Systemy wentylacji pożarowej w budynkach, zakres stosowania, wymagania dla branży budowlanej/ architektonicznej

Jerzy Wójciak

2017

Agenda prezentacji

Wentylacja pożarowa dróg ewakuacyjnych

- regulacje prawne
- rozwiązania techniczne
- Przypadki projektowe

Wentylacja pożarowa garaży

- regulacje prawne
- rozwiązania techniczne
- Przypadki projektowe
- Podsumowanie

Regulacje prawne

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002r.

w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 r., nr 75, poz. 690).

§ 8. W celu określenia wymagań technicznych i użytkowych wprowadza się następujący podział budynków na grupy wysokości:

1) **niskie (N)** — do 12 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości do 4 kondygnacji nadziemnych włącznie,

2) **średniowysokie (SW)** — ponad 12 m do 25 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 4 do 9 kondygnacji nadziemnych włącznie,

3) **wysokie (W)** — ponad 25 m do 55 m włącznie nad poziomem terenu lub mieszkalne o wysokości ponad 9 do 18 kondygnacji nadziemnych włącznie,

4) **wysokościowe (WW)** — powyżej 55 m nad poziomem terenu.

Regulacje prawne

§ 209. (...)

2. Budynki oraz części budynków, stanowiące odrębne strefy pożarowe, określane jako ZL, zalicza się do jednej lub do więcej niż jedna spośród następujących kategorii zagrożenia ludzi:

1) **ZL I**— zawierające pomieszczenia przeznaczone do jednoczesnego przebywania ponad 50 osób nie będących ich stałymi użytkownikami, a nieprzeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się,

2) **ZL II** — przeznaczone przede wszystkim do użytku ludzi o ograniczonej zdolności poruszania się, takie jak szpitale, żłobki, przedszkola, domy dla osób starszych,

3) **ZL III** — użyteczności publicznej, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II,

4) **ZL IV** — mieszkalne,

5) **ZL V** — zamieszkania zbiorowego, niezakwalifikowane do ZL I i ZL II.

Regulacje prawne

§ 245. W budynkach:

1) niskim (N), zawierającym strefę pożarową ZL II,

2) średniowysokim (SW), zawierającym strefę pożarową ZL I, ZL II, ZL III lub ZL V,

3) niskim (N) i średniowysokim (SW), zawierającym strefę pożarową PM o odporności obciążenia ogniowego powyżej 500 MJ/m^2 lub pomieszczenie zagrożone wybuchem, należy stosować klatki schodowe obudowane i zamykane drzwiami oraz wyposażone w urządzenia zapobiegające zadymieniu lub służące do usuwania dymu.

Regulacje prawne

§ 246

(...)

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.

3. Klatki schodowe i przedsionki przeciwpożarowe, stanowiące drogę ewakuacyjną w budynku wysokim (W) dla strefy pożarowej PM powinny być wyposażone w urządzenia zapobiegające zadymieniu lub samoczynne urządzenia oddymiające uruchamiane za pomocą systemu wykrywania dymu.

Regulacje prawne

(...)

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.

§ 247. 1. W budynku wysokim (W) i wysokościowym (WW), w strefach pożarowych innych niż ZL IV, należy zastosować rozwiązania techniczno-budowlane zabezpieczające przed zadymieniem poziomych dróg ewakuacyjnych.

Regulacje prawne

SZYBY WINDOWE

§ 253. 1. W budynkach wysokościowych (WW) i wysokich (W) ZL I, ZL II, ZL III i ZL V, mających kondygnację użytkową na wysokości powyżej 25 m, przynajmniej jeden dźwig w każdej strefie pożarowej powinien być przystosowany do potrzeb ekip ratowniczych.

§ 255. Szyb dźwigu dla ekip ratowniczych powinien być wyposażony w urządzenia zapobiegające zadymieniu lub służące do usuwania dymu.

Regulacje prawne - podsumowanie

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z 12 kwietnia 2002r.

w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2002 r., nr 75, poz. 690).

	niskie (N) (< 12 m)	średniowysokie (SW) (12 – 25 m)	wysokie (W) (25 – 55 m)	wysokościowe (WW) (>55m)
ZL I	brak	O/N	N**	N**
ZL II	O/N	O/N	N**	N**
ZL III	brak	O/N	N**	N**
ZL IV	brak	brak	brak/O*/N*	O*/N
ZL V	brak	O/N	N**	N**
PM	O/N	O/N	O/N**	N**

O - oddymianie;
N - napowietrzanie;
* budynki wykonane bez przedsionków jeżeli zastosujemy między innymi ”O” lub ”N”
** zabezpieczenie przed zadymieniem poziomych dróg ewakuacyjnych

Regulacje prawne - podsumowanie

Zapobieganie zadymieniu:

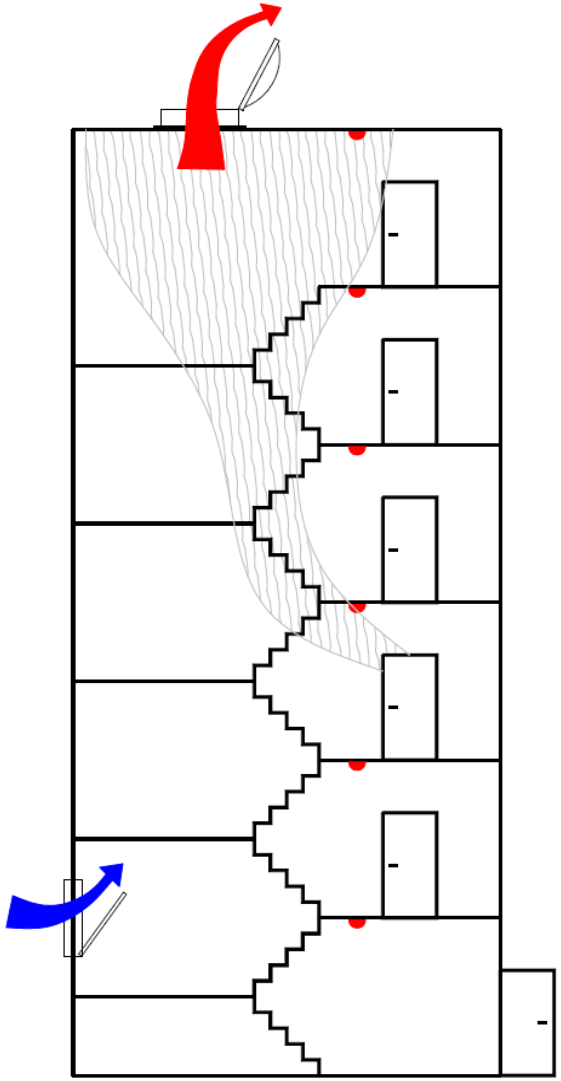
Wytworzenie nadciśnienia (fizycznej bariery) na drodze ewakuacyjnej i zatrzymanie dymu w strefie objętej pożarem (utrzymanie dróg ewakuacyjnych wolnych od dymu).

Oddymiane:

Usuwanie dymu oraz trujących gazów z pomieszczeń w celu ułatwienia ewakuacji i usprawnienia przeprowadzenia akcji gaśniczej.

Ochrona przed zadymieniem pionowych dróg ewakuacyjnych jest istotnym elementem całego systemu ochrony przeciwpożarowej budynku.
Właściwe zabezpieczenie klatek schodowych pozwala na bezpieczną i sprawną ewakuację ludzi z obszaru zagrożonego pożarem, ułatwia prowadzenie akcji gaśniczej oraz umożliwia ograniczenie szkód pożarowych spowodowanych dymem, gorącymi gazami pożarowymi i produktami termicznego rozkładu.

Rozwiązania techniczne



Oddymianie Grawitacyjne

(droga ewakuacji: **zadymiona**)

Nawiew:

- okno napowietrzające,
- drzwi,
- klapy napowietrzające.

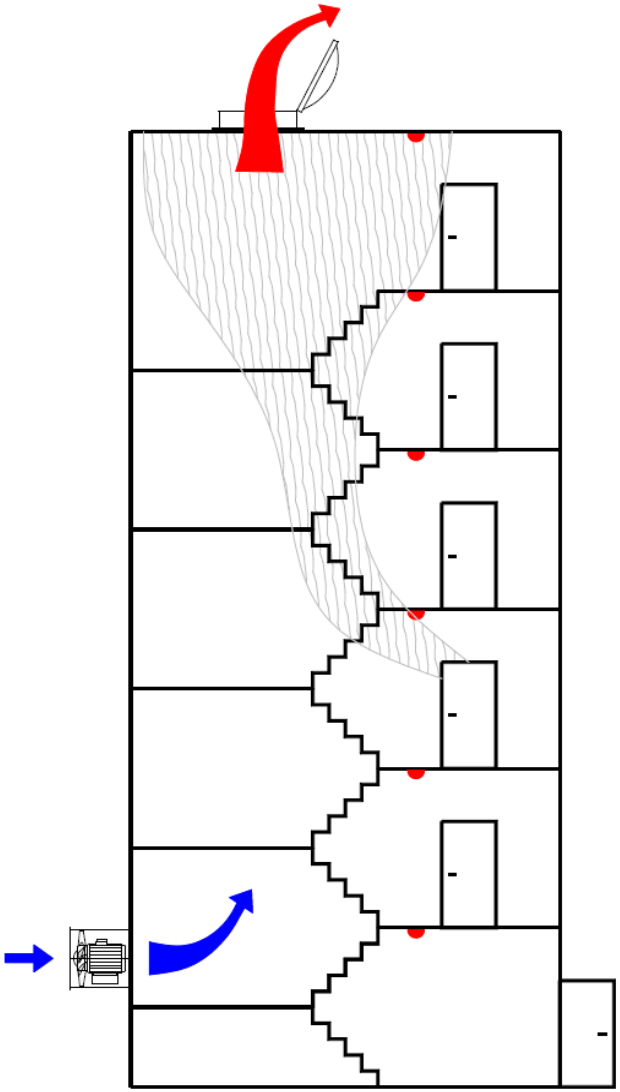
Upust:

- certyfikowane okno oddymiające,
- klapa dymowa.

