

---

# **computational fluid dynamics (CFD)**

raport z analizy numerycznej  
modelowania warunków pożaru

---

Kliniczne Centrum Ginekologii  
Położnictwa i Neonatologii w Opolu,  
budynek „A” ,ochrona klatki  
schodowej „AKS2” przed  
zadymieniem – weryfikacja  
parametrów wentylatora nawiewu

---

ATOMSYSTEM S.C.

---

Opole, listopad 2023r.

---


KOPIA

## RAPORT Z ANALIZY CFD

### METRYKA

TEMAT	<b>DOBÓR WENTYLATORA NAWIEWU - ANALIZA SKUTECZNOŚCI ODDYMIANIA KLATKI SCHODOWEJ</b>
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A” OPOLE, UL. REYMONTA 8
INWESTOR	KCGPiN W OPOLU OPOLE, UL. REYMONTA 8
JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA, ARKADIUSZ BISS 45-304 OPOLE, UL. PIOTRKOWSKA 4B/8 BIURO: UL. JANA KROPIDŁY 5, 45-092 OPOLE TEL. 774513440, 774567887, TFX 774567889
KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA
MODELOWANIE, INŻYNIERIA POŻAROWA	ARKADIUSZ BISS
DATA	OPOLE, LISTOPAD 2023R.

KOPIA

 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA Listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA 2 z 26


## STRESZCZENIE

Na zlecenie Pracowni Architektonicznej wykonano modelowanie warunków pożaru, w obrębie części budynku szpitala. Celem modelowania jest weryfikacja poprawności doboru wentylatora nawiewu instalacji oddymiania grawitacyjnego ze wspomaganie (nawiewem) mechanicznym.

Zastosowano metody obliczeniowe numerycznej dynamiki płynów z użyciem oprogramowania Fire Dynamics Simulator. Model zbudowano na podstawie projektu architektonicznego odwzorowując główne i istotne z punktu widzenia celu bryły. Biorąc pod uwagę zastosowane urządzenia przeciwpożarowe (instalacja detekcji pożaru, instalacja odcinania pożaru, oraz wydzielenia pożarowe, przeprowadzono modelowanie cyfrowe drugiej fazy pożaru szacując wpływ pożaru na warunki środowiskowe i wymagania normatywne wobec użycia zaproponowanych w projekcie urządzeń instalacji oddymiającej.

Model przedstawia 1200 sekund „pożaru normowego” w obrębie klatki schodowej. Potwierdza poprawność przyjętych rozwiązań technicznych.

Przeprowadzone modelowanie pozwala na stwierdzenie, że projektowane warunki ewakuacji są dobre. Należy uznać, że teza, iż w budynku zostaną stworzone optymalne warunki ewakuacji oraz nie wystąpią warunki pozwalające uznać budynek za zagrażający życiu ludzi, została uprawdopodobniona.


 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA Listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA 3 z 26

## SPIS TREŚCI

1.	Wstęp .....	4
2.	Definicje.....	4
3.	Obiekt - przedmiot i cel modelowania .....	6
4.	Urządzenia przeciwpożarowe .....	7
5.	Parametry wejściowe i kryteria oceny wyników .....	8
6.	Scenariusz modelowania .....	9
7.	Model .....	10
8.	Wyniki symulacji – weryfikacja realizacji założonego scenariusza.....	12
9.	Wyniki symulacji – przebieg modelowania .....	13
10.	Wyniki symulacji – parametry dodatkowe .....	21
11.	Ocena wyników .....	26

## SPIS RYSUNKÓW I TABEL

Rysunek 1	Widok schematyczny modelu .....	10
Rysunek 2	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=030 [s] .....	13
Rysunek 3	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=060[s] .....	13
Rysunek 4	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=090 [s] .....	14
Rysunek 5	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=150 [s] .....	14
Rysunek 6	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=210[s] .....	15
Rysunek 7	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=270 [s] .....	15
Rysunek 8	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=360 [s] .....	16
Rysunek 9	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=450 [s] .....	16
Rysunek 10	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=540 [s] .....	17
Rysunek 11	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=660 [s] .....	17
Rysunek 12	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=900 [s] .....	18
Rysunek 13	Wizualizacja SMV – widok w czasie t=1200 [s] .....	18
Rysunek 14	Wizualizacja SMV – widoczność.....	24
Tabela 1	Podstawowe dane obiektu .....	6
Tabela 2	Parametry modelowanej klatki schodowej .....	6
Tabela 3	Modelowane urządzenia – czujki.....	7
Tabela 4	Modelowane urządzenia – kłapa oddymiająca .....	7
Tabela 5	Modelowane urządzenia – wentylator .....	7
Tabela 6	Parametry ogólne symulacji .....	8
Tabela 7	Parametry pożarowe symulacji .....	8
Tabela 8	Kryteria oceny.....	9
Tabela 9	Model – zdarzenia.....	9
Tabela 10	Siatka obliczeniowa .....	10

 <b>atomsystem</b> bezpieczeństwo pożarowe obiektów		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl		KIEROWNIK ZESPÓŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.	
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA	Listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA	4 z 26

## BIBLIOGRAFIA

1. **British Standards.** 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, behaviour and condition (Sub-system 6).* 2004.
2. **Wojciech Nocula.** Moc pożaru jako najważniejszy parametr wejściowy dla symulacji CFD. [Online] 2014.
3. **Standard techniczny.** Wytyczne CNBOP-PIB W-0003:2016 *Systemy Oddymiania Klatek Schodowych.* [Online [www.cnbop.pl](http://www.cnbop.pl)] Józefów : Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpowarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy, 2016. Wydanie 1.
4. **Kevin McGrattan i inni.** *Fire Dynamics Simulator User's Guide.* brak miejsca : National Institute of Standards and Technology, 2014.

## 1. WSTĘP

Modelowanie wykonano w oparciu o program FDS (FDS – SMV Fire Dynamics Simulator + Smokeview)<sup>1</sup> z użyciem nakładki graficznej. Modelowanie przestrzenne podejmuje próbę rozpoznania zagrożeń, oraz określenia warunków krytycznych ewakuacji klatką schodową, które mogą powstać w trakcie pożaru, w kontekście zaproponowanych rozwiązań technicznych inżynierii pożarowej.

Modelowanie przeprowadzone w oparciu o parametry i wytyczne:

- a) Instrukcji [4]
- b) standardu technicznego [3]
- c) Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej („Procedury organizacyjno-techniczne w sprawie spełnienia wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego w inny sposób niż to określono w przepisach techniczno-budowlanych, w przypadkach wskazanych w tych przepisach, oraz stosowania rozwiązań zamiennych, zapewniających niepogorszenie warunków ochrony przeciwpożarowej, w przypadkach wskazanych w przepisach przeciwpożarowych”, Warszawa 2008) z uwzględnieniem wymagań określonych w standardzie technicznym.

W toku prac uwzględniono założenia funkcjonalne podane przez Inwestora, oraz założenia architektoniczne i techniczne przedstawione przez Pracownię Projektową.

