



Omówienie zakresu zmian w normach dotyczących wentylacji pożarowej



POLSKA NORMA

ICS 13.220.99

PN-EN 12101-6

Wprowadza

EN 12101-6:2022, IDT

Zastępuje

PN-EN 12101-6:2007

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła

Część 6: Wymagania techniczne dotyczące różnicowania ciśnień

Zestawy urządzeń



POLSKA NORMA

PN-B-02877-4

kwiecień 2001



POLSKA NORMA

ICS 13.220.99

PN-EN 12101-13

Wprowadza

EN 12101-13:2022, IDT

Zastępuje

PN-EN 12101-6:2007

zestawów przeciwpożarowa budynków

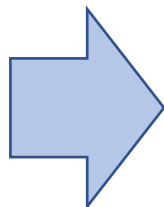
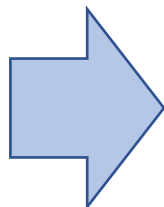
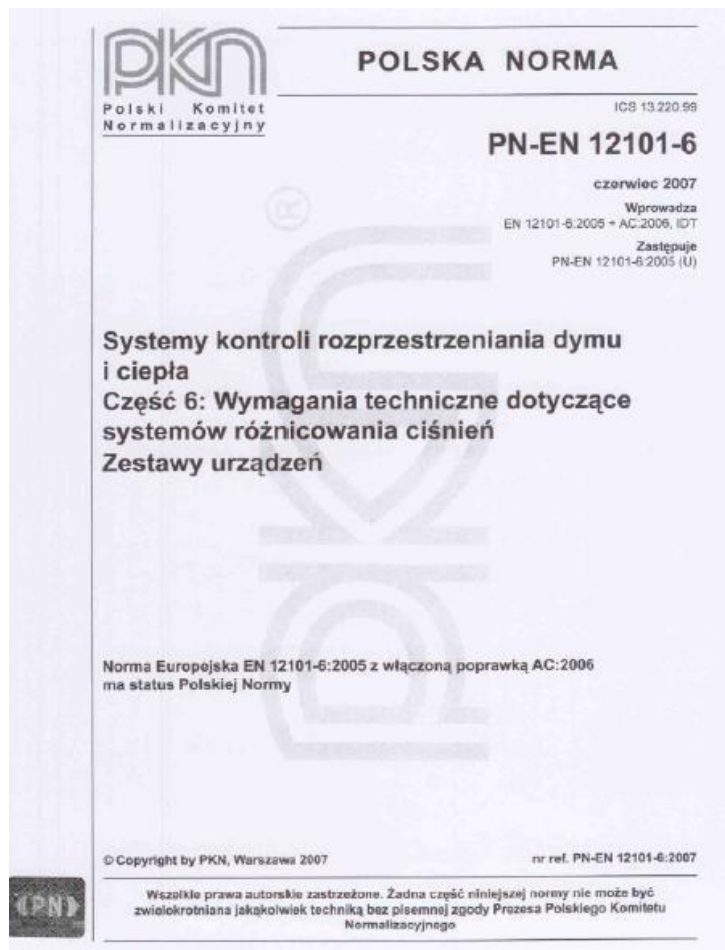
systemy grawitacyjne odprowadzania dymu i ciepła

regulacje i metody projektowania

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła

Część 13: Systemy różnicowania ciśnień (SRC)

Projektowanie i metody obliczeniowe, instalowanie, badania okresowe i konserwacja



PN-EN 12101-6

Wprowadza
EN 12101-6:2022, IDT
Zastępuje
PN-EN 12101-6:2007

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła

Część 6: Wymagania techniczne dotyczące systemów różnicowania ciśnień

Zestawy urządzeń

PN-EN 12101-13

Wprowadza
EN 12101-13:2022, IDT
Zastępuje
PN-EN 12101-6:2007

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła

Część 13: Systemy różnicowania ciśnień (SRC)

Projektowanie i metody obliczeniowe, instalowanie, badania okresowe i konserwacja

PN-EN 12101-6

Wprowadza

EN 12101-6:2022, IDT

Zastępuje

PN-EN 12101-6:2007

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła

**Część 6: Wymagania techniczne dotyczące systemów
różnicowania ciśnień**

Zestawy urządzeń

Norma dotyczy **zestawów** i **elementów układu** różnicowego ciśnienia, wprowadzonych do obrotu i przeznaczonych do pracy jako część układu różnicowego ciśnienia.

W normie określono właściwości i metody badań elementów i zestawów SRC w celu wytworzenia i kontrolowania wymaganej różnicy ciśnień i przepływu powietrza między przestrzenią chronioną i niechronioną.

Badania trzech rodzajów zestawów urządzeń w zależności od sposobu kontroli ciśnienia w przestrzeni chronionej:

- z wykorzystaniem samoczynną klapą nadmiarowo-upustową (przepustnicę barometryczną);
- z wykorzystaniem klapy współpracującej z regulatorem i czujnikiem ciśnienia;
- z wykorzystaniem czujników ciśnienia, regulatorów i przetwornic częstotliwości.

Aby wybrać próbki do badań, zestawy do pomiaru różnicy ciśnień należy pogrupować w rodziny.

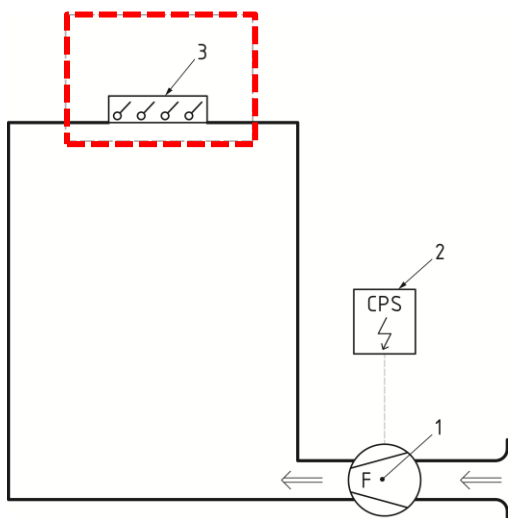
W normie zdefiniowano metodykę wyboru zestawu **urządzeń reprezentatywnych** do badań, co pozwała uniknąć badania całego typoszeregu. Zestawy wyrobów do różnicowania ciśnienia powinny być **pogrupowane w rodziny** - z nich należy wybrać próbki do badań

Metoda 1	Próbka do badań - najmniejszy stosunek dla: <ul style="list-style-type: none">❖ nominalna moc silnika / masowy moment bezwładności wirnika❖ Nominalna moc silnika / wymagana moc na wale wentylatora❖ Nominalna moc falownika / nominalna moc silnika❖ Moc rezystora hamowania / nominalna moc falownika
Metoda 2	Wybór na podstawie obliczeń maksymalnego czasu rozpędzania i zwalniania

Należy wytypować zestaw do badań i wykonać je wszystkie. **Niektóre elementy** muszą przejść własne specyficzne testy, zanim zostaną zaprezentowane jako część zestawu (badania wg. odnośnych norm)

Pozytywny wynik badań wytypowanego zestawu o najniższych parametrach oznacza, że pozostałe zestawy z danej rodziny są zgodne z wymaganiami normy

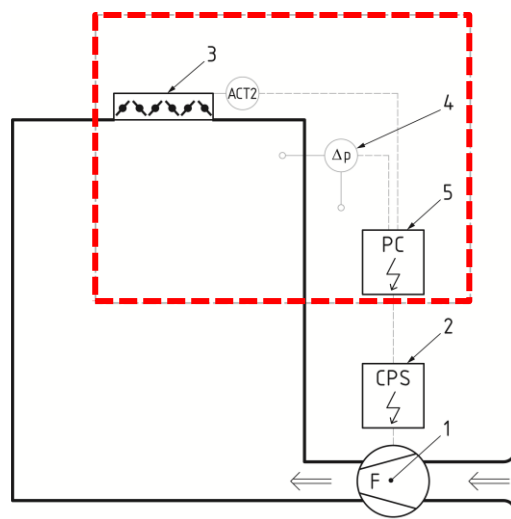
Zestaw 1



Zestaw 1

- Wentylator nawiewny (stała wydajność)
- Wyłącznik
- **Kłapa upustowa (np. z odważnikami)**

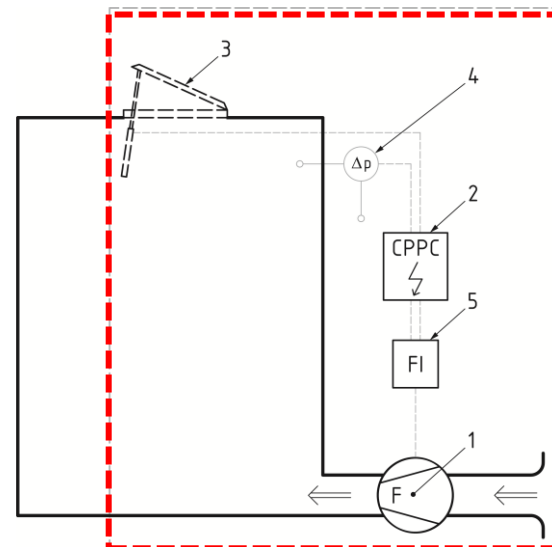
Zestaw 2



Zestaw 2

- Wentylator nawiewny (stała wydajność)
- Panel kontrolny z funkcją wyłączenia
- **Kłapa upustowa z siłownikiem, czujnikiem ciśnienia i funkcją kontroli ciśnienia**

