



## **ANALIZA NUMERYCZNA ROZWOJU POŻARU I ROZPRZESTRZENIANIA SIĘ DYMU**

### **ODDYMianie POZIOMYCH DRÓG EWAKUACYJNYCH**

**OBIEKT:** BUDOWA BUDYNKU  
LABORATORYJNO - BIUROWO -  
WARSZTATOWEGO I OBIEKTÓW  
TOWARZYSZACYCH

**ADRES :** Ul. Roberta de Plelo, działka nr ew. 41 ob. 073,  
jednostka ewidencyjna Gdańsk

Opracował:  
mgr inż. Arkadiusz Mikulski

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Mikulski', is placed below the name of the author.

Sprawdził:  
mgr inż. Robert Blicharz

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Blicharz', is placed below the name of the reviewer.

Gdynia, marzec 2022 r.

## SPIS TREŚCI

1.	PRZEDMIOT I CEL SYMULACJI .....	3
2.	PODSTAWY FORMALNE OPRACOWANIA MODELU .....	3
3.	MODEL CFD .....	4
4.	CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU .....	4
5.	ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE DANYCH WEJŚCIOWYCH .....	6
6.	ZAŁOŻENIA DO SCENARIUSZA POŻAROWEGO .....	7
6.1.	Parametry opisujące rozwój i moc pożaru .....	7
6.2.	Materiał palny .....	8
6.3.	Przyjęte kryterium akceptowalności .....	8
6.4.	Czas detekcji .....	8
6.5.	Czas alarmowania .....	9
7.	KONCEPCJA SYSTEMU ODDYMIANIA .....	9
7.1.	Pożar SD1 1 .....	14
7.2.	Pożar SD2 .....	17
7.3.	Pożar SD3 .....	20
7.4.	Pożar SD4 .....	24
7.5.	Pożar SD1 +1 .....	27
7.6.	Pożar SD 2 s2 .....	30
7.7.	Pożar SD4 +1 .....	34
8.	PODSUMOWANIE WYNIKÓW SYMULACJI - WNIOSKI .....	37
9.	ZALECENIA .....	38
10.	SPIS TABEL I RYSUNKÓW .....	38

## 1. PRZEDMIOT I CEL SYMULACJI

Przedmiotem symulacji jest system samoczynnych urządzeń oddymiających w inwestycji pt. BUDOWA BUDYNKU LABORATORYJNO - BIUROWO - WARSZTATOWEGO I OBIEKTÓW TOWARZYSZACYCH przy ul. Roberta de Plelo w Gdańsku.

Celem symulacji jest:

- Przeprowadzenie analizy rozwoju pożaru i rozprzestrzeniania się dymu na wypadek pożaru,
- Sprawdzenie czy w wymaganym czasie bezpiecznej ewakuacji (WCBE<sup>1</sup>) na wyznaczonych drogach ewakuacyjnych w rozpatrywanym obiekcie, nie zostaną przekroczone wartości graniczne, uniemożliwiające ewakuację ludzi z analizowanego obszaru,
- Sprawdzenie skuteczności systemu urządzeń oddymiających,
- Określenie Dostępnego Czasu Bezpiecznej Ewakuacji (DCBE<sup>2</sup>),

Przez ocenę skuteczności działania systemu oddymiania rozumie się tu ocenę warunków krytycznych zadymienia i temperatury w czasie potrzebnym na ewakuację.

Analiza warunków i możliwości bezpiecznej ewakuacji ludzi z analizowanego obszaru oraz skuteczności wentylacji oddymiającej oparte są o wyniki symulacji komputerowej CFD warunków rozwoju pożaru dla założonego scenariusza pożarowego. Wyniki zostaną przedstawione oraz ocenione pod kątem wymagań ochrony przeciwpożarowej.

## 2. PODSTAWY FORMALNE OPRACOWANIA MODELU

Podstawy opracowania stanowią:

1. Zlecenie wykonania analizy,
2. Podkłady architektoniczne i przekroje, przedmiotowego budynku,
3. Koncepcja systemu wentylacji oddymiającej,
4. PD 7974-6:2004 The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings – Part 6: Human factors: Life safety strategies – Occupant evacuation, behavior and condition (Sub-system 6),
5. Rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. 2019 poz. 1065 wraz z późn. zm).
6. Handbook of building materials of fire protection” Charles A. Harper, 2004,
7. Poradnik inżynierski „Wytyczne dotyczące sposobu doboru i uzasadniania modelu pożaru dla różnych rodzajów zastosowań” Morgan J. Hurley, P.E., FSFPE.
8. Fire Dynamics Simulator Version 5 – Technical Reference Guide, NIST 2009. [Program do symulacji pożarów. Wersja 5 – Instrukcja techniczna, NIST 2009].
9. Fire Dynamics Simulator Version 5 – Users Guide, NIST 2009. [Program do symulacji pożarów. Wersja 5 – Przewodnik użytkownika, NIST 2009].
10. KG PSP, PROCEDURY organizacyjno-techniczne (...), Warszawa 2008 r.

---

<sup>1</sup> WCBE (z ang. RSET Required Safe Escape Time), to wyliczony czas dostępny pomiędzy zainicjowaniem pożaru a czasem, w którym użytkownicy, w określonych przestrzeniach w budynku, są w stanie osiągnąć bezpieczne miejsce

<sup>2</sup> DCBE (z ang. ASET - Available Safe Escape Time), to oszacowany czas dostępny pomiędzy zainicjowaniem pożaru a czasem, w którym tolerowane, graniczne kryteria bytowe nie są przekroczone w określonej przestrzeni w budynku.

### 3. MODEL CFD

Trójwymiarowy model geometryczny obiektu (obszar rozprzestrzeniania się dymu) wykonano w (obszar rozprzestrzeniania się dymu) wykonano w programie PyroSim 2011. Do obliczeń numerycznych wykorzystano program FDS 5.3.3 w którym zaimplementowana została metoda obliczeniowa Large Eddy Simulation (LES), metoda wielkich wirów.

Wszelkie szczegółowe dane dotyczące wykorzystanych w analizach programów znajdują na stronie <https://www.thunderheadeng.com/pyrosim/resources/>

Wizualizacja otrzymanych wyników wykonana została w oprogramowaniu SmokeView. Wyniki symulacji zostały przedstawione za pomocą przekrojów poziomych badanych parametrów pożaru. Przekroje przedstawiają analizowane parametry w odstępach czasowych dla zobrazowania rozwoju warunków jakie mogą panować w analizowanej przestrzeni na wypadek powstania pożaru. Skala barw jest do odczytania z panelu bocznego rysunku, kolorem czarnym zostały zaznaczone parametry krytyczne.

### 4. CHARAKTERYSTYKA OBIEKTU

Poniższa charakterystyka obiektu obejmuje opis cech, istotnych dla rozwoju pożaru i rozprzestrzeniania się dymu w symulacji komputerowej. Na podstawie rysunków z pkt. 2 wykonano model geometryczny obiektu. Geometria obiektu uwzględnia parametry techniczne obiektu, istotne z punktu widzenia rozwoju pożaru i rozprzestrzeniania się dymu. Wszystkie założenia początkowe wynikające z projektu architektonicznego w zakresie architektury obiektu, wprowadzone zostały na podstawie informacji przekazanych przez Zlecającego zawarte w niniejszym punkcie.

W budynku oddymiania jest dwukondygnacyjna komunikacja z podziałem na 4 strefy dymowe:

- SD1 pomiędzy osiami 7-14
- SD2 pomiędzy osiami 14-20,
- SD3 pomiędzy osiami 21-26,
- SD4. pomiędzy osiami 26-35.

W budynku występują sufity pełne na wysokości 3,0 m. Łączna wysokość budynku wynosi 7,97 m. Strefy dymowe są oddzielone od siebie przegrodami na pełną wysokość. Drzwi dostępne z powierzchni oddymianych posiadają klasę co najmniej EI 30, drzwi ppoż. wyposażone są w samozamykacze.

Budynek wyposażony w:

- Instalację sygnalizacji pożaru,
- Użytkownicy zostaną zaalarmowani w przypadku powstania pożaru,
- Samozamykacze na drzwiach w obudowie przestrzeni oddymianej,

Uwzględniając powyższe zastosowano następujące kategorie:

- Jakość systemu zarządzania bezpieczeństwem (poziomy M1 do M3),
  - Poziom zarządzania **M2**: Zarządzanie w razie pożaru przez przeszkolony personel nie jest wymagane. System alarmowy i praca urządzeń oddymiających są automatyczne. .
- Złożoność budynku (poziomy B1 do B3),
  - Poziom budynku **B1** przedstawia prostokątny, wielokondygnacyjny budynek, z jedną lub kilkoma przegrodami wewnętrznymi, prosto rozplanowany z dobrą widzialnością,

zaprojektowany zgodnie z przepisami techniczno-budowlanymi z krótkimi drogami przejścia, z odpowiednią ilością wyjść prowadzących bezpośrednio na zewnątrz budynku.

- Jakość systemu sygnalizacji pożarowej (poziomy A1 do A3),
  - Poziom **A2** system sygnalizacji pożarowej obejmuje cały budynek, automatyczne wykrycie pożaru i uruchomienie niezbędnych urządzeń w zagrożonej strefie za pomocą sygnałów alarmowych II stopnia.

Założono, że osoby przebywające w pobliżu miejsca pożaru opuszczają strefę zagrożenia w czasie  $T_{e1\%}$ , lub szybciej co wynika z tego, że widzą zagrożenie, dodatkowo ostrzegani przez widok ognia i dymu, są w stanie szybko zareagować. W związku z powyższym ci użytkownicy którzy znajdują się w takim pomieszczeniu zaczynają przemieszczać się w stronę wyjścia ewakuacyjnego zaraz po usłyszeniu alarmu lub nawet wcześniej gdy dotrze do nich dym.

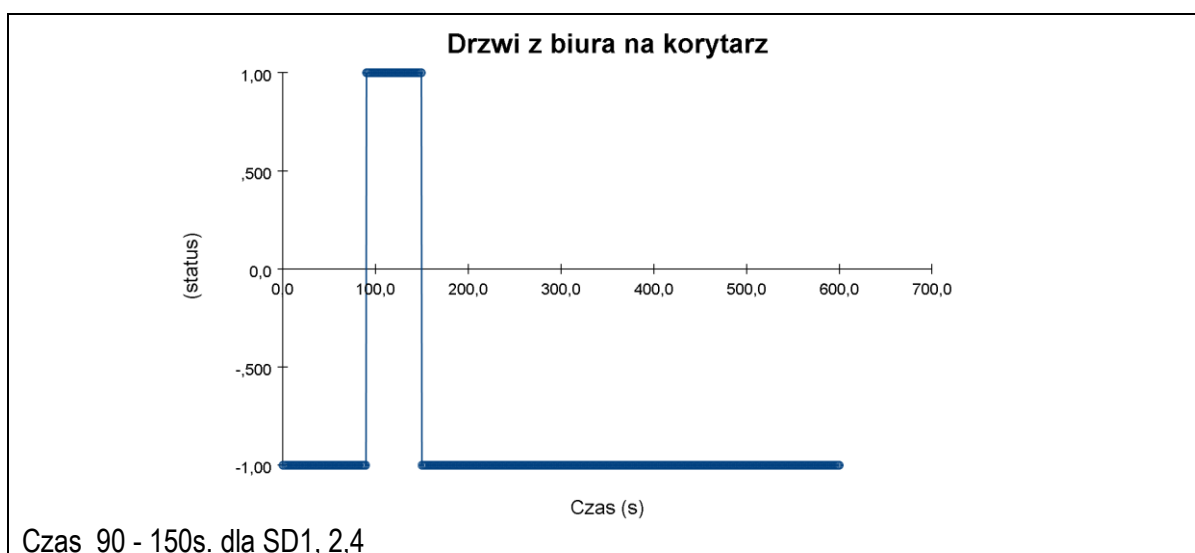
Wymagany czas bezpiecznej ewakuacji (WCBE) kondygnacji z **oddymianym korytarzem** do miejsc bezpiecznych przedstawiono poniżej.

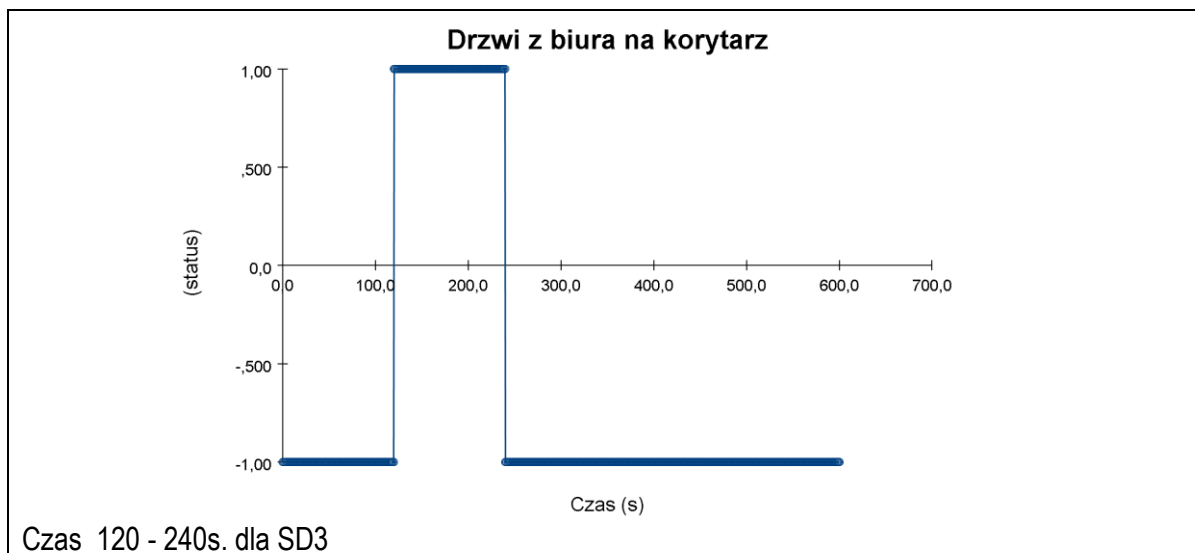
Czas przejścia podczas ewakuacji przez drzwi na korytarz z pomieszczenia z założonym pożarem założono na 60s. Mając na uwadze wyniki analizy CFD założono początek czasu ewakuacji do czasu przekroczenia parametrów krytycznych od powstania pożaru.

Ewakuacja w pierwszej kolejności dotyczy pomieszczenia w którym założono pożar, w kolejnych etapach ewakuacja dotyczy pozostałych pomieszczeń.

Czas ewakuacji z biura jest zdeterminowany parametrami krytycznymi w których jest możliwa bezpieczna ewakuacja. Czas wydostawania się dymu z biura na korytarz założono w przedziale 90 - 150 s. w zależności od powierzchni biura czas może się różnić.

Z powyższych danych założono iż czas wydostawania się dymu na korytarz który zawiera się przedziale przedstawionym poniżej.





## 5. ZAŁOŻENIA PROJEKTOWE DANYCH WEJŚCIOWYCH

Warunki brzegowe i początkowe w symulacji dla najbardziej niekorzystnej pory roku lata:

- Temperatura powietrza zewnętrznego i wewnętrznego  $+20^{\circ}\text{C}$ ,
- Wilgotność względna powietrza wewnętrznego 40%,
- Ciśnienie atmosferyczne 101 325 Pa,
- Czas symulacji 600s. lub do czasu ustalenie parametrów krytycznych.

Tabela 1 Właściwości materiałów budowlanych

Material	Gęstość [kg/m <sup>3</sup> ]	Ciepło właściwe [kJ/kgK]	Współczynnik przewodzenia ciepła [W/mK]
Żelbet	2500	0,84	1,70
Błoczki betonowe	800	0,84	0,30
Szkło	2500	0,84	0,80
Stal	7850	0,44	58

- Granicę siatki obliczeniowej stanowi żelbet tj. ściany zewnętrzne, posadzka,
- Do dyskretyzacji modelu użyto siatki regularnej sześcienniej o boku 0,2 m dla rozpatrywanej geometrii budynku.
- Założono sprawność współdziałających instalacji oraz urządzeń ochrony przeciwpożarowej.

Uproszczenia w modelu:

- Ze względu na dokładność domeny obliczeniowej modelu grubość ścian, wysokość oraz wymiary słupów zostały zaokrąglone do szerokości komórek.
- Uproszczenie polega na wyrównaniu przegród budowlanych do równej dla bardziej niekorzystnych warunków,
- W przypadku nie pokrycia się ścian, okien, drzwi lub innych elementów konstrukcyjnych budynku z siatką programu FDS, został przyjęty bardziej niekorzystny przypadek z uwagi na rozprzestrzenianie się dymu,
- W bilansie powietrza kompensującego nie uwzględniono uzupełnienia:

- przez system wentylacji bytowej,
- przez otwarte drzwi podczas ewakuacji,
- i innych nieszczelności wpływających na proces napowietrzania.
- Pomieszczenia wokół korytarza ewakuacyjnego założono jako gazoszczelne.
- Opis elementów systemu wentylacji został dobrany wyłącznie na potrzeby niniejszego opracowania.

## 6. ZAŁOŻENIA DO SCENARIUSZA POŻAROWEGO

W atrium dla analizy bezpieczeństwa ewakuacji postanowiono założyć pożar na każdej kondygnacji. Dym wydostający się do atrium jest w stanie zagrozić użytkownikom ewakuującym się z wyższych kondygnacji budynku. Wykrycie pożaru w zarodku jest niedookreślenia a pożar rozwijający się przez dym i temperaturę zostanie wykryty przez osoby przebywające w pomieszczeniu. Czas potrzeby na ewakuację oraz czas ewakuacji został oszacowany w dalszej części opracowania.