Metody obliczeniowe:

- norma PN-B-02877-4,
- wytyczne VDS.

Rozwiązania techniczne



„System mieszany – oddymianie”

(droga ewakuacji: **zadymiona**)

Nawiew:

- wentylator napowietrzający BO.

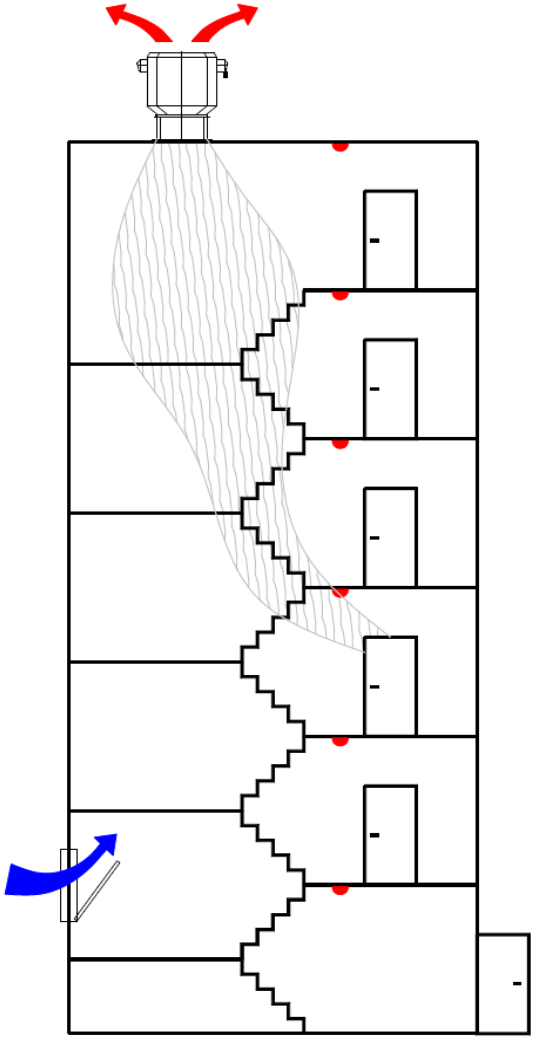
Upust:

- certyfikowane okno oddymiające,
- klapa dymowa.

Metody obliczeniowe:

- - symulacja CFD.
- - inżynierskie metody obliczeniowe.

Rozwiązania techniczne



„System mieszany – oddymianie”

(droga ewakuacji: **zadymiona**)

Rozwiązanie niepoprawne

Nawiew:

- okno napowietrzające,
- drzwi,
- klapy napowietrzające.

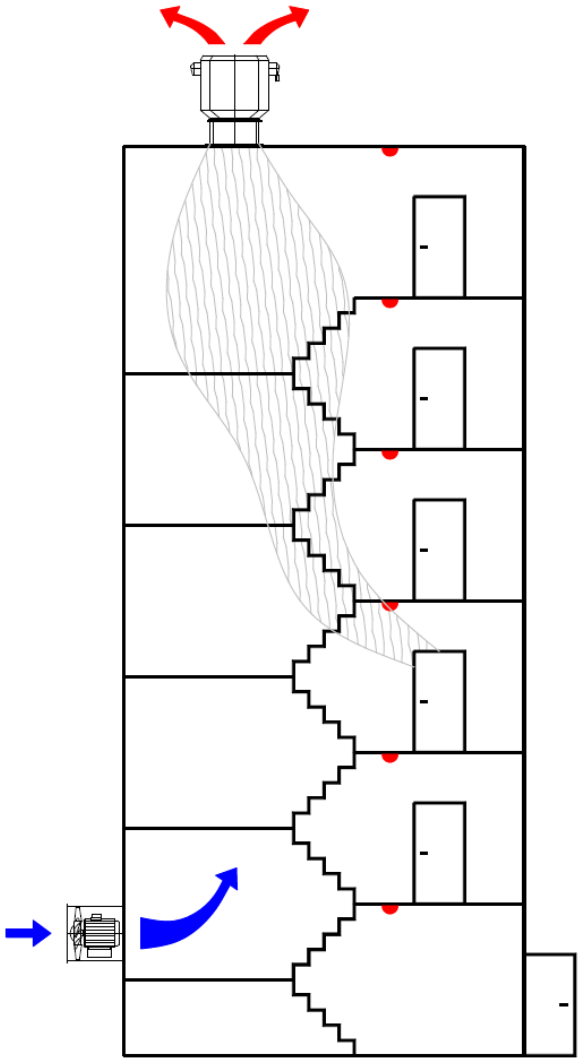
Upust:

- wentylator oddymiający w klasie odporności ogniowej wynikającej z symulacji CFD lub obliczeń.

Metody obliczeniowe:

- brak - symulacja CFD.

Rozwiązania techniczne



„System mieszany – oddymianie”

(droga ewakuacji: **zadymiona**)

Rozwiązanie niezalecane

Nawiew:

- wentylator napowietrzający BO,

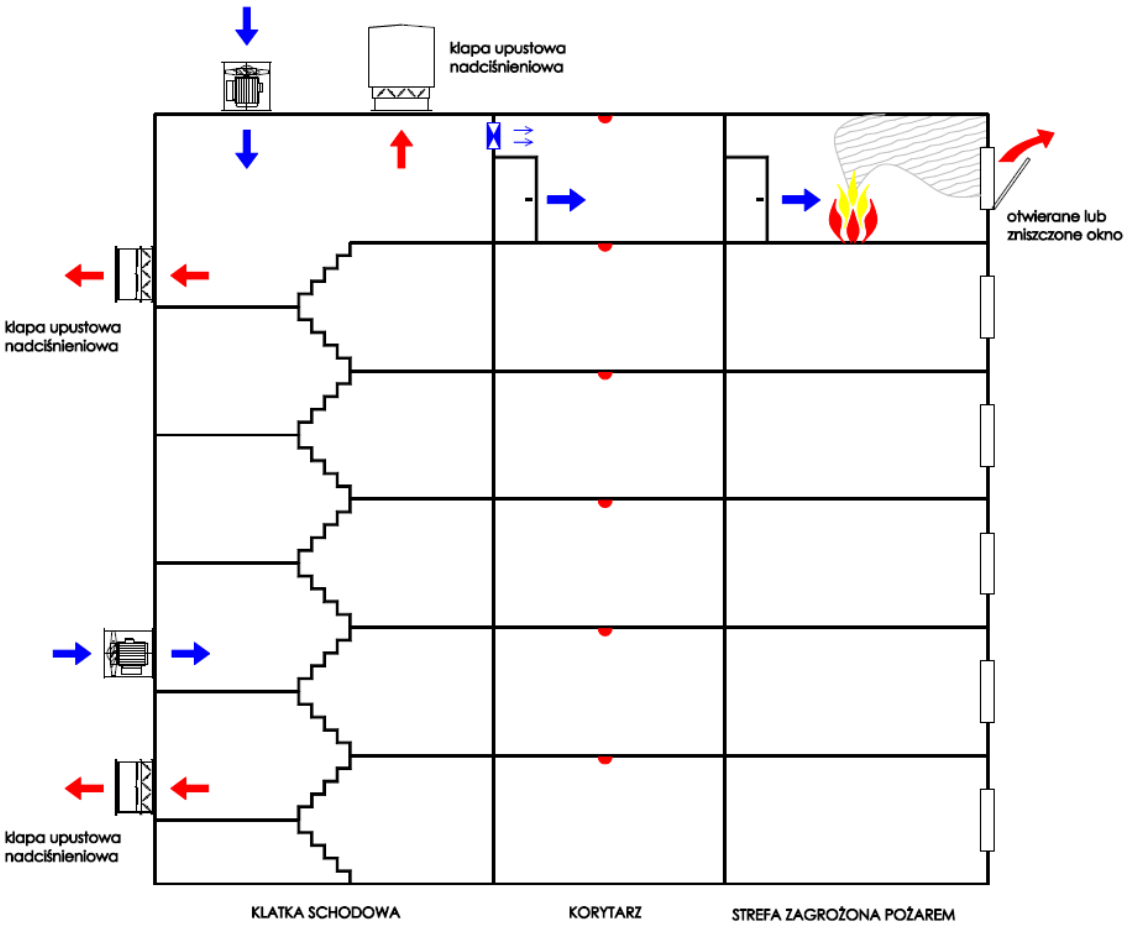
Upust:

- wentylator oddymiający w klasie odporności ogniowej wynikającej z symulacji CFD lub obliczeń.

Metody obliczeniowe:

- brak - symulacja CFD.