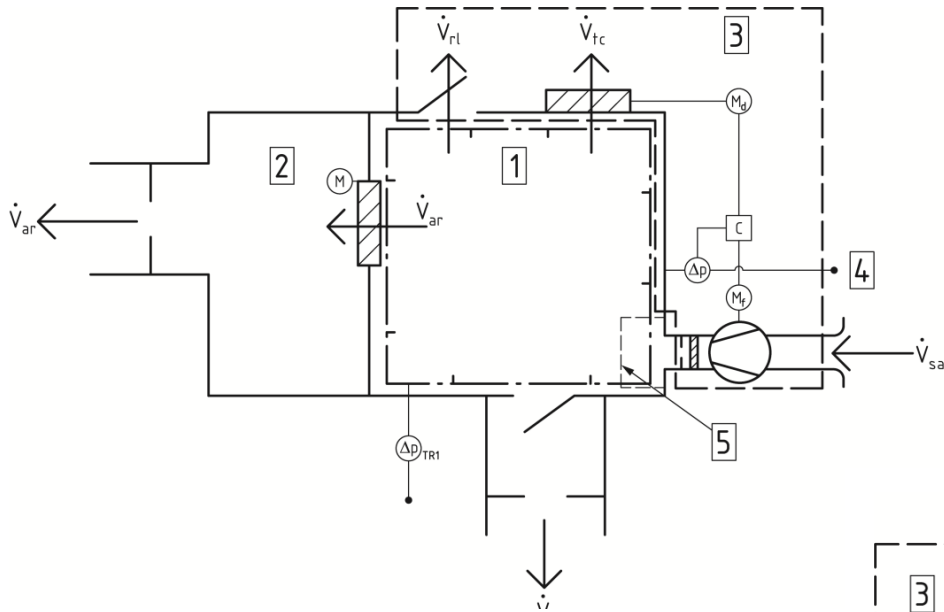
Zestaw 3 (rodzina)



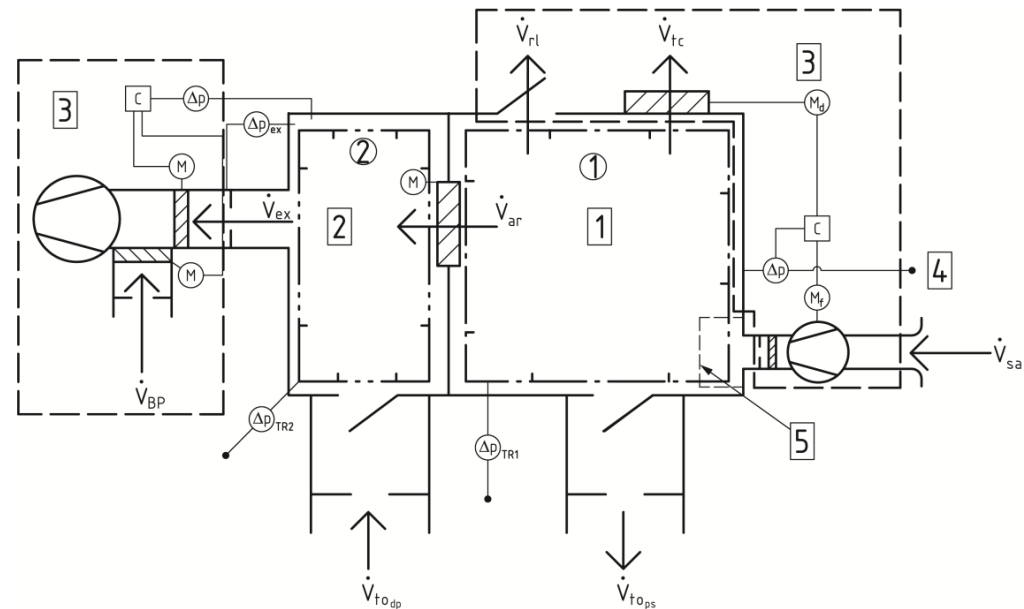
Zestaw 3 (rodzina)

- **Wentylator nawiewny/wywiewny o zmiennej wydajności**
- **Panel kontrolny z funkcją kontroli ciśnienia i wyłączenia**
- **Kłapa upustowa (opcjonalnie)**
- **Czujnik ciśnienia**
- **Przetwornica częstotliwości**
- **Rezystory hamowania (opcjonalnie)**

Norma określa jak powinno być zbudowane stanowisko testowe



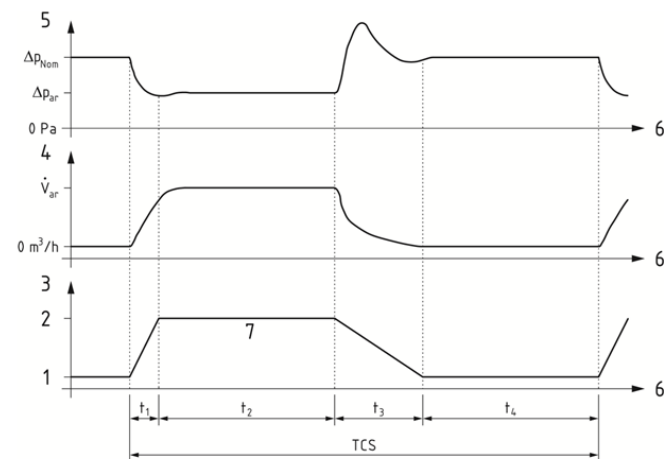
Schemat stanowiska badawczego z pasywnym odprowadzeniem powietrza



Schemat stanowiska badawczego z pasywnym odprowadzeniem powietrza

Zakres badań funkcjonalnych urządzeń stosowanych do budowy systemów różnicowania ciśnienia (m.in.)

Test funkcjonalności – imituje on naprzemienne otwieranie i zamykanie drzwi do przestrzeni chronionej. W trakcie badań sprawdza się czas ustabilizowania ciśnienia na wymaganym poziomie po zamknięciu drzwi oraz czas osiągnięcia co najmniej 90% zakładanej wydajności po otwarciu drzwi. Test wykonuje się dla 20 cykli zamknięcia i otwarcia drzwi. Dla każdego powtórzenia czasy osiągnięcia zakładanych parametrów nie mogą przekroczyć 3 s.



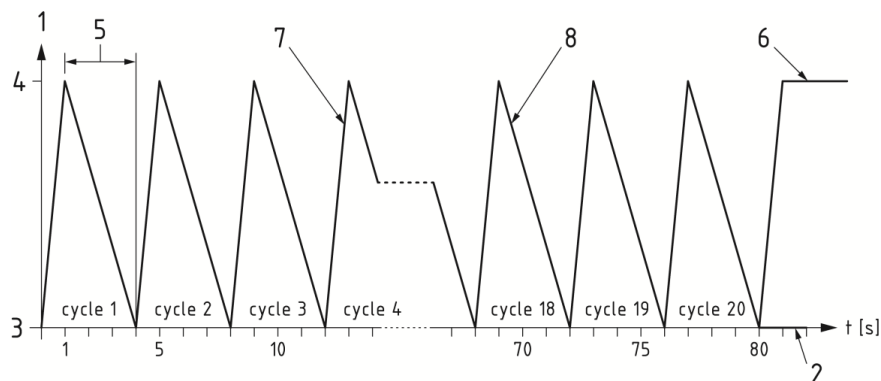
Sekwencja cyklu testowego

Parametr czasu	Stara norma 12101-6	Nowa norma 12101-6
Czas uruchomienia	60 s	60 s
Osiągnięcie 90% nominalnej wydajności	3 s od otwarcia	3 s od pełnego otwarcia drzwi
Osiągnięcie nominalnego ciśnienia	3 s od zamknięcia (na uzyskanie odpowiedniej wydajności)	3 s od zamknięcia drzwi (zakres nie większy niż $1,2 \cdot D_p \text{ nom}$)

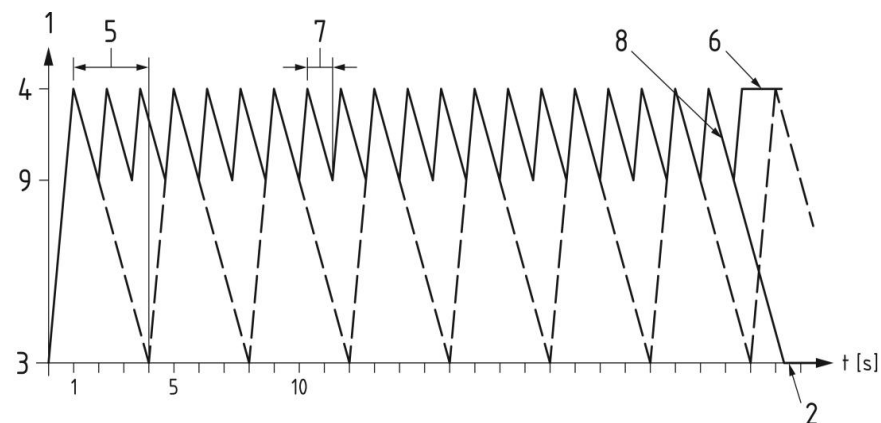
Test trwałości – w jego trakcie następuje naprzemienne otwarcie i zamknięcie drzwi do przestrzeni testowej wykonywane 10 000 razy. Test ma wykazać trwałość badanego zestawu i nie wymaga pomiaru czasu potrzebnego do osiągnięcia przez system zakładanych parametrów.

Drugi test niezawodności – powtórzenie testu funkcjonalności po teście trwałości.

Test oscylacyjny – sprawdza on odporność badanego zestawu urządzeń na warunki nierównomiernego otwierania i zamykania drzwi wykonane 10 x 20 cykli.