## 2. DEFINICJE


Centrala sterująca oddymianiem

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


Kłapa dymowa

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

<sup>1</sup> [http://www.nist.gov/el/fire\\_research/fds\\_smokeview.cfm](http://www.nist.gov/el/fire_research/fds_smokeview.cfm)

 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		<b>JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA</b> ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	<b>KIEROWNIK ZESPÓŁU</b>	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
<b>TYTUŁ</b>	RAPORT Z ANALIZY CFD			<b>DATA</b>	listopad 2023r.
<b>INWESTOR</b>	KCGPiN w OPOLU		<b>STOSOWANIE</b>	dobrowolne	listopad 2024r.
<b>OBIEKT</b>	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”		<b>EDYCJA</b>	ATM-1/2023	STRONA 5 z 26

Klatka schodowa wydzielona	przestrzeń klatki schodowej autonomicznej lub wspólnej z szybem dźwigu, obudowana na całej wysokości i oddzielona od poziomych dróg ewakuacyjnych oraz przyległych pomieszczeń drzwiami przeciwpożarowymi.
Minimalny obliczeniowy strumień powietrza nawiewanego do klatki schodowej	strumień powietrza dostarczanego do klatki schodowej przez nawiew mechaniczny, pozwalający na uzyskanie wymaganej prędkości w płaszczyźnie prostopadłej do powierzchni obliczeniowej klatki schodowej.
Nawiew mechaniczny	nawiew powietrza do przestrzeni klatki schodowej realizowany przez instalację nawiewną zawierającą wentylator, dostarczający całe, wymagane dla procesu oddymiania, powietrze zewnętrzne do klatki schodowej w jej dolnej części.
Oddymianie grawitacyjne	oddymianie wykorzystujące klapę dymową lub ściennie urządzenie oddymiające w najwyższej części klatki schodowej oraz napływ powietrza realizowany przez otwory kompensacyjne w dolnej części klatki schodowej.
Oddymianie z nawiewem mechanicznym	oddymianie wykorzystujące klapę dymową lub ściennie urządzenie oddymiające na najwyższej kondygnacji klatki schodowej oraz mechaniczny nawiew kompensacyjny w dolnej części klatki schodowej.
Otwory kompensacyjne	otwory do napływu powietrza kompensacyjnego wraz z ich zamknięciami (np. drzwi, okna, żaluzje itp.), łączące przestrzeń klatki schodowej z przestrzenią zewnętrzną, uruchamiane (otwierane) przez system oddymiania klatki schodowej.
Powierzchnia czynna	iloczyn pola powierzchni geometrycznej otworu i aerodynamicznego współczynnika przepływu.
Powierzchnia efektywna otworu kompensacyjnego	pole powierzchni netto, przez które przepływa strumień powietrza kompensacyjnego. Pole powierzchni netto stanowi sumę wartości pól wszystkich nieprzesłoniętych otworów, zmierzonych w płaszczyźnie największego ograniczenia powierzchni przepływu pod kątem prostym do kierunku przepływu powietrza przez dany otwór.
Powierzchnia obliczeniowa klatki schodowej	powierzchnia zredukowana, tj. ograniczona biegami, spocznikami i niezabudowaną przestrzenią w obrębie klatki schodowej, bez wliczania powierzchni przyległych holi, przedsionków i korytarzy.
System oddymiania klatki schodowej	<p>zestaw wyrobów do odprowadzania dymu i ciepła [33, 34] z klatki schodowej, dobranych pod kątem ich właściwego współdziałania. Przydatność zestawu do stosowania w budownictwie powinna być potwierdzona przez CNBOP-PIB Certyfikatem Zgodności z Aprobataą Techniczną (od 01.01.2017 r. Krajowym Certyfikatem Stałości Właściwości Użytkowych na zgodność z Krajową Oceną Techniczną), wydanymi dla zestawu wyrobów i dla którego producent wystawił krajową deklarację zgodności (od 01.01.2017 r. krajową deklarację właściwości użytkowych) oraz oznakował zestaw wyrobów znakiem budowlanym.</p> <p>W skład systemu oddymiania klatki schodowej wchodzi elementy wymienione w Tabeli 8.1 w rozdziale 8.2 wytycznych</p>
System samoczynny	system działający bez ingerencji człowieka

 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA
						6 z 26

Moc pożaru	całkowita moc pożaru (HRR) wyliczana na podstawie przyjętej gęstości mocy pożaru
Krzywa wzrostu	krzywa rozwoju pożaru do czasu uzyskania maksymalnej mocy
Powierzchnia pożaru	powierzchnia części budynku objęta pożarem, modelowana „wentem”
Jednostkowe wydzielanie ciepła	gęstość mocy pożaru, jednostkowa moc pożaru
ASET	dostępny czas bezpiecznej ewakuacji, wyliczony czas dostępny pomiędzy zainicjowaniem pożaru a czasem, w którym tolerowane, graniczne kryteria bytowe są przekroczone
RSET	wymagany czas bezpiecznej ewakuacji, wyliczony czas dostępny pomiędzy zainicjowaniem pożaru a czasem, w którym użytkownicy są w stanie osiągnąć bezpieczne miejsce
Ścienne urządzenie oddymiające	samoczynnie otwierane urządzenia do pozycji, w której pełnią funkcję odprowadzania dymu z przestrzeni klatki schodowej na zewnątrz budynku, zamontowane w zewnętrznej ścianie klatki schodowej w jej najwyższej części. Ściennym urządzeniem oddymiającym może być okno oddymiające, dysza oddymiająca lub inne certyfikowane, na zgodność z normą PN-EN 12101-2 [39], urządzenie oddymiające przeznaczone do montażu ściennego.

### 3. OBIEKT - PRZEDMIOT I CEL MODELOWANIA

Budynek szpitala wykonany, w technologii tradycyjnej ze ścianami murowanymi, stropami żelbetowymi. Modelowana jest „główna” klatka schodowa łącząca wszystkie kondygnacje, oznaczana jako „AKS1”.

Celem modelowania jest wykazanie poprawności doboru wentylatora nawiewu w warunkach izotermicznych – modelowany jest wentylator osiowy o wydajności 2,4 m<sup>3</sup>/s.


Tabela 1 Podstawowe dane obiektu

Przeznaczenie obiektu	Budynki mieszkalne wielorodzinne	
Kategoria	ZL/ PM	ZL II
Grupa wysokości	N/ SW/W/ WW	SW (średniowysokie)
Liczba kondygnacji	nadziemne	4
Liczba kondygnacji	podziemne	1
Część modelowana	klatka schodowa „AKS1”	

**Przedmiotem** modelowania jest wewnętrzna klatka schodowa łącząca wszystkie kondygnacje. Wysokości poszczególnych kondygnacji są różne. Klatka schodowa nie jest oddzielona od poziomych dróg ewakuacji przedsionkami przeciwpożarowymi.