Rozwiązania techniczne



Napowietrzanie

(droga ewakuacji: **wolna od dymu**)

Nawiew:

- wentylator napowietrzający BO

Upust:

- klapy nadciśnieniowo-upustowe
- brak – system ze zmiennym wydatkiem wentylatora napowietrzającego (regulator obrotów + czujnik ciśnienia)

-

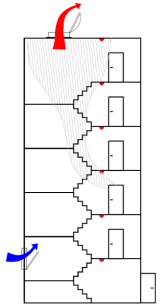
Metody obliczeniowe:

- wytyczne ITB
- norma PN-EN 12101-6

Rozwiązania techniczne - podsumowanie

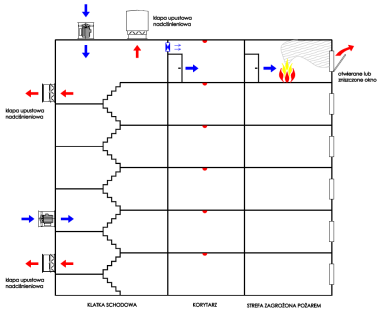
Systemy posiadające metody obliczeniowe

oddymianie



- zadymiona droga ewakuacji (-),
- niska cena (+),
- narzucone umiejscowienie urządzeń (-),
- nieskomplikowane met. obliczeniowe (+),
- zakres stosowania ograniczony wychładzaniem się dymu (W i WW) oraz zapisami w R.M. (-).

napowietrzanie



- droga ewakuacji wolna od dymu (+),
- cena uzależniona od zaprojektowanej klasy systemu (-/+),
- umiejscowienie urządzeń b/o (+),
- złożoność met. obliczeniowych w zależności od wybranej klasy sytemu (+/-),
- zakres stosowania b/o (+).

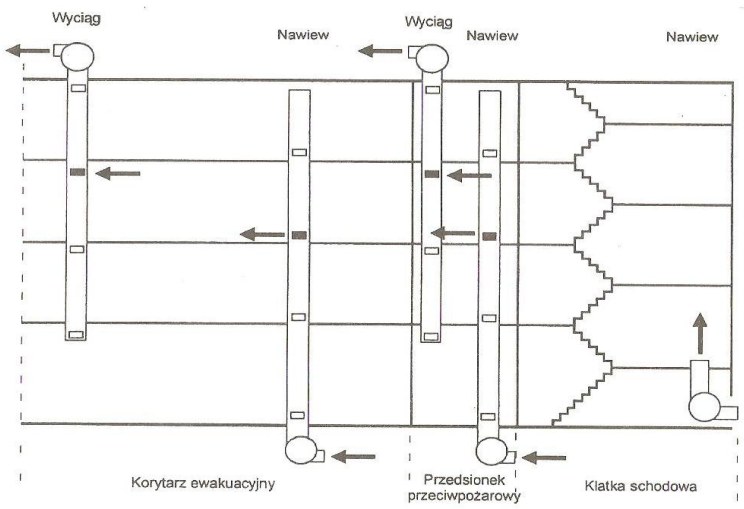
.

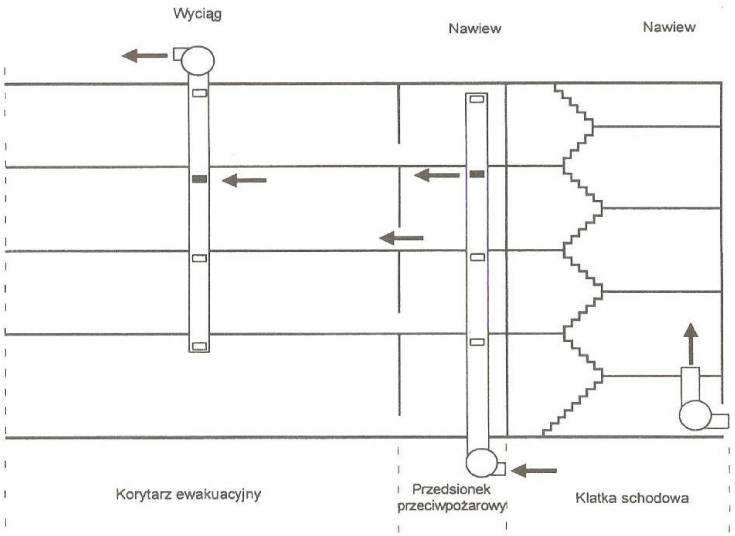
GRAWITACYJNY SYSTEM ODDYMIANIA < SYSTEM ZAPOBIEGANIA ZADYMIENIU

Wymagania techniczne i wytyczne projektowe

Instrukcja ITB 378/2002 *(Projektowanie instalacji wentylacji pożarowej dróg ewakuacyjnych w budynkach wysokich i wysokościowych)*

- Rozwiązanie A (rozdzielenie systemu zapobiegającego przed zadymieniem klatki schodowej i przedsionków przeciwpożarowych od systemu wentylacji oddymiającej korytarza ewakuacyjnego przez zastosowanie w przedsionkach oddzielnej instalacji nawiewno – wyciągowej).
- Rozwiązanie B (połączenie systemu zabezpieczającego przed zadymieniem klatki schodowej i przedsionków przeciwpożarowych z systemem wentylacji oddymiającej korytarza).
- Kombinacja rozwiązań A i B.





Wymagania techniczne i wytyczne projektowe

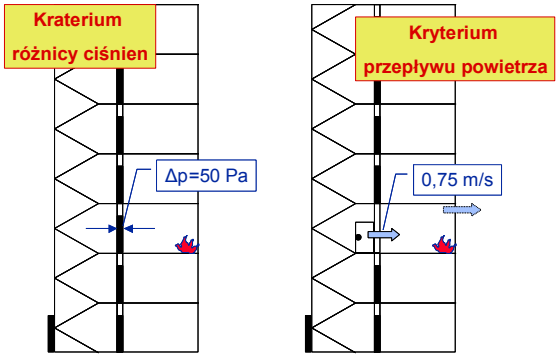
Norma PN-EN-12101- 6 *(systemy kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła - Część 6: Wymagania techniczne dotyczące systemów różnicowania ciśnień. Zestawy urządzeń)*

- **System klasy A** (stosowany w budynkach, w których nie zakłada się ogólnej ewakuacji ludzi, poza ewakuacją osób zagrożonych bezpośrednio. System ten zakłada, że na klatce schodowej będą otwarte tylko jedne drzwi).

Wymagania:

- przepływ powietrza: 0,75 m/s w przekroju drzwi,
- różnica ciśnień: po obu stronach drzwi 50 Pa
- siła potrzebna do otwarcia drzwi: 100N.

Klasa systemu A



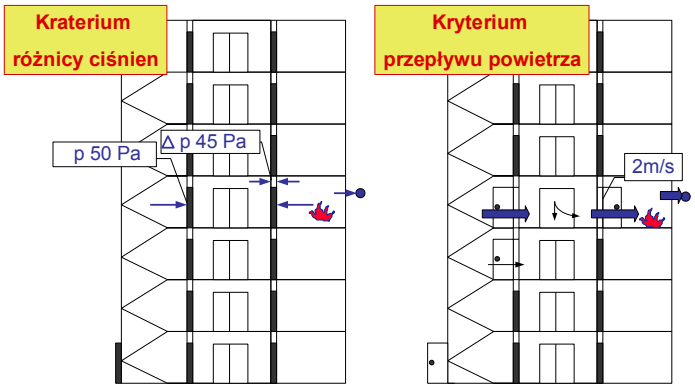
Wymagania techniczne i wytyczne projektowe

- **System klasy B** (stosowany dla szybów dźwigowych, przedsionków i klatek schodowych przeznaczonych do ewakuacji i na potrzeby ratowników. Zakłada on stale otwarte wszystkie drzwi ze względu na jednoczesną ewakuację i trwającą akcję ratowniczą.

Wymagania:

- przepływ powietrza: 2 m/s w przekroju drzwi,
- różnica ciśnień: po obu stronach drzwi 50 Pa
- siła potrzebna do otwarcia drzwi: 100N.

Klasa systemu B



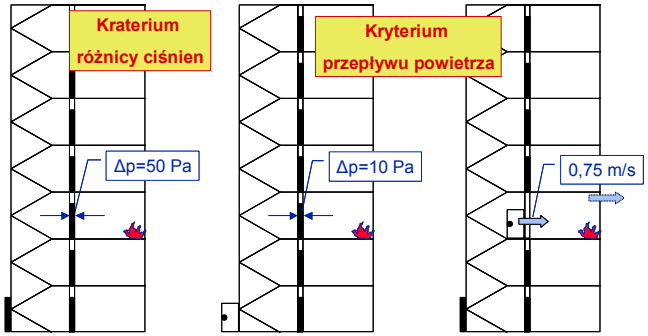
Wymagania techniczne i wytyczne projektowe

- **System klasy C** (System stosowany w obiektach, gdzie przewidziana jest jednoczesna ewakuacja wszystkich ludzi. Pozwala to na uzyskanie wolnej drogi ewakuacyjnej dla ekip ratowniczych. System zakłada jedne otwarte drzwi na kondygnacji objętej pożarem.).

Wymagania:

- przepływ powietrza: 0,75 m/s w przekroju drzwi,
- różnica ciśnień:
  - ✓ drzwi wejściowe zamknięte: pomiędzy klatka schodową a końcowym wyjściem/ a powierzchnią użytkową: 50 Pa,
  - ✓ drzwi wejściowe otwarte: pomiędzy klatka schodową a powierzchnią użytkową: 10 Pa,
- siła potrzebna do otwarcia drzwi: 100N.