Cykl oscylacyjny z czasem otwarcia 1 s i czasem zamknięcia 3 s w pełni otwarte lub zamknięte drzwi po 20 cyklach



Cykl oscylacyjny z zamknięciem 3 s i czasem otwarcia części 1 s – w pełni otwarte lub zamknięte drzwi po 20 cyklach

PN-EN 12101-13

Wprowadza

EN 12101-13:2022, IDT

Zastępuje

PN-EN 12101-6:2007

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła

Część 13: Systemy różnicowania ciśnień (SRC)

Projektowanie i metody obliczeniowe, instalowanie, badania okresowe i konserwacja

Norma zawiera metody obliczeniowe, wytyczne i wymagania dotyczące projektowania instalowania, badań okresowych oraz konserwacji systemów różnicowania ciśnień (SRC – ang. Pressure Differential Systems - PDS).

Norma pozwala na projektowanie wyłącznie systemów nadciśnieniowych

Rozdział 5

- Założenia funkcjonowania SRC (czas uruchomienia wymagania funkcjonalne, siła potrzebna do otwarcia drzwi, prędkość przepływu itd)
- Podział SRC
- Zdefiniowanie przestrzeni chronionych nadciśnieniem
- Kryterium nadciśnienie i warunki jego utrzymania
- Kryterium przepływu
- Realizacja nawiewu powietrza
- Realizacja odprowadzenia powietrza z kondygnacji
- Kontrola parametrów ciśnienia i przepływu powietrza

Wymagania funkcjonalne dla systemów SCR klasy 1 i 2 dla budynków o wysokości do 60 m

Parametry projektowe	Wymagania funkcjonalne	
	Klasa 1	Klasa2
Różnica ciśnienia na granicy strefy chronionej i nie chronionej nadciśnieniem	min 30 Pa	
Siła potrzebna do otwarcia drzwi	max 100 N	
Prędkość przepływu powietrza w otwartych drzwiach na granicy przestrzeni chronionej i nie chronionej nadciśnieniem	min 1 m/s	min 2 m/s
Czas odpowiedzi (reakcji systemu)	max 5 s	
Czas inicjacji (przejścia elementów do pozycji roboczej)	max 60 s	
Czas aktywacji (pełne uruchomienie systemu PDS)	max 120 s	

W przypadku budynków o wysokości przekraczającej 60 m należy stosować takie same kryteria projektowe jak w budynkach niższych, ale konieczne jest wówczas przeprowadzenie dodatkowych obliczeń i weryfikacji. Metody i zasad weryfikacji rozwiązań projektowych przedstawiono w Załączniku D (np. Dodatkowa analiza matematyczna i/lub obliczeniowa mechanika płynów CFD).

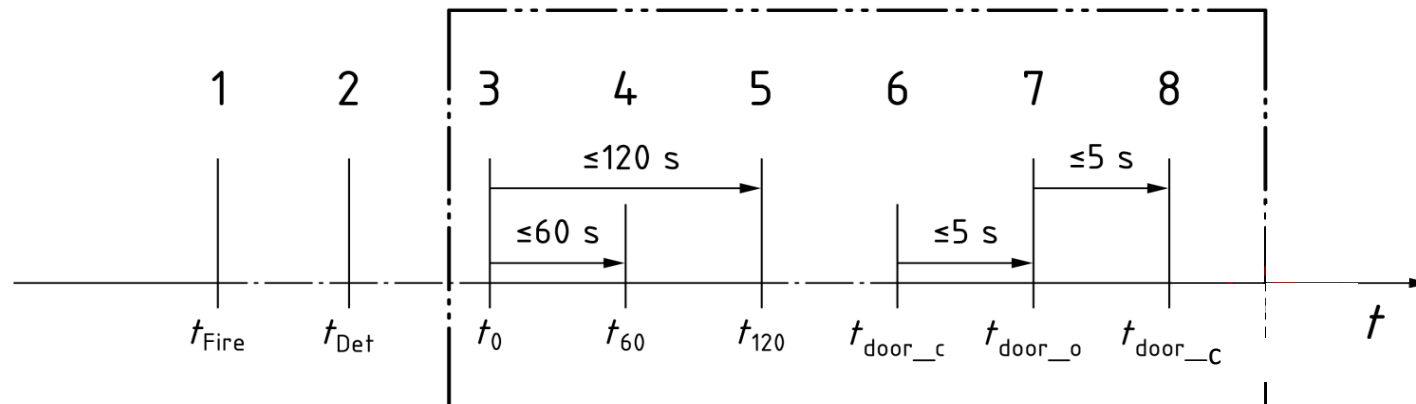
Zakres stosowania klasy 1 i klasy 2

Klasa 1 będzie mogła być stosowana w:

- budynkach wyposażonych w stałe urządzenia tryskaczowe wodne z tryskaczami szybkiego reagowania (o indeksie odpowiedzi $RTI \leq 50$)
- budynkach mieszkalnych o wysokości do 30 m lub poniżej granicy budynków wysokościowych (**wg WT to budynki mieszkalne o wysokości do 15 kondygnacji lub budynki do wysokości 55 m**)
- budynkach mieszkalnych, jeżeli pomiędzy przestrzenią chronioną, a przestrzenią, w której zlokalizowany może być pożar, znajdują się co najmniej dwie przestrzenie (pomieszczenia) bez obciążenia ogniowego (np. hol i przedsionek) wydzielone drzwiami pożarowymi z samozamykaczami.

Możliwe jest również zastosowanie rozwiązania klasy 1 w innych obiektach jeżeli zostaną one zaakceptowane przez właściwe władze (uzyska się zgodę na zastosowanie takiego rozwiązania).

W pozostałych przypadkach należy stosować rozwiązania klasy 2 **lub jeśli jest to wymagane przez właściwe władze.**



Czas inicjacji (60 s)

Okres rozpoczynający się w momencie aktywacji SRC (0 s) i kończy po 60 s, o kiedy wszystkie niezbędne elementy powinny być w prawidłowej pozycji roboczej (np. przepustnica, twory wentylacyjne) a wentylator powinien się uruchomić.

Czas pracy (120 s)

Okres, który rozpoczyna się w momencie aktywacji SCR (t_0) i kończy się po 120 s, powinna zostać osiągnięta pełna funkcjonalność SCR

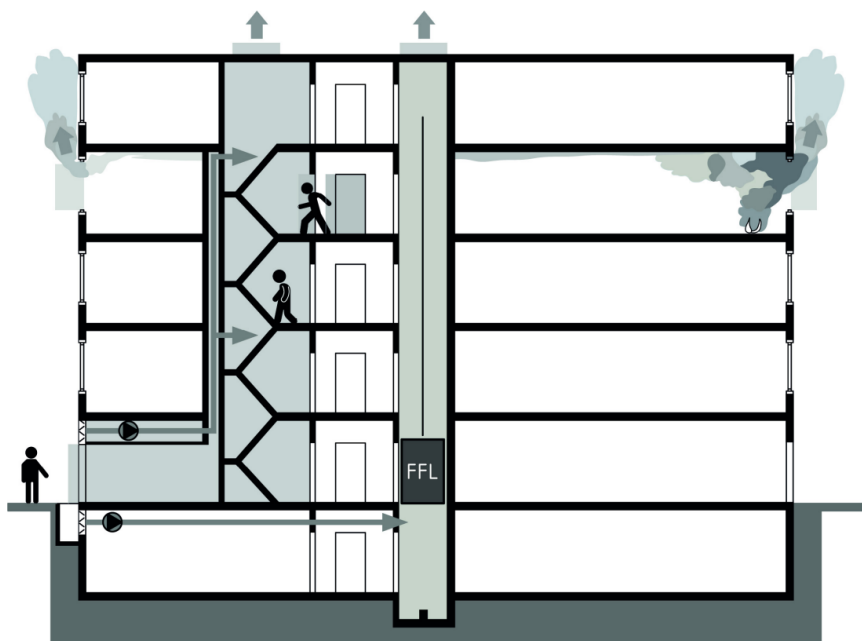
Czasy odpowiedzi ($t_{\text{door_c}}$, $t_{\text{door_o}}$)

Okres, w którym CSR osiągnie wymaganą różnicę ciśnienia (przy zachowania maksymalnej siły otwierania drzwi) lub wymaganą prędkości przepływu powietrza, gdy drzwi są otwarte (5 s) i zamknięte (5 s).