Na potrzeby wykonywanej analizy zakłada się możliwość powstania tylko jednego pożaru na raz.

### 6.1. Parametry opisujące rozwój i moc pożaru

Mocy pożaru w budynku nie można jednoznacznie określić. Na podstawie danych z pkt. 2 w modelu przyjęto pożar rozwijający się zgodnie z krzywą normową rozwoju pożaru opisany wzorem :

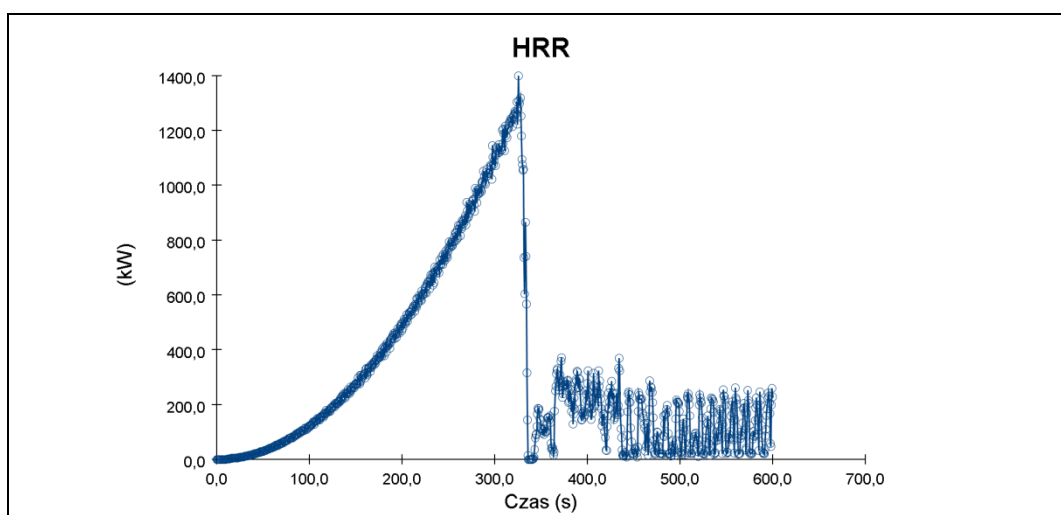
$$Q = \alpha t^2$$

Q – moc pożaru (Heat release rate HRR) [kW]

t – czas od zapłonu [s]

$\alpha$  – współczynnik wzrostu pożaru - średni 0,01172 [kW/s<sup>2</sup>]

Przyjęto czas osiągnięcia mocy 1000 kW przez pożar po czasie 300s, oraz dalszy rozwój w trakcie trwania symulacji.



Rysunek 1 Wykres wynikowy wzrostu mocy pożaru

Założenie nieograniczonego rozwoju pożaru wiąże się z uzupełnianiem powietrza. W przypadku pożaru w pomieszczeniu zamkniętym, dopływ powietrza jest ograniczony przez co program ograniczył moc pożaru.

## 6.2. Materiał palny

Podstawę klasyfikacji materiałów wybranych do symulacji stanowią rzeczy wyposażenia głównie - mieszanina materiałów celulozowych i syntetycznych. Założona produkcja dymu jest wartością pośrednią materiałów palnych podanych w tabeli poniżej  $Y_{\text{dym}}$  (SOOT\_YIELD) = 0,06 g/g. Ciepło spalania  $\text{HEAT\_OF\_COMBUSTION}=2.5\text{E4 kJ/kg}$

Tabela 2 Parametry materiałów palnych dla założonego pożaru

MATERIAŁY	Wzór chemiczny	Ciepło spalania (kJ/kg)	$Y_{\text{CO}}$ (kg/kg)	$Y_{\text{dym}}$ (kg/kg)
Bawełna / poliester	-	-	0,070	0,091
Sztuczny jedwab	-	21,5	0,043	-
Polietylen, PE	$(\text{C}_2\text{H}_4)_n$	36,8	0,027	0,077
Drewno	$\text{CH}_{1,7}\text{O}_{0,73}$	12,6	0,004	0,015
Pleksa PMMA	$\text{CH}_{1,6}\text{O}_{0,40}$	24,2	0,009	0,028
Poliuretan (gąbka)	$(\text{C}_{6,3}\text{H}_{7,1}\text{NO}_{2,1})$	23,2	-	0,128
PVC	$(\text{CH}_{1,5}\text{CL}_{0,50})$	-	-	0,099
Polipropylen PP	$(\text{C}_3\text{H}_6)_n$	37,0	0,025	0,072

## 6.3. Przyjęte kryterium akceptowalności

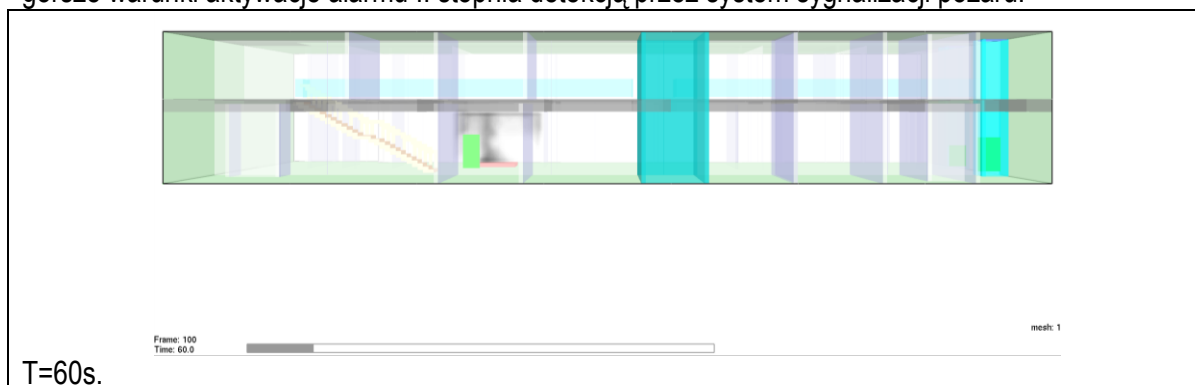
Oceniając DCBE na wypadek pożaru w budynku, przyjmuje się nie przekroczenie badanych parametrów zagrażających życiu ewakuowanych:

- Zakres widoczności na poziomie 1,8 m od podłogi. Jako graniczne kryterium przyjęto 10 m,
- Zakres temperatury na poziomie 1,8 m od podłogi. Jako graniczne kryterium przyjęto  $52^\circ\text{C}$ ,
- Zakres temperatury dymu na wysokości 2,4 m od podłogi podstawy warstwy dymu. Jako graniczne kryterium przyjęto  $180^\circ\text{C}$ ,

Dla zakresu temperatury przyjęto niższą temperaturę w związku z przewidywanym maksymalnym odchyleniem wartości obliczonych od wartości rzeczywistych.

## 6.4. Czas detekcji

Pożar rozwijający się przez dym, temperaturę będzie wykryty przez system sygnalizacji pożaru i potwierdzony przez drugą czujkę dymu lub przez osoby znajdujące się w budynku. Uwzględniając gorsze warunki aktywację alarmu II stopnia detekcją przez system sygnalizacji pożaru.



Rysunek 2 Czas aktywacji alarmu II stopnia



W symulacjach wstępnych czas wypełnienia dymem przestani pod stropem zawiera się w przedziale czasu od 40 do 60 s. Potwierdzony czas detekcji założono  $D_{td} = 60s$ . został wyznaczony na podstawie odrębnych kilku symulacji w których wykorzystano średni współczynnik rozwoju pożaru w programie FDS 5.5.3.

## 6.5. Czas alarmowania

W przypadku automatycznej detekcji zjawiska pożarowego, uruchomiony zostanie alarm pożarowy. Przekazanie sygnału o wystąpieniu zagrożenia odbywa się w sposób automatyczny. Czas alarmowania zgodnie z normą [PD 7974-6:2004]  $D_{ta}$  zakłada możliwość przybrania wartości równej 0 s.

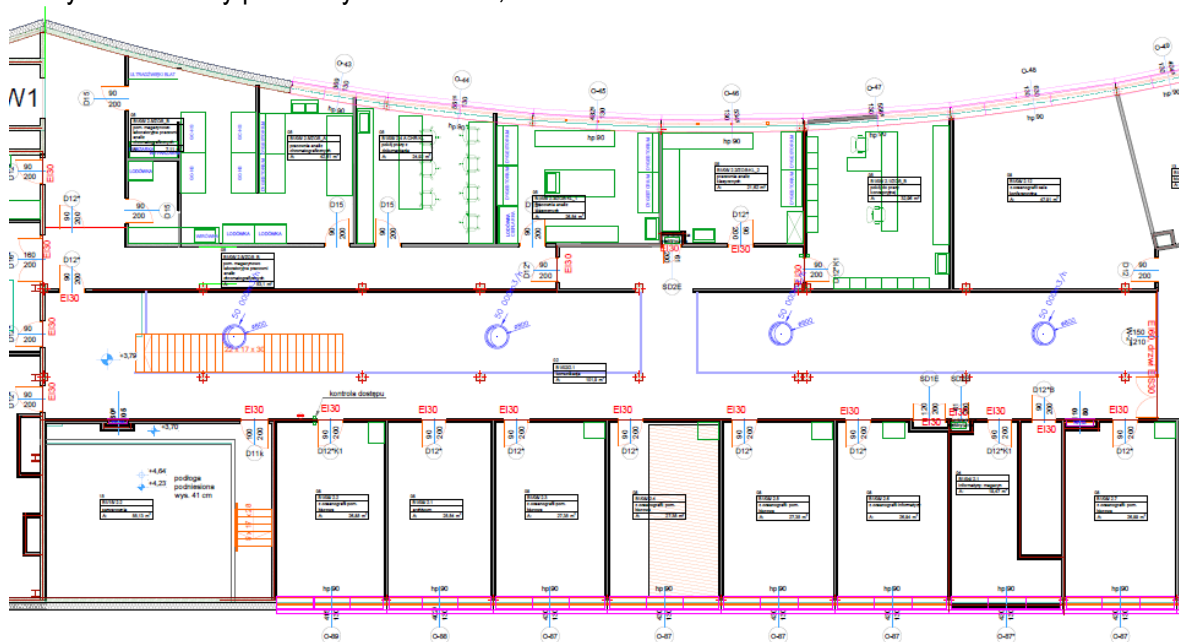
## 7. KONCEPCJA SYSTEMU ODDYMIANIA

Zakłada się, że dym i gorące gazy pożarowe będą usuwane poprzez system samoczynnych urządzeń oddymiających – system oddymiania mechanicznego.

Poniżej zestawienie stref dymowych i sumarycznej wydajności systemów oddymiania:

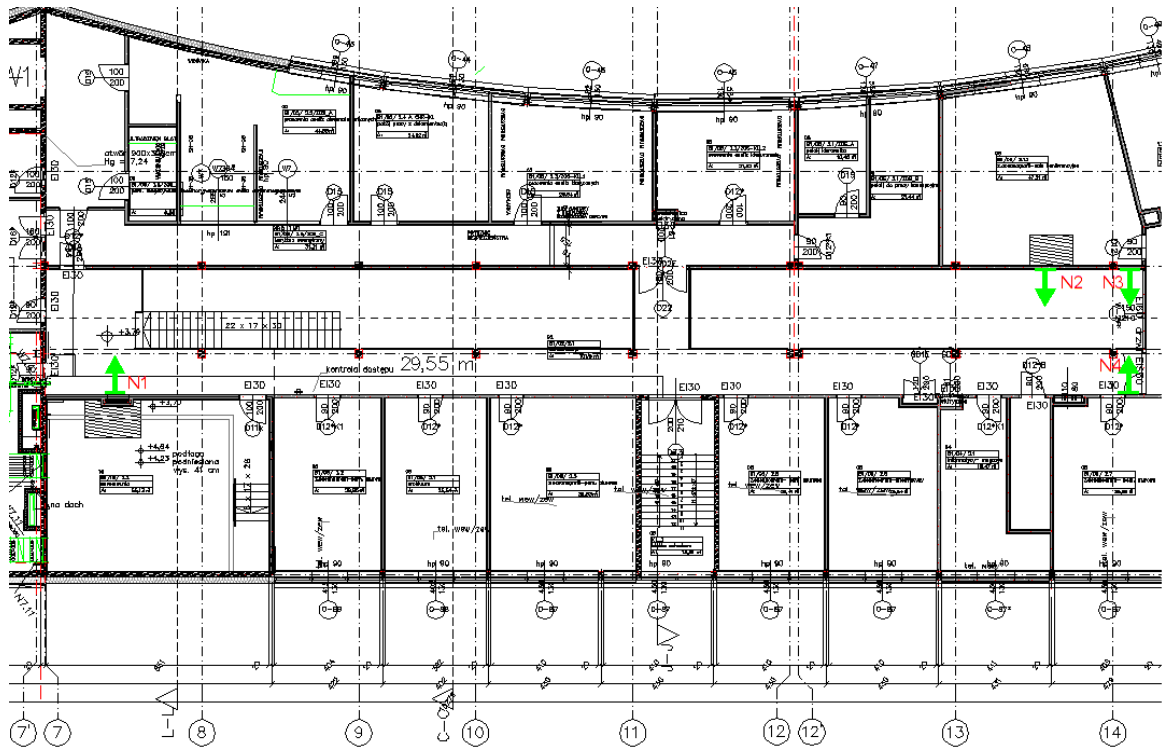
### SD1

Oddymianie strefy pomiędzy osiami 7-14, 4 szt x 50 m<sup>3</sup>/h 200 000m<sup>3</sup>/h



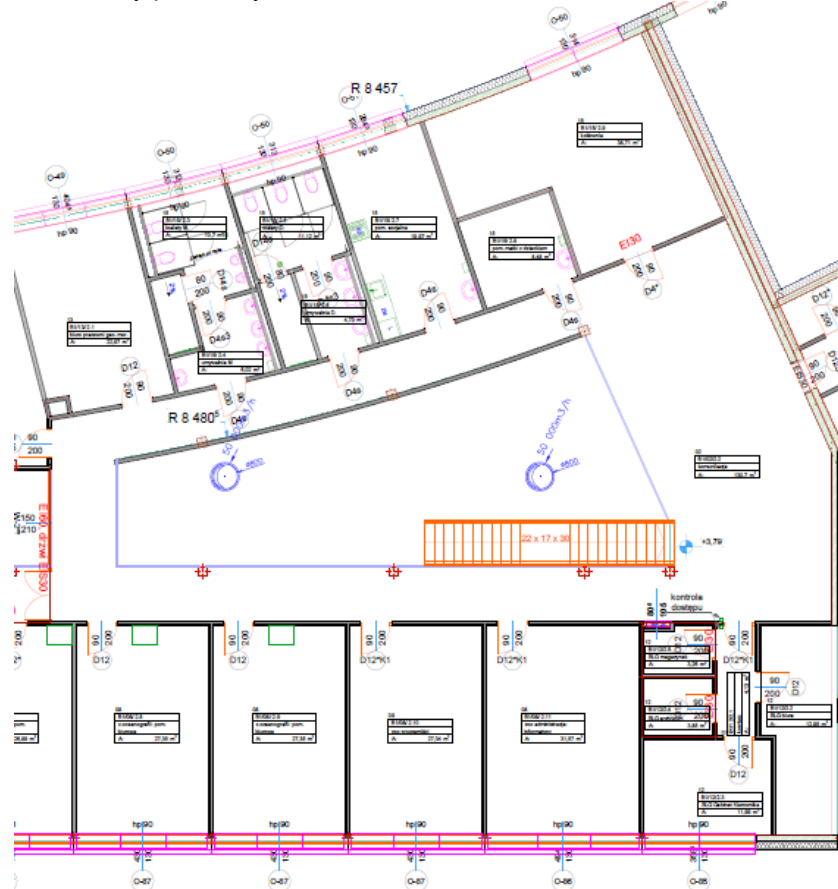
Napowietrzanie:

- N1 mechaniczne 1 x 72 000 m<sup>3</sup>/h
- N2 mechaniczne 1 x 78 400 m<sup>3</sup>/h
- N3 grawitacyjne szachtem o powierzchni 1,0 m<sup>2</sup>
- N4 grawitacyjne szachtem o powierzchni 1,8 m<sup>2</sup>



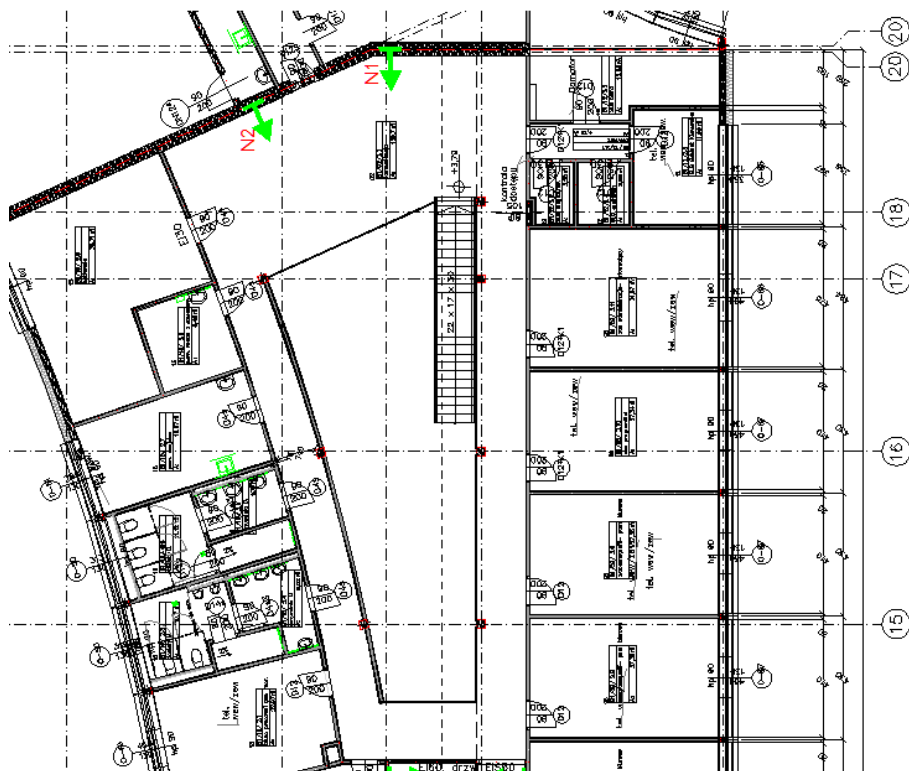
## SD2

Oddymianie strefy pomiędzy osiami 14 – 20, 2 szt x 50 m<sup>3</sup>/h 100 000m<sup>3</sup>/h