Klasa systemu C



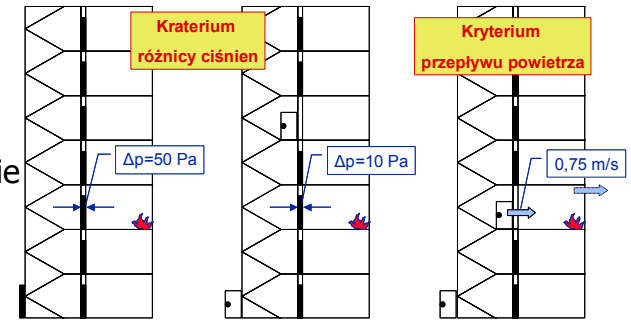
Wymagania techniczne i wytyczne projektowe

- **System klasy D** (stosowany w budynkach, przeznaczonych do nocowania użytkowników: hotele, schroniska, internaty). Założeniem systemu jest ewakuacja w czasie dłuższym niż oczekiwany dla osób będących sprawnymi fizycznie i czujnymi. Należy wziąć pod uwagę fakt, że osoby przebywające w budynku mogą nie znać wewnętrznych układów komunikacyjnych i będą wymagały pomocy personelu. Będą otwarte tylko jedne drzwi).

<u>Wymagania:</u>

- przepływ powietrza: 0,75 m/s w przekroju drzwi przy otwartych jednocześnie drzwiach wyjściowych,
- różnica ciśnień:
  - ✓ drzwi wejściowe zamknięte: pomiędzy klatka schodową a końcowym wyjściem/ a powierzchnia użytkową: 50 Pa,
  - ✓ drzwi wejściowe otwarte, drzwi na kondygnacji innej niż objętej pożarem otwarte: pomiędzy klatka schodową a powierzchnią użytkową: 10 Pa

Klasa systemu D



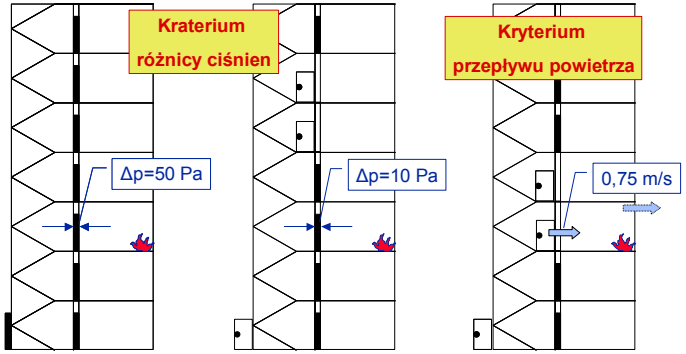
Wymagania techniczne i wytyczne projektowe

- **System klasy E** (stosowany w budynkach, gdzie przewiduje się ewakuację stopniową, co oznacza, że drogi ewakuacyjne będą zajmowane przez dłuższy czas, a zatem wiąże się z ryzykiem wydostania się dymu z kondygnacji objętej pożarem na klatki schodowe w wyniku rozwijającego się pożaru. Założeniem systemu jest jednoczesne otwarcie drzwi na kondygnacji objętej pożarem i innej kondygnacji ponad nią).

<u>Wymagania:</u>

- przepływ powietrza: 0,75 m/s w przekroju drzwi przy otwartych jednocześnie drzwiach wyjściowych oraz drzwiach innych niż na kondygnacji objętej pożarem
- różnica ciśnień:
  - ✓ drzwi wejściowe zamknięte: pomiędzy klatka schodową a końcowym wyjściem/ a powierzchnia użytkową: 50 Pa,
  - ✓ drzwi wejściowe otwarte, drzwi na 2 kondygnacjach innych niż objętych pożarem otwarte: pomiędzy klatka schodową a powierzchnią użytkową: 10 Pa,
- siła potrzebna do otwarcia drzwi: 100N.

Klasa systemu E



Klasy systemu wg normy PN-EN 12101-6 - podsumowanie

Klasa systemu	Przykłady zastosowania
Klasa A	dla środków ewakuacji , ochrona na miejscu (np. mieszkalne)
Klasa B	dla środków ewakuacji i akcji gaśniczej (np. biurowe)
Klasa C	dla środków ewakuacji – ewakuacja jednoczesna (np. użyteczności publicznej)
Klasa D	dla środków ewakuacji – ryzyko snu (np. hotele)
Klasa E	dla środków ewakuacji przez ewakuację stopniową (np. biurowe)
Klasa F	system gaśniczy i środki ewakuacji

Wymagania techniczne i wytyczne projektowe

WYTYCZNE ITB	VS	NORMA PN-EN 12101-6
▸ nadciśnienie w strefie chronionej 20-80 Pa, ▸ budynki W i WW, ▸ korytarze ewakuacyjne: oddymianie mechaniczne, ▸ przedsionki : niezależny nawiew, ▸ nieduże wydatki wentylatorów napowietrzających, ▸ jedna czerpnia powietrza (oszczędność miejsca na dachu), ▸ nawiew na klatkę jednopunktowy (jeżeli spełnione kryterium ciśnienia 20-80 Pa).		▸ nadciśnienie w strefie chronionej 50 Pa +/- 10%, ▸ budynki N, SW, W i WW, ▸ korytarze ewakuacyjne: oddymianie mechaniczne / okna na elewacji / szacht oddymiający grawitacyjny, ▸ przedsionki – niezależny nawiew, ▸ wydatki wentylatorów zależne od klasy systemu, ▸ konieczność stosowania dwóch czerpni na dachu (miejsce), ▸ nawiew na klatkę wielopunktowy co 3 kondygnacje (konieczność wykonania szachtu).

Porównanie systemów wentylacji pożarowej zaprojektowanych w budynku wysokościowym wg ITB 378/2002 oraz PN-EN 12101-6

Projekt wg ITB 378/2002 VS

- **Łączna pow. szachtów F ~ 2,04 m2**
- **łączna moc elektryczna wentylatorów P ~ 17 kW**

Projekt wg PN-EN 12101-6

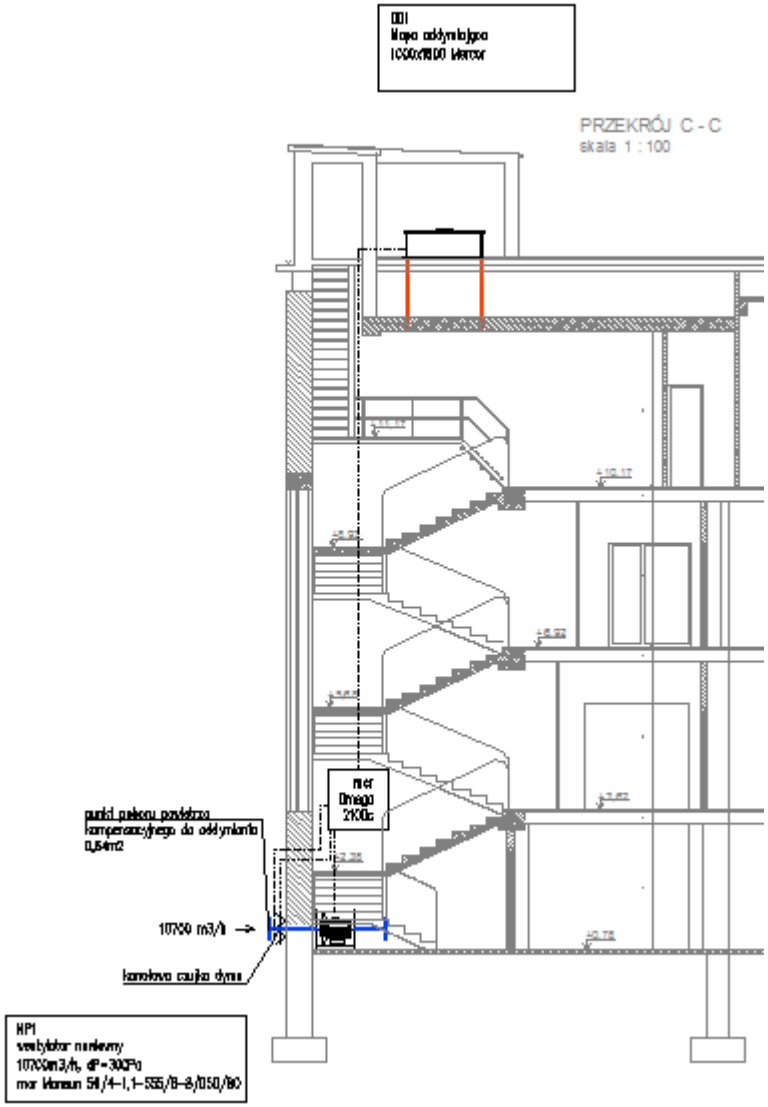
- **Łączna pow. szachtów F ~ 3,71m2**
- **łączna moc elektryczna wentylatorów P ~ 34,1 kW**

Klatki schodowe oddymiane klapa dymową z wentylatorem kompensującym

Problemy projektowe

- **Odcięcie kondygnacji piwnicznej drzwiami**
- **Brak możliwości doprowadzenia powietrza na najniższej kondygnacji**