Tabela 2 Parametry modelowanej klatki schodowej

1.	Szerokość maksymalna	X <sub>max</sub>	3,6	m
2.	Długość maksymalna	Y <sub>max</sub>	13,0	m
3.	powierzchnia maksymalna klatki schodowej	A <sub>KS</sub>	46,80	m <sup>2</sup>
4.	powierzchnia obliczeniowa klatki schodowej	A <sub>KS-O</sub>	20,56	m <sup>2</sup>
5.	powierzchnia czynna kłapy dymowej	A <sub>CZ</sub>	1,0	m <sup>2</sup>
6.	powierzchnia geometryczna urządzeń oddymiających	odd_geom	1,90	m <sup>2</sup>
7.	powierzchnia efektywna otworów kompensacyjnych	A <sub>CZ_komp</sub>	0	m <sup>2</sup>
8.	wydajność wentylatora nawiewającego powietrze do klatki	V <sub>went</sub>	2,40	m <sup>3</sup> /s
9.	krotność wymian powietrza w kubaturze	n	13	h <sup>-1</sup>

 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		<small>JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA</small> ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	<small>KIEROWNIK ZESPOŁU</small> ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA
<small>TYTUŁ</small>	RAPORT Z ANALIZY CFD		<small>DATA</small> listopad 2023r.
<small>INWESTOR</small>	KCGPiN w OPOLU		<small>WYGASA</small> Listopad 2024r.
<small>OBIEKT</small>	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”	<small>EDYCJA</small> ATM-1/2023	<small>STRONA</small> 7 z 26

**Celem** modelowania jest weryfikacja przyjętych założeń projektowych dotyczących wydajności wentylatora nawiewu w kontekście zachowania warunków ewakuacji ludzi i bezpieczeństwa ekip ratowniczych.

Zasadność modelowania wynika z:

Zapewnienia warunków bezpieczeństwa pożarowego w sposób inny niż opisany w warunkach technicznych <sup>2</sup>, oraz konieczności zastosowania niestandardowego rozwiązania technicznego (podyktowanego ograniczeniami architektonicznymi i wymogiem utrzymania istniejącego charakteru budynku), polegającego na zastosowaniu jednopunktowego wentylatora nawiewnego.

W szczególności przedmiotem analizy są:

- efektywność instalacji wykrywczo – sterującej (detekcji pożaru),
- efektywność usuwania dymu i ciepła,
- warunki ewakuacji w czasie.

Wynikowe wartości brzegowe stanowiące kryterium oceny:

- przemieszczanie dymu: kierunek;
- warunki środowiska: poziom zadymienia;
- oddymienie klatki schodowej czas.

#### 4. URZĄDZENIA PRZECIWOŻAROWE

W modelowaniu przyjmuje się działanie zaprojektowanych w obiekcie instalacji przeciwpożarowych:

- detekcji pożaru,
- ściennej klapy oddymiającej,
- mechanicznej instalacji napowietrzającej (wentylator nawiewu),

Aktywne w modelu urządzenia przeciwpożarowe wyszczególnione są w tabelach poniżej.

Tabela 3 Modelowane urządzenia – czujki

LP.	LOKALIZACJA	OZNACZENIE W MODELU
1.	klatka schodowa III piętro – punktowa czujka dymu	CZD[3p]
2.	klatka schodowa II piętro – punktowa czujka dymu	CZD[2p]
3.	klatka schodowa I piętro – punktowa czujka dymu	CZD[1p]
4.	klatka schodowa parter – punktowa czujka dymu	CZD[part_1], CZD[part_2]
5.	klatka schodowa piwnica – punktowa czujka dymu	CZD[piw_1], CZD[piw_2]

Tabela 4 Modelowane urządzenia – kłapa oddymiająca


LP.	PARAMETR	WARTOŚĆ	JEDNOSTKA
1.	typ powierzchni (urządzenie oddymiające)	otwór	–
2.	powierzchnia geometryczna	1,3	[m <sup>2</sup> ]
3.	aktywacja	kontroler	–

Tabela 5 Modelowane urządzenia – wentylator

LP.	PARAMETR	WARTOŚĆ	JEDNOSTKA
1.	typ powierzchni	nawiew	–
2.	strumień objętościowy	2,40	[m/s <sup>3</sup> ]
3.	funkcja wzrostu w czasie	normowa	–
4.	aktywacja	kontroler	–

<sup>2</sup> Par. 2 rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. z dnia 15 czerwca 2002r. z późniejszymi zmianami)



 <b>atomsystem</b> bezpieczeństwo pożarowe obiektów		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl		KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD					DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA	listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA	8 z 26

LP.	PARAMETR	WARTOŚĆ	JEDNOSTKA
5.	czas rozruchu (nominalne parametry pracy po czasie ...)	0	[s]

**Kontroler** o którym mowa w tabeli 4 punkt 3 i w tabeli 5 punkt 4 jest to modelowane urządzenie symulujące funkcję uruchomienia (ewentualnie opóźnienia) sterowań – czyli załączenia innych urządzeń wirtualnych w określonym czasie.

## 5. PARAMETRY WEJŚCIOWE I KRYTERIA OCENY WYNIKÓW

Tabela 6 Parametry ogólne symulacji

LP.	PARAMETR	WARTOŚĆ	JEDNOSTKA
1.	czas analizy	1200	[s]
2.	temperatura otoczenia	20	[°C]
3.	ciśnienie otoczenia	101325	[Pa]
4.	poziom gruntu	0	[m]
5.	prędkość wiatru	0	[m/s]
6.	grawitacja	9,81	[m/s <sup>2</sup> ]
7.	Typ symulacji	LES	0
8.	Temperatura źródła promieniowania	471	[°C]
9.	domyślny typ powierzchni	adiabatyczna	–
10.	tryskacze	Brak	szt.


Tabela 7 Parametry pożarowe symulacji

LP.	PARAMETR	WARTOŚĆ	JEDNOSTKA
1.	typ powierzchni	palnik	–
2.	paliwo	ethanol liq.	–
3.	jednostkowe wydzielanie ciepła	471	[kW/m <sup>2</sup> ]
4.	funkcja wzrostu w czasie	normowa, rys. 1	–
5.	funkcja wzrostu temperatury w czasie	1	[s <sup>-1</sup> ]
6.	frakcja masowa sadzy	dym	–
7.	Powierzchnia	1,38	[m <sup>2</sup> ]
8.	Lokalizacja	1. piętro	–

**Dobór siatki obliczeniowej** wynika z wielkości modelowanego obiektu i związanej z tym charakterystycznej średnicy pożaru wynoszącej  $D_2=0,71$ . Zgodnie z kalkulatorami inżynierskimi<sup>3</sup> wykonano modelowanie „zgrubne”.