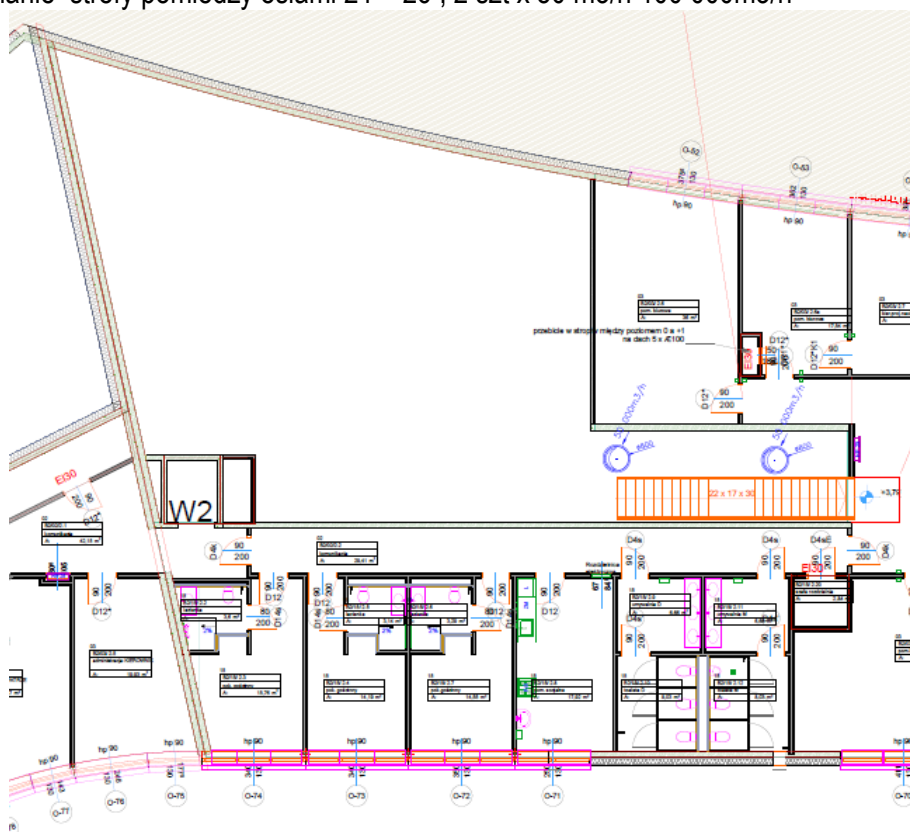
Napowietrzanie:

- N1 grawitacyjne oknem o powierzchni 1,3 m<sup>2</sup>
- N2 grawitacyjne drzwiami o powierzchni 4,2 m<sup>2</sup>



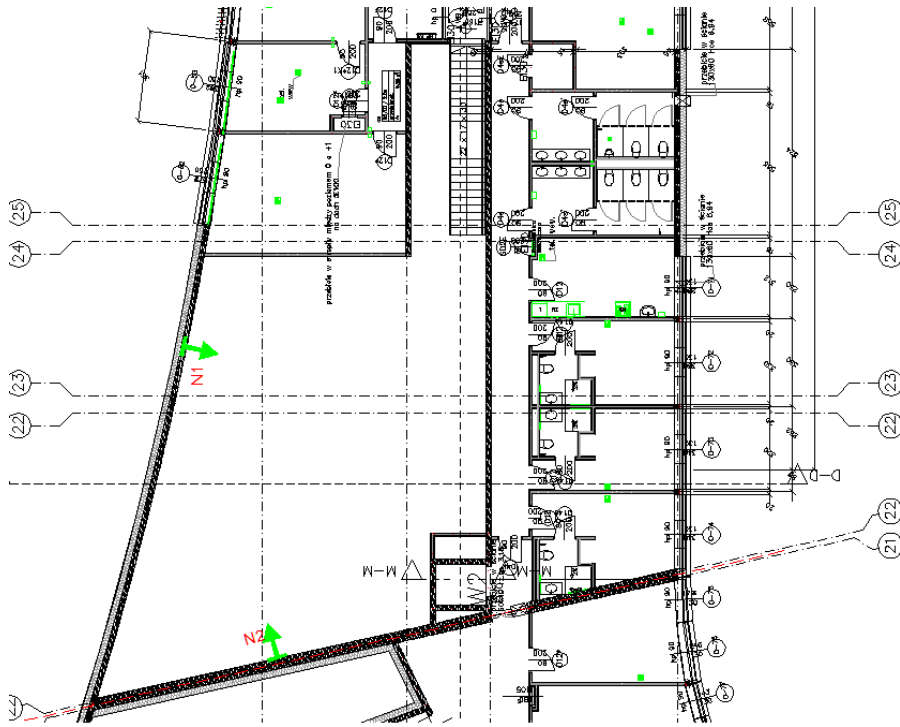
SD3

Oddymianie strefy pomiędzy osiami 21 – 26 , 2 szt x 50 m<sup>3</sup>/h 100 000m<sup>3</sup>/h



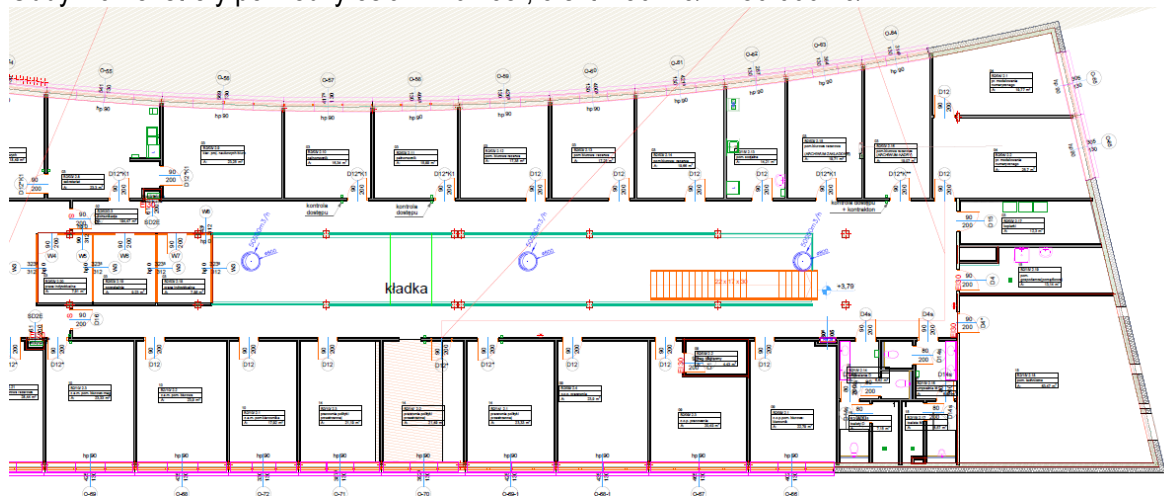
Napowietrzanie:

- N1 grawitacyjne oknem o powierzchni 4,2 m<sup>2</sup>
- N2 grawitacyjne drzwiami o powierzchni 4,2 m<sup>2</sup>



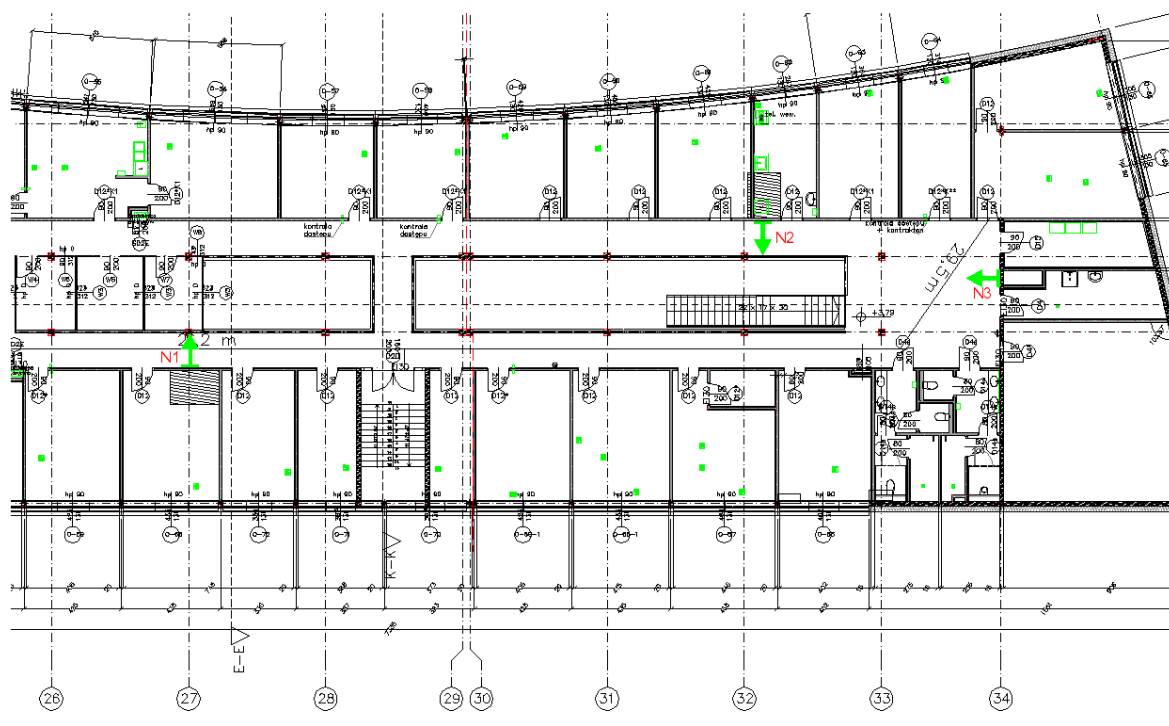
#### SD4

Oddymianie strefy pomiędzy osiami 26 – 35, 3 szt x 50 m<sup>3</sup>/h 150 000m<sup>3</sup>/h



Napowietrzanie:

- N1 mechaniczne 1 x 54 000 m<sup>3</sup>/h
- N2 mechaniczne 1 x 54 000 m<sup>3</sup>/h
- N3 grawitacyjne szachtem o powierzchni 2,4 m<sup>2</sup>

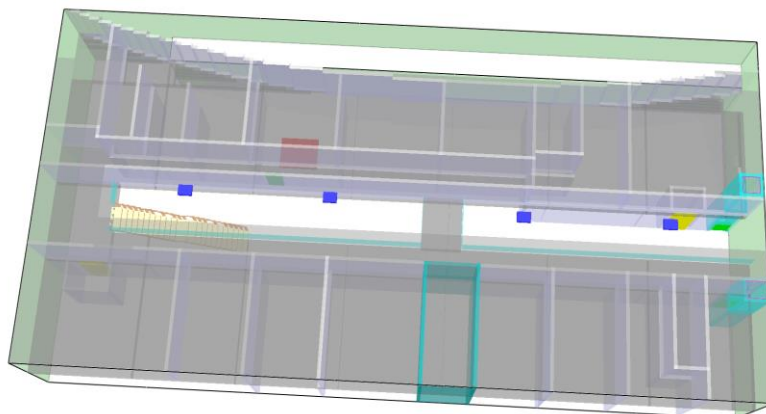


Czas osiągnięcia pełnej wydajności (pełnego otwarcia) systemu został założony na 60s. Uruchamianie elementów systemu wentylacji oddymiającej należy zaprogramować w kolejności niezbędnej do uniknięcia fizycznego uszkodzenia elementów systemu.

## 7.1. Pożar SD1

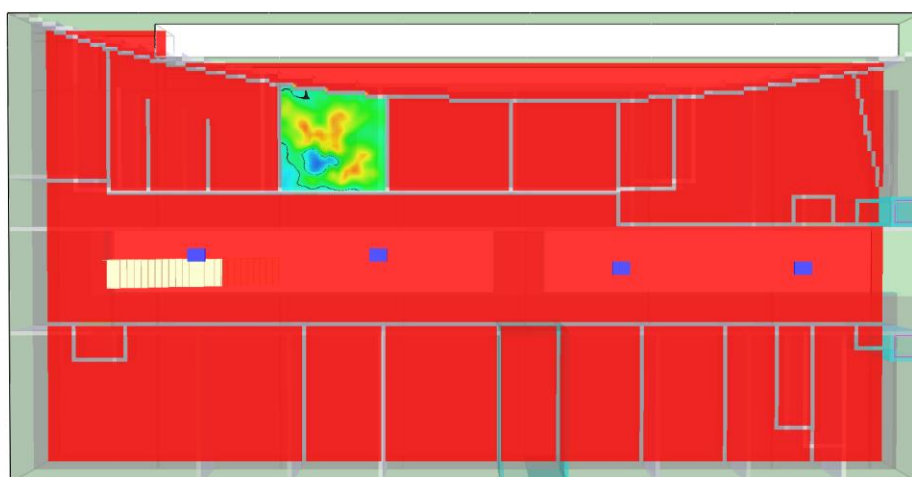
Kolorem czerwonym zaznaczono usytuowanie pożaru w scenariuszu

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Wizualny rozkład zadymiania na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 150

Time: 90.0

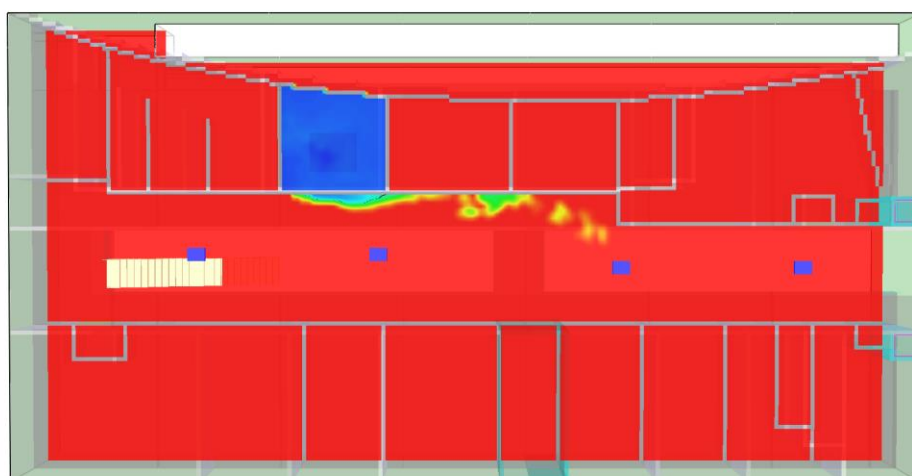
T=90s.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

Slice  
VIS\_Soo  
m



mesh: 1



Frame: 250

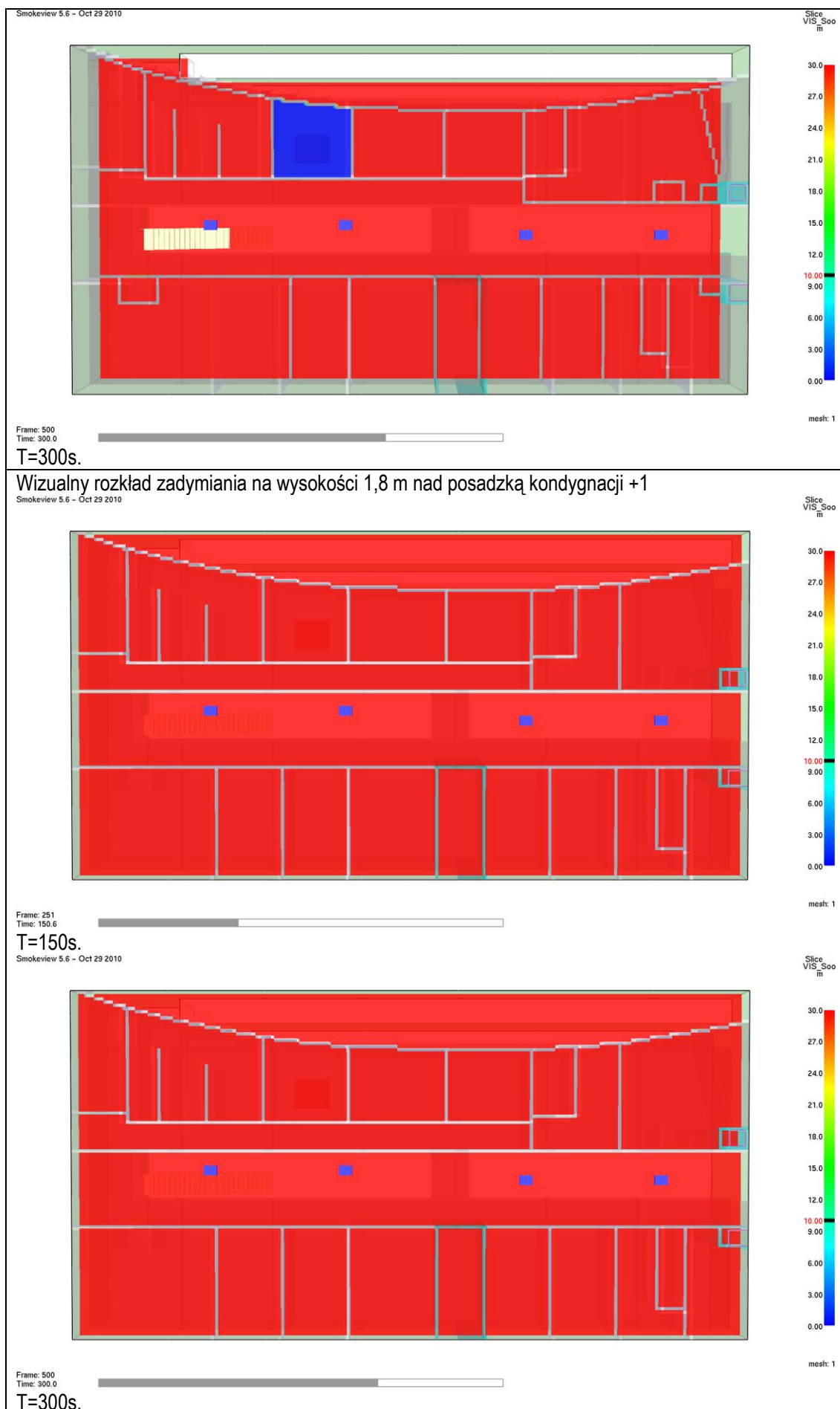
Time: 150.0

T=150s.