Przypadki projektowe

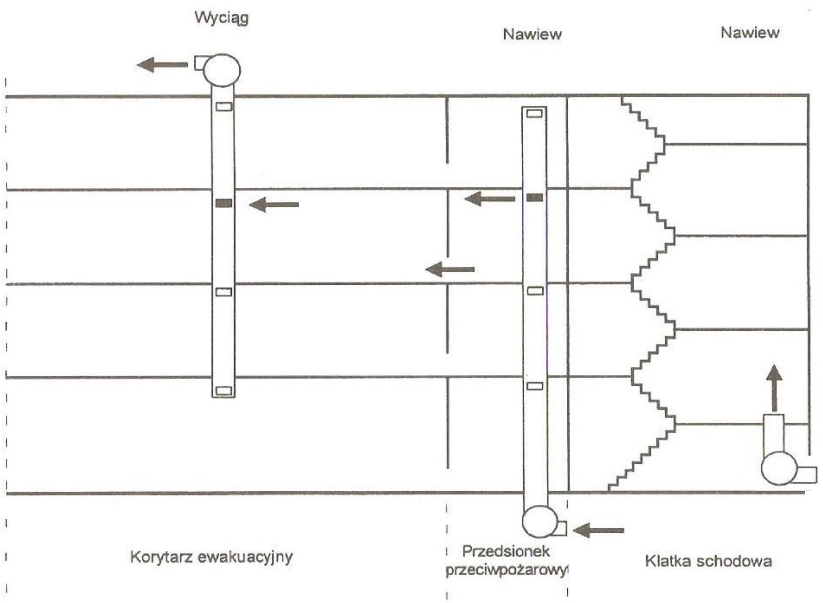


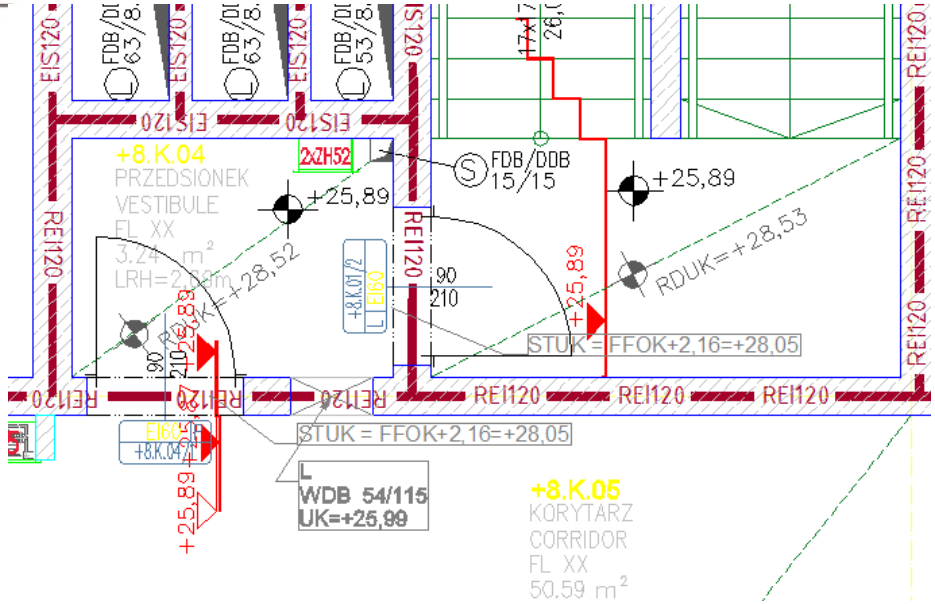
Systemy wentylacji pożarowej w budynkach wysokich i wysokościowych

Najczęściej spotykane problemy w projektowaniu instalacji pożarowych dróg ewakuacyjnych

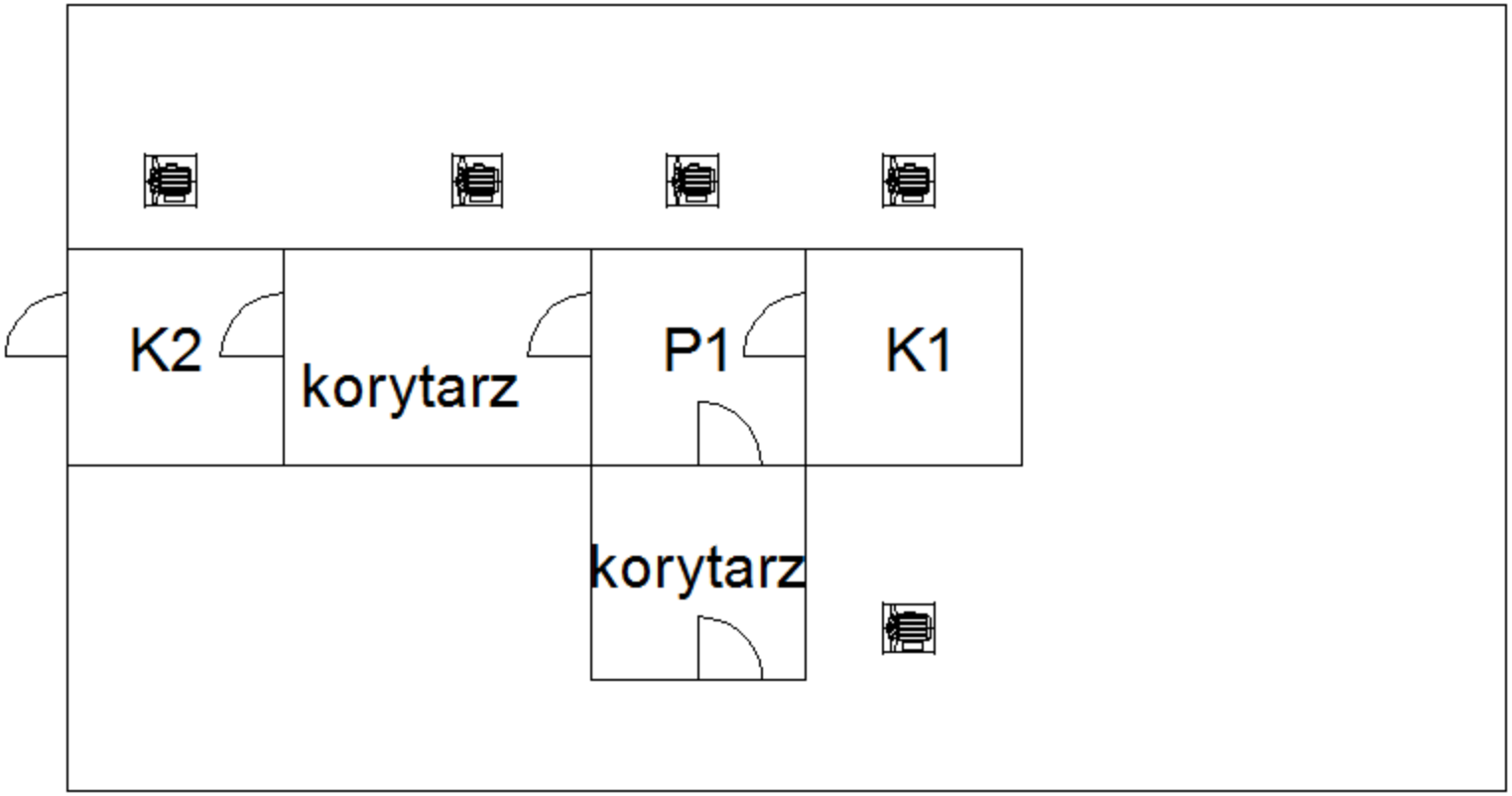
- Ograniczenia w lokalizacji krat transferowych pomiędzy przedsionkiem a korytarzem
- Stosowanie drzwi rozsuwanych jako wyjściowych zewnętrznych z holi/klatek schodowych
- Nietypowe układy klatek schodowych
- Brak kompensacji powietrza dla oddymianych korytarzy
- Mała wydajność instalacji oddymiającej korytarze – stosowanie samozamykaczy w drzwiach do przestrzeni użytkowych