Your MESH line for FDS is:  
 &MESH IJK=75,24,120, XB=1,14,1,5,1,21 /  
 When  $D^*/dx = 4$ : the suggested moderate cell size is 17.74 cm  
 Your actual dx(es) are 0.173, 0.167, 0.167 (meters)  
 Your distances are 13, 4, 20 (meters)  
 Your total number of cells is 216,000

<sup>3</sup> [https://tools.utfirereseach.com/apps/mesh\\_size](https://tools.utfirereseach.com/apps/mesh_size)

 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA
OBIKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA
						Listopad 2024r.
						9 z 26

## Kryteria oceny

Tabela 8 Kryteria oceny

LP.	CECHA	PRZEDMIOT OCENY	KRYTERIUM
1.	przemieszczanie dymu	przemieszczanie pionowo w górę w sposób umiarkowanie laminarny bez występowania kubatur nieoddymionych (ze stałe utrzymującym się zadymieniem)	spełnione/ nie spełnione
2.	skuteczność	oddymienie obiektu przy założeniu maksimum czasowego wynoszącego 60 sekund na jedną kondygnację, po czasie pożaru wynoszącym 360 sekund	czas max. =180 s $T_{kr}=220$ s
3.	poziom zadymienia	obniżenie poziomu zadymienia poniżej progów alarmowych wszystkich czujek dymu	spełnione/ nie spełnione

## 6. SCENARIUSZ MODELOWANIA

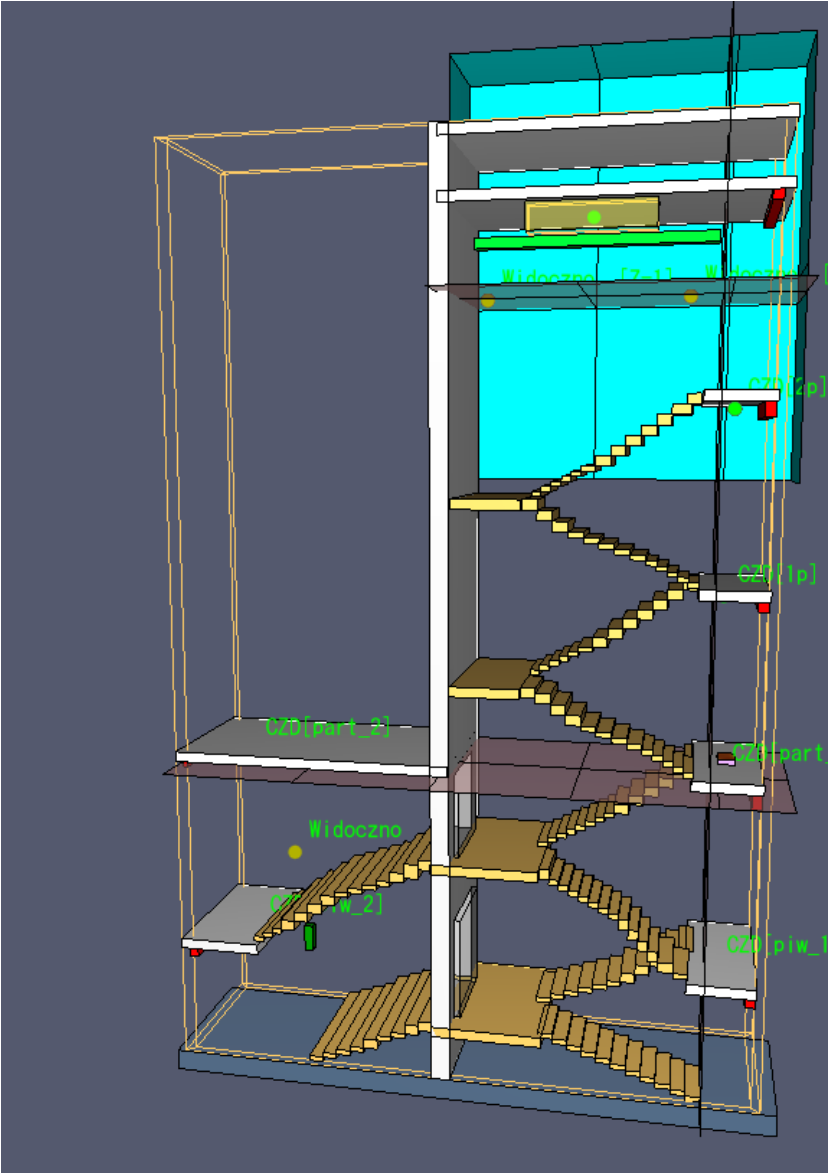
Scenariusz zgodny z instrukcją [4], z uwzględnieniem wymagań standardu [3]. Modelowanie pożarem „testowym” w obrębie klatki schodowej. Pożar trwa 20 minut (1200 s) od chwili rozpoczęcia doświadczenia. Wykrycie pożaru przez dowolną z dwóch czujek punktowych (jonizacyjna dymu) inicjuje uruchomienie wskaźników (kolorowe belki). Załączenie urządzeń symulujących załączenie wentylatora nawiewu i otwarcie okien – ściennego urządzenia oddymiającego, następuje po stałym czasie = 360 [s]. Urządzenia te pracują do czasu zakończenia symulacji w celu wykazania kiedy warunki środowiskowe powrócą do normy.

Tabela 9 Model – zdarzenia

LP.	DZIAŁANIE	CZAS
1.	Rozpoczęcie symulacji	0 s
2.	Zakończenie pożaru	300 s
3.	wykrycie pożaru przez czujki dymu	symulacja
4.	wykrycie pożaru przez czujki dymu	symulacja
5.	aktywacja wentów (równoczesna – klapy, wentylator)	360 [s]
6.	pełna wydajność wentylatora	360 [s]
7.	zakończenie symulacji	1200 [s]

## 7. MODEL

Modelowano kubaturę klatki schodowej bez przylegających dróg komunikacji poziomej. Na rysunku nr 1 przedstawiono widok ogólny modelu; z uwagi na czytelność wyłączono widoczność niektórych elementów.




Rysunek 1 Widok schematyczny modelu

### Siatka

Tabela 10 Siatka obliczeniowa

LP.	PARAMETR	WARTOŚĆ
1.	Liczba sieci obliczeniowych	38
2.	Rozmiar komórki (X,Y,Z) [m]	0,16 x 0,16 x 0,16
3.	Rozmiar komórki (X,Y,Z) [m] w sieci z symulowanym pożarem <sup>4</sup>	0,08x0,08x0,08
4.	Stosunek rozmiaru komórki (X,Y,Z)	1,0; 1,0; 1,00
5.	Liczba komórek w sieci	6000/ 36000

<sup>4</sup> sieć o nazwie „SIEĆ\_BS2\_pożar”

 atomsystem bezpieczeństwo pożarowe obiektów		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl		KIEROWNIK ZESPÓŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD					DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA	Listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA	11 z 26

LP.	PARAMETR	WARTOŚĆ
6.	Całkowita liczba komórek w modelu	301500

Poziom dokładności modelu określa się jako „zgrubny”.

### Statystyki

Wprowadzono cztery płaszczyzny wynikowe:

1. widoczności (X=12,6 m),
2. gęstości optycznej (Z=18,6 m),
3. prędkości (X=7,6 m),
4. prędkości (X=6,24 m).