Slice  
VIS\_Soo  
m



mesh: 1





# Wizualny rozkład temperatury na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



Slice temp  
C

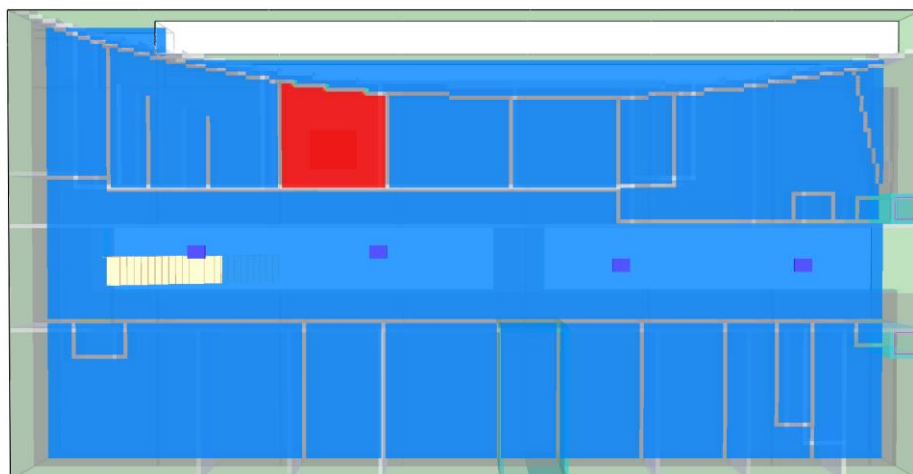


mesh: 1

Frame: 250  
Time: 150.0

T=150s.

Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



Slice temp  
C



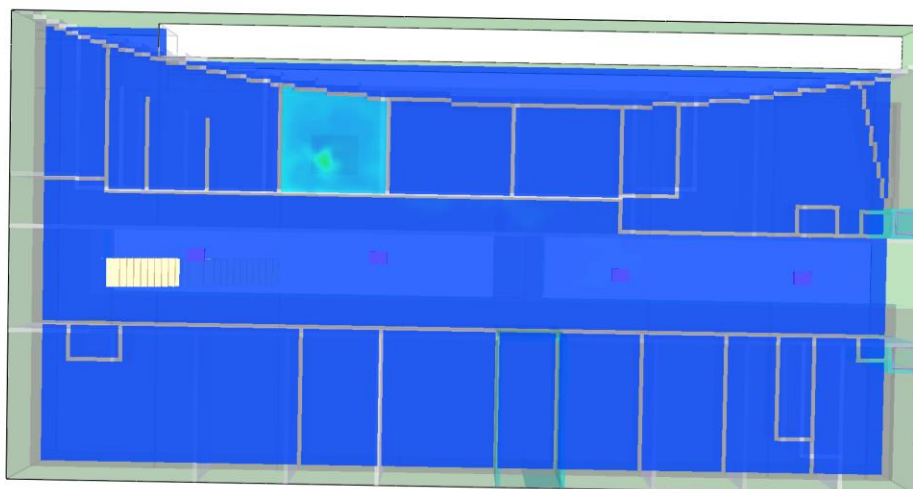
mesh: 1

Frame: 500  
Time: 300.0

T=300s.

# Wizualny rozkład temperatury na wysokości 2,4 m nad posadzką

Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



Slice temp  
C

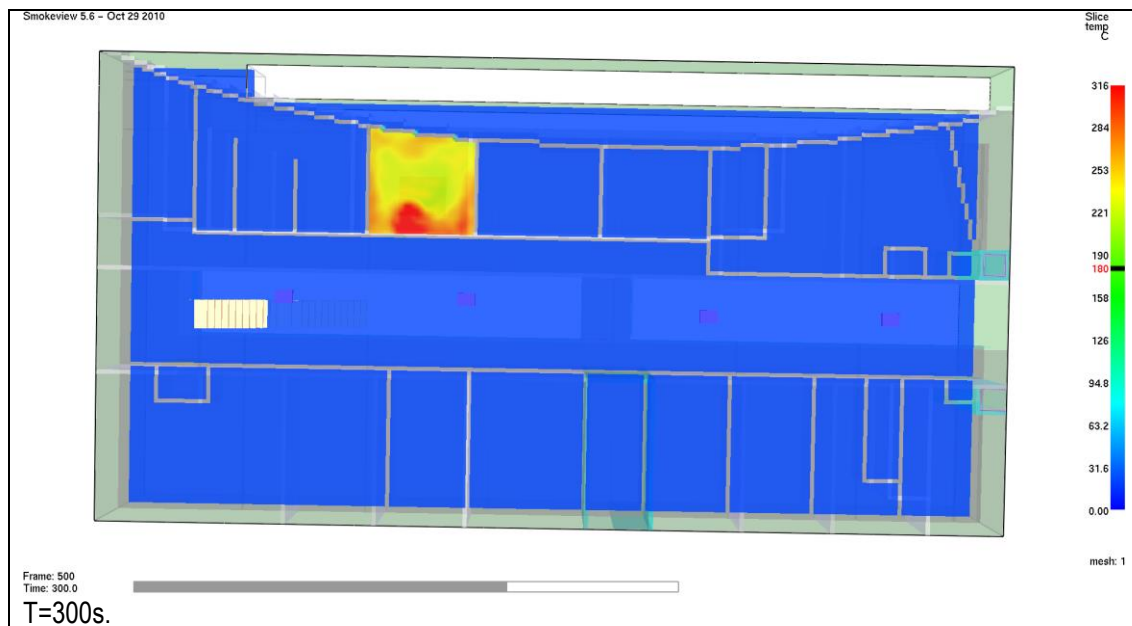


mesh: 1

Frame: 251  
Time: 150.6

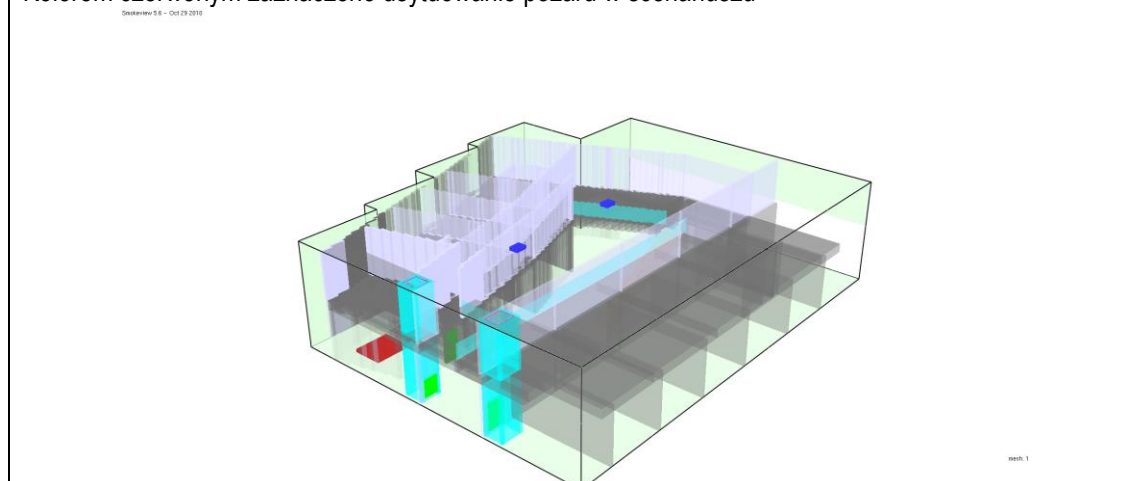
T=150s.





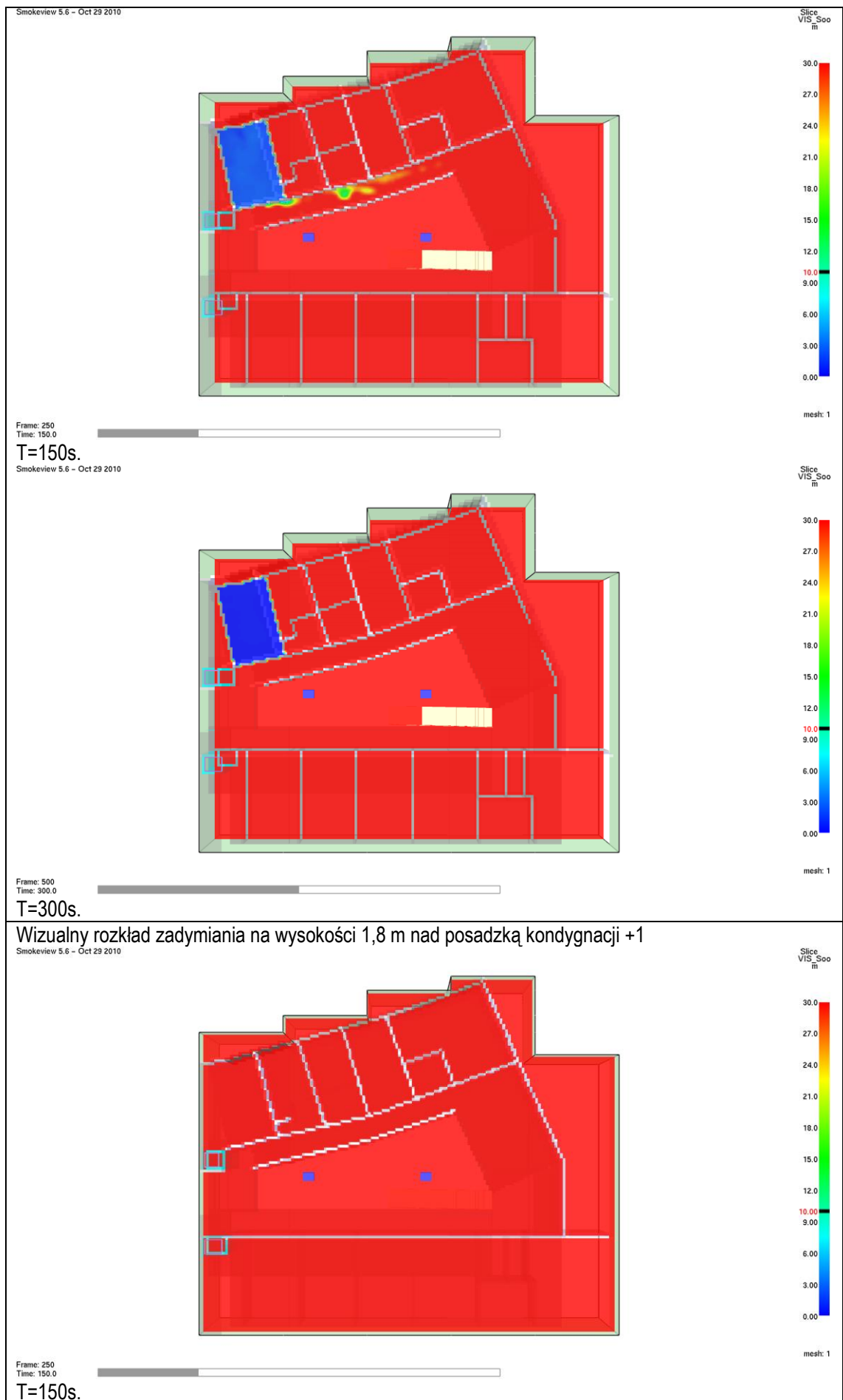
## 7.2. Pożar SD2

Kolorem czerwonym zaznaczono usytuowanie pożaru w scenariuszu



Wizualny rozkład zadymiania na wysokości 1,8 m nad posadzką





Slice  
VIS: 300  
m

mesh: 1

Frame: 500  
Time: 300.0

T=300s.

Wizualny rozkład temperatury na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

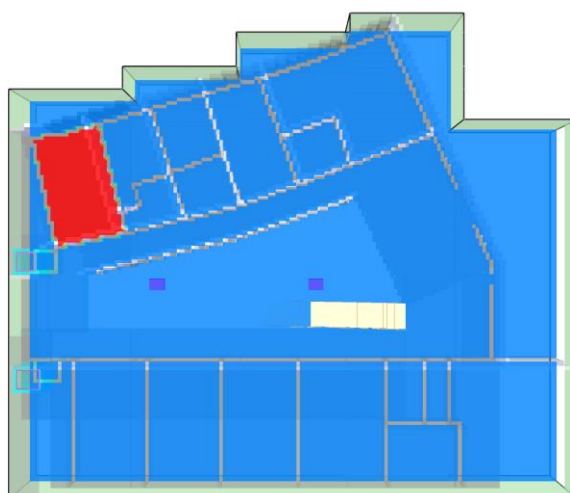
Slice  
temp:  
C

mesh: 1

Frame: 250  
Time: 150.0

T=150s.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

Slice  
temp:  
C

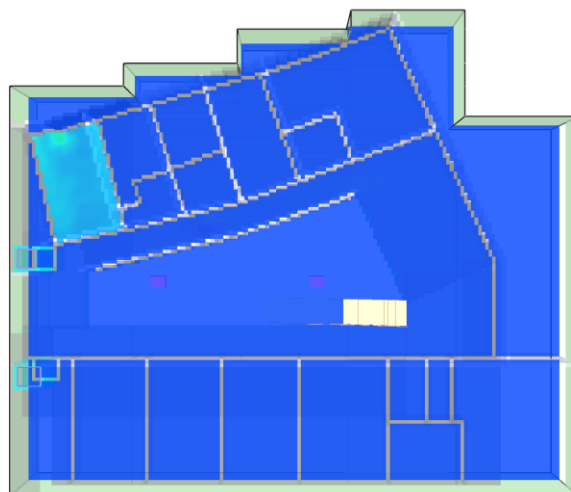
mesh: 1

Frame: 500  
Time: 300.0

T=300s.

### Wizualny rozkład temperatury na wysokości 2,4 m nad posadzką

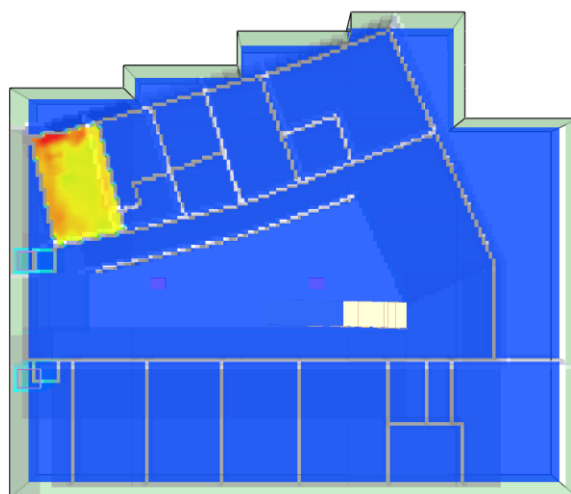
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 250  
Time: 150.0

T=150s.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



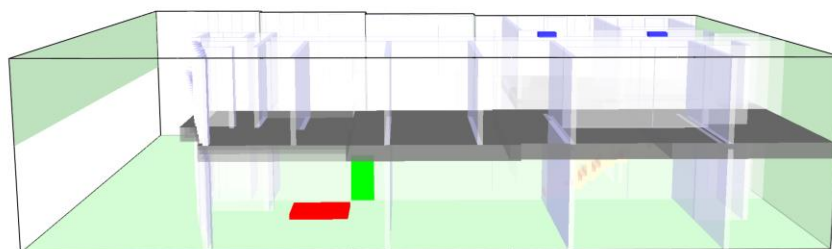
Frame: 500  
Time: 300.0

T=300s.