Przypadki projektowe – lokalizacja krat transferowych

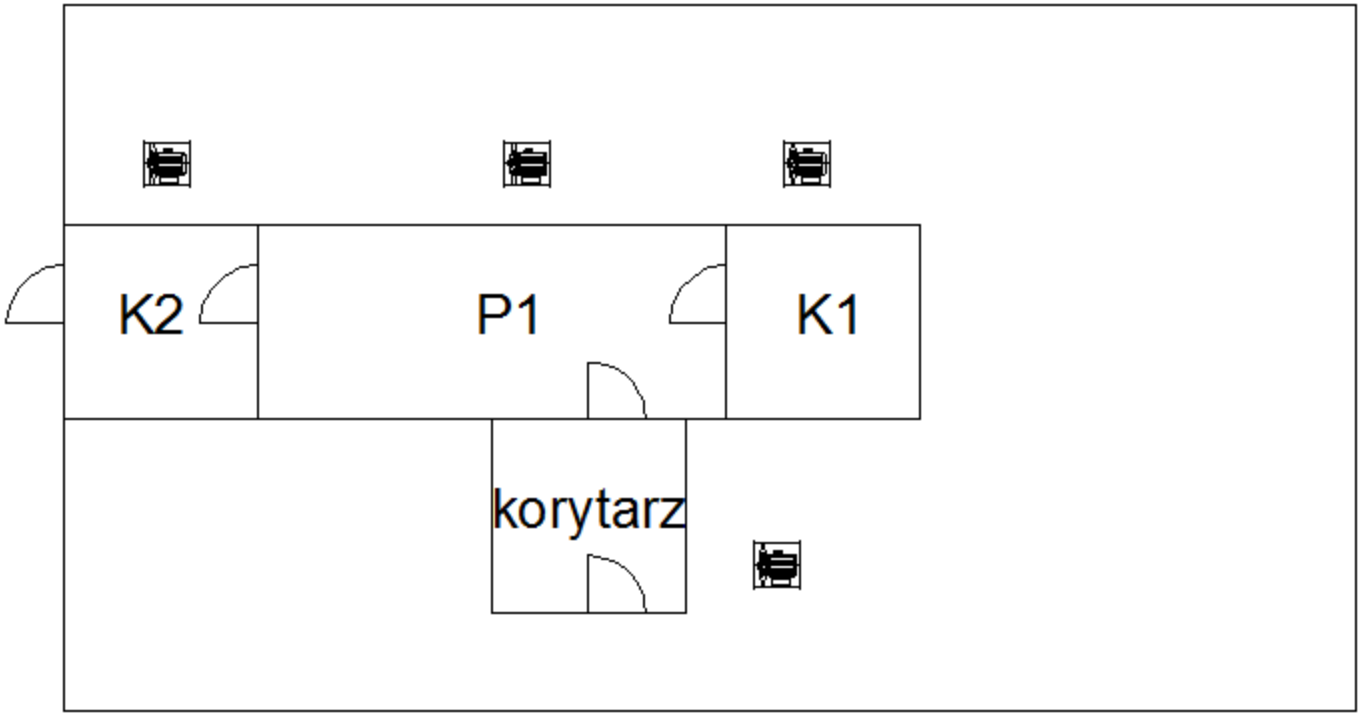




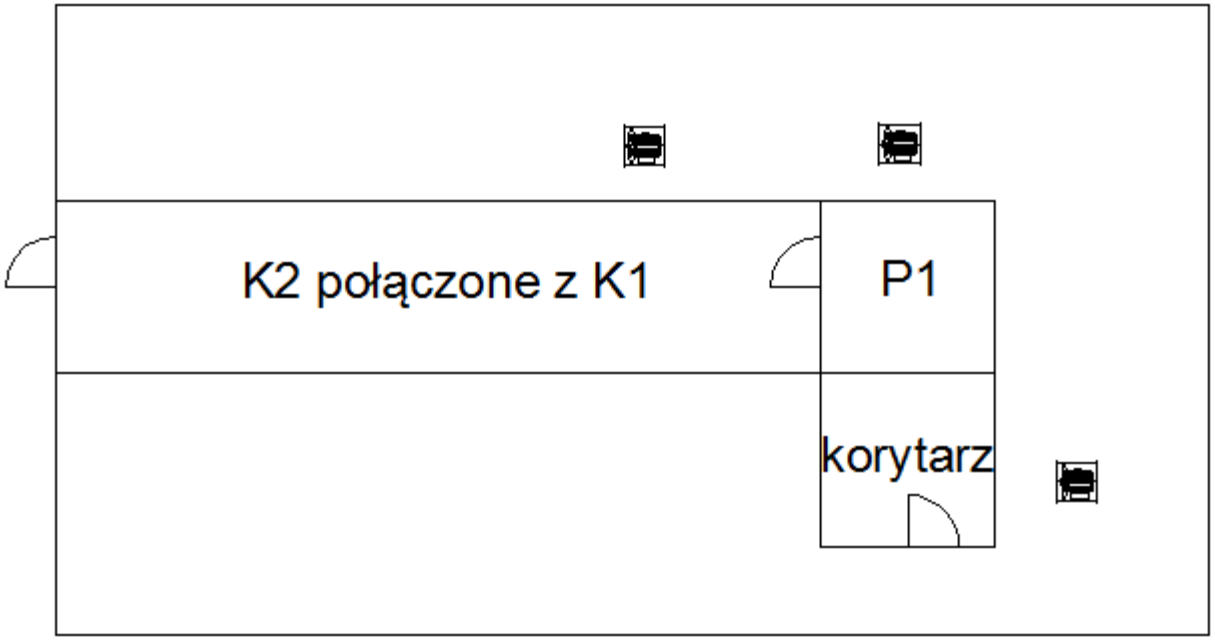
Przypadki projektowe – nietypowe układy klatek schodowych



Przypadki projektowe - nietypowe układy klatek schodowych



Przypadki projektowe - nietypowe układy klatek schodowych



Regulacje prawne - garaże

Wymagania przeciwpożarowe dla garaży[1]

§ 207. 1. Budynek i urządzenia z nim związane powinny być za projektowane i wykonane w sposób zapewniający w razie pożaru:

- nośność konstrukcji przez czas wynikający z rozporządzenia,
- ograniczenie rozprzestrzeniania się ognia i dymu w budynku,
- ograniczenie rozprzestrzeniania się pożaru na sąsiednie budynki,
- możliwość ewakuacji ludzi,

a także uwzględniający bezpieczeństwo ekip ratowniczych.

§ 277. 5. W garażu zamkniętym o powierzchni całkowitej przekraczającej 1500 m2 należy stosować samoczynne urządzenia oddymiające.

Powierzchnia całkowita garażu – suma powierzchni garażu przeznaczonej na miejsca postojowe i drogi komunikacji z wyłączeniem powierzchni wydzielonych jako odrębne strefy pożarowe zajmowanych przez zespoły komórek lokatorskich, pomieszczenia techniczne, przedsionki przeciwpożarowe, trzony komunikacyjne przeznaczone dla ludzi znajdujące się na tej samej kondygnacji budynku.

[1] Dz. U. z 2002 r. nr 75, poz. 690 z późn. zm. Rozporządzenie MI w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Regulacje prawne - garaże

Odrębne garaże

Jako odrębne garaże w jednym obiekcie można rozpatrywać następujące przestrzenie:

- **dwie przestrzenie garażowe zlokalizowane na tym samym poziomie,** oddzielone od siebie elementami oddzielenia przeciwpożarowego, posiadające oddzielne i niekolizyjne wjazdy, które ze względu na usytuowanie zapewniają spełnienie wymagań przepisów techniczno-budowlanych w zakresie bezpieczeństwa pożarowego (np. wymagań dotyczących odległości otworów w ścianach zewnętrznych rożnych stref pożarowych), nie powiązane funkcjonalnie (brak połączenia samochodowego i pieszego) oraz instalacyjnie (bez żadnych otworów i przejść instalacyjnych przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego),

- **dwie przestrzenie garażowe zlokalizowane na kolejnych kondygnacjach** (jedna nad drugą) spełniające wymagania analogicznie jak w pkt. wyżej; oznacza to, iż niedopuszczalne jest traktowanie jako odrębnych garaży np. kondygnacji połączonych wspólną, nawet wydzieloną „pożarowo" klatką schodową czy szybem windowym.

Garażu z jedną wspólną rampą zjazdową, z której to dopiero w podziemiu zaprojektowano dwa wjazdy, do wydzielonych ścianą oddzielenia przeciwpożarowego o klasie odporności ogniowej REI 120, stref pożarowych o powierzchni mniejszej niż 1500 m2, nie powinno się rozpatrywać jako dwóch odrębnych garaży, co powoduje, że zastosowanie w tym przypadku powinny mieć samoczynne urządzenia oddymiające wynikające § 277 ust. 4 rozporządzenia MI[1].
Dopuszczalne byłoby traktowanie powyższych stref pożarowych jako odrębne garaże, w przypadku zapewnienia niezależnych dla każdej z tych stref pożarowych wjazd/wyjazd na przestrzeń otwartą.

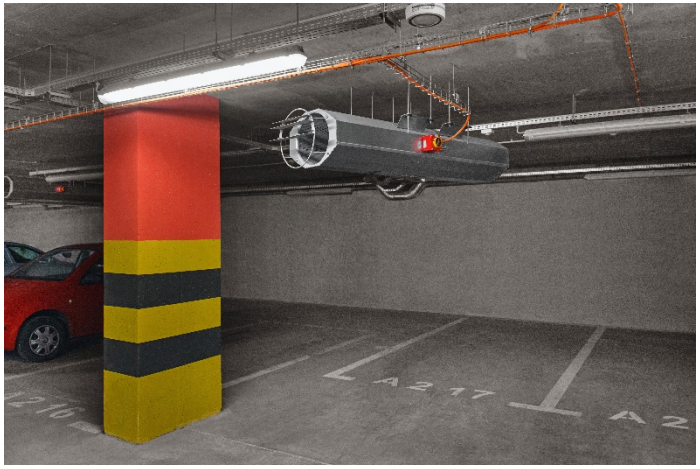
[1] Dz. U. z 2002 r. nr 75, poz. 690 z późn. zm. Rozporządzenie MI w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie

Podstawy teoretyczne – oddymianie garaży

Rodzaje wentylacji oddymiających

Wentylacja kanałowa
- Mniejsza wydajność
- Duża ilość kanałów
- Wymagana duża wysokość

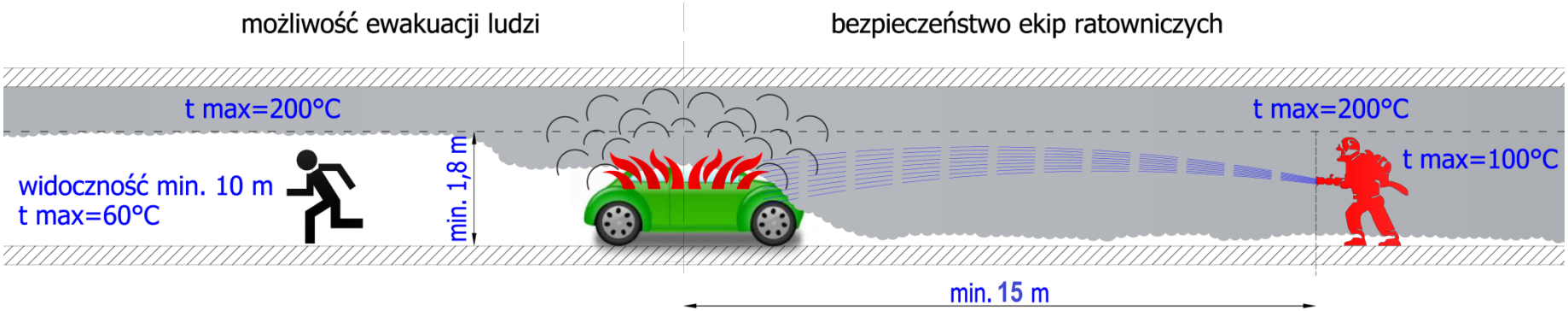
Wentylacja strumieniowa
- Większa wydajność
- Znacznie mniej elementów
- Nie wymaga dużej wysokości
- Większa skuteczność w pracy wentylacji bytowej



Podstawy teoretyczne – oddymianie garaży

Cele stawiane instalacji wentylacji oddymiającej:

- możliwość prowadzenia działań ekip ratowniczych[3]:
  - w odległości ponad 15m od źródła pożaru, do wysokości 1,8 m, nie dopuścić do wystąpienia temperatury powyżej 100°C[4],
  - źródło pożaru powinno być widoczne z odległości nie większej niż 15 m, z co najmniej jednej strony w pasie o szerokości co najmniej 5 m (od 10 do 27 min po wykryciu pożaru)[4]. Maksymalne stężenie dymu 0,02 g/m³.



