zanikać w trakcie testu. Zaleca się aby w trakcie testów stosować wytwornice o wydajności 400 m³/min (+/- 20%) produkujące dym przez odparowanie oleju w temperaturze od 300 do 400°C, co zapewni podgrzanie dymu. Wymaganie takie spełnia np. wytwornica Vulcan 5000 produkcji firmy Concept Smoke Systems Ltd.¹ W przypadku zastosowania innych wytwornic należy uzyskać opinię techniczną CNBOP-PIB na temat ich przydatności do zastosowania na potrzeby realizacji testu skuteczności oddymiania, o którym mowa w niniejszym rozdziale.

- urządzenia do ciągłego pomiaru liniowej transmitancji światła. Pomiaru należy dokonać za pomocą urządzenia posiadającego pozytywną opinię techniczną CNBOP-PIB na temat przydatności do zastosowania na potrzeby realizacji testu skuteczności oddymiania, o którym mowa w niniejszym rozdziale.

b. Przygotowanie do testu

Stanowisko testowe powinno zostać umieszczone na drugiej nadziemnej kondygnacji klatki schodowej. Stanowisko nie może być umieszczone w bezpośrednim sąsiedztwie materiałów palnych. Przed rozpoczęciem testu należy zamknąć wszystkie drzwi prowadzące na badaną klatkę schodową. System oddymiania powinien być w stanie gotowości (klapa dymowa/ścienne urządzenie oddymiające oraz otwory nawiewne powinny być zamknięte). W trakcie testu należy osłonić czujki dymu występujące na klatce schodowej lub w inny sposób wykluczyć możliwość ich działania.

c. Przebieg testu odbiorowego

Wytwornicę dymu należy włączyć. Po 300 s system oddymiania powinien zostać aktywowany ręcznie oraz powinna zostać wyłączona wytwornica dymu. W 360 sekundzie od rozpoczęcia testu należy rozpocząć pomiar czasu oddymiania klatki schodowej. Czas zakończenia oddymiania powinien zostać określony na podstawie liniowego pomiaru transmitancji światła, dokonywanego na wysokości 2,0 m powyżej

¹ <http://www.concept-smoke.co.uk>

spocznika ostatniej kondygnacji klatki schodowej. Pomiar powinien zostać potwierdzony przez obserwatora co do czasu i kierunku przepływu dymu.

d. Kryteria odbiorowe

Zakończenie oddymiania powinno zostać określone na podstawie wzrostu transmitancji na najwyższej kondygnacji klatki schodowej do poziomu odpowiadającego transmitancji światła powyżej 80% (na odległości 1 m).

Dla systemu z nawiewem mechanicznym czas oddymienia powinien być określony na podstawie liczby kondygnacji przy założeniu, że na oddymienie jednej kondygnacji potrzeba nie więcej niż 60 sekund. Dopuszczalny czas oddymienia klatki schodowej może być obliczony ze wzoru:

$$t_{odd} = 60 \cdot n \text{ [s]} \quad (10.1)$$

gdzie:

n – liczba kondygnacji budynku od miejsca ułożenia wytwornicy do najwyższej kondygnacji klatki schodowej.

Wytyczne nie podają ograniczeń czasu oddymiania dla systemu oddymiania grawitacyjnego.

Zarówno dla systemu oddymiania grawitacyjnego, jak i dla systemu oddymiania z nawiewem mechanicznym czas oddymienia powinien być zmierzony i wpisany do protokołu z badania.

4. Test przepływu (wykonywany dla systemu oddymiania z nawiewem mechanicznym)

Podczas testu wszystkie drzwi prowadzące do klatki schodowej powinny być zamknięte. Test powinien określać wielkość strumienia powietrza przepływającego przez urządzenie oddymiające. Sprawdzenie przepływu należy wykonać przez pomiar prędkości w przekroju klapy dymowej lub ściennych urządzeń oddymiających. Wielkość strumienia należy określić na podstawie średniej ze zmierzonych prędkości i powierzchni przekroju klapy/ściennego urządzenia oddymiającego:

$$V_{odd} = \bar{w}_{odd} \cdot A_{odd} \cdot 3600 \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (10.2)$$

Określenie strumienia pozwala na obliczenie średniej prędkości przepływu powietrza w klatce schodowej wg zależności:

$$w_{KS} = V_{odd} / (3600 \cdot A_{KS-O}) \text{ [m}^3/\text{h]} \quad (10.3)$$

Uzyskane wyniki testu powinny zostać wpisane do protokołu testu odbiorowego – wzór protokołu patrz Załącznik 3.

UWAGA: Parametr minimalnego przepływu $V_{n_{min}}$, o którym mowa w rozdziale 6.4.3, należy potwierdzić, a w razie potrzeby skorygować, na podstawie testów przeprowadzanych podczas uruchamiania systemu oddymiania.

10.3. Testy okresowe

System oddymiania powinien być regularnie konserwowany i kontrolowany. W ramach kontroli zaleca się wykonywanie przynajmniej raz w roku testów sprawdzających system wykrywania dymu oraz poprawność działania urządzeń. W tym celu należy wykonać testy:

- automatycznego uruchomienia systemu;
- sprawdzenia poprawności działania elementów systemu;
- przepływu powietrza przez urządzenie oddymiające (dla systemu oddymiania z nawiewem mechanicznym).

Uzyskane wyniki testu powinny zostać wpisane do protokołu testu okresowego – wzór protokołu patrz Załącznik 4.

11 / ZALECENIA USPRAWNIAJĄCE DZIAŁANIE EKIP RATOWNICZYCH

■ 11.1. Wymagania obligatoryjne

Przy wejściu na klatkę schodową powinno znajdować się graficzne oznaczenie sposobu działania systemu oddymiania klatki schodowej.



Rys. 11.1. Piktogram systemu oddymiania grawitacyjnego



Rys. 11.2. Piktogram systemu oddymiania z nawiewem mechanicznym

W celu ujednolicenia podejścia do oznaczania rodzaju urządzenia przeciwpożarowego zastosowanego w klatce schodowej, w przypadku systemu różnicowania ciśnienia proponowane jest stosowanie niżej wskazanego piktogramu.