### 7.3. Pożar SD3

Kolorem czerwonym zaznaczono usytuowanie pożaru w scenariuszu

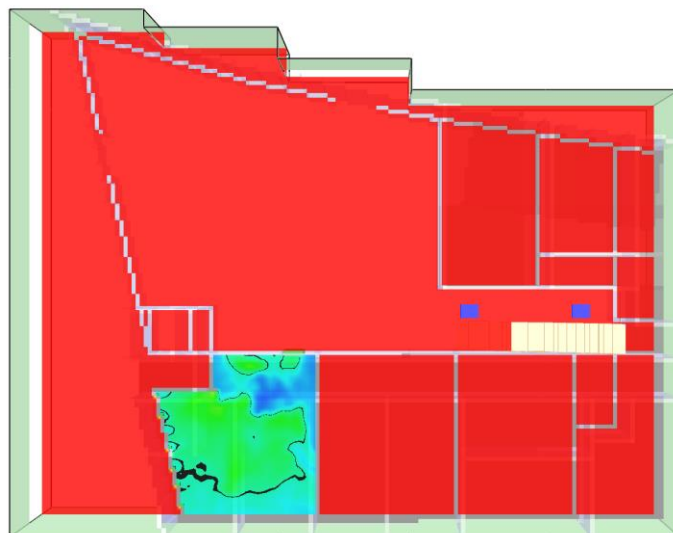
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



mesh: 1

# Wizualny rozkład zadymiania na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

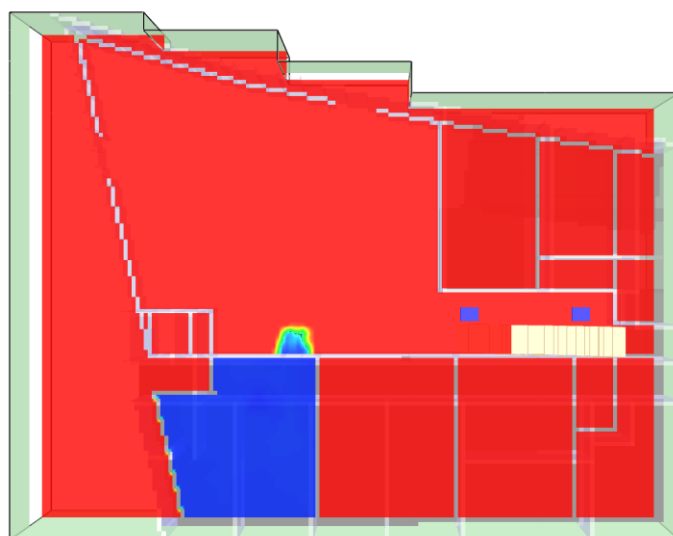


Frame: 200

Time: 120.0

T=120s.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

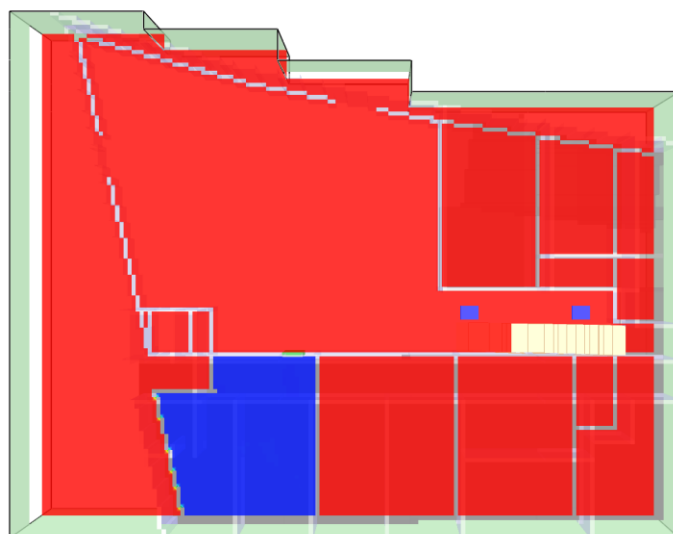


Frame: 400

Time: 240.0

T=240s.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 500

Time: 300.0

T=300s.

Slice  
VIS\_Soo  
m



mesh: 1

Slice  
VIS\_Soo  
m



mesh: 1

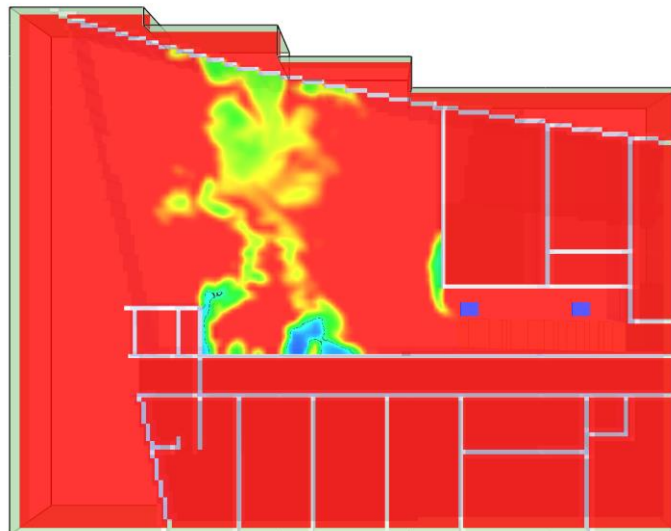
Slice  
VIS\_Soo  
m



mesh: 1

# Wizualny rozkład zadymiania na wysokości 1,8 m nad posadzką kondygnacji +1

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
VIS\_Soo  
m



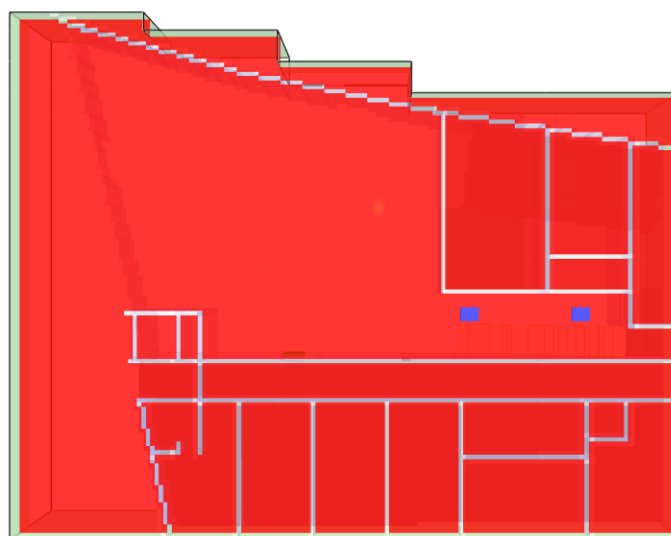
mesh: 1

Frame: 400

Time: 240.0

T=240s.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
VIS\_Soo  
m



mesh: 1

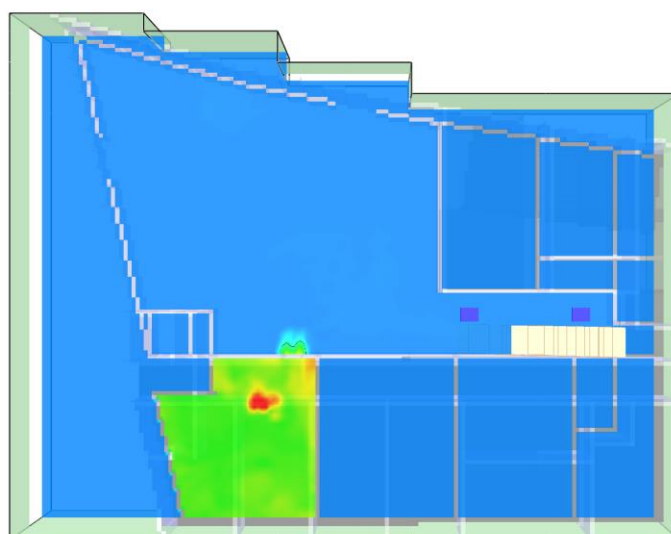
Frame: 500

Time: 300.0

T=300s.

## Wizualny rozkład temperatury na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
temp  
C

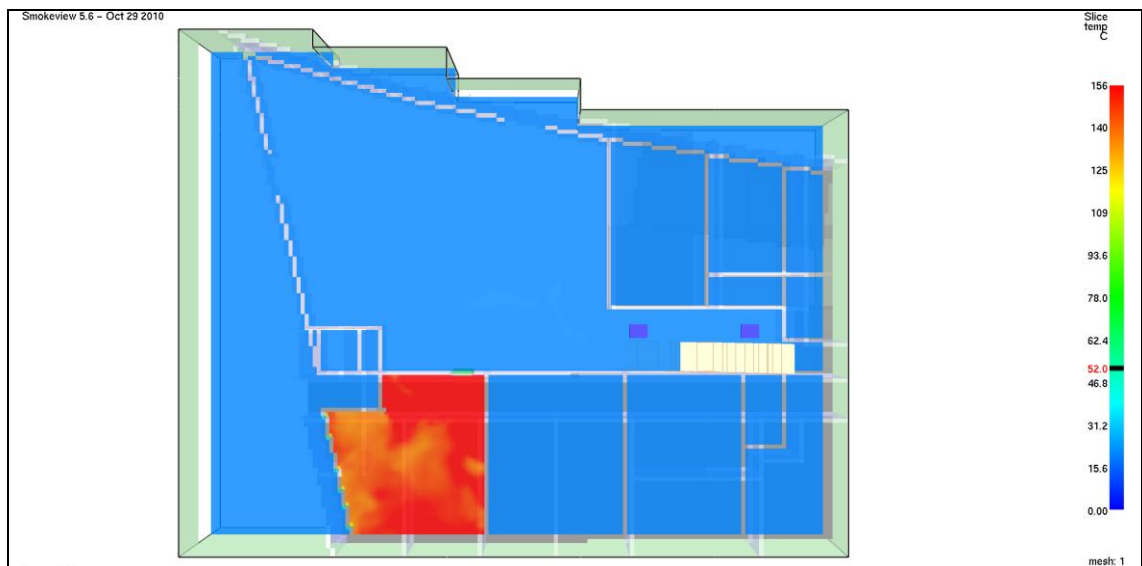


mesh: 1

Frame: 400

Time: 240.0

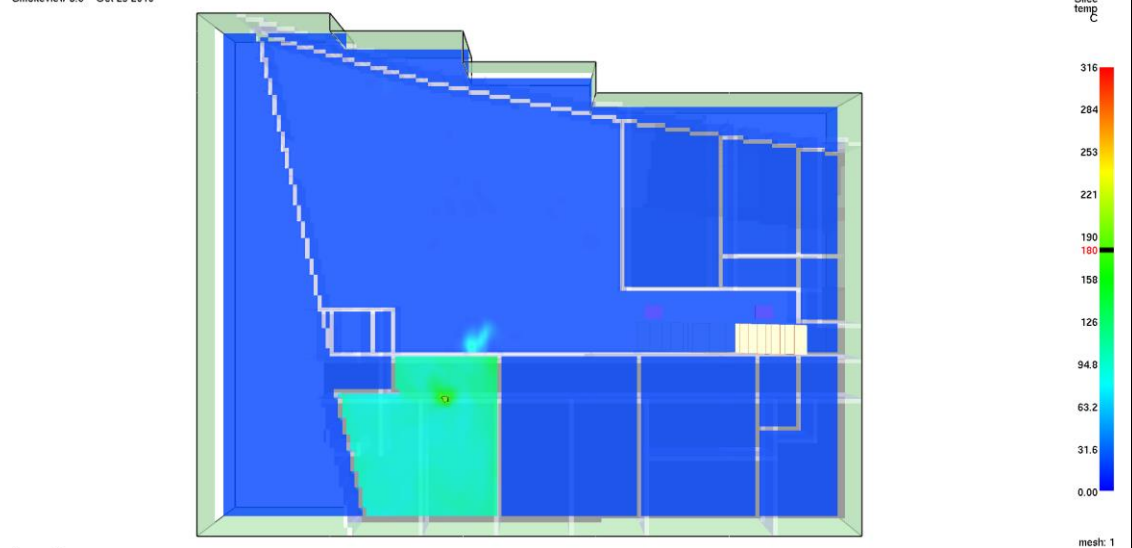
T=240s.



T=300s.

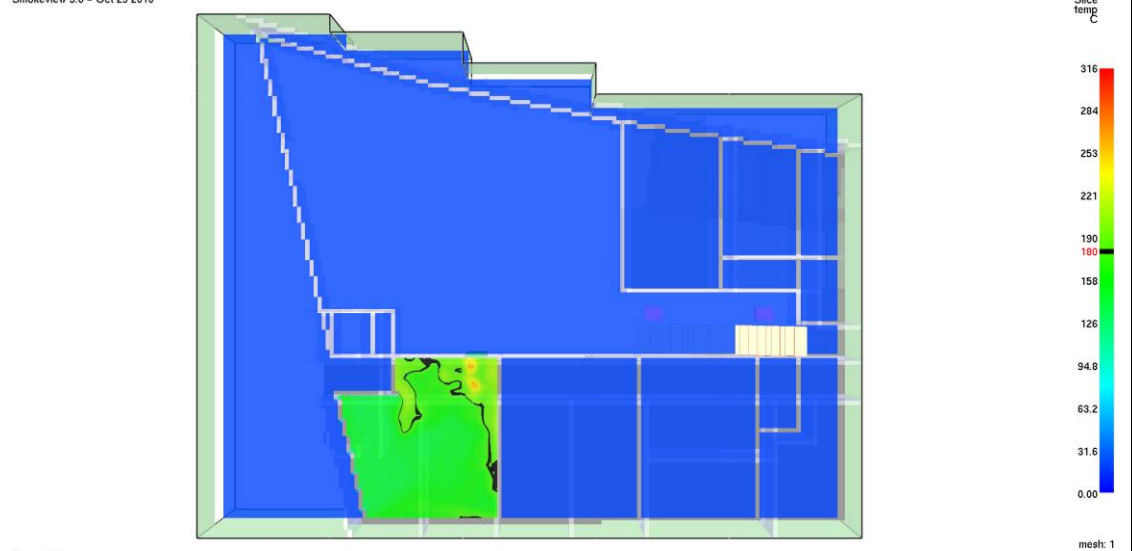
Wizualny rozkład temperatury na wysokości 2,4 m nad posadzką

Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



T=240s.

Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



T=600s.

## 7.4. Pożar SD4

Kolorem czerwonym zaznaczono usytuowanie pożaru w scenariuszu

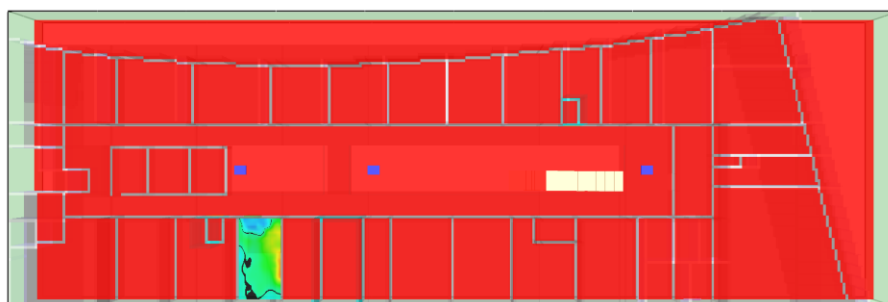
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



mesh: 1

Wizualny rozkład zadymiania na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
VIS\_Soo  
m



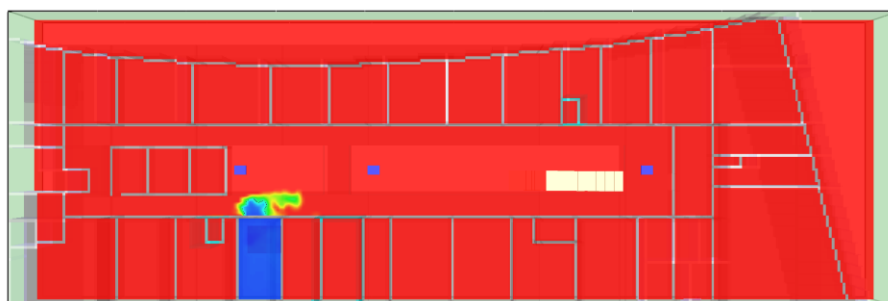
mesh: 1

Frame: 150

Time: 90.0

T=90s.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
VIS\_Soo  
m



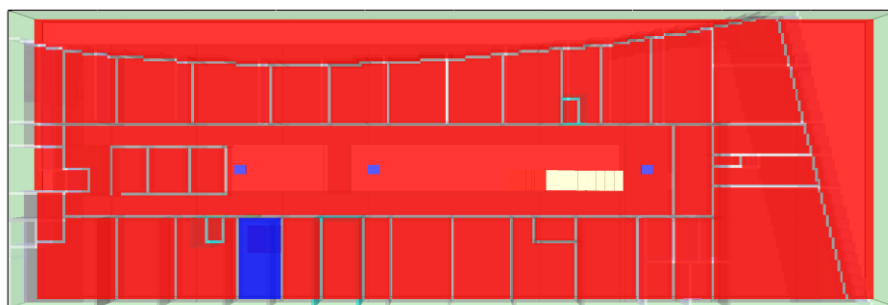
mesh: 1

Frame: 250

Time: 150.0

T=150s.

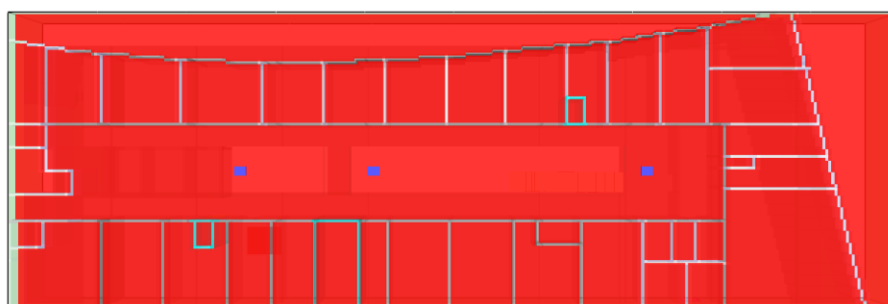


Frame: 500  
Time: 300.0

T=300s.