Rys.2 Bezpieczne warunki ewakuacji i bezpieczeństwo ekip ratowniczych

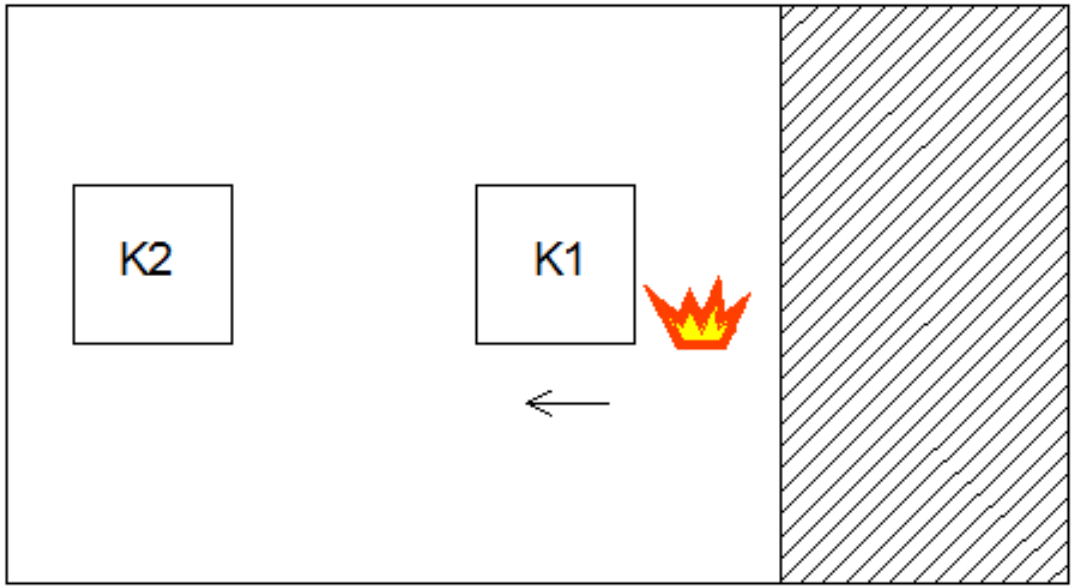
[3] Dokument interpretacyjny: Wymagania podstawowe nr 2 „Bezpieczeństwo pożarowe" do Dyrektywy 89/106/EEC dotyczącej wyrobów budowlanych
[4] NEN 6098:2012 Smoke control systems for powered smoke exhaust ventilators in car parks

Systemy wentylacji pożarowej w budynkach wysokich i wysokościowych

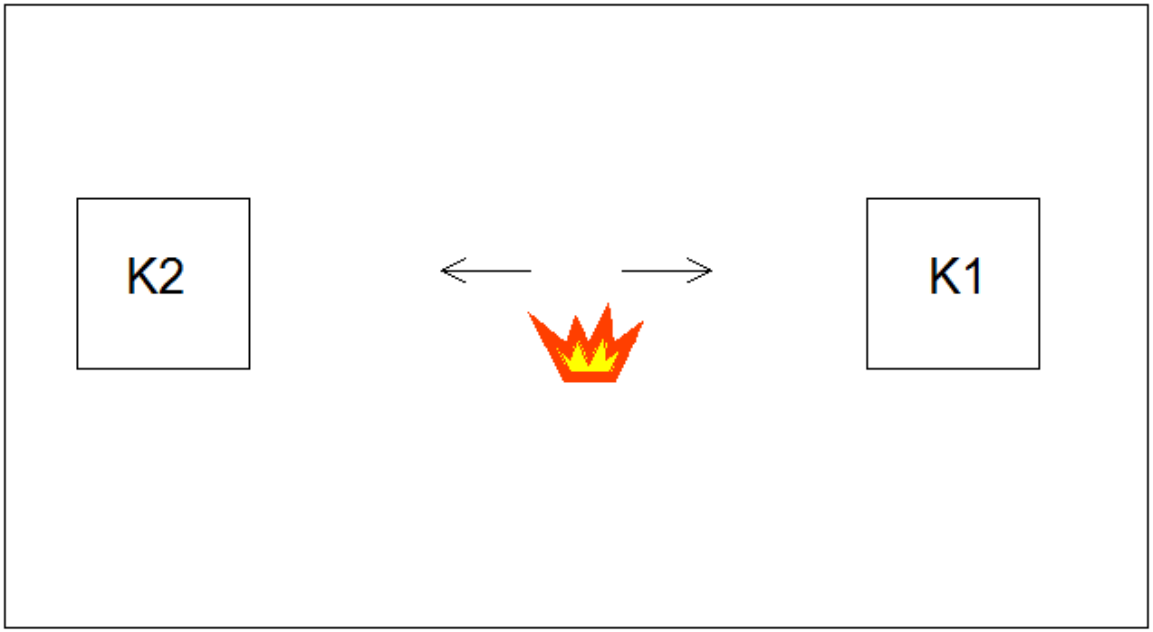
Najczęściej spotykane problemy w projektowaniu instalacji pożarowych garaży

- Mała powierzchnia garażu w połączniu z małą wysokością stanowi istotny problem w uzyskaniu pozytywnych wyników obliczeń
- Niesymetryczne rozmieszczenia wyjść ewakuacyjnych
- Duże zgrupowania miejsc postojowych – w przypadku parkingów z automatami parkującymi
- Ograniczenia w lokalizacji wyrzutni instalacji oddymiającej

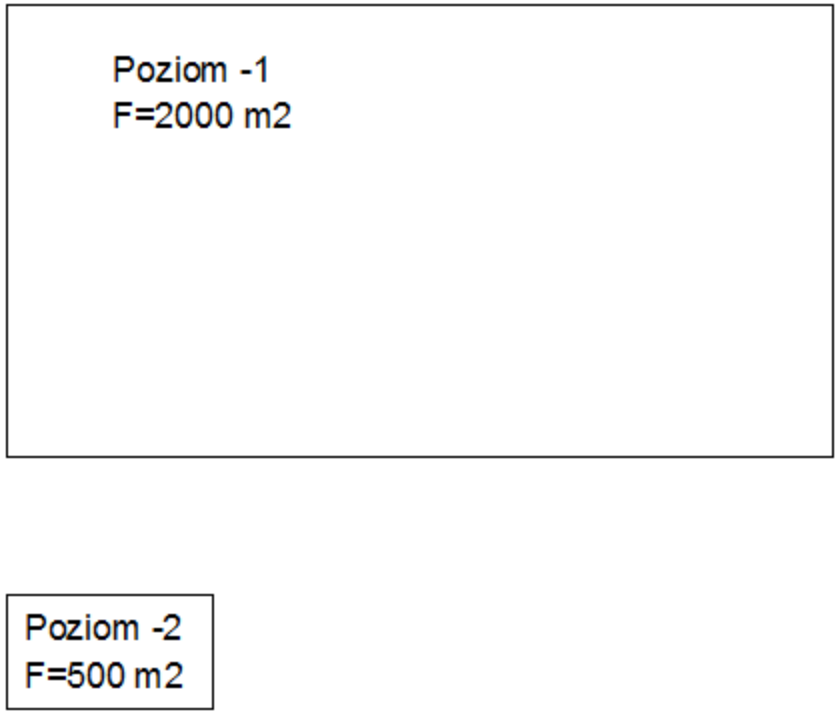
Przypadki projektowe – rozmieszczanie klatek schodowych



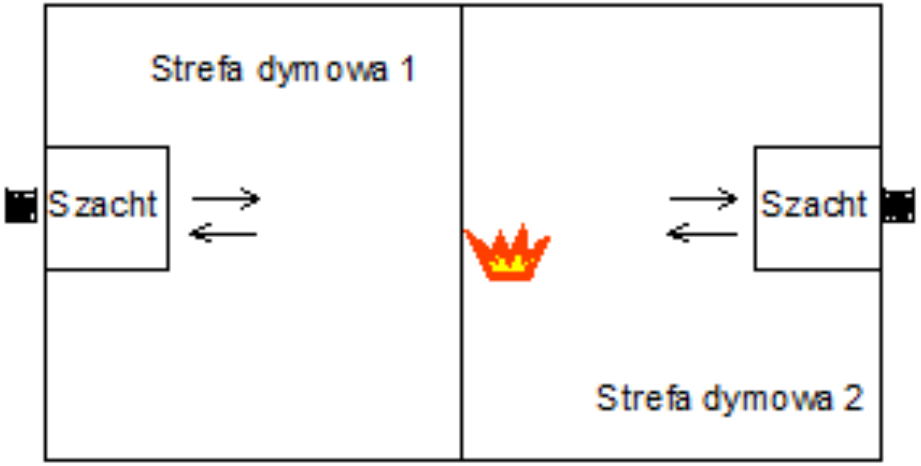
Przypadki projektowe – rozmieszczanie klatek schodowych