Systemy SCR wg 12101-13

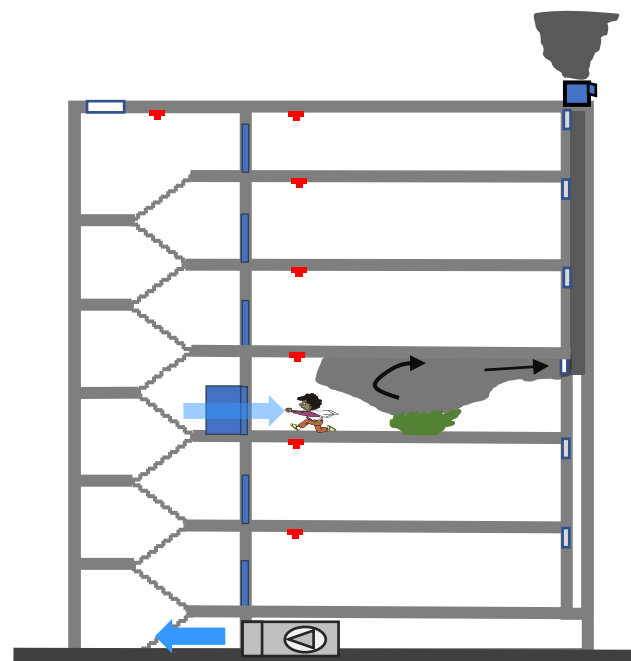
Systemy SCR z pasywnym (naturalnym) odprowadzeniem powietrza i dymu

otwory wentylacyjne (zgodne z z EN 12101-2),
szyby wyposażone klapy oddymiające (zgodne
z EN 12101-8)

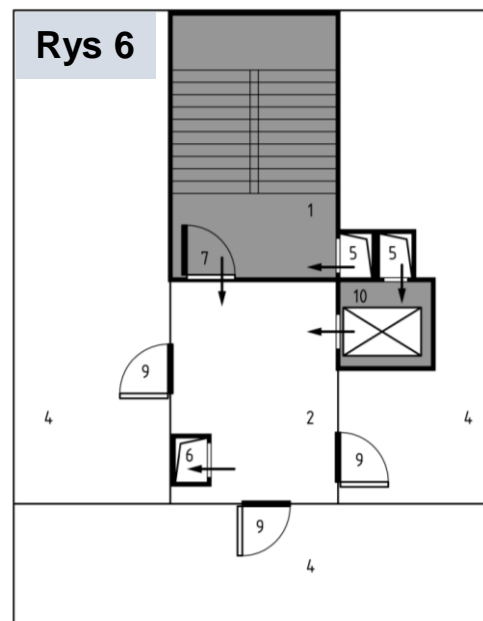
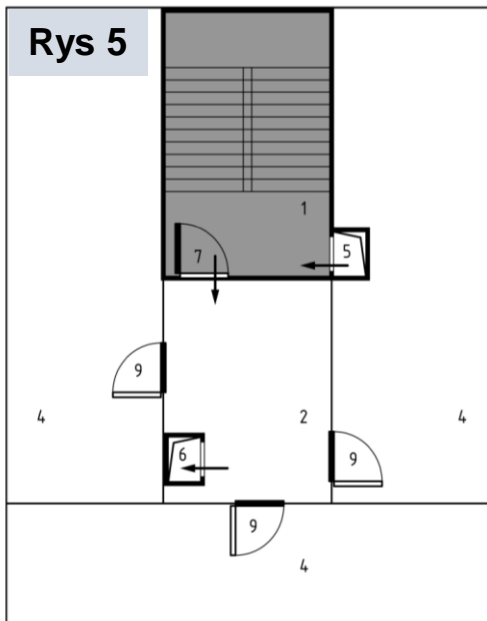


Systemy SCR z aktywnym (mechanicznym) odprowadzeniem powietrza i dymu

wentylatory oddymiające zgodne z EN
12101-3 i EN 12101-6, gdy jest to
wymagane

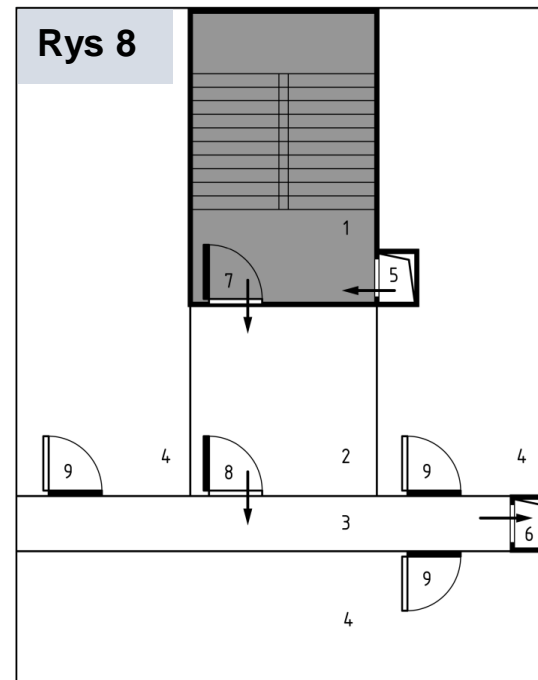
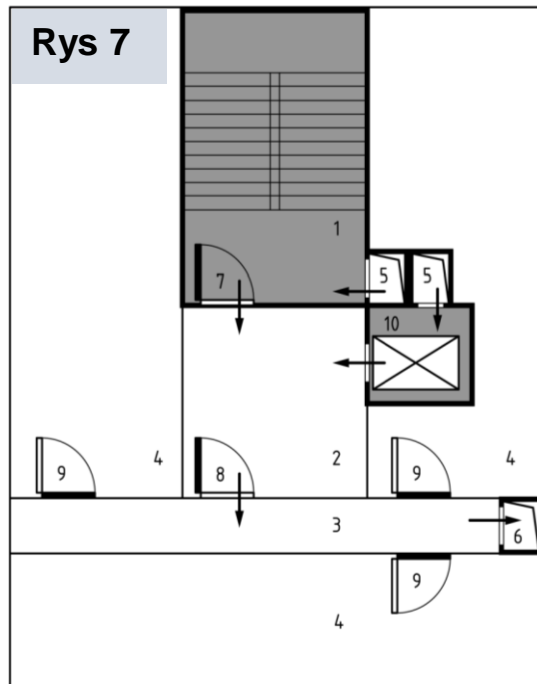


Przykłady zastosowania SRC w budynkach



§ 246. 5. W budynku wysokim (W) i wysokościowym (WW) dopuszcza się wykonywanie klatek schodowych, stanowiących drogę ewakuacyjną **wyłącznie dla stref pożarowych ZL IV**, bez przedsionków oddzielających je od poziomych dróg komunikacji ogólnej, jeżeli:

- 1) każde mieszkanie lub pomieszczenie jest oddzielone od poziomej drogi komunikacji ogólnej drzwiami o klasie odporności ogniowej co najmniej E I 30;
- 2) klatki schodowe są zamykane drzwiami dymoszczelnymi;
- 3) klatki schodowe są wyposażone w **urządzenia zapobiegające zadymieniu lub** w samoczynne urządzenia oddymiające uruchamiane za pomocą systemu wykrywania dymu.

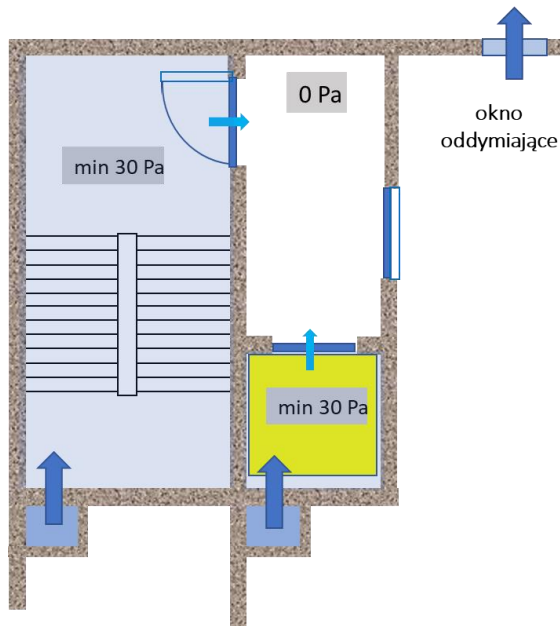


Połączenia lobby/korytarza

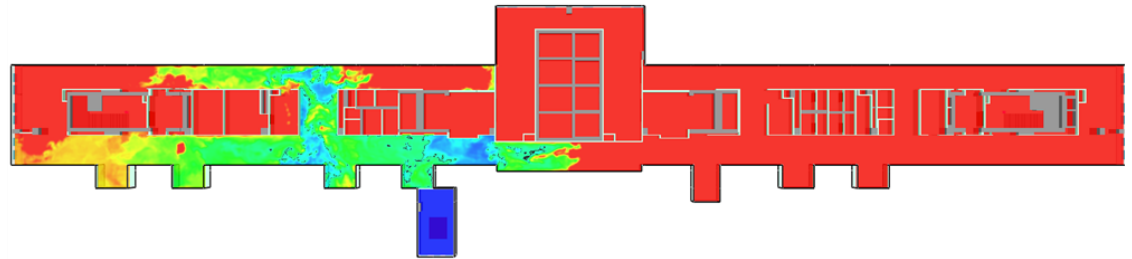
W większości przypadków połączony hol/korytarz nie jest chroniony nadciśnieniem.