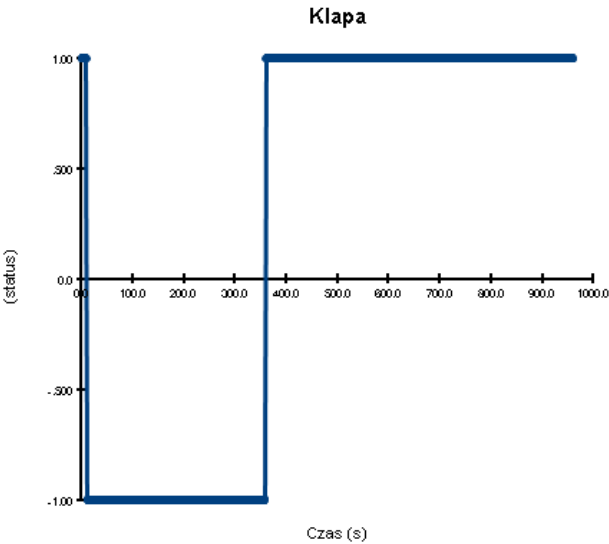
### Urządzenia

Symulowano wirtualne urządzenia detekcyjno – pomiarowe:


1. pomiaru widoczności [Widoczność\_p3-1[Z-1]],
2. pomiaru widoczności [Widoczność\_p3-2[X-1]],
3. pomiaru widoczności [Widoczność\_p0],
4. Czujki dymu – fotoelektryczne (model Cleary-ego) próg zaciemnienia 3,28%/m.

### Kontrolery

Wprowadzono kontrolery – wirtualne urządzenia wywołujące zaplanowane zdarzenie w określonym czasie. Kontroler sterujący: pożarem (początek/ koniec), „załączaniem” wentylatora i „otwierający” klapę dymową.

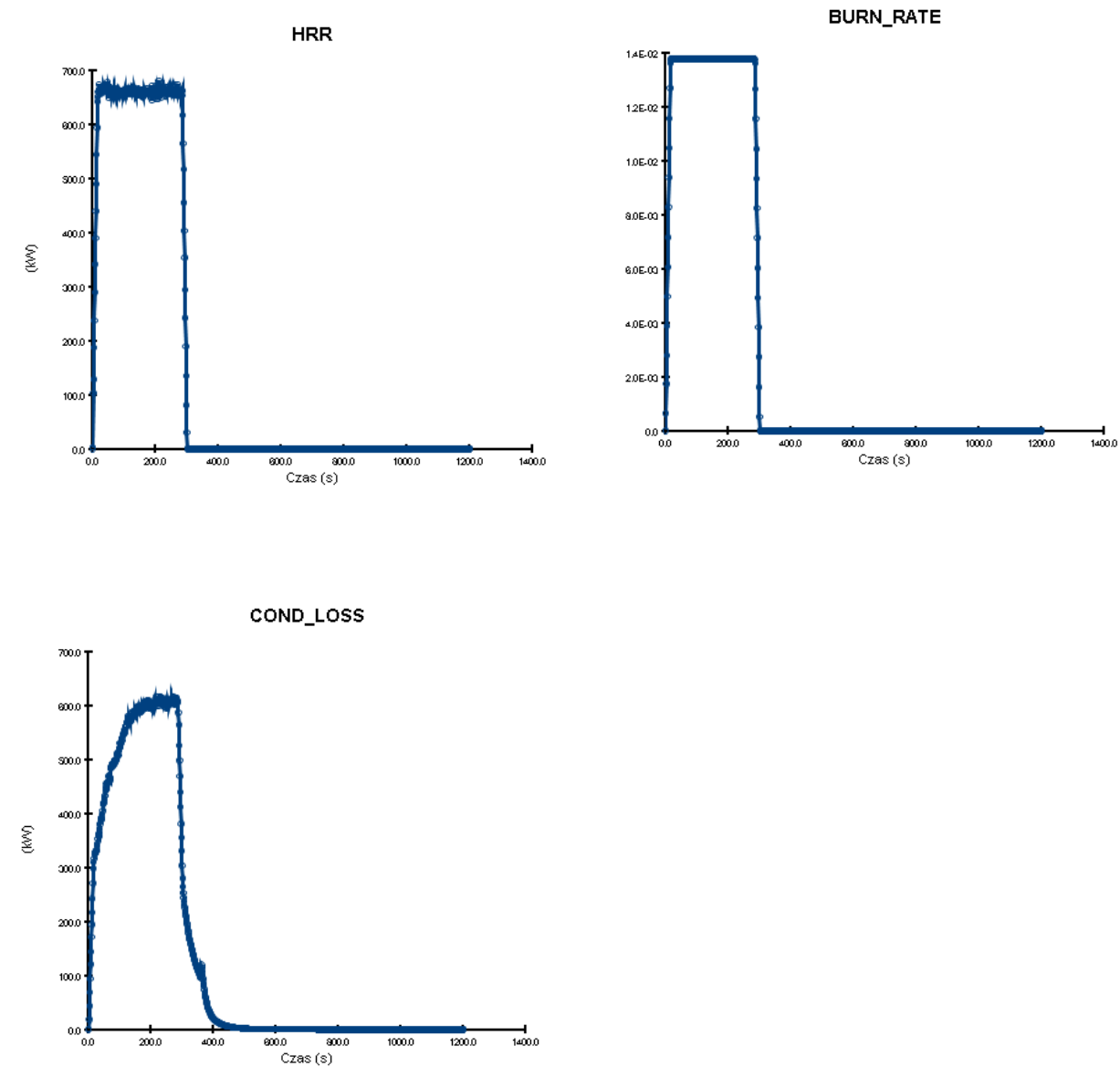


**Uruchomienie wentylatora** następuje po czasie 360 sekund.


 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA
OBIĘKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA
						12 z 26

### 8. WYNIKI SYMULACJI – WERYFIKACJA REALIZACJI ZAŁOŻONEGO SCENARIUSZA

**Szybkość wydzielania ciepła.** Wzrasta skokowo i po 15 [s] osiąga wartość maksymalną oscylującą wokół 650 kW/m². Zgodnie z założeniami modelu paliwo „nie wypala się” tym samym pożar nie przechodzi do fazy IV. Spalanie zostaje zatrzymane w 360 sekundzie symulacji.

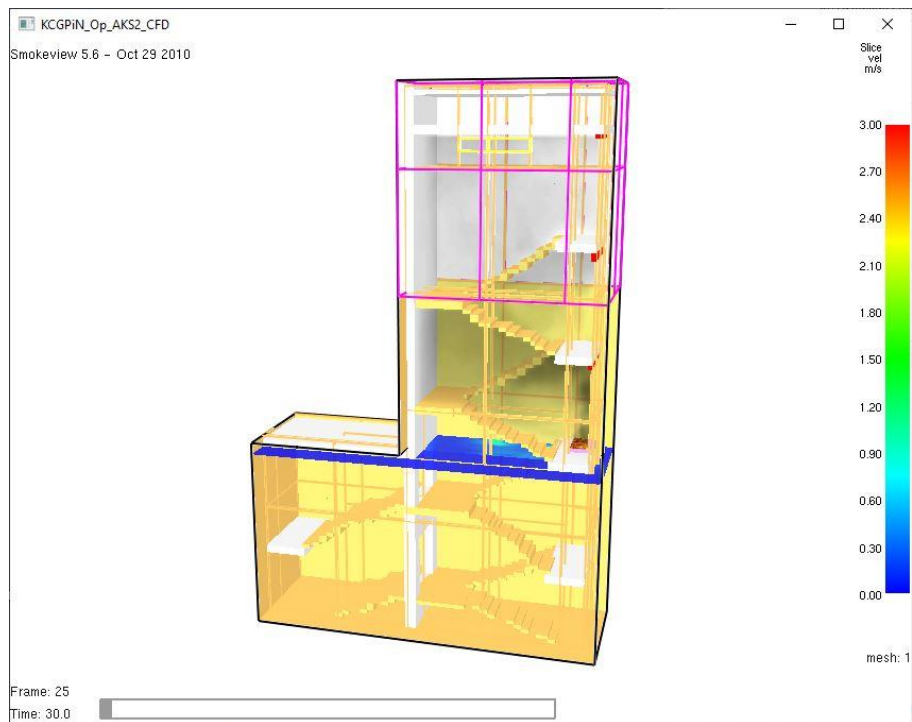


Wykrycie pożaru przez pierwszą czujkę następuje po ok. 50 sekundach.