Rys. 11.3. Piktogram systemu różnicowania ciśnienia

Oznakowanie powinno być widoczne niezależnie od położenia skrzydła drzwi wejściowych na klatkę schodową i innych elementów ruchomych.

Zainstalowany w budynku system oddymiania klatki schodowej z nawiewem mechanicznym musi umożliwiać straży pożarnej ręczne wyłączenie i ponowne włączenie wentylatora nawiewnego.

Przy wejściu do budynku znajdować powinno się oznaczenie wskazujące gdzie znajduje się przetłacznik do wyłączenia wentylatora.

W miejscu zastosowania systemu oddymiania należy zapewnić środki bezpośredniego dostępu ekip ratowniczych do miejsca zainstalowania centrali systemu oddymiania i ręcznego przycisku oddymiania (np. przeszkoleni pracownicy administracji albo ochrony lub otwarcie drzwi z autoryzowanym dostępem).

11.2. Wymagania fakultatywne

11.2.1. Oznakowanie

W miejscu widocznym bezpośrednio przed wejściem do danej klatki schodowej powinno znajdować się oznakowanie identyfikujące urządzenia znajdujące się w jakiegokolwiek części klatki schodowej. Sposób przedstawienia umiejscowienia urządzeń powinien być jednoznaczny, na przykład poprzez podział oznakowania na część górną i dolną.

W części dolnej mogą znaleźć się piktogramy następujących urządzeń:

- wentylator napowietrzający,
- otwór otwierany automatycznie,
- otwór otwierany ręcznie.

W części górnej mogą znaleźć się piktogramy następujących urządzeń:

- kłapa oddymiająca,
- okno oddymiające.

W przypadku zastosowania automatyki umożliwiającej poprzez właściwe adresowanie czujek pożarowych określenie miejsca wykrycia pożaru to w miejscu widocznym bezpośrednio przed wejściem do budynku lub danej klatki schodowej mogą znajdować się środki do wizualizacji miejsca powstania pożaru i stanu pracy kluczowych elementów systemu oddymiania.

11.2.2. Sterowanie

Kierujący działaniami ratowniczo-gaśniczymi powinien mieć możliwość autoryzowanego, ręcznego, niezależnego sterowania poszczególnymi elementami instalacji, pozwalającą na:

- zamknięcie lub otwarcie kłapy dymowej,
- włączenie lub wyłączenie wentylatora,
- sterowanie wydajnością wentylatora (możliwość włączenia maksymalnej dostępnej wydajności),
- otwarcie lub zamknięcie otworu kompensującego.

11.2.3. Alarmowanie użytkowników

Jeżeli chroniony obiekt wyposażony jest w urządzenia umożliwiające alarmowanie użytkowników o wystąpieniu zagrożenia pożarowego powinna zostać zapewniona możliwość autoryzowanego uruchamiania alarmowania.

11.2.4. Obowiązki ochrony budynku

W związku z koniecznością współpracy ochrony obiektu z kierującym działaniami ratowniczo-gaśniczymi personel ochrony powinien zostać zaznajomiony z zasadami działania systemu oddymiania.

Personel ochrony budynku powinien również wykazywać:

- znajomość rozmieszczenia urządzeń systemu,
- znajomość układu przestrzennego w budynku.

Personel ochrony budynku powinien wykazać szczególną dbałość o:

- bieżące utrzymywanie w odpowiednim stanie i udrażnianie dróg pożarowych,
- bieżące monitorowanie stanu systemu oddymiania.

Powyższe nie zwalnia właściciela/zarządcy/użytkownika obiektu z obowiązku utrzymywania w odpowiednim stanie: urządzeń przeciwpożarowych, dróg pożarowych, oznakowania itp.

Personel ochrony budynku powinien być odpowiedzialny i odpowiednio przygotowany do:

- automatycznego otwieranie bram i szlabanów na posesje,
- przekazywanie informacji o aktualnej sytuacji w budynku,
- sterowanie, na żądanie dowodzącego działaniami ratowniczo-gaśniczymi, systemem oddymiania.



LITERATURA

1. Guzewski P., Wróblewski D., Małozieć D. (red.), *Czerwona księga pożarów. Wybrane problemy pożarów oraz ich skutków*, CNBOP-PIB, Józefów 2014.
2. Klotz J., Milke J., Turnbull P., Kashef A., Ferreira M., *Handbook of Smoke Control Engineering*, ASHRAE, Atlanta, GA, 2012.
3. Guillaume E., Didieux F., Thiry A., Bellivier A., *Real-scale fire tests of one bedroom apartments with regard to tenability assessment*, „Fire Safety Journal” 70 (2014) 81–97.
4. Su, CH., Yao, Ch., *Performance measurement of a smoke extraction system for buildings in full-scale hot smoke test*, „Measurement” 93 (2016) 340–350.
5. Kubicki G., *Oddymianie klatek schodowych – jak zaprojektować i wykonać efektywny system*, Ochrona przeciwpożarowa w budownictwie Seminarium Naukowo-Techniczne Zakopane, Polska 6-8 października 2016 r.
6. Król M., *Analiza wpływu warunków zewnętrznych na skuteczność usuwania dymu z klatek schodowych za pomocą okien oddymiających*, Ochrona przeciwpożarowa w budownictwie Seminarium Naukowo-Techniczne Zakopane, Polska 6-8 października 2016 r.
7. Sztarbała E., Sztarbała G., *Analiza rozwoju pożaru w pomieszczeniu mieszkalnym oraz analiza rozprzestrzeniania się dymu i ciepła w obrębie dróg ewakuacji budynku średniowysokim – wyniki badań w skali rzeczywistej, obliczeń numerycznych oraz testów z ciepłym dymem*, Ochrona przeciwpożarowa w budownictwie Seminarium Naukowo-Techniczne Zakopane, Polska 6-8 październik 2016 r.
8. Drysdale D., *An introduction to Fire Dynamics*, Wiley-Interscience Publication, 1987.
9. McGrattan K., et al., *Fire Dynamics Simulator User's Guide*, NIST Special Publication 1019 Sixth Edition, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA, 2015.
10. McGrattan K., et al., *Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 1: Mathematical Model*, NIST Special Publication 1018-1 Sixth Edition, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA, 2015.
11. McGrattan K., et al., *Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 2: Verification*, NIST Special Publication 1018-2, Sixth Edition, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA, 2015.
12. McGrattan K., et al., *Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 3: Validation*, NIST Special Publication 1018-3, Sixth Edition, National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg, Maryland, USA, 2015.
13. ANSYS® Fluent, Release 17.0, Help System, Fluent Documentation, ANSYS, Inc., 2016.
14. Ewer J., Jia F., Grandison A., Galea E., Patel M., SMARTFIRE v4.3 Technical Reference Manual, Document revision 4.3.1, FSEG, University of Greenwich, 2013.