W zależności od położenia punktu usuwania powietrza, przepływ przez tą przestrzeń występuje jest tylko wtedy, gdy wszystkie drzwi pomiędzy przestrzenią chronioną nadciśnieniem i punktem usuwania powietrza są otwarte na w tym samym czasie

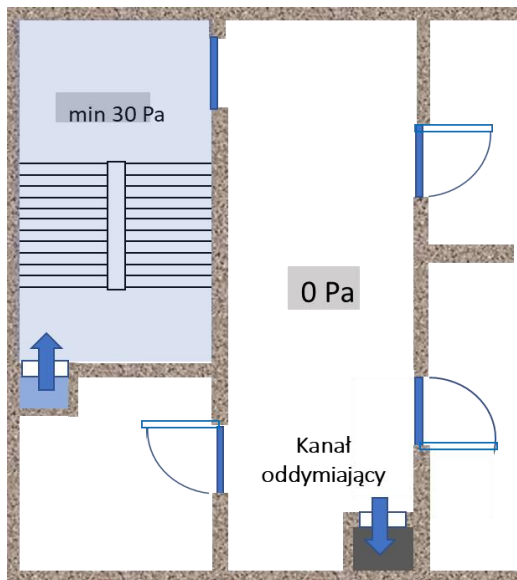
Przepływ powietrza tylko w warunkach drzwi otwartych



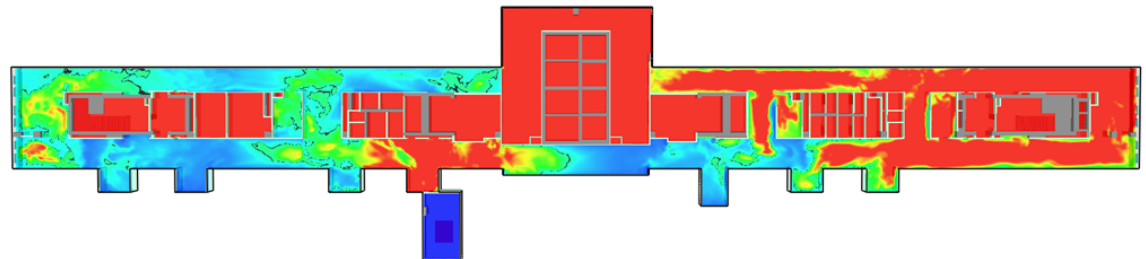
Okno oddymiające – np. brak przepływu z przestrzeni chronionej nadciśnieniem



Widoczność po czasie 300 s od rozpoczęcia pożaru, na wysokości 1,8m od podłogi

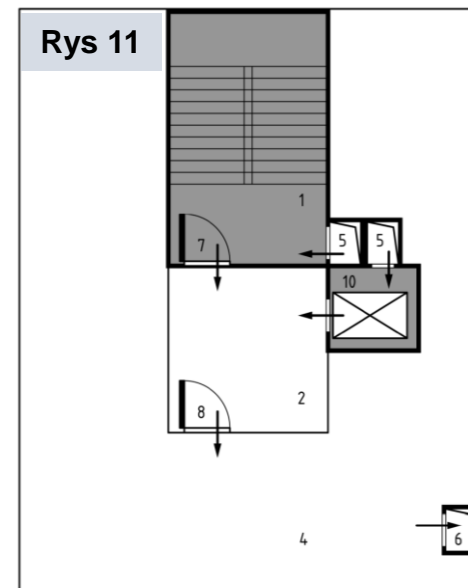
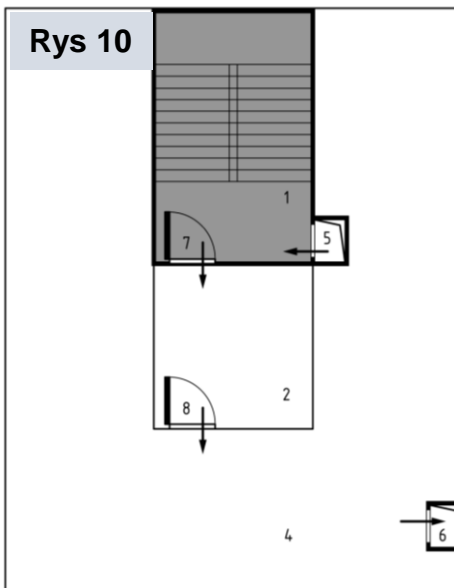
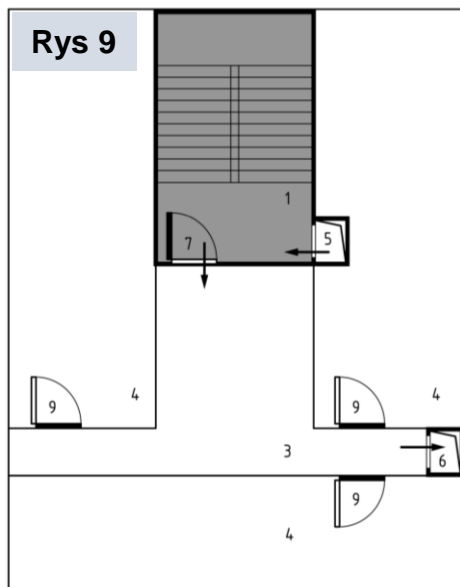


Kanał grawitacyjny – np. brak przepływu z przestrzeni chronionej nadciśnieniem



Widoczność po czasie 600 s od rozpoczęcia pożaru na wysokości 1,8m od podłogi

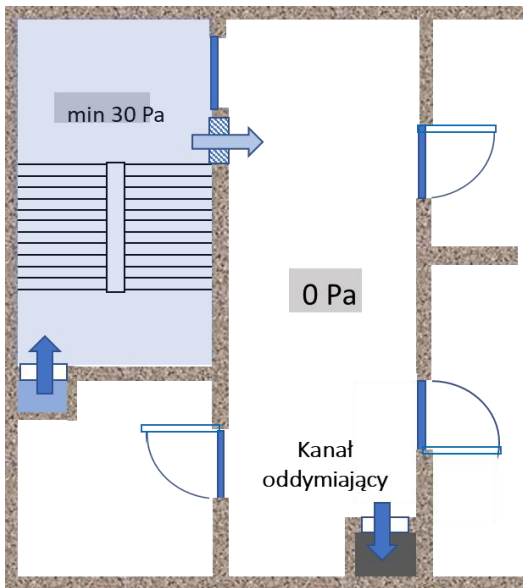
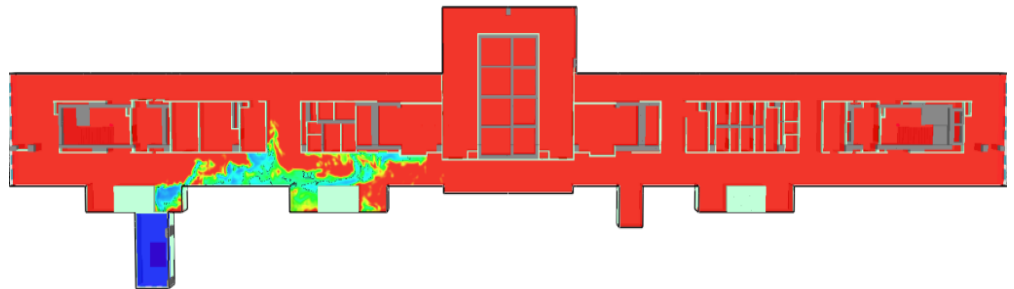
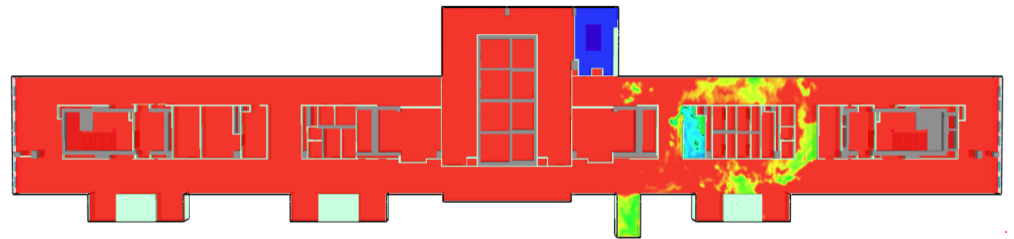
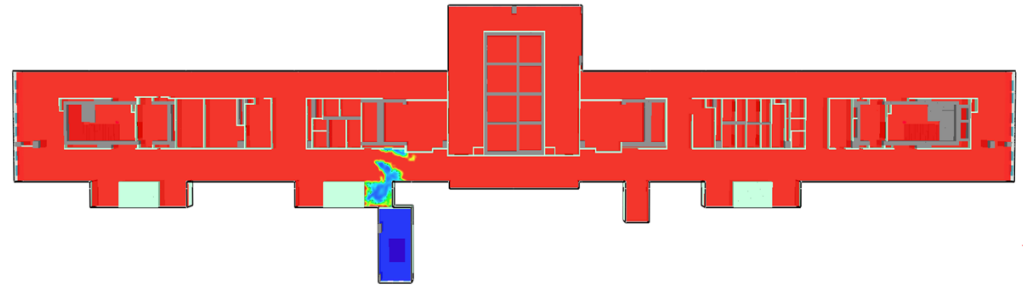
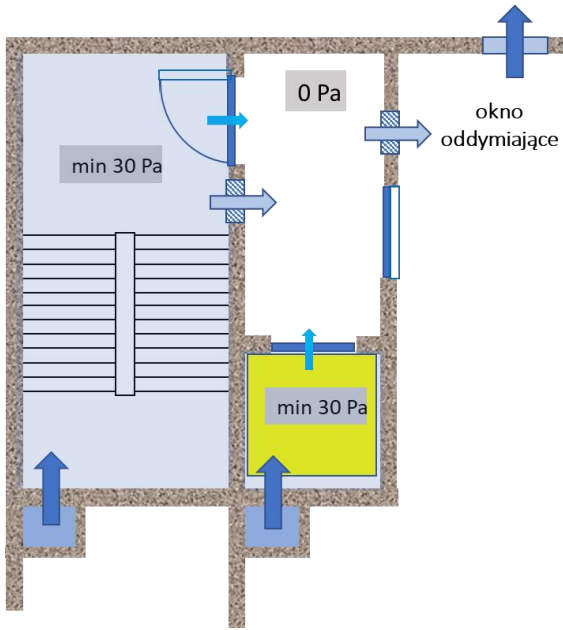
UWAGA Konieczne może być zapewnienie ochrona nadciśnieniem dodatkowych przestrzeni powinno to być zgodne z wymaganiami przepisów krajowych wymagania krajowe, jeśli mają zastosowanie.