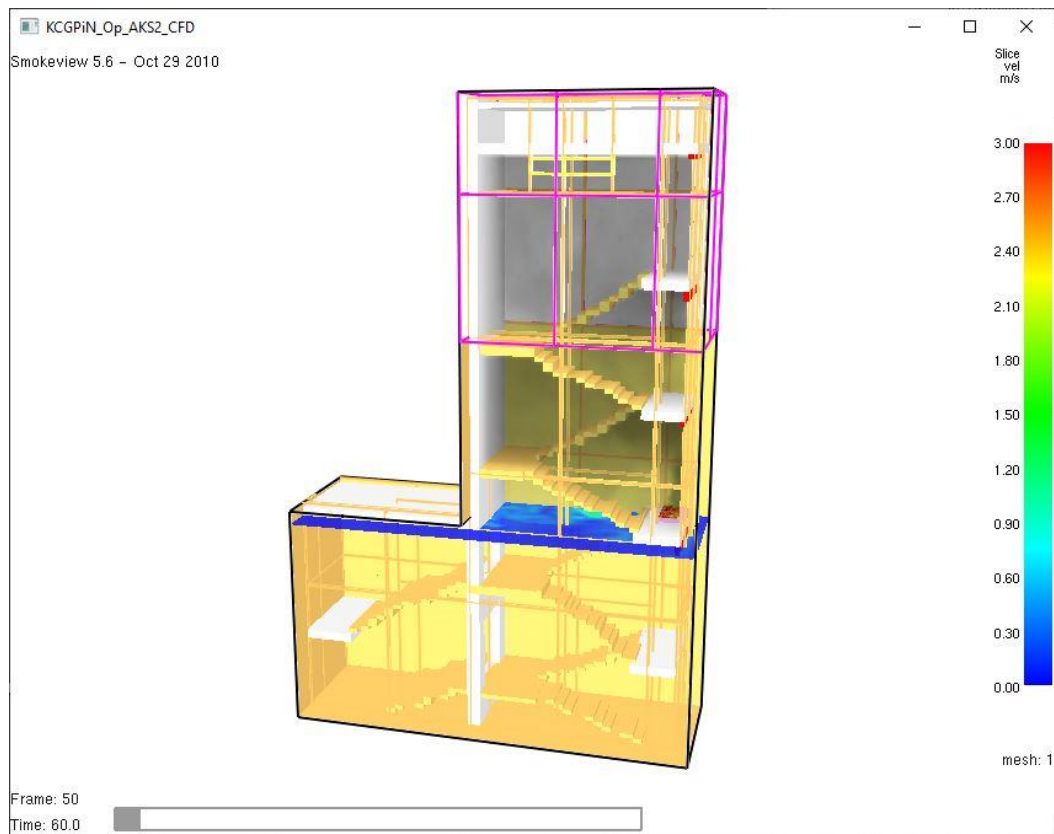
 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA listopad 2024r.
OBIĘKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA 13 z 26

## 9. WYNIKI SYMULACJI – PRZEBIEG MODELOWANIA


Modelowanie przebiegało zgodnie z przyjętą sekwencją zdarzeń.

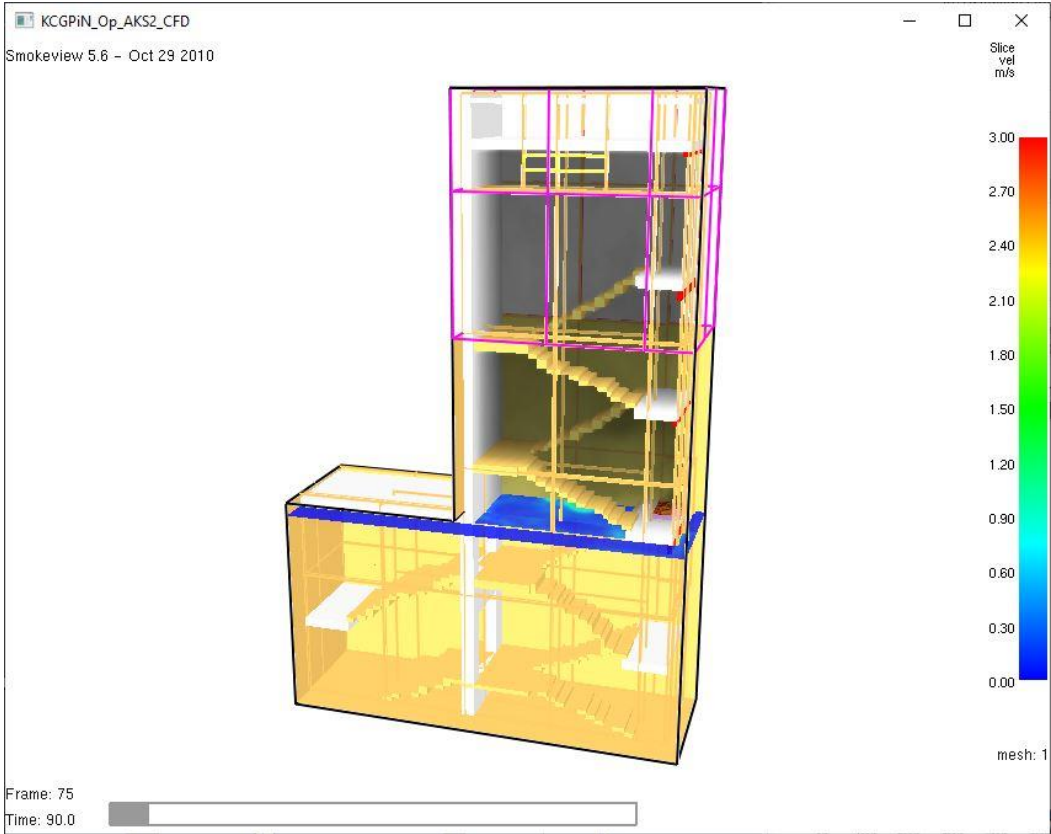


Rysunek 2 Wizualizacja SMV – widok w czasie  $t=030$  [s]