15. Ewer J., Jia F., Grandison A., Galea E., Patel M., SMARTFIRE v4.3 User Guide for the SMARTFIRE Environment, Document revision 4.3.1, FSEG, University of Greenwich, 2013.
16. Nielsen P.V. (ed), Allard F., Awbi H. B., Davidson L., Schälin A., *Computational Fluid Dynamics in Ventilation Design*, Guidebook No 10, REHVA, 2007.
17. Sztarbała G., *An estimation of conditions inside construction works during a fire with the use of Computational Fluid Dynamics*, „Bulletin of the Polish Academy of Sciences: Technical Sciences”, Volume 61, Issue 1, Pages 155–160, I, May 2013.
18. Kiełbasa T., Iwańska M., Ołdak M., Wojtasiak B., Standard CNBOP-PIB-0001:2015 *Wprowadzenie do obrotu i użytkowania urządzeń przeciwpożarowych*, wyd. 5, czerwiec 2015, Józefów.
19. Nejman M., Sowa T., Popielarczyk T., Stępień P., Standard CNBOP-PIB-BA03:2013 *Badania Laboratoryjne Siłowników Liniowych na zgodność z wymaganiami zawartymi w Rozporządzeniu MSWiA Dz. U. 2010 nr 85 poz. 553*, wyd. 1, październik 2013, Józefów.
20. Popielarczyk T., Sabała S., Sowa T., Stępień P., Standard CNBOP-PIB-BA07P:2015 *Badania laboratoryjne zasilaczy elektrycznych wg PN-EN 12101-10 i p. 12.2 załącznika do rozporządzenia MSWiA (Dz. U. 2007 Nr 143 poz. 1002, z późn. zm.)*, wyd. 1, listopad 2016, Józefów.
21. Pietrzak M., Śliwiński R., Wawerek M., Zaciera K., Standard CNBOP-PIB-0007:2016 *Zasilacze do urządzeń przeciwpożarowych*, wyd. 3, listopad 2016, Józefów.
22. Zboina J., Mroczko G., Zaciera K., Śliwiński R., Standard CNBOP-PIB-0011:2013 *Ochrona przeciwpożarowa – ręczne ostrzegacze pożarowe*, wyd. 4, wrzesień 2013, Józefów.
23. Zboina J., Śliwiński R., Zaciera K., Kukowski Ł., Standard CNBOP-PIB-0019:2013 *Ochrona przeciwpożarowa – sygnalizatory optyczne*, wyd. 1, marzec 2013, Józefów.
24. Zboina J., Śliwiński R., Zaciera K., Kukowski Ł., Standard CNBOP-PIB-0020:2013 *Ochrona przeciwpożarowa – sygnalizatory akustyczne*, wyd. 1, kwiecień 2013, Józefów.
25. Pietrzak M., Śliwiński R., Wawerek M., Zaciera K., Standard CNBOP-PIB-0032:2016 *Ręczny przycisk oddymiania*, wyd. 1, luty 2016, Józefów.

AKTY PRAWNE

26. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) Nr 305/2011 z dnia 9 marca 2011 r. ustanawiające zharmonizowane warunki wprowadzania do obrotu wyrobów budowlanych i uchylające dyrektywę Rady 89/106/EWG (Dz. Urz. UE L 88 z 04.04.2011, z późn. zm.).
27. Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz. U. z 2016 r. poz. 290, 961, 1165, 1250.)
28. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z 2015 r., poz. 1422).
29. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz. U. z 2016 r. poz. 191, z późn. zm.).
30. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. Nr 109 poz. 719).
31. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 2 grudnia 2015 r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. poz. 2117).
32. Rozporządzenie MSWiA z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz. U. Nr 143 poz. 1002, z 2010 r. Nr 85 poz. 553).
33. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 sierpnia 2004 r. w sprawie sposobów deklarowania zgodności wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz.U. Nr 198 poz. 2041).

34. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 17 listopada 2016 r. w sprawie sposobu deklarowania właściwości użytkowych wyrobów budowlanych oraz sposobu znakowania ich znakiem budowlanym (Dz. U. poz. 1966).

NORMY I WYTYCZNE

35. PN-B-02877-4:2001+Az1:2006 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Instalacja grawitacyjna do odprowadzania dymu i ciepła. Zasady projektowania.

36. VdS 2221:2007-06 VdS Richtlinien für Entrauchungsanlagen in Treppentraumen (ETA) – Planung und Einbau (Urządzenia do oddymiania klatek schodowych. Projektowanie i instalowanie).

37. PN-EN 13501-1+A1:2010 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 1: Klasyfikacja na podstawie wyników badań reakcji na ogień.

38. PN-EN 13501-4:2016-07 Klasyfikacja ogniowa wyrobów budowlanych i elementów budynków – Część 4: Klasyfikacja na podstawie wyników badań odporności ogniowej elementów systemów kontroli rozprzestrzeniania dymu.