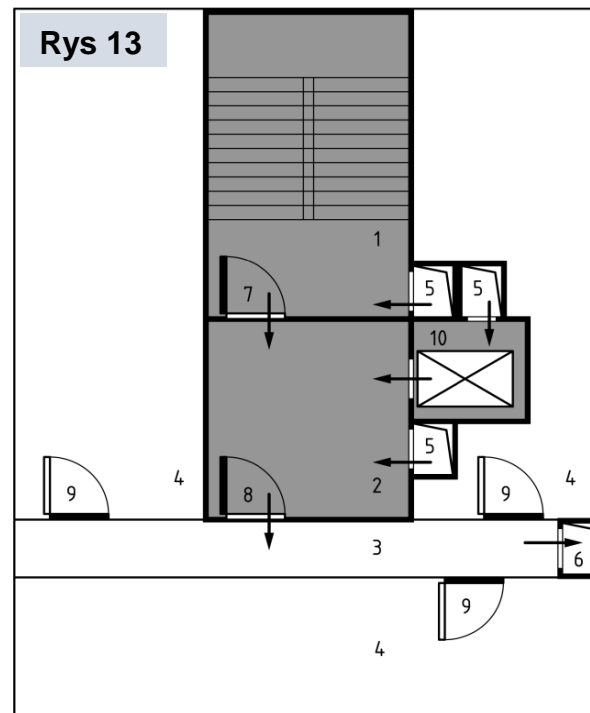
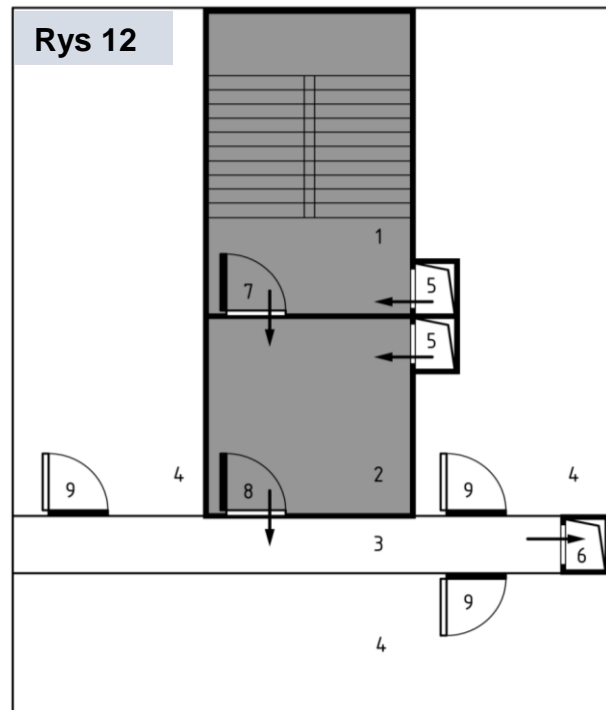
Pomiędzy klatką schodową a holem można zamontować przepustnicę transferu powietrza aby umożliwić zwiększenie ciśnienia w holu/przedсионku;

UWAGA Szyby windy dla osób niebędących strażakami, połączone z chronionym holem, nie muszą być chronione nadciśnieniem.

Zastosowanie transferu pomiędzy przestrzenią chronioną i nie chronioną nadciśnieniem

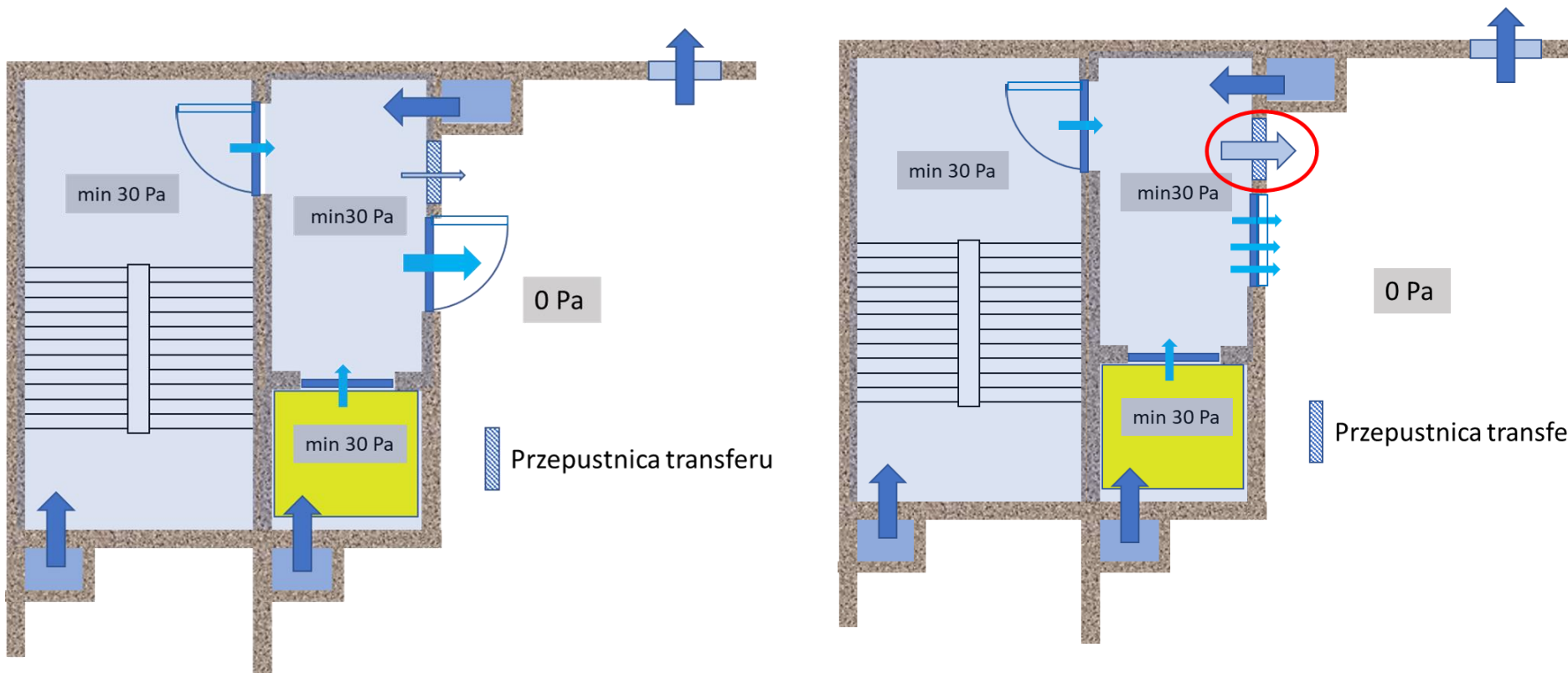


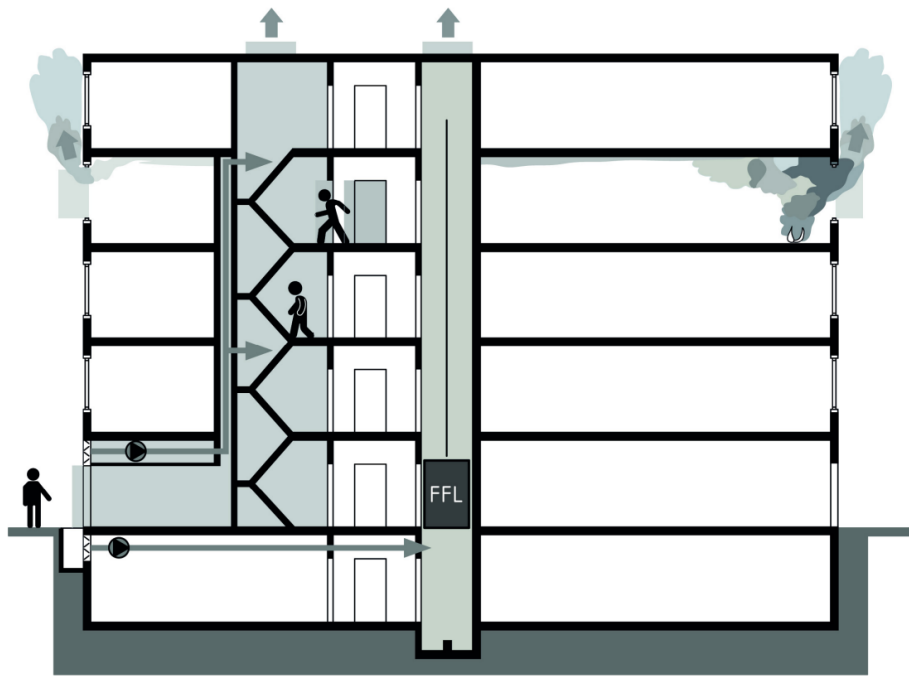
§ 246. 1. W budynku wysokim (W) i wysokościowym (WW), z zastrzeżeniem ust. 4, należy zapewnić możliwość ewakuacji do co najmniej dwóch klatek schodowych, które powinny być obudowane i **oddzielone od poziomych dróg komunikacyjnych lub ewakuacyjnych oraz pomieszczeń, przedsionkiem przeciwpożarowym, odpowiadającym wymaganiom określonym w § 232**



2. Klatki schodowe i przedsionki przeciwpożarowe, stanowiące drogę ewakuacyjną w budynku wysokim (W) dla stref pożarowych innych niż ZL IV i PM oraz w budynku wysokościowym (WW), powinny być wyposażone w urządzenia zapobiegające ich zadymieniu.