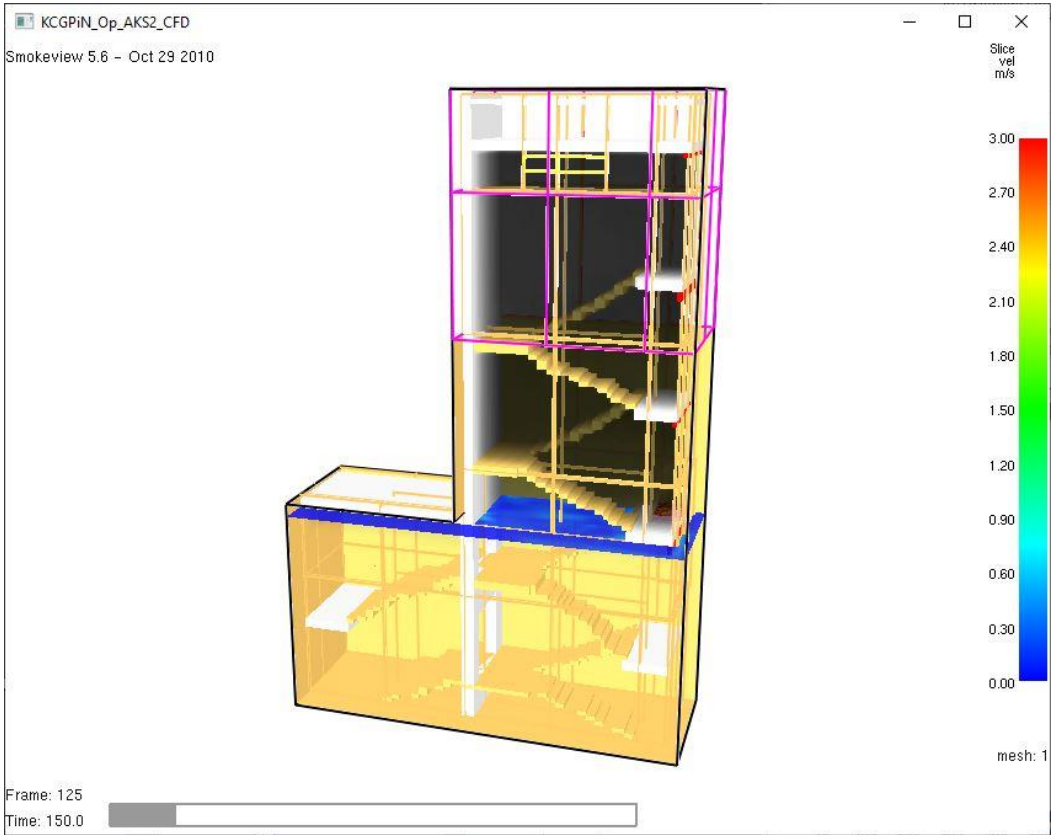


Rysunek 3 Wizualizacja SMV – widok w czasie  $t=060$  [s]

 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA
						listopad 2024r. 14 z 26




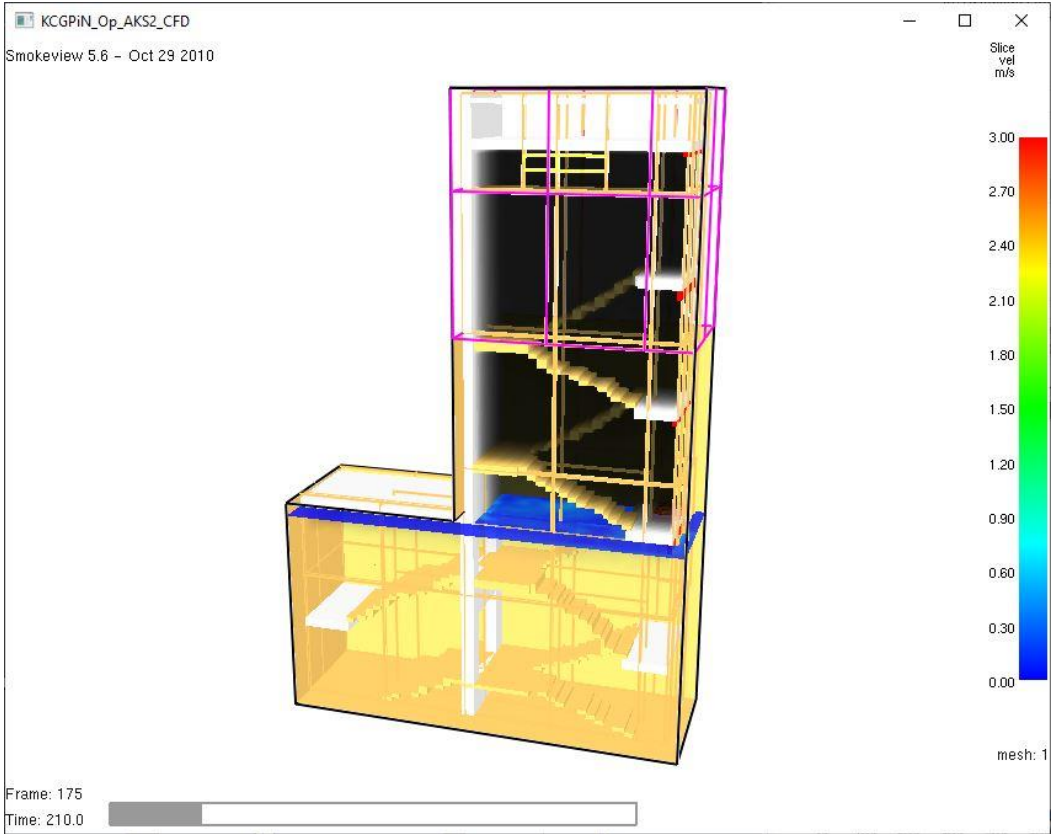
Rysunek 4 Wizualizacja SMV – widok w czasie t=090 [s]



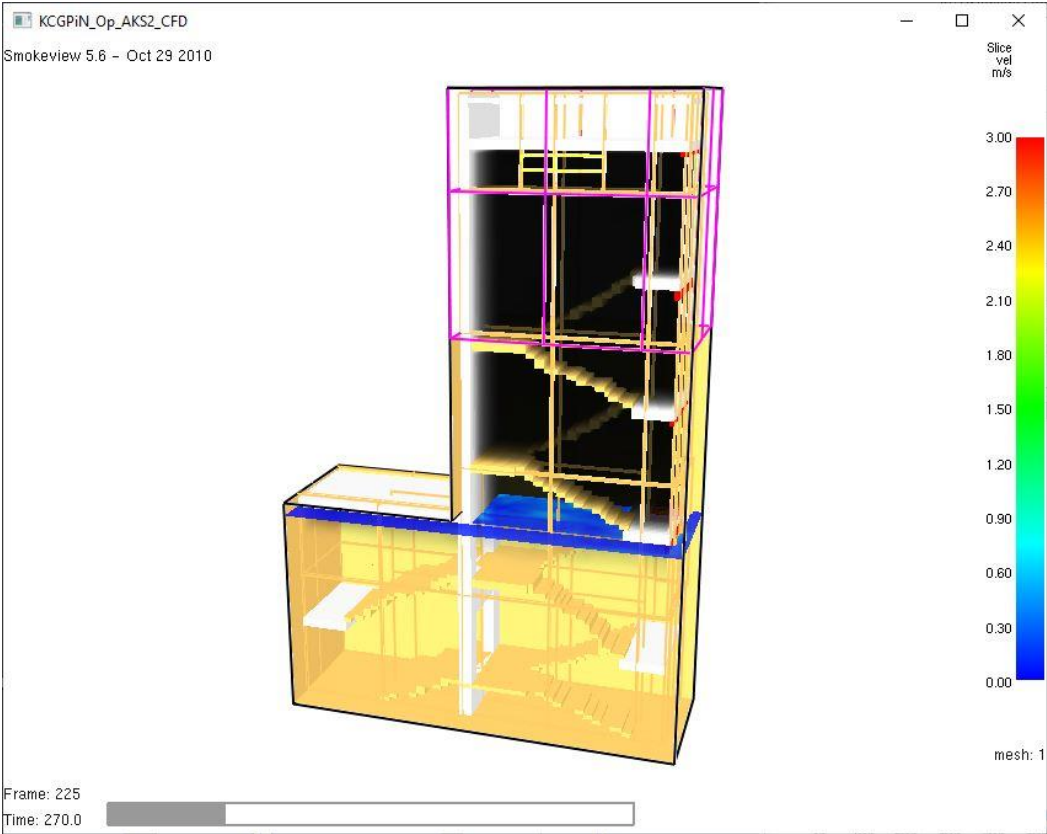
Rysunek 5 Wizualizacja SMV – widok w czasie t=150 [s]