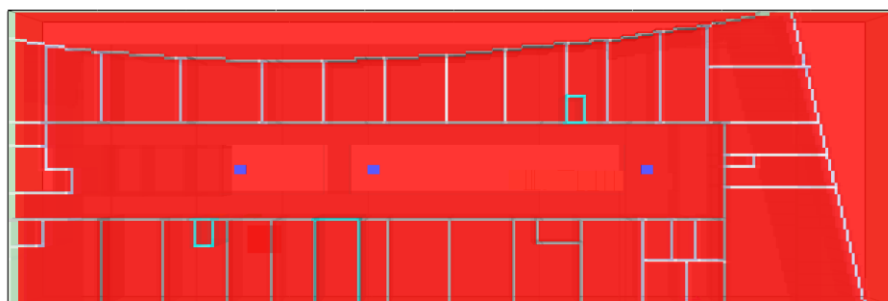
Wizualny rozkład zadymiania na wysokości 1,8 m nad posadzką kondygnacji +1

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

Frame: 500  
Time: 150.0

T=150s.

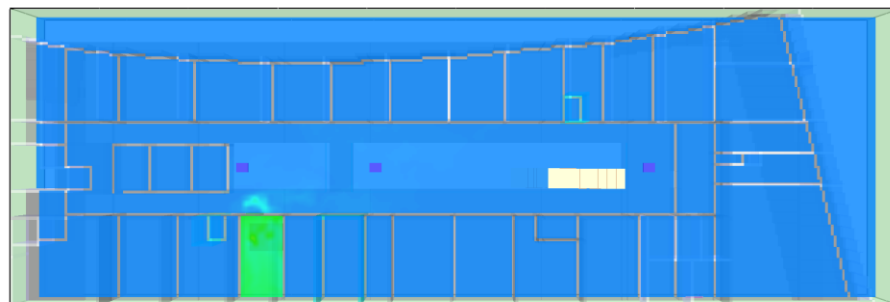
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

Frame: 1000  
Time: 300.0

T=300s.

# Wizualny rozkład temperatury na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
temp  
C

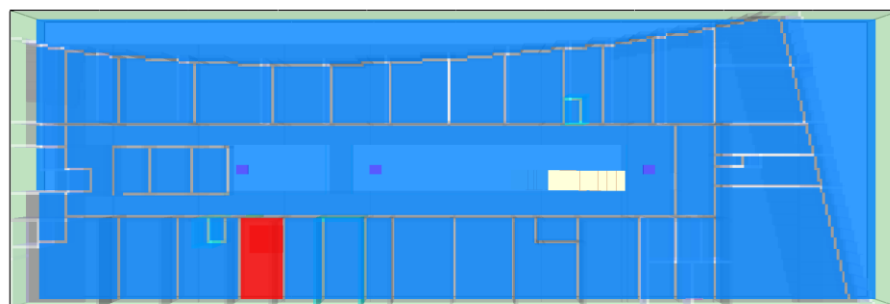


mesh: 1

Frame: 251  
Time: 150.6

T=150s.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
temp  
C



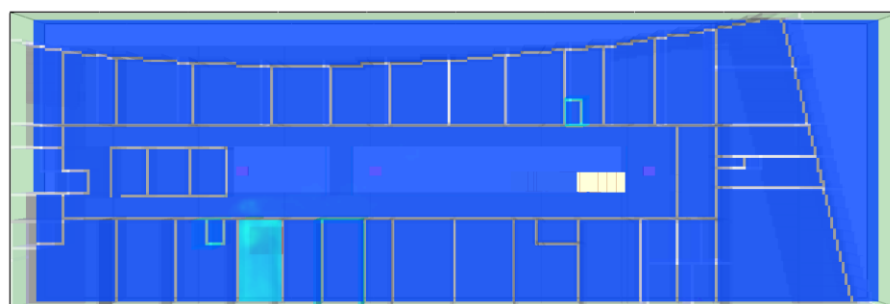
mesh: 1

Frame: 500  
Time: 300.0

T=300s.

# Wizualny rozkład temperatury na wysokości 2,4 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
temp  
C



mesh: 1

Frame: 251  
Time: 150.6

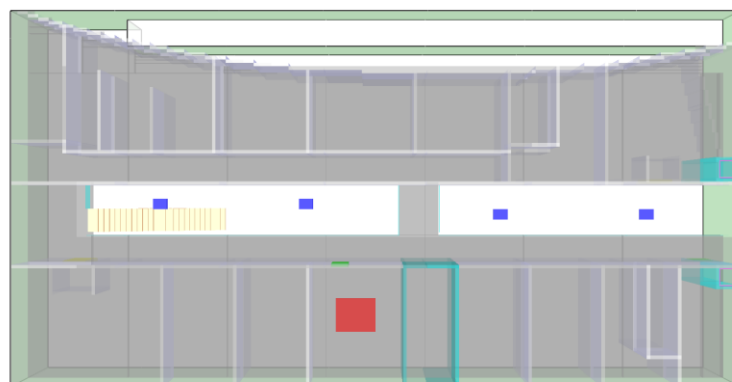
T=150s.



## 7.5. Pożar SD1 +1

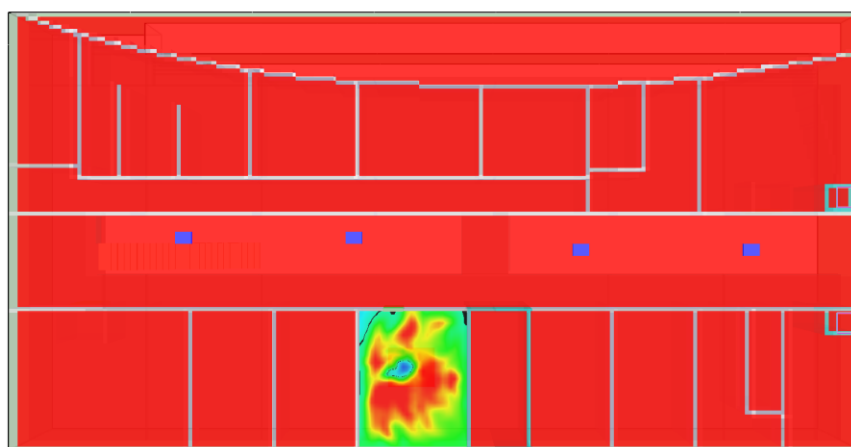
Kolorem czerwonym zaznaczono usytuowanie pożaru w scenariuszu

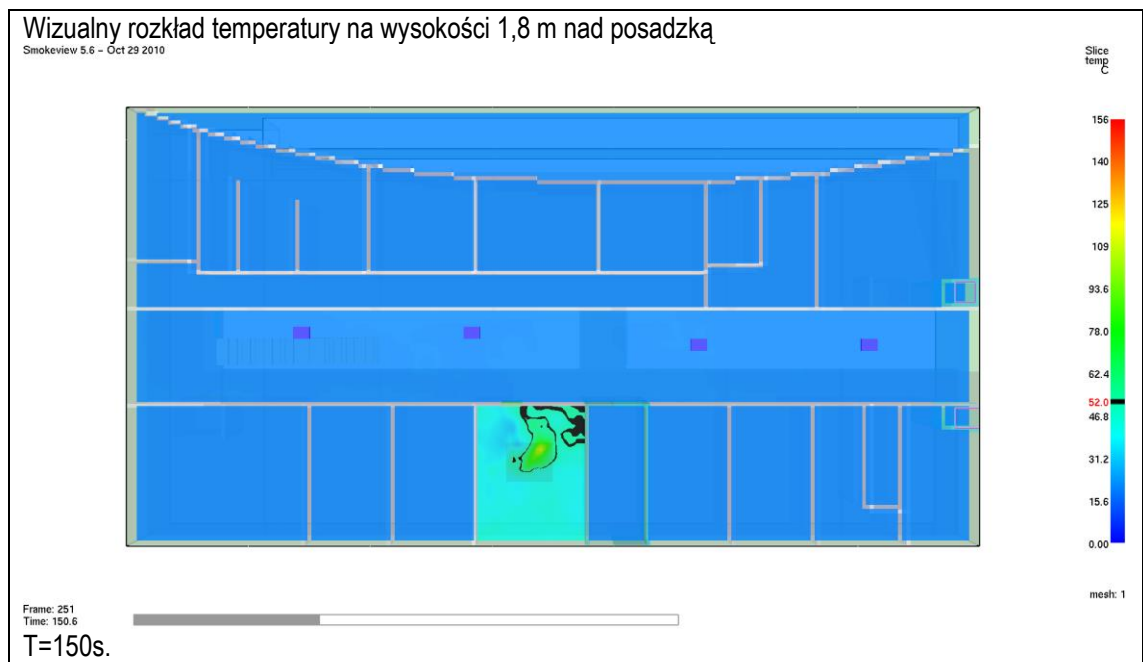
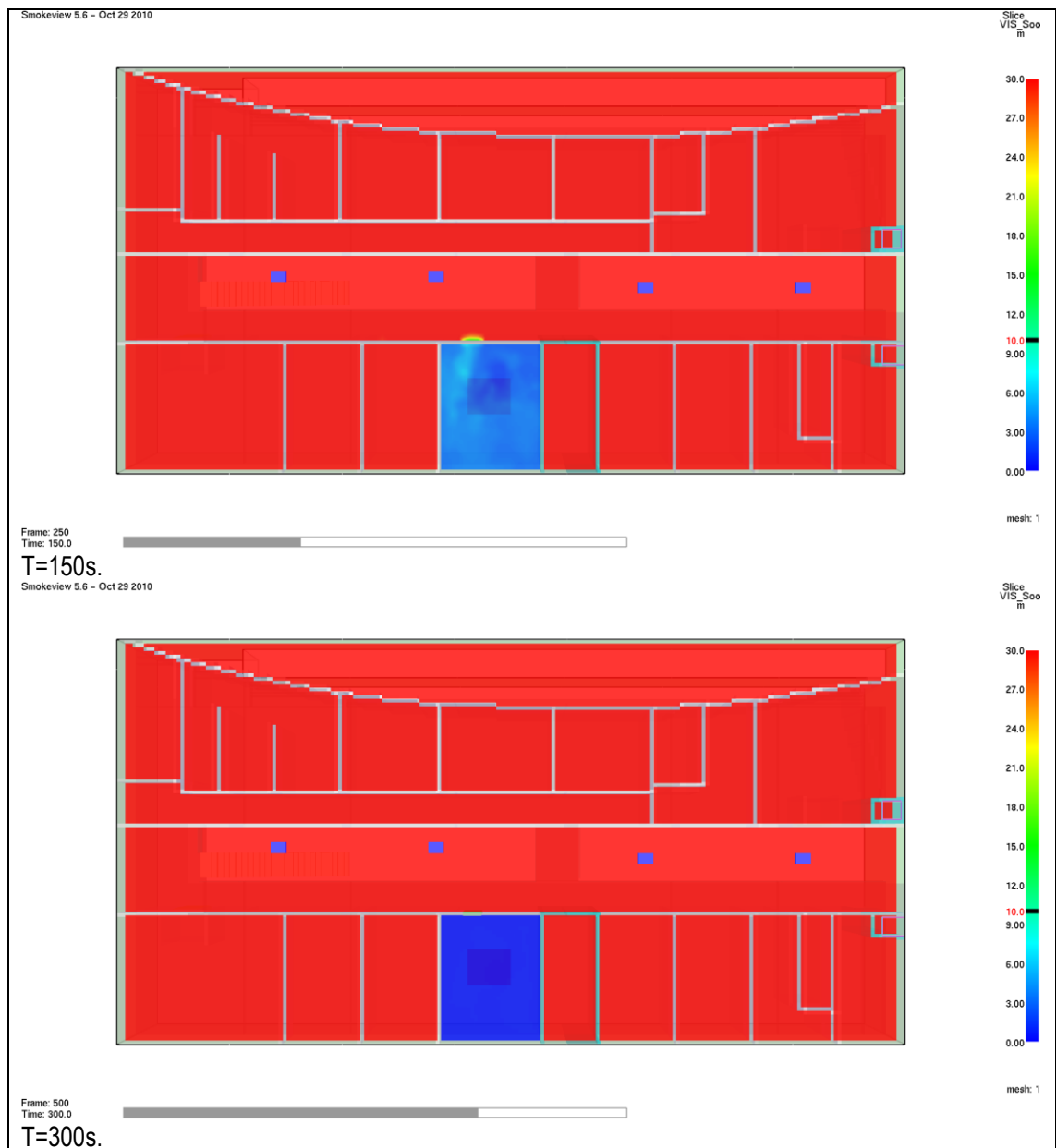
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

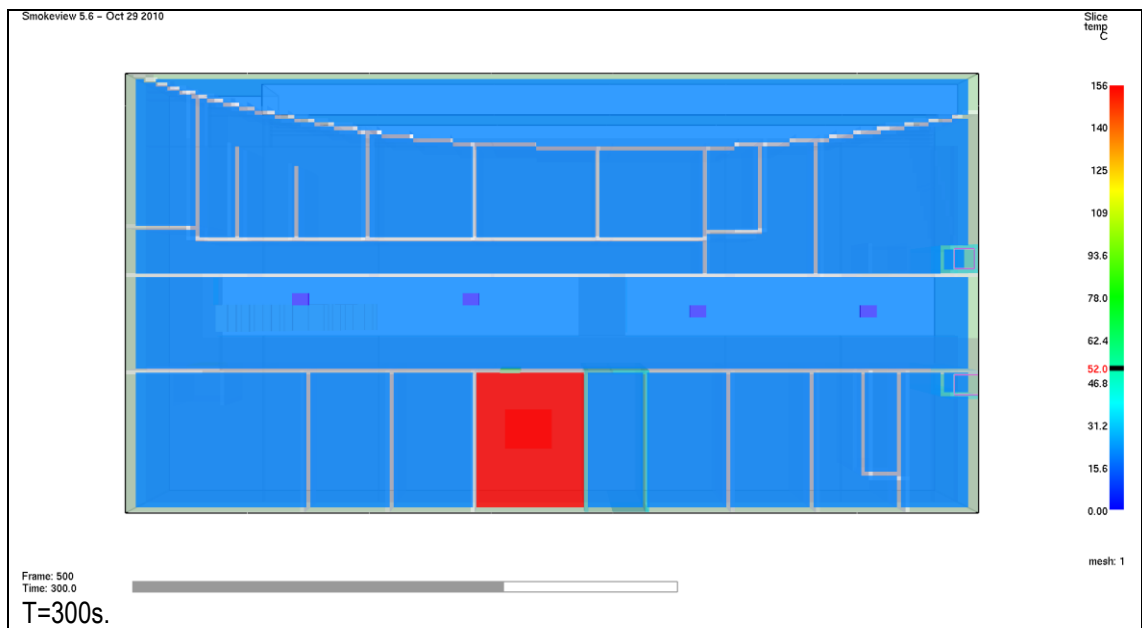


Wizualny rozkład zadymiania na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