Transfer powietrza. Przedsiónek p.pożarowy – korytarz (przestrzeń nie chroniona nadciśnieniem)

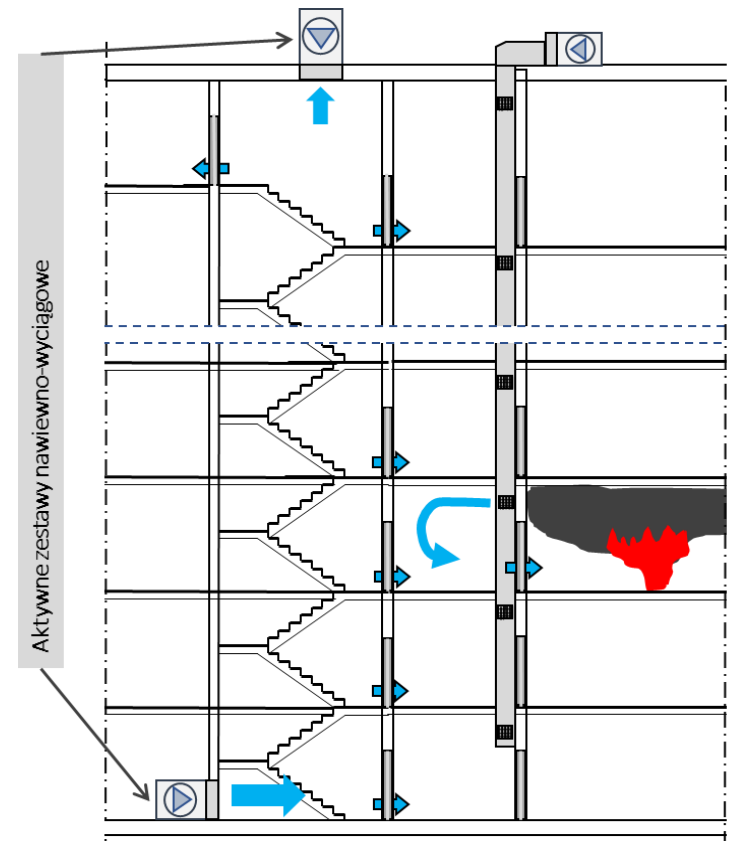




Nawiew powietrza do klatek schodowych

Nawiew powietrza do klatki schodowej należy rozmieścić równomiernie na całej wysokości klatki schodowej (co najmniej co trzy kondygnacje), aby zapewnić spełnienie wymagań dotyczących różnicy ciśnień i prędkości.

Akceptowalne jest wykonanie mniejszej ilości punktów nawiewu zapewniających wymaganą wydajność instalacji (spełnienie wymagań funkcjonalnych).



Rozdział 6 Współpraca i zależności SCR oraz innych systemów i instalacji bytowych oraz przeciwpożarowych

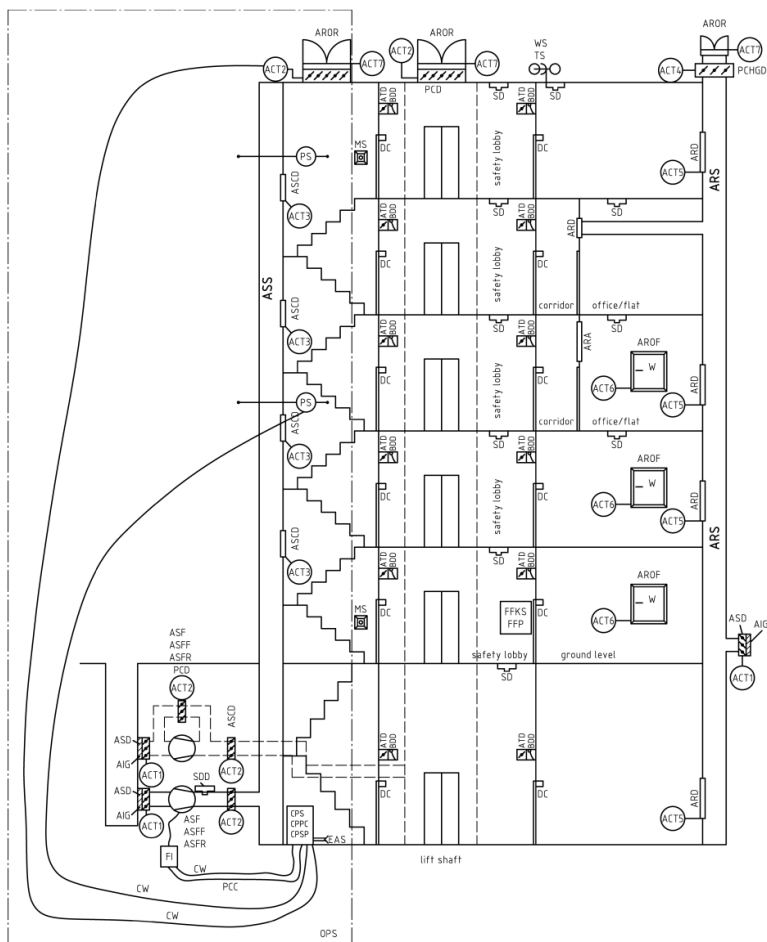
Rozdział 7 Sterowanie i dodatkowe elementy SCR (Automatyczne i ręczne sterowanie + ręczne sterowanie dla strażaków) Wymagania dla komponentów SCR

Zalecenia dla zamontowania skonsultowanego ze strażakami ręcznego panelu sterowania zamontowanego przy głównej drodze natarcia straży

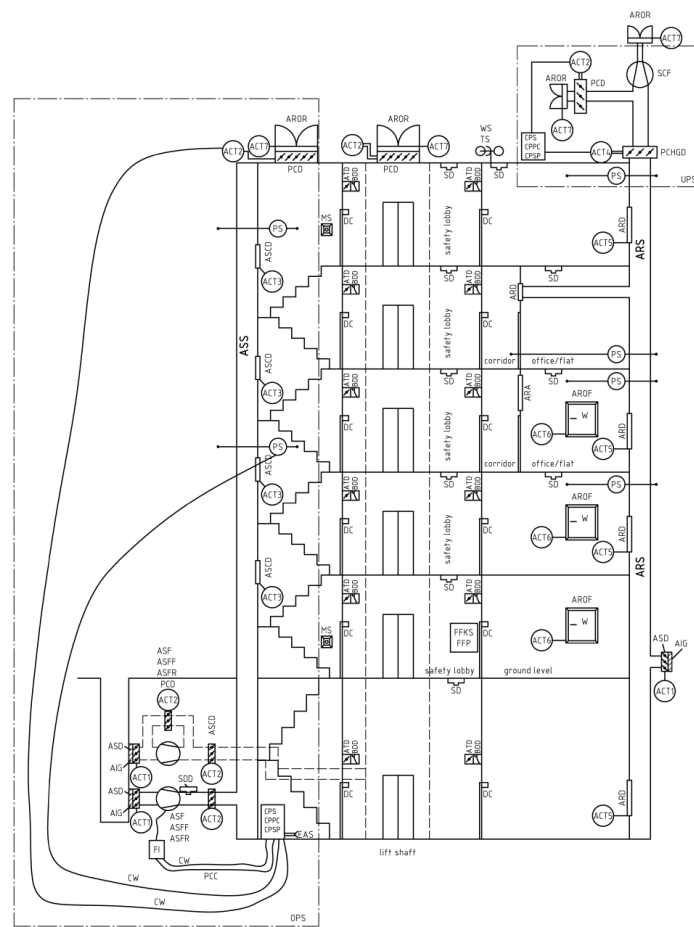
Sterowanie ręczne powinno być zaprojektowane tak, aby mogło być obsługiwane wyłącznie przez upoważniony personel (np. przez posiadaczy kluczy, za pomocą zamka szyfrowego, za pomocą przełączników umieszczonych za łamliwym panelem, tylko w pomieszczeniu dostępnym dla upoważnionego personelu).

Sterowanie ręczne powinno być przełącznikiem lub przełącznikami lub urządzeniem takim jak „ekran dotykowy”.

Rysunek 14 Komponenty SCR z pasywnym odprowadzeniem powietrza



Rysunek 15 Komponenty SCR z aktywnym odprowadzeniem powietrza



SCR stanowi zestaw komponentów m.in. zasilanie powietrzem, regulacja ciśnienia, odpowietrzenie, panel sterowania niezbędnych do wytworzenia i kontrolowania wymaganego ciśnienia. Zestaw SCR można zaprojektować przy użyciu różnych elementów, takich jak wentylatory, przepustnice, sterowniki, czujniki, przetwornice częstotliwości.