39. PN-EN 12101-2:2005 Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – Część 2: Wymagania techniczne dotyczące klap dymowych.

40. PN-EN 12101-6:2007 Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – Część 6: Wymagania techniczne dotyczące systemów różnicowania ciśnień – Zestawy urządzeń.

41. PN-EN 12101-10:2007+AC:2007 Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła – Część 10: Zasilacze.

42. PN-EN 54-4:2001+A1:2004+A2:2007 Systemy sygnalizacji pożarowej – Część 4: Zasilacze.

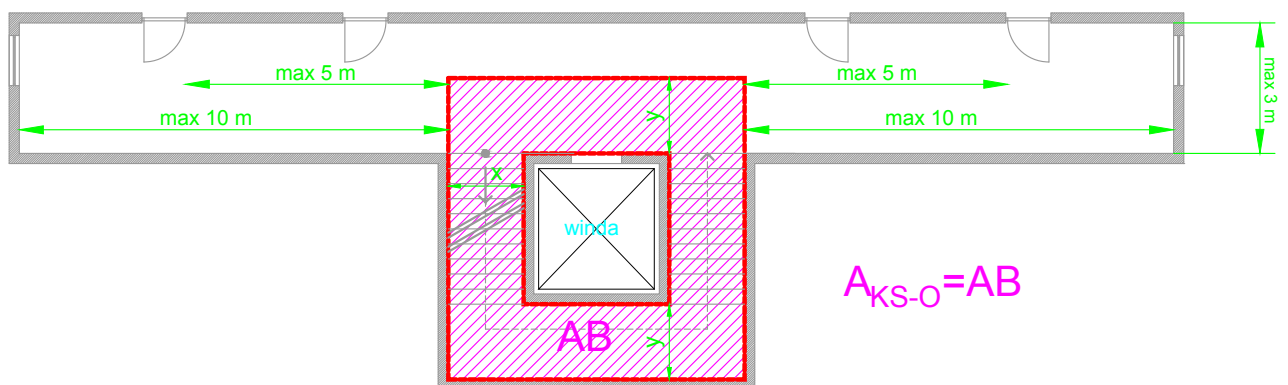
43. PN-76/B-03420:1976 Wentylacja i klimatyzacja – Parametry obliczeniowe powietrza zewnętrznego.

44. PN-EN ISO/IEC 17025:2005 Ogólne wymagania dotyczące kompetencji laboratoriów badawczych i wzorcujących.

45. CNBOP-PIB W-0001, Pomieszczenia i miejsca obsługi urządzeń przeciwpożarowych w budynkach – Lokalizacja, warunki wykonania, wyposażenie, wyd 2, luty 2016.

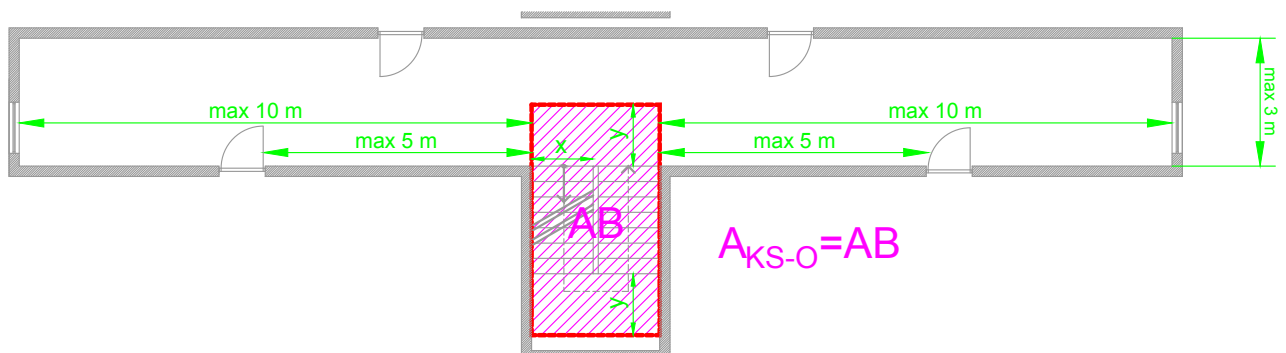
ZAŁĄCZNIK 1: PRZYKŁADY WYZNACZANIA POWIERZCHNI OBLICZENIOWEJ (A_{ks-o}) DLA KLATEK SCHODOWYCH O RÓŻNEJ KONSTRUKCJI