Przypadki projektowe – nierównomierne powierzchnie na różnych kondygnacjach

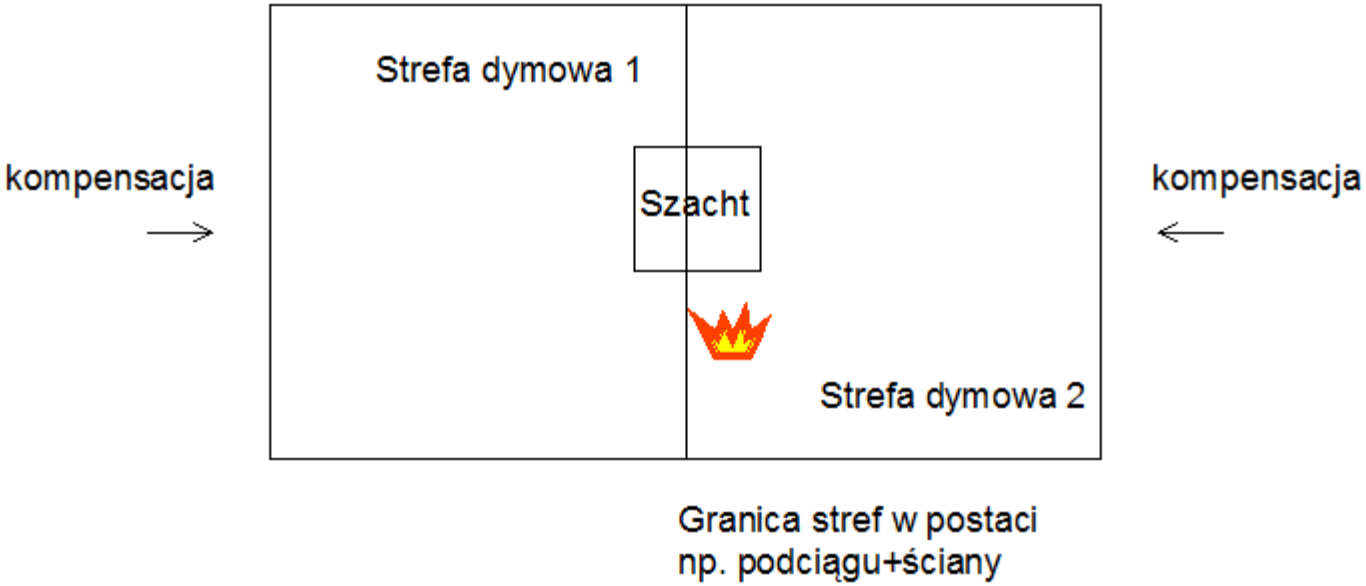


Przypadki projektowe – rozmieszczanie szachtów

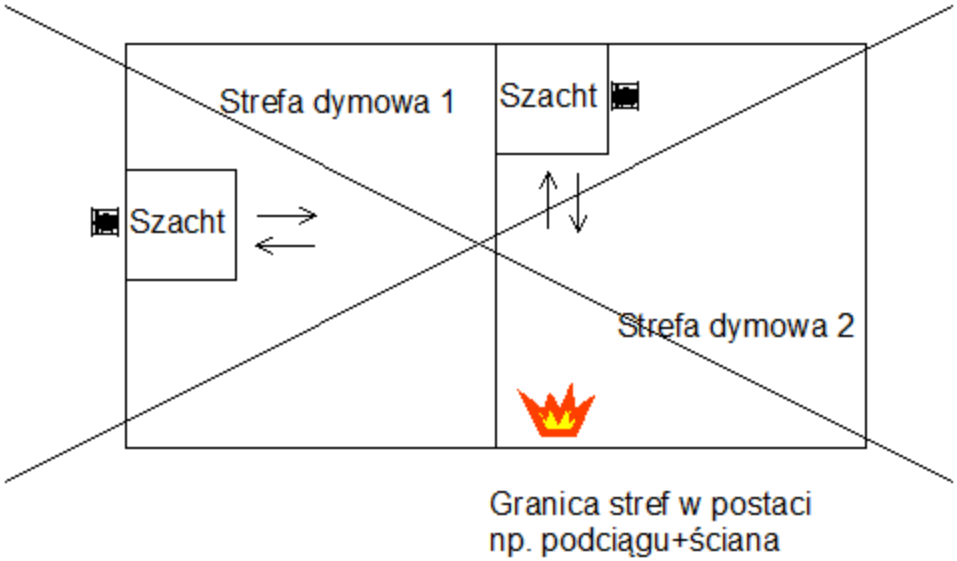


Granica stref w postaci
np. podciągu+ściana

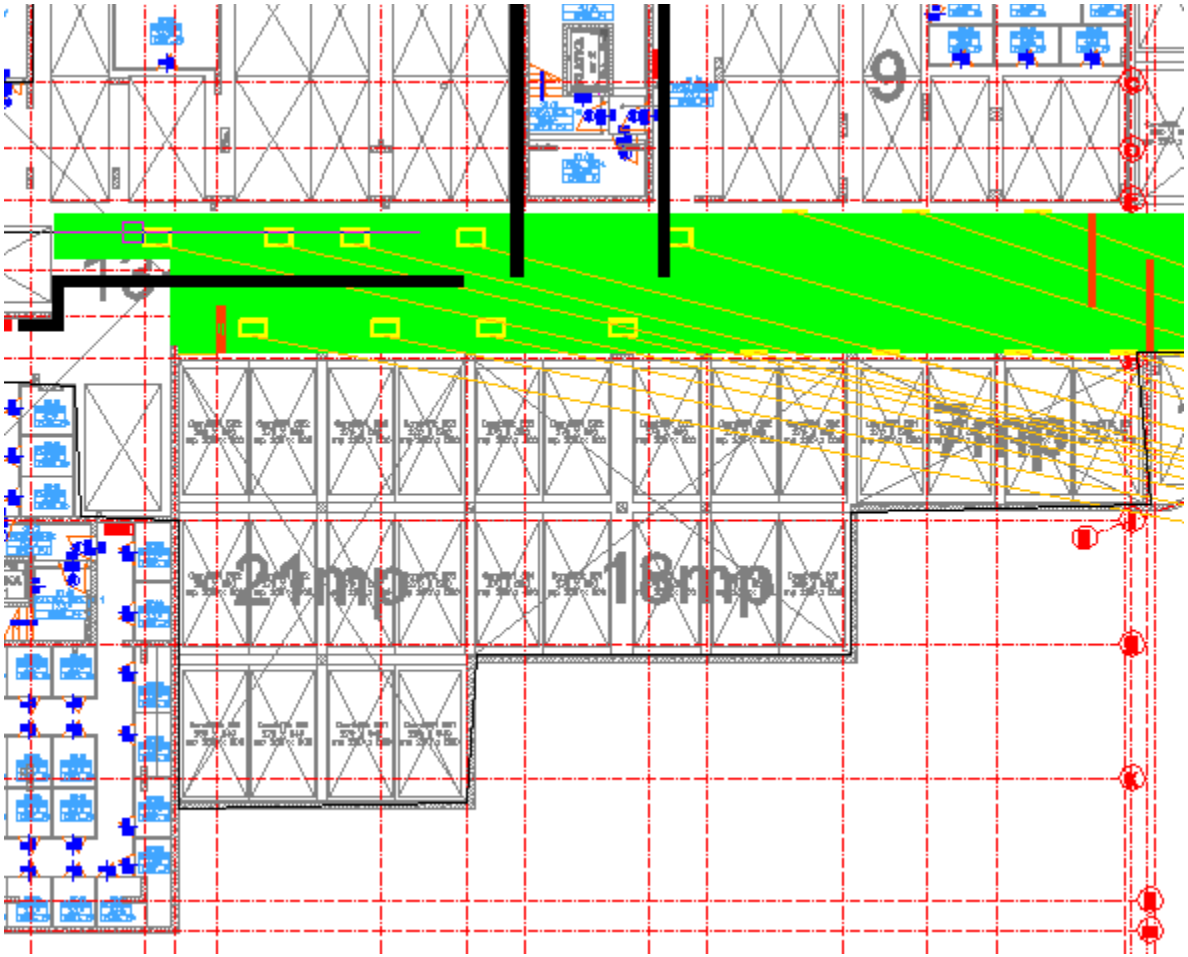
Przypadki projektowe – rozmieszczanie szachtów



Przypadki projektowe – rozmieszczanie szachtów



Przypadki projektowe – rozmieszczanie miejsc postojowych



Podsumowanie

- uwzględnienie na etapie koncepcji wymagań architektonicznych wynikających z zastosowania wybranego wariantu wentylacji
- projektowanie systemów pożarowych – ciągła współpraca architekta i projektanta
- projektowanie systemów pożarowych w sposób uwzględniający wymagania poszczególnych branż

Dziękujemy