Rozdział 8 Zdefiniowane warunki i procedury testów sprawdzających

		<p>Pressure differential:</p> <ul style="list-style-type: none"> — final exit door is open or closed in accordance with the design concept, and all other doors are closed <p>Air velocity:</p> <ul style="list-style-type: none"> — door 7 is open (1 or 2 m/s), in accordance with the concept — doors 9 are closed — final exit door is open or closed in accordance with the design concept <p>Door opening force:</p> <ul style="list-style-type: none"> — door 7 under test — all other doors (9) are closed <p>Position lift cabin:</p> <p>The lift cabin(s) position, as well as their door(s) position(s) are in accordance with the concept or in accordance with national requirements.</p>
a) Example 1: see Figure 5	b) Example 2: see Figure 6	

		<p>Pressure differential:</p> <ul style="list-style-type: none"> — final exit door is open or closed in accordance with the design concept, and all other doors are closed <p>Air velocity:</p> <ul style="list-style-type: none"> — through door 8 (1 or 2 m/s), in accordance with the concept — door 7 is open or / and closed — all other doors (9) are closed — final exit door is open or closed in accordance with the design concept <p>Door opening force:</p> <ul style="list-style-type: none"> — door 7 (door 8 open, and/or closed) — door 8 (door 7 open, and/or closed) — all other doors are closed <p>Position lift cabin:</p> <p>The lift cabin(s) position, as well as their door(s) position(s) are in accordance with the concept or in accordance with national requirements.</p>
a) Example 8: see Figure 12	b) Example 9: see Figure 13	

Rozdział 9 10 i 11 Zawiera dodatkowe informacje dotyczące projektowania i testowania oraz wymaganej dokumentacji projektowej

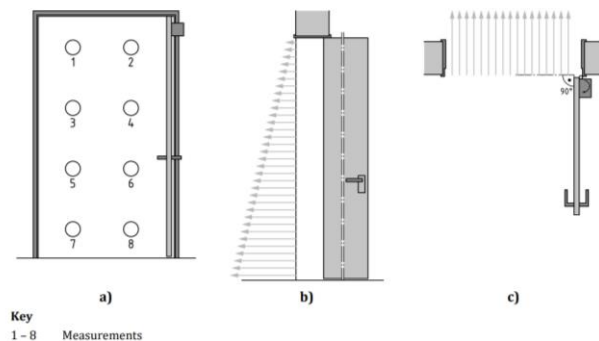


Figure 21 — Measurement points for air velocity in a door opening; arrows are shown as examples

10 Załączników do normy 12101-13

Załączniki zawierają:

- Procedury obliczeniowe i dane projektowe
- Przykłady doboru wielkości instalacji (z zaznaczeniem, że każdy obiekt powinien być traktowany jako indywidualny przypadek projektowy)
- Informacje dotyczące oddziaływania wiatru i wpływu efektu kominowego na działanie SRC
- Zalecanie dotyczące analizy skuteczności SRC w budynkach o wysokości powyżej 60 m
- Przykład prowadzenia akcji ratowniczej w obiektach wyposażonych w SRC
- Zakres raportów z badań i prób SRC

Annex A
(informative)

Calculation procedures

Annex B
(informative)

Design example and possible calculation procedures

Annex C
(informative)

Further information on wind and temperature effects

Annex D
(informative)

Guidance for PDS design for buildings taller than 60 m

Annex E
(informative)

Example of firefighters' intervention in building equipped with PDS

Annex F
(informative)

Documentation and responsibilities in the process

Annex G
(informative)

(Example) PDS concept report

Annex H
(informative)

(Example) PDS test report

Annex J
(informative)

Practical suggestions for successful commissioning

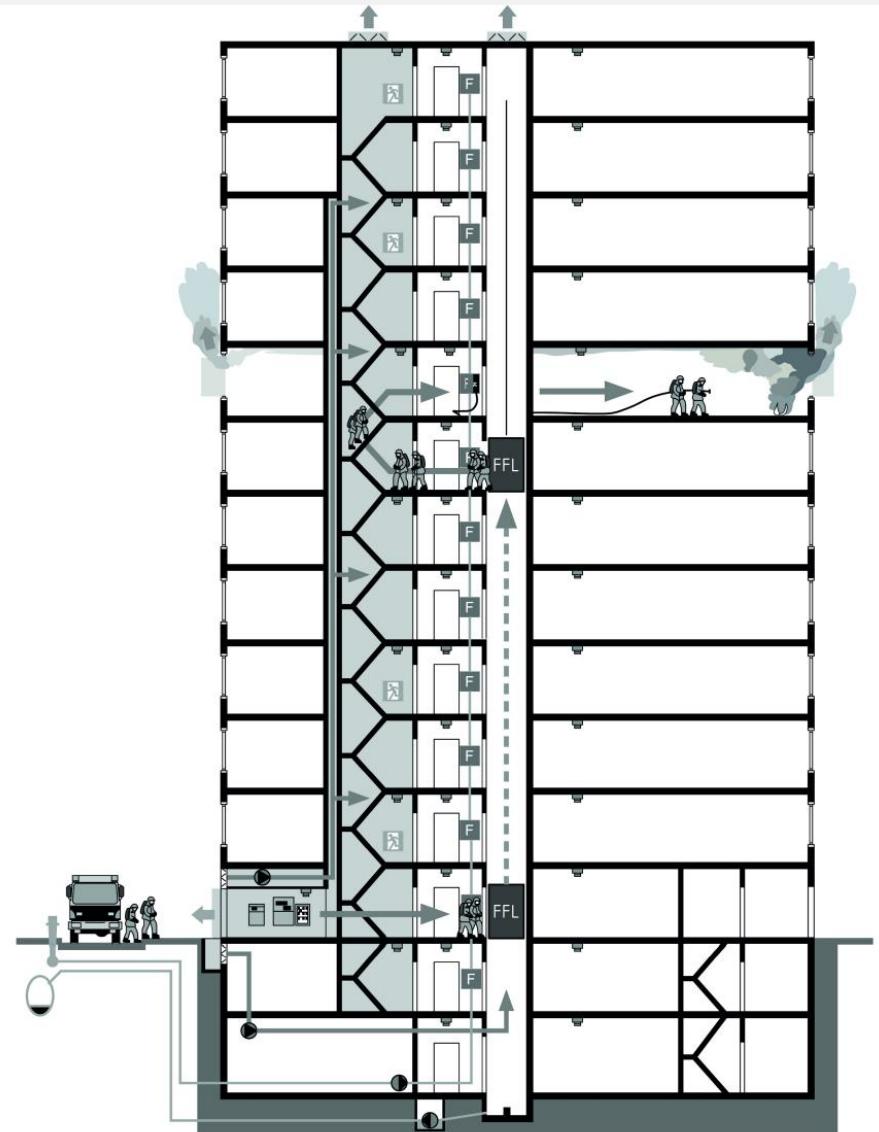
Annex K
(normative)

Labelling — Information and position

Przykład prowadzenia akcji ratowniczej w obiektach wyposażonych w SRC oraz piktoqram dla systemu



Propozycja zawarta w
Wytycznych CNBOP 0003



Propozycja nowelizacji normy PN-B-02877-4

Proponowane zmiany w normie mają na celu dostosowanie jej zawartości do aktualnego stanu wiedzy, poziomu rozwoju techniki i rozwiązań funkcjonalno-użytkowych współczesnych obiektów.



POLSKA NORMA

PN-B-02877-4

kwiecień 2001

Ochrona przeciwpożarowa budynków

**Instalacje grawitacyjne
do odprowadzania dymu i ciepła**

Zasady projektowania

Fire protection in buildings – Natural smoke and heat exhaust systems – Principles of design

© Żadna część niniejszej normy nie może być przedrukowywana ani kopiowana
jakośkolwiek techniką bez pisemnej zgody Prezesa Polskiego Komitetu Normalizacyjnego

Przykładowe proponowane zmiany w normie **PN-B-02877-4** :

- Zaktualizowanie i dostosowanie do standardów europejskich terminologii technicznej dotyczącej grawitacyjnych urządzeń służących oddymianiu
- Określenie zakresu bezpośredniego stosowania zapisu normy
- Doprecyzowanie wymagań dla głównych elementów wykonawczych systemu oddymiania grawitacyjnego (np. klap dymowych, kurtyn dymowych, otworów napływu powietrza kompensacyjnego i innych urządzeń do grawitacyjnego odprowadzenia dymu i ciepła)
- Doprecyzowanie wymagań określania i wydzielenia stref dymowych

- Modyfikacja metody określenia powierzchni czynnej urządzeń do grawitacyjnego odprowadzenia dymu i ciepła. Opracowany został prosty algorytm oparty na tabelach, który pozwala na dobór wielkości urządzeń służących odprowadzaniu dymu i ciepła oraz napływu powietrza kompensacyjnego w sposób poprawiający efektywność systemu oddymiania.
- Określenie metody obliczania szacowanego czasu rozpoczęcia działań gaśniczych
- Dopracowanie i ograniczenie wymagań dla specjalnych zastosowań oddymiania grawitacyjnego (m.in. klatek schodowych)
- Doprecyzowanie wymagań odnośnie montażu, zastosowania i sterowania elementami grawitacyjnego systemu odprowadzenia dymu i ciepła



Dziękuję za uwagę



POLSKA NORMA

ICS 13.220.99

PN-EN 12101-6

Wprowadza

EN 12101-6:2022, IDT

Zastępuje

PN-EN 12101-6:2007

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu

Część 6: Wymagania techniczne dotyczą
różnicowania ciśnień

Zestawy urządzeń



POLSKA NORMA

ICS 13.220.99

PN-EN 12101-13

Wprowadza

EN 12101-13:2022, IDT

Zastępuje

PN-EN 12101-6:2007

Systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła

Część 13: Systemy różnicowania ciśnień (SRC)

Projektowanie i metody obliczeniowe, instalowanie, badania
okresowe i konserwacja



POLSKA NORMA

PN-B-02877-4

kwiecień 2001

ochrona przeciwpożarowa budynków

instalacje grawitacyjne
przewodzenia dymu i ciepła

Zasady projektowania



Wydział Instalacji Budowlanych
Hydrotechniki i Inżynierii Środowiska
Politechnika Warszawska

ZAPRASZA

**2023/2024 18 edycja
Studium podyplomowe**

**„Systemy oddymiania budynków – wentylacja
pożarowa”**



**Zakład Klimatyzacji
i Ogrzewnictwa**

dr inż. Grzegorz Kubicki
grzegorz.kubicki@is.pw.edu.pl