1. Powierzchnia obliczeniowa klatki schodowej
okalającej obudowany szacht windy

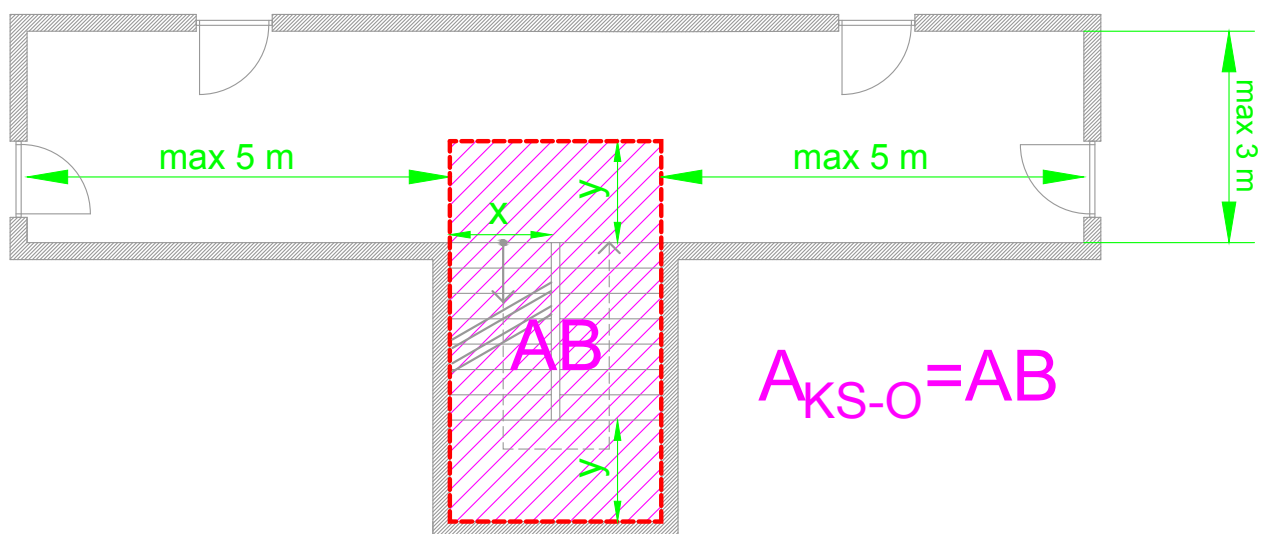


2. Powierzchnia obliczeniowa klatki schodowej
otwartej na przyległy korytarz

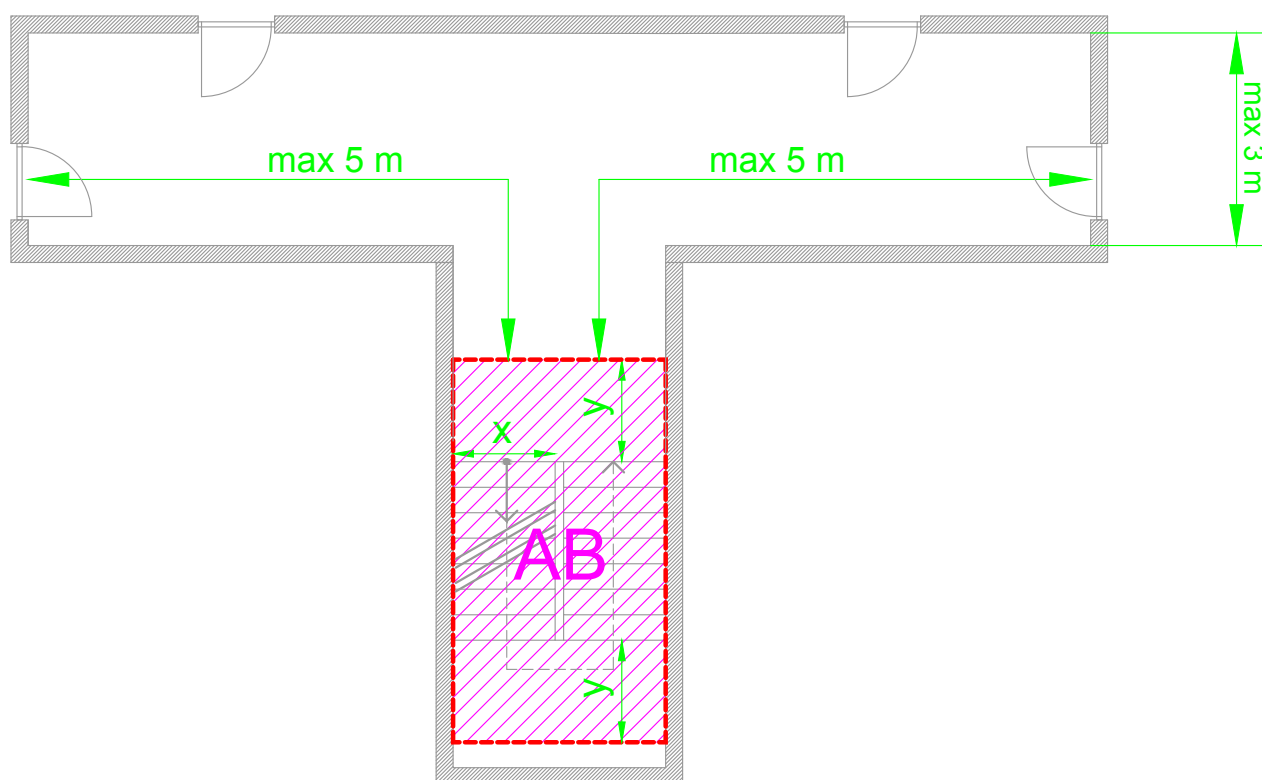
a)



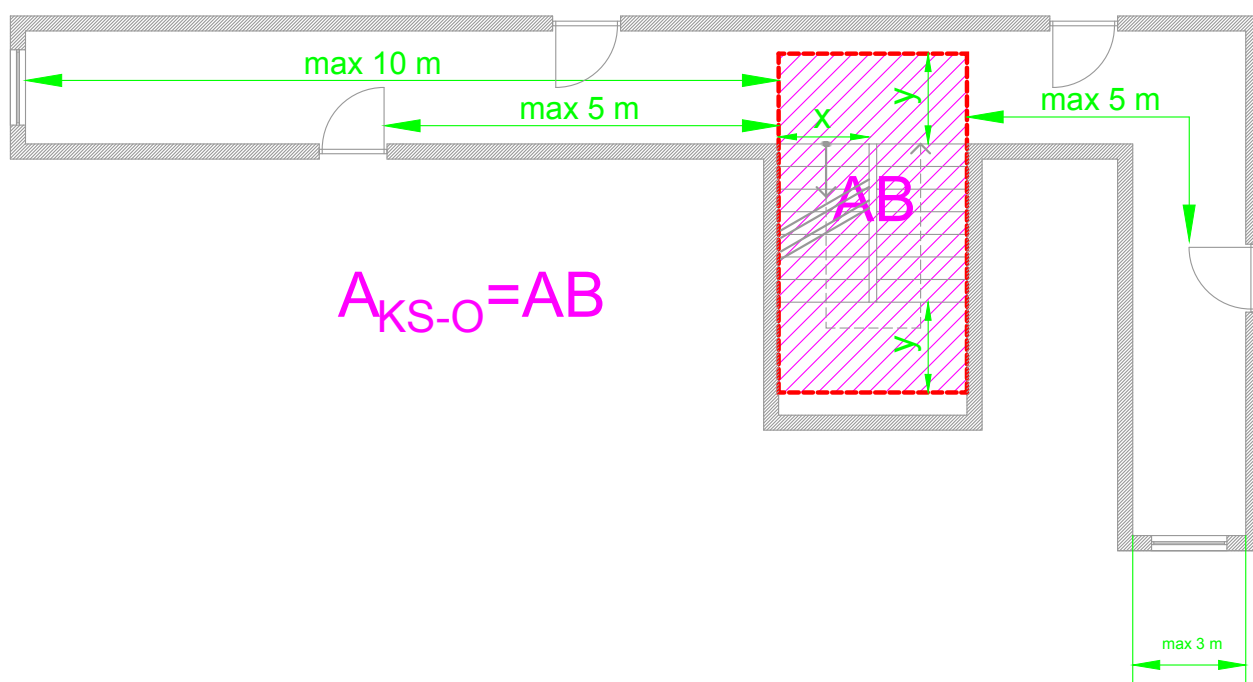
b)