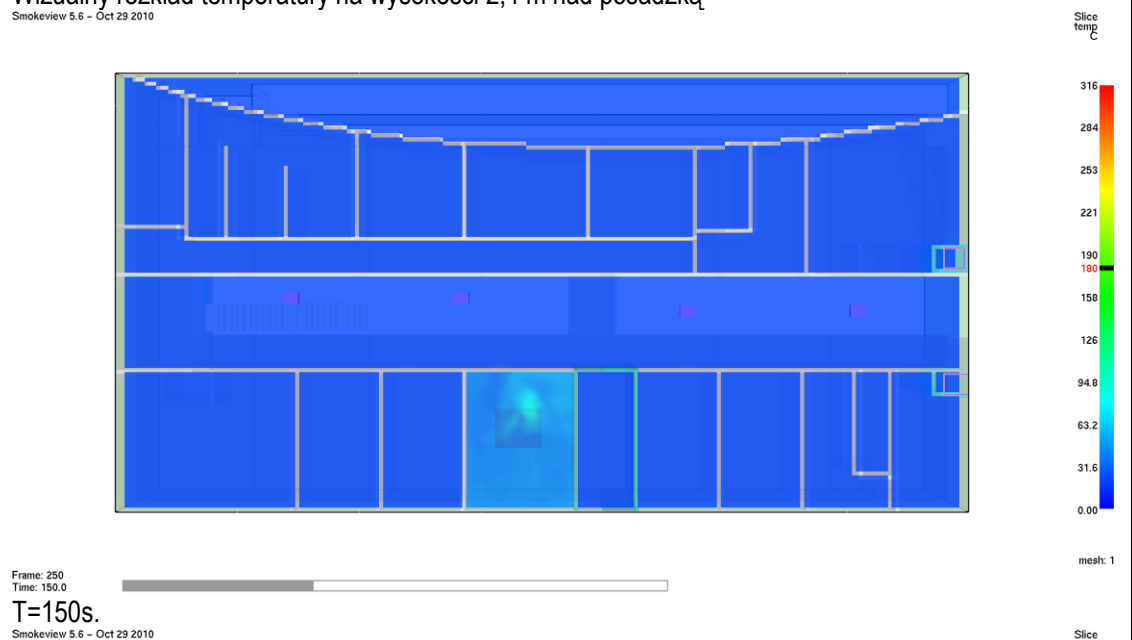




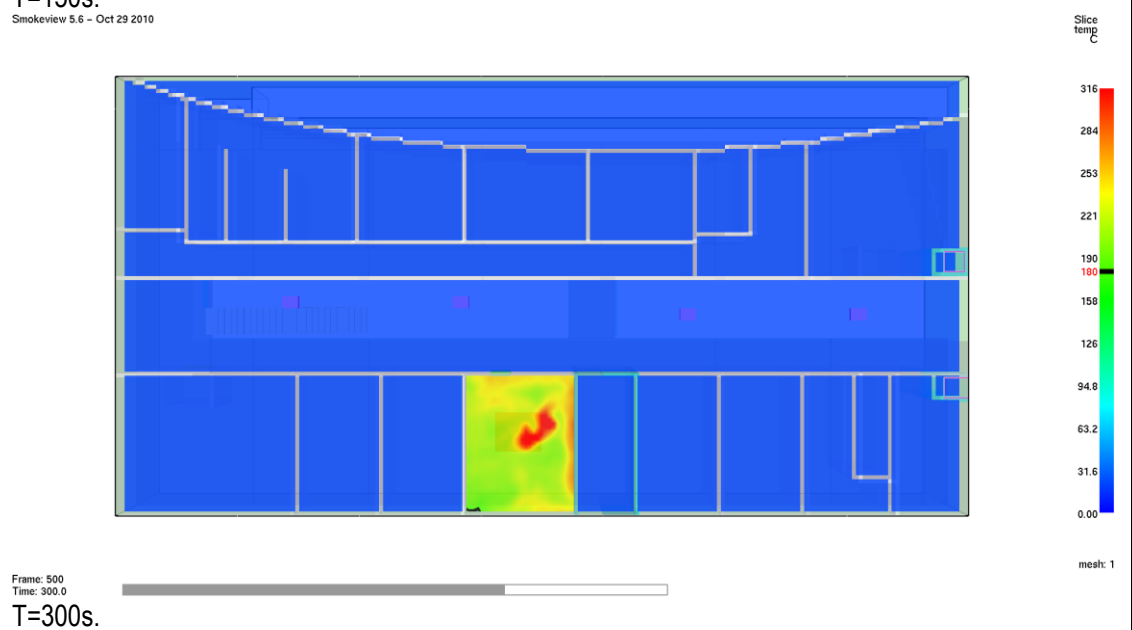


Wizualny rozkład temperatury na wysokości 2,4 m nad posadzką

Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010

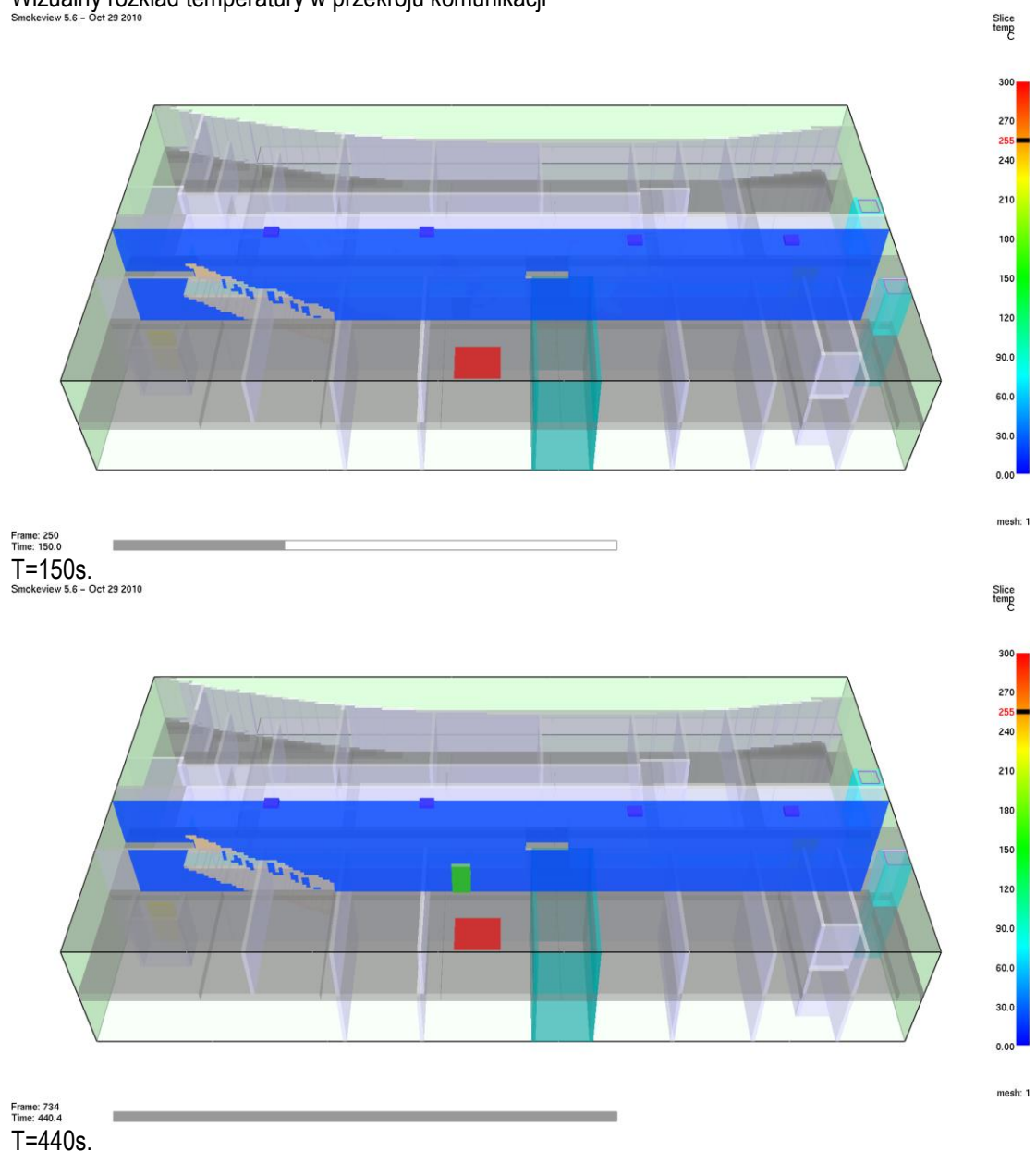


Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



## Wizualny rozkład temperatury w przekroju komunikacji

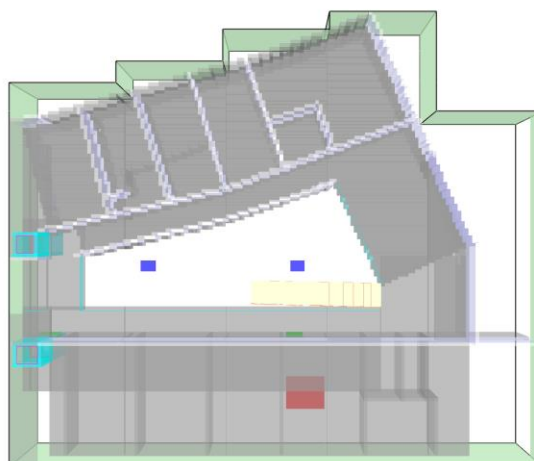
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



## 7.6. Pożar SD 2 s2

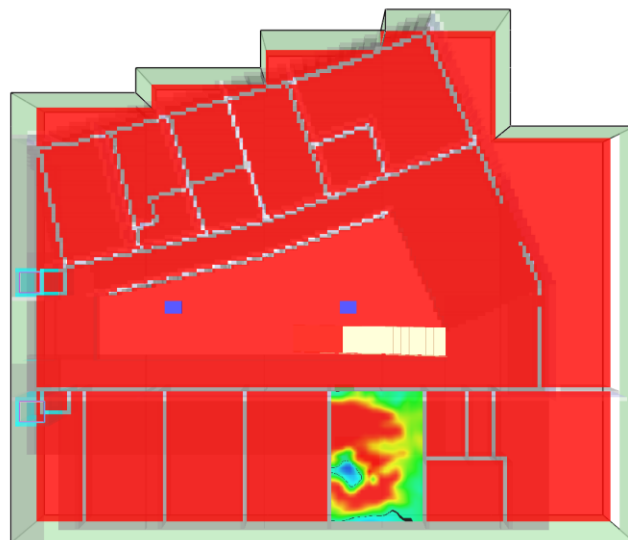
Kolorem czerwonym zaznaczono usytuowanie pożaru w scenariuszu

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

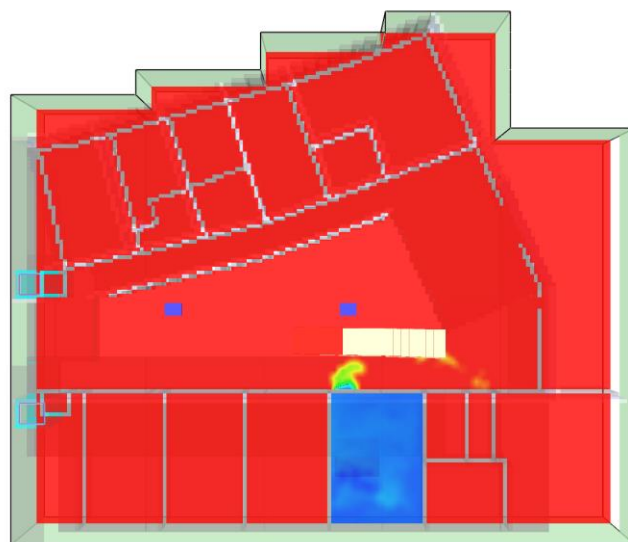


# Wizualny rozkład zadymiania na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 150  
Time: 90.0  
**T=90s.**  
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 250  
Time: 150.0  
**T=150s.**  
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Frame: 500  
Time: 300.0  
**T=300s.**

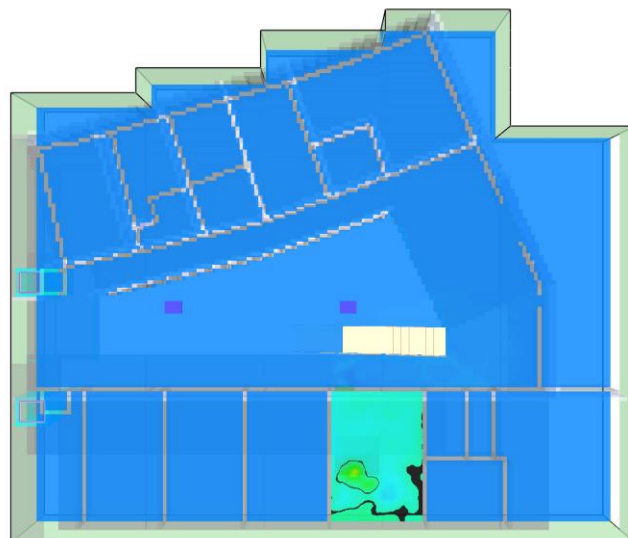
30.0  
27.0  
24.0  
21.0  
18.0  
15.0  
12.0  
10.0  
9.00  
6.00  
3.00  
0.00  
mesh: 1

30.0  
27.0  
24.0  
21.0  
18.0  
15.0  
12.0  
10.0  
9.00  
6.00  
3.00  
0.00  
mesh: 1

30.0  
27.0  
24.0  
21.0  
18.0  
15.0  
12.0  
10.0  
9.00  
6.00  
3.00  
0.00  
mesh: 1

# Wizualny rozkład temperatury na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
temp  
C

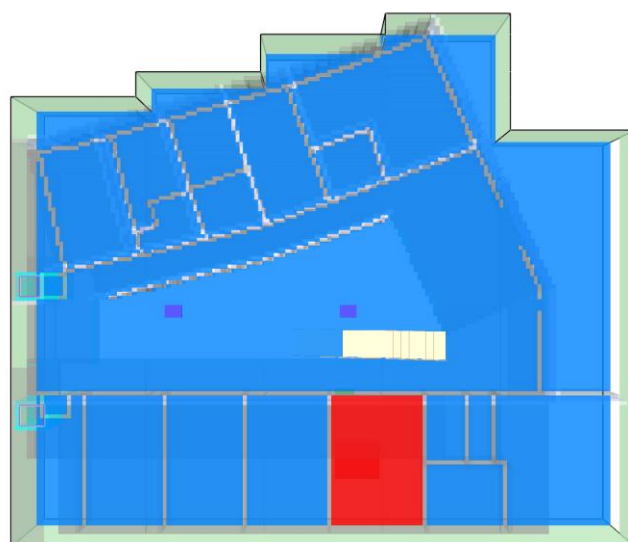
156  
140  
125  
109  
93.6  
78.0  
62.4  
52.0  
46.8  
31.2  
15.6  
0.00

mesh: 1

Frame: 251  
Time: 150.6

T=150s.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
temp  
C

156  
140  
125  
109  
93.6  
78.0  
62.4  
52.0  
46.8  
31.2  
15.6  
0.00

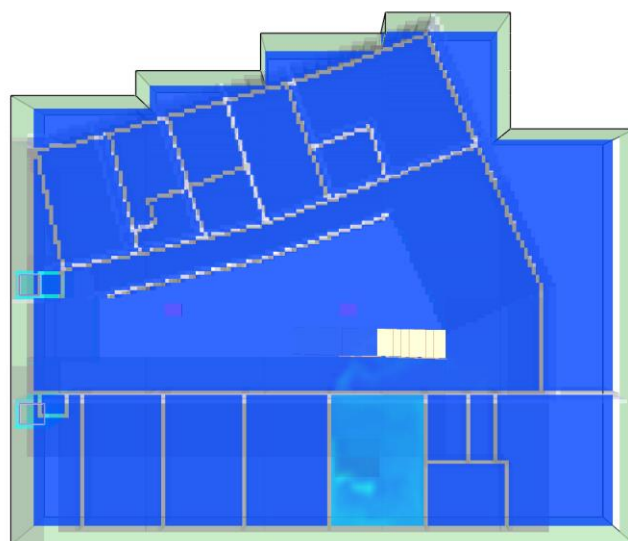
mesh: 1

Frame: 500  
Time: 300.0

T=300s.

# Wizualny rozkład temperatury na wysokości 2,4 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



Slice  
temp  
C

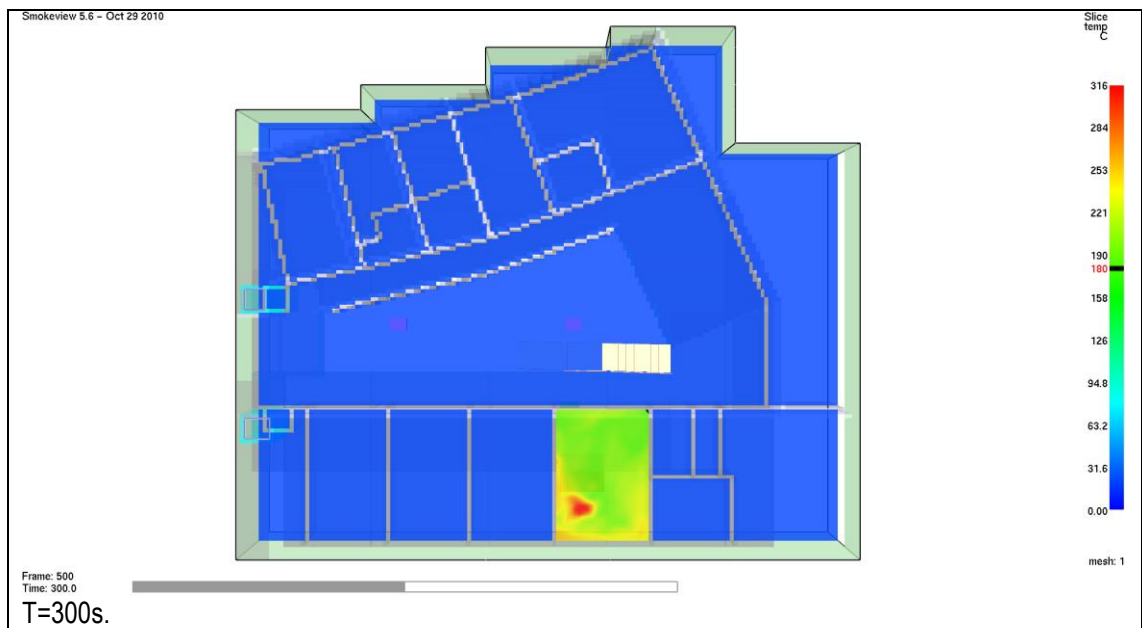
316  
284  
253  
221  
190  
180  
158  
126  
94.8  
63.2  
31.6  
0.00

mesh: 1

Frame: 250  
Time: 150.0

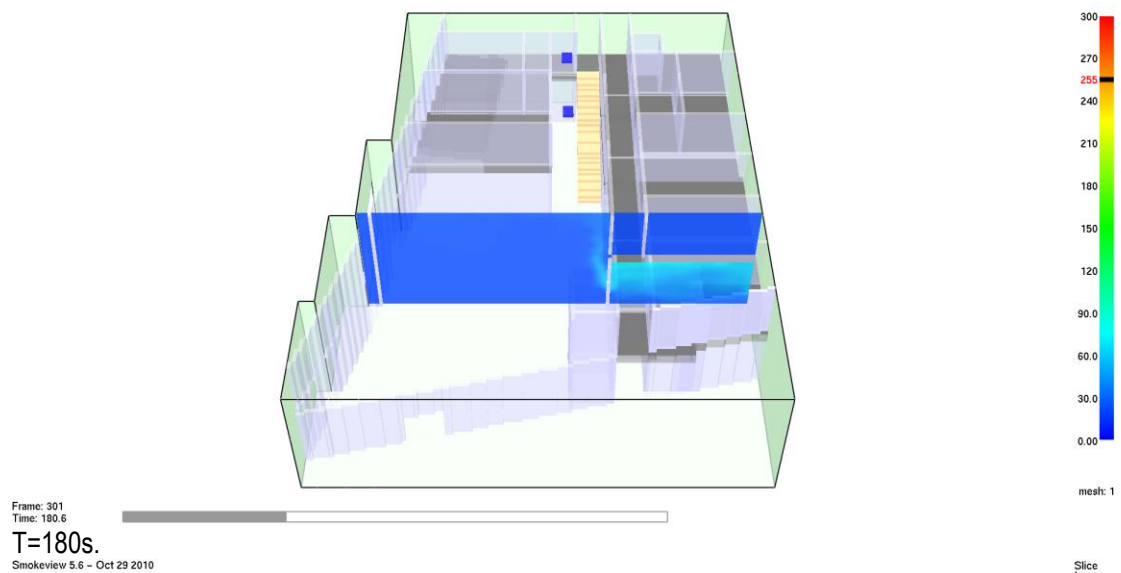
T=150s.