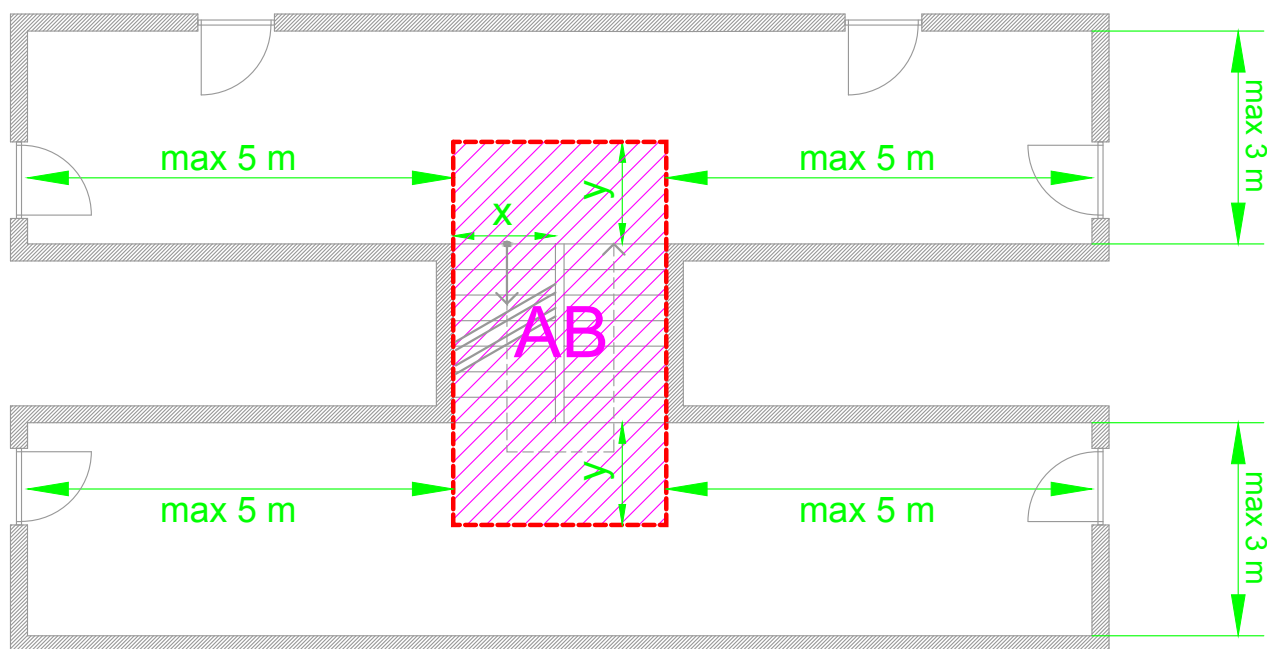
c)



d)



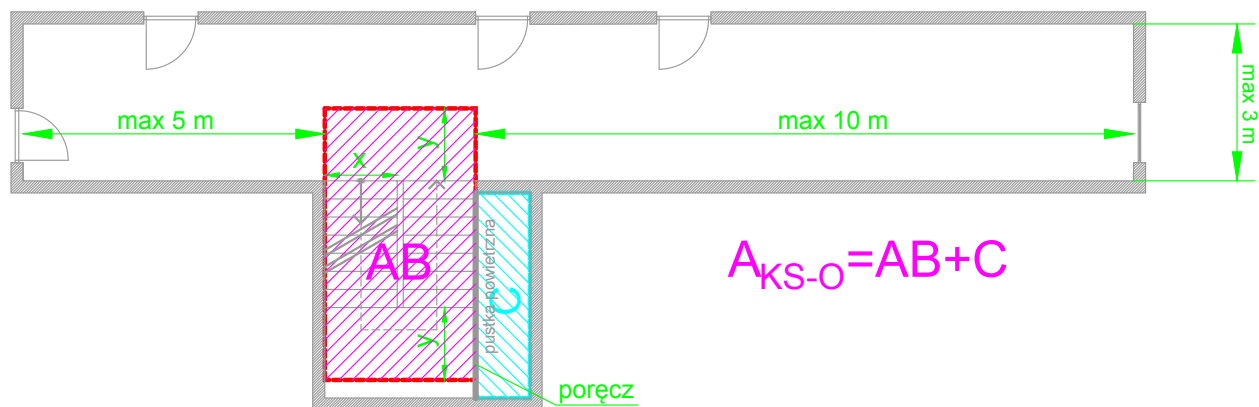
e)



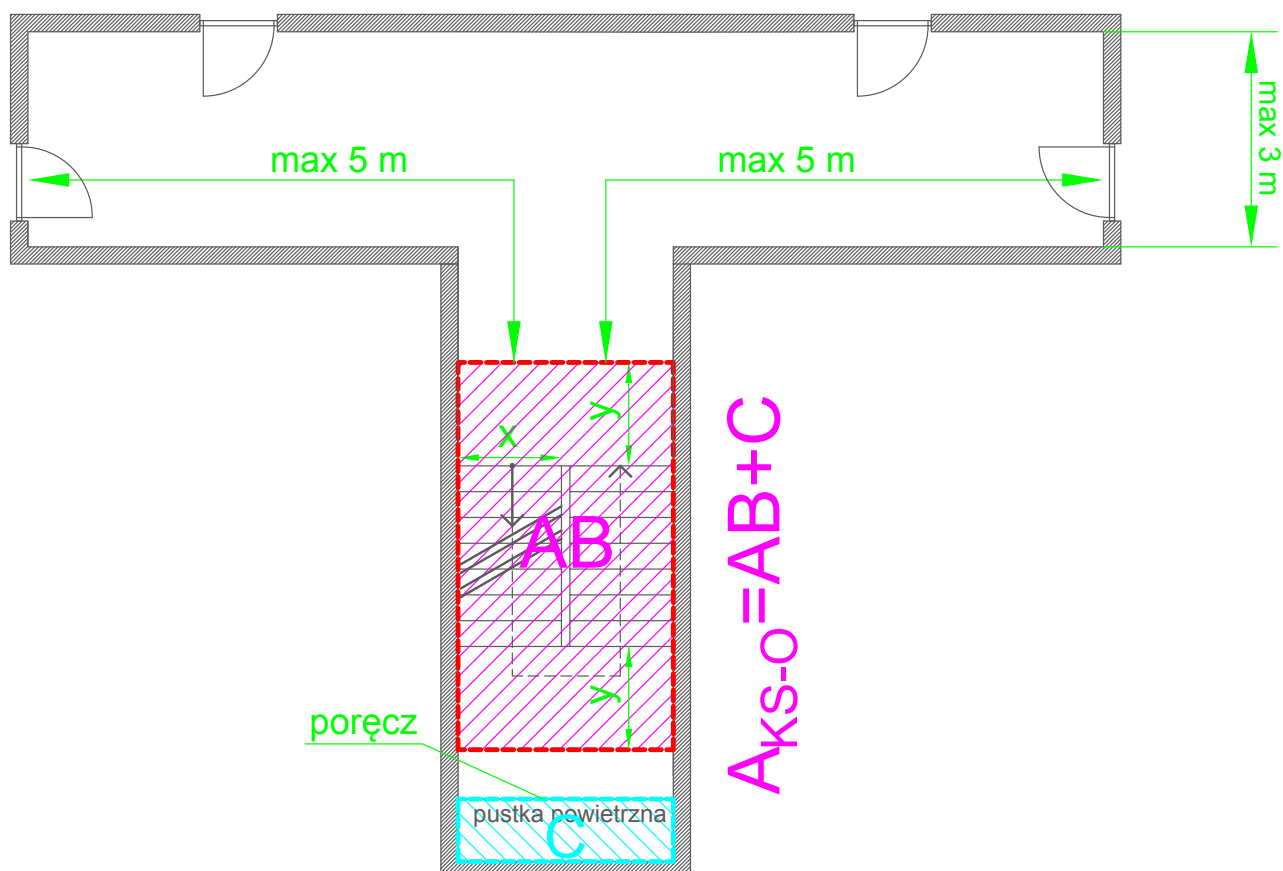
$$A_{KS-O} = AB$$

3. Przypadki klatek schodowych z przyległą pustką powietrzną

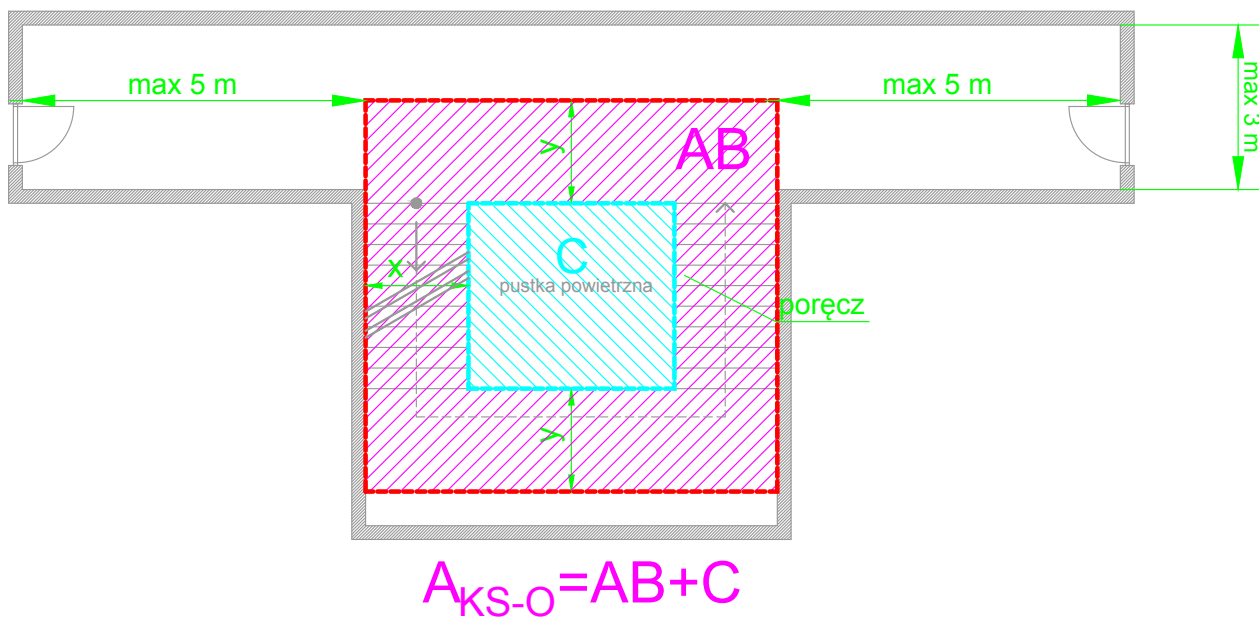
a)



b)



c)