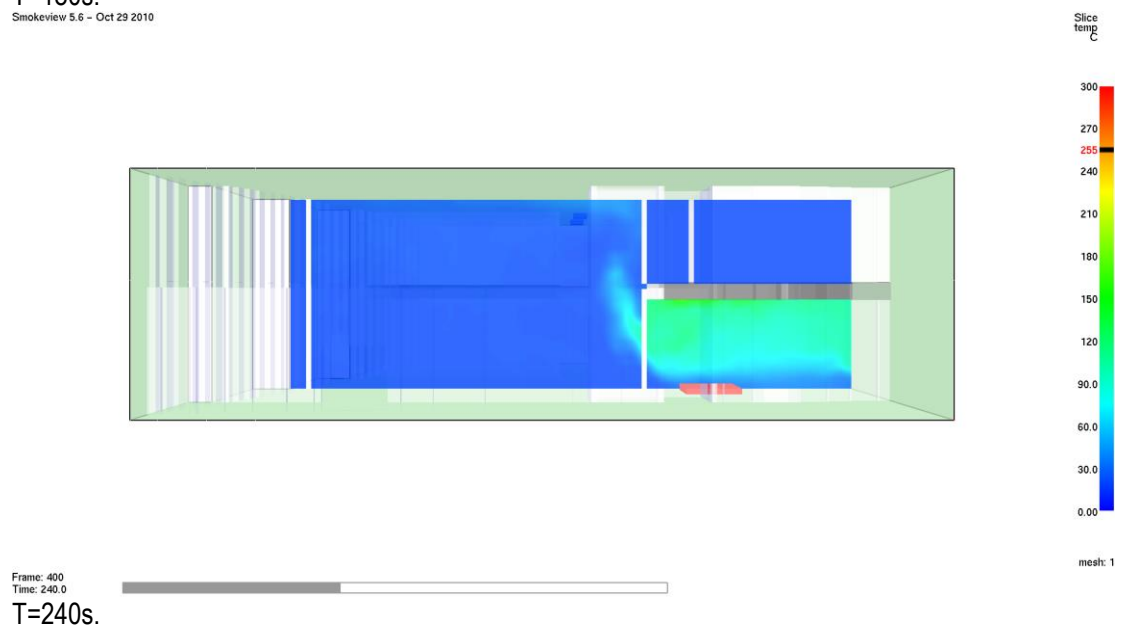


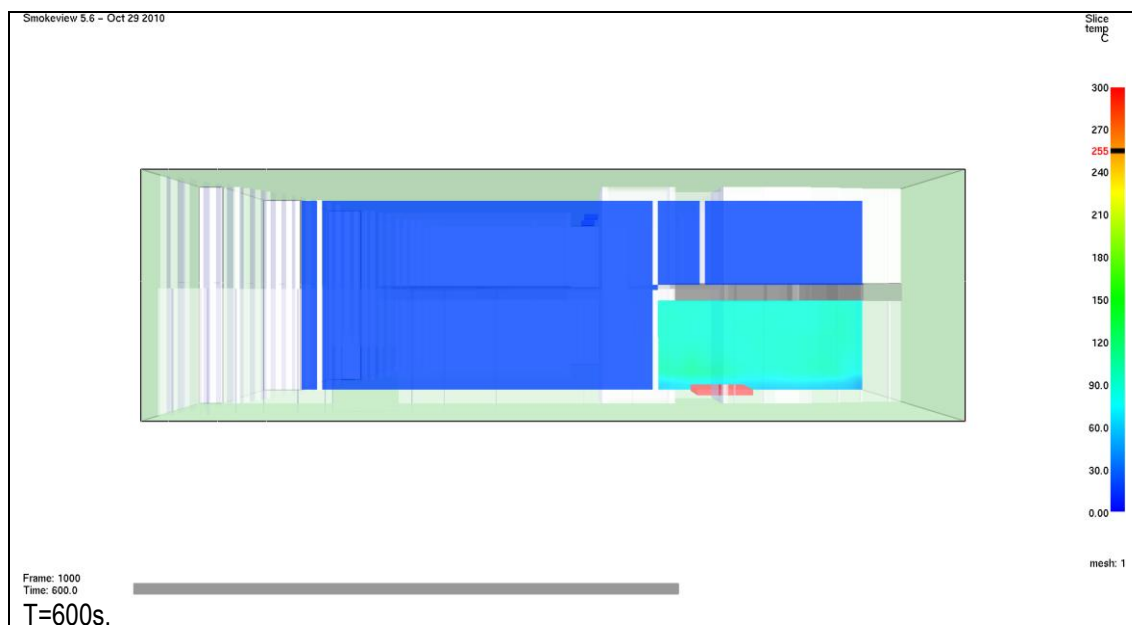
### Wizualny rozkład temperatury w przekroju komunikacji

Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010



Smokeyview 5.6 - Oct 29 2010





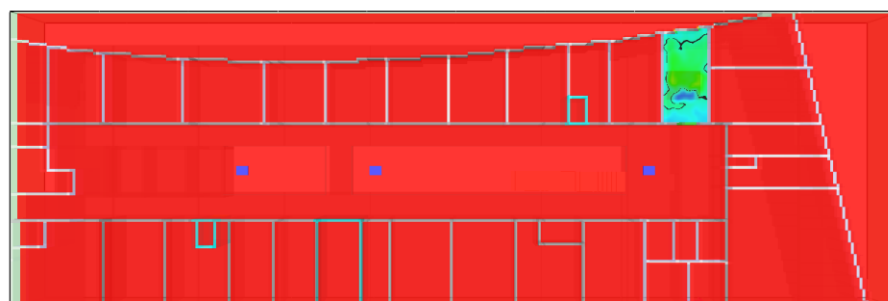
## 7.7. Pożar SD4 +1

Kolorem czerwonym zaznaczono usytuowanie pożaru w scenariuszu



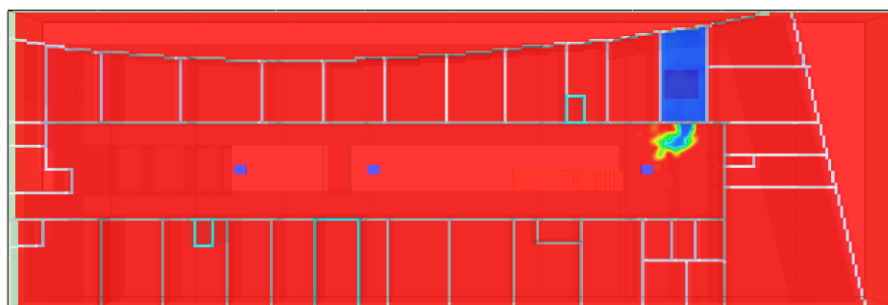
Wizualny rozkład zadymiania na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010



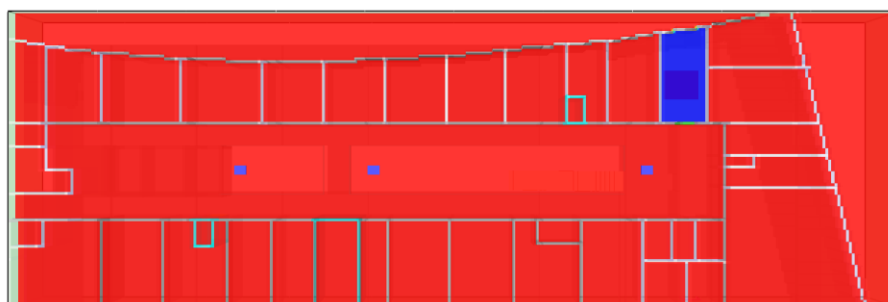
Frame: 300  
Time: 90.0  
T=90s.

mesh: 1

Frame: 500  
Time: 150.0

T=150s.

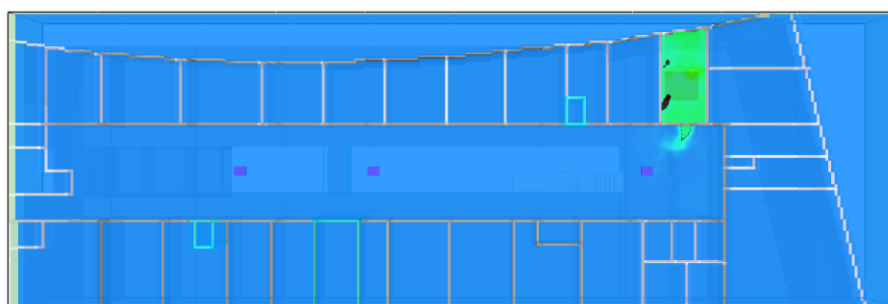
Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

Frame: 1000  
Time: 300.0

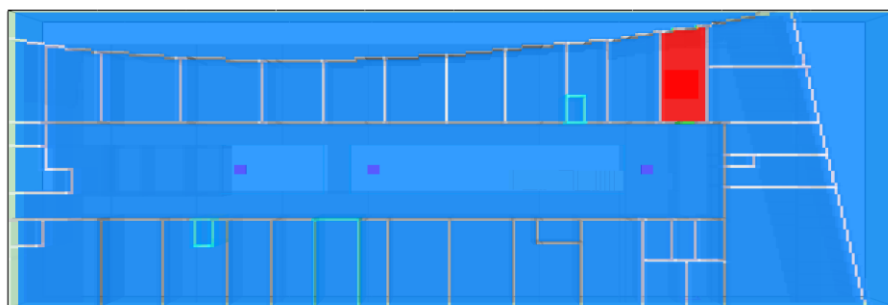
T=300s.

## Wizualny rozkład temperatury na wysokości 1,8 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

Frame: 500  
Time: 150.0

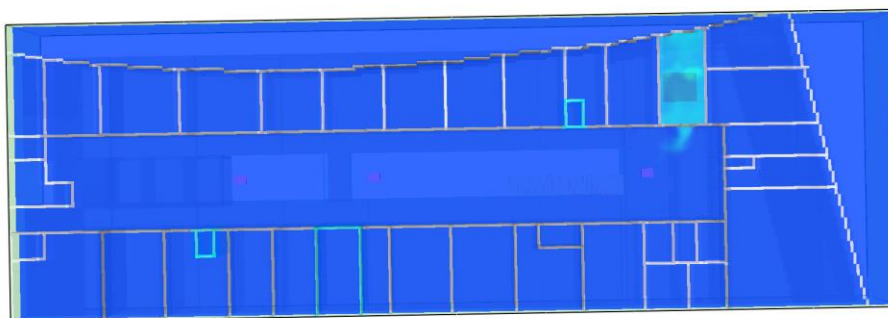
T=150s.

Frame: 1000  
Time: 300.0

T=300s.

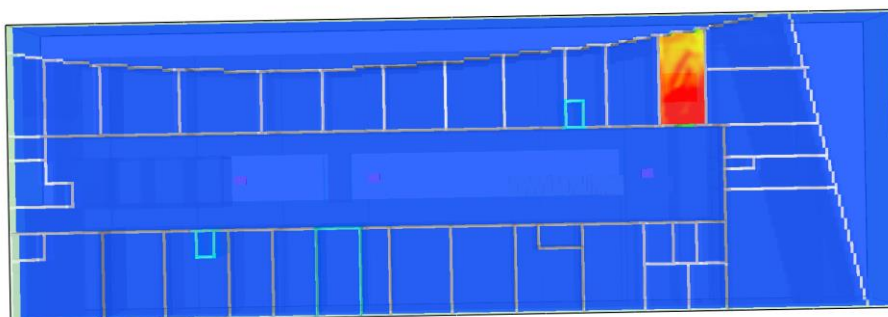
Wizualny rozkład temperatury na wysokości 2,4 m nad posadzką

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

Frame: 500  
Time: 150.0

T=150s.

Smokeview 5.6 - Oct 29 2010

Frame: 1000  
Time: 300.0

T=300s.

## 8. PODSUMOWANIE WYNIKÓW SYMULACJI - WNIOSKI

W niniejszej analizie sprawdzono koncepcję systemu wentylacji oddymiającej komunikacji w inwestycji pt. BUDOWA BUDYNKU LABORATORYJNO - BIUROWO - WARSZTATOWEGO I OBIEKTÓW TOWARZYSZACYCH przy ul. Roberta de Plelo w Gdańsku. Dokonano obliczeń dla prawdopodobnie najgorszych lokalizacji pożaru pod względem bezpieczeństwa ewakuacji jak również dla sprawdzenia sprawności funkcjonowania wentylacji oddymiającej.

W scenariuszu założono że osoby przebywające w pobliżu miejsca pożaru / w pomieszczeniu z założonym pożarem opuszczają strefę zagrożenia w czasie  $T_{e1\%}$ , lub szybciej co wynika z tego, że widzą zagrożenie, dodatkowo ostrzegani przez widok ognia i dymu, są w stanie szybko zareagować a ich czas rozpoznania i reakcji wynosi 0s. W związku z powyższym ci użytkownicy którzy znajdują się w takim pomieszczeniu zaczynają przemieszczać się w stronę wyjścia ewakuacyjnego zaraz po usłyszeniu alarmu lub nawet wcześniej gdy dotrze do nich dym. Osoby przebywające dalej, w innych pomieszczeniach / obiekcie nie widzą oznak zagrożenia, w pierwszym momencie mogą nie reagować na sygnały alarmowe dlatego założono że osoby z pozostałych pomieszczeń po czasie 99%. W analizach bezpieczne warunki na korytarzu są zapewnione po ok. 30 s. do 60 s. od zamknięcia drzwi z założonym pożarem a zatem osoby z innych pomieszczeń będą miały odpowiednie warunki ewakuacji na korytarzu z uwagi na czas reakcji od 60 do 120s.

Na podstawie przyjętych założeń do symulacji komputerowej metodą CFD wynika, że analizowany system oddymiania jest w stanie zapewnić bezpieczne warunki ewakuacji i tym samym spełnia warunek  $DCBE > WCBE$ . System oddymiania przy założonym scenariuszu rozwoju pożaru jest skuteczny do ochrony dróg ewakuacyjnych w  $WCBE$ .

Wyniki które otrzymano są wynikiem rzeczowej analizy, która została przeprowadzona wedle wiedzy technicznej. Należy jednak pamiętać, że założenia które poczyniono i otrzymane wyniki są jedynie prognozą najbardziej prawdopodobnych wydarzeń jakie mogą zaistnieć. W analizie nie brano pod uwagę wydarzeń niestandardowych związanych z innymi niż założone wykorzystanie i przeznaczenie obiektu, szczególnie jeśli chodzi o występowanie materiałów palnych w tym niebezpiecznych pożarowo.

Ponadto otrzymane wyniki obliczeń wykazały, że temperatura gazów pożarowych w przekroju komunikacji nie przekraczają  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  ( $2550\text{ }^{\circ}\text{C}$  według symulacji).

Wentylatory oddymiające obsługujące analizowane przestrzenie umieszczone na dachu powinny mieć co najmniej klasę skuteczności działania w wysokiej temperaturze  $F_{300} 120$ .

A zatem przeprowadzona analiza stwierdza spełnienie § 270 ust 1 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. wraz z późniejszymi zmianami w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, tj. instalacja wentylacji oddymiającej powinna usuwać dym z intensywnością zapewniającą, że w czasie potrzebnym do ewakuacji nie wystąpi zadymienie lub temperatura uniemożliwiająca bezpieczną ewakuację.

Oczywiście przy uwzględnieniu założenia, że ludzie opuszczający obiekt będą się poruszali w kierunku przeciwnym do pożaru.

## 9. ZALECENIA

Analiza zakłada prawidłowe funkcjonowanie wszystkich elementów systemów zastosowanych w budynku służących ochronie przeciwpożarowej. Z tego względu właściciel lub zarządca budynku powinien dołożyć wszelkich starań by utrzymać urządzenia w wymagalnej sprawności poprzez prace konserwatorskie i przeglądy okresowe. Założono że pracownicy obiektu we właściwy sposób i szybkim czasie zareagują w przypadku pożaru.

W przypadku wprowadzenia zmian architektoniczno – budowlanych oraz zmian w systemach wentylacji pożarowej oraz ich sterowaniu mogących mieć wpływ na rozprzestrzenianie się dymu i ciepła należy ponownie przeprowadzić obliczenia numeryczne z ich uwzględnieniem.

Niniejsze opracowanie stanowi analizę celów z pkt. 1 i może być prezentowany jedynie w całości.

## 10.SPIS TABEL I RYSUNKÓW

Tabela 1 Właściwości materiałów budowlanych .....	6
Tabela 2 Parametry materiałów palnych dla założonego pożaru .....	8
Rysunek 1 Wykres wynikowy wzrostu mocy pożaru .....	7
Rysunek 2 Czas aktywacji alarmu II stopnia .....	8