ZAŁĄCZNIK 2: POWIERZCHNIE NIESZCZELNOŚCI WYBRANYCH PRZEGRÓD WYSTĘPUJĄCYCH W KLATCE SCHODOWEJ

Tabela 1. Powierzchnie nieszczelności ścian [40]

ELEMENT KONSTRUKCYJNY	KATEGORIA SZCZELNOŚCI	POWIERZCHNIA NIESZCZELNOŚCI PRZYPADAJĄCA NA 1 m ² ŚCIANY [m ²]
Ściany zewnętrzne budynku (łącznie z pęknięciami w konstrukcji oraz szczelinami wokół okien i drzwi)	szczelna	$0,7 \times 10^{-4}$
	przeciętna	$0,21 \times 10^{-3}$
	nieszczelna	$0,42 \times 10^{-3}$
	bardzo nieszczelna	$0,13 \times 10^{-2}$
Ściany wewnętrzne i ściany schodów (łącznie z pęknięciami w konstrukcji, bez szczelin wokół okien i drzwi)	szczelna	$0,14 \times 10^{-4}$
	przeciętna	$0,11 \times 10^{-3}$
	nieszczelna	$0,35 \times 10^{-3}$
Ściany szybów dźwigowych (łącznie z pęknięciami w konstrukcji, bez szczelin wokół okien i drzwi)	szczelna	$0,18 \times 10^{-3}$
	przeciętna	$0,84 \times 10^{-3}$
	nieszczelna	$0,18 \times 10^{-2}$

Tabela 2. Powierzchnie nieszczelności stropów [40]

ELEMENT KONSTRUKCYJNY	KATEGORIA SZCZELNOŚCI	POWIERZCHNIA NIESZCZELNOŚCI PRZYPADAJĄCA NA 1 m ² STROPU [m ²]
Stropy (łącznie z pęknięciami w konstrukcji, szczelinami wokół przejść instalacyjnych)	przeciętna	$0,52 \times 10^{-4}$

Tabela 3. Powierzchnie nieszczelności drzwi [40]

TYP DRZWI	POWIERZCHNIA NIESZCZELNOŚCI [m ²]
Drzwi jednoskrzydłowe otwierające się do przestrzeni o podwyższonym ciśnieniu	0,01
Drzwi jednoskrzydłowe otwierające się na zewnątrz przestrzeni o podwyższonym ciśnieniu	0,02
Drzwi dwuskrzydłowe	0,03
Drzwi dźwigu	0,06

Tabela 4. Powierzchnie nieszczelności okien [40]

TYP OKNA	POWIERZCHNIA SZCZELINY NA 1 m DŁUGOŚCI [m ²]
Rozwierane, bez uszczelnienia	$2,5 \times 10^{-4}$
Rozwierane, z uszczelnieniem	$3,6 \times 10^{-5}$
Przesuwne	$1,0 \times 10^{-4}$

ZAŁĄCZNIK 3: WZÓR PROTOKOŁU TESTU ODBIOROWEGO

TEST ODBIOROWY – PROTOKÓŁ

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Nazwa obiektu:

Adres:

Kategoria zagrożenia ludzi:

Wysokość klatki schodowej:

Liczba kondygnacji nadziemnych: podziemnych:

CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU

Projekt wykonał:

Urządzenia oddymiające: ścienne / w stropie Powierzchnia czynna/geom.: [m²]

Nawiew kompensacyjny:

- grawitacyjny - powierzchnia czynna/geom./ef.: [m²]
- mechaniczny - wydajność max.: [m³/h]

TESTY ODBIOROWE

obowiązkowe

1. czas pełnego uruchomienia systemu:[s]
 - a. czas zgodny z wytycznymi (< 60 s): tak / nie
2. poprawność działania urządzeń:
 - a. oddymiających: tak / nie
 - b. dostarczających powietrze kompensacyjne: tak / nie
 - c. inne: tak / nie
3. wartość przepływ na urządzeniu oddymiającym (dla systemu mechanicznego)

.....[m³/h]

dodatkowe, jeśli są wymagane

4. test skuteczności oddymiania tak / nie

model wytwornicy:

sposób pomiaru transmitancji:.....

dym usunięty poprzez urządzenia oddymiające: tak/nie

czas oddymienia klatki schodowej:.....[s]

uwagi:

Wykonujący badanie:

Podpis:

Data badania:

ZAŁĄCZNIK 4: WZÓR PROTOKOŁU TESTU OKRESOWEGO

TEST OKRESOWY – PROTOKÓŁ

CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Nazwa obiektu:
 Adres:
 Kategoria zagrożenia ludzi:
 Wysokość klatki schodowej:
 Liczba kondygnacji nadziemnych: podziemnych:

CHARAKTERYSTYKA SYSTEMU

Projekt wykonał:
 Urządzenia oddymiające: ścienne / w stropie Powierzchnia czynna/geom.: [m²]
 Nawiew kompensacyjny:
 • grawitacyjny - powierzchnia czynna/geom./ef.: [m²]
 • mechaniczny - wydajność max.: [m³/h]

TESTY ODBIOROWE

obowiązkowe

1. czas pełnego uruchomienia systemu:[s]
 d. czas zgodny z wytycznymi (< 60 s): tak / nie
2. poprawność działania urządzeń:
 - a. oddymiających: tak / nie
 - b. dostarczających powietrze kompensacyjne: tak / nie
 - c. inne: tak / nie
3. wartość przepływ na urządzeniu oddymiającym (dla systemu mechanicznego)
 [m³/h]

dodatkowe, jeśli są wymagane

4. test skuteczności oddymiania tak / nie
 model wytwornicy:
 sposób pomiaru transmitancji:.....
 dym usunięty poprzez urządzenia oddymiające: tak/nie
 czas oddymienia klatki schodowej:.....[s]

uwagi:

Wykonujący badanie:

Podpis:

Data badania:

www.cnbop.pl

Wydawnictwo CNBOP-PIB
www.cnbop.pl