 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA 15 z 26




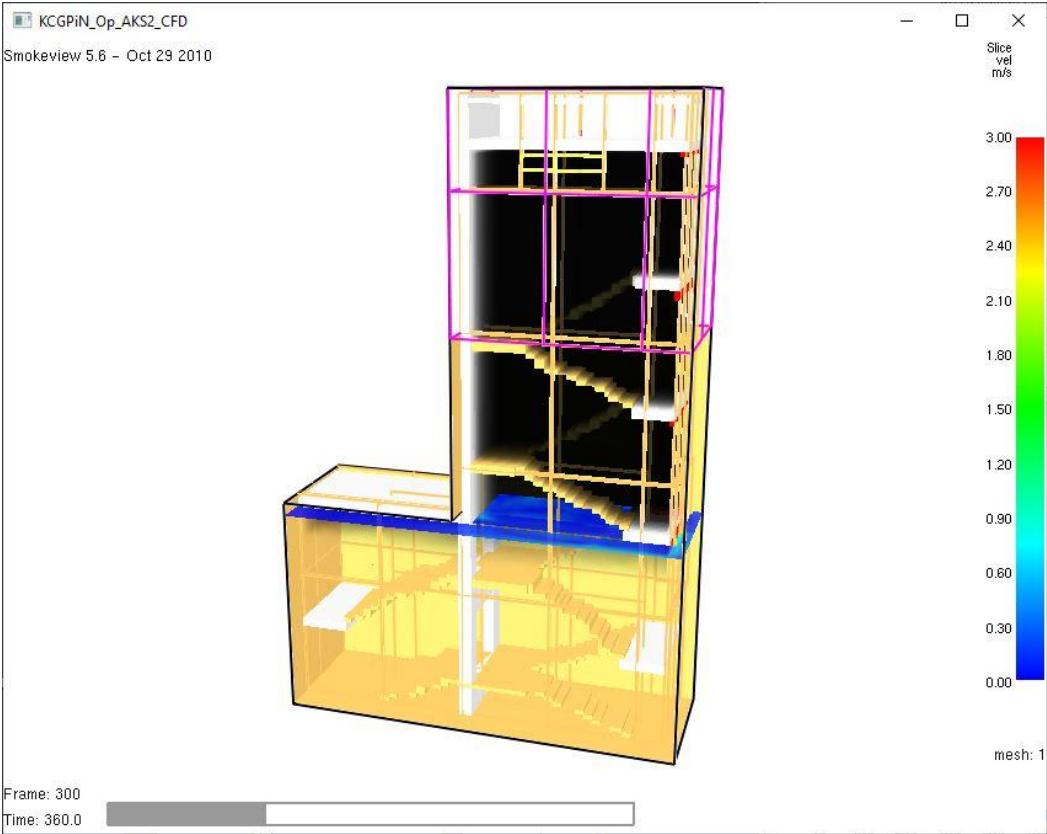
Rysunek 6 Wizualizacja SMV – widok w czasie  $t=210[s]$



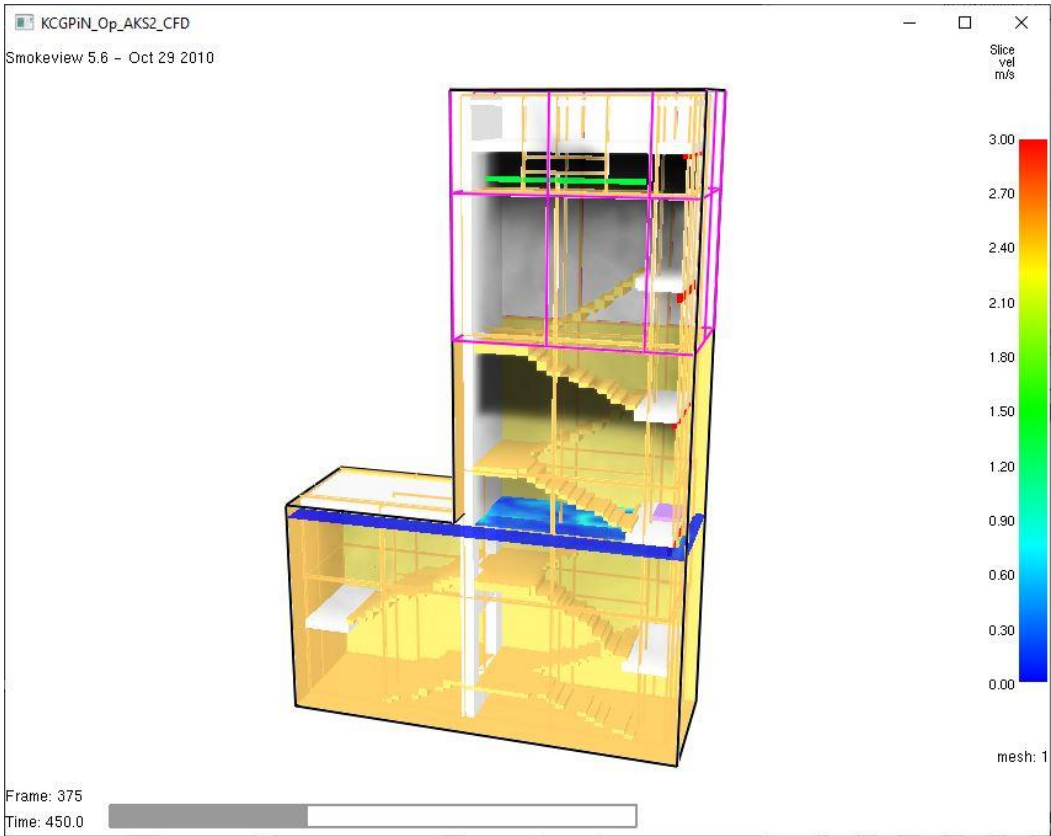
Rysunek 7 Wizualizacja SMV – widok w czasie  $t=270 [s]$



 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	listopad 2024r.
OBIĘKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA 16 z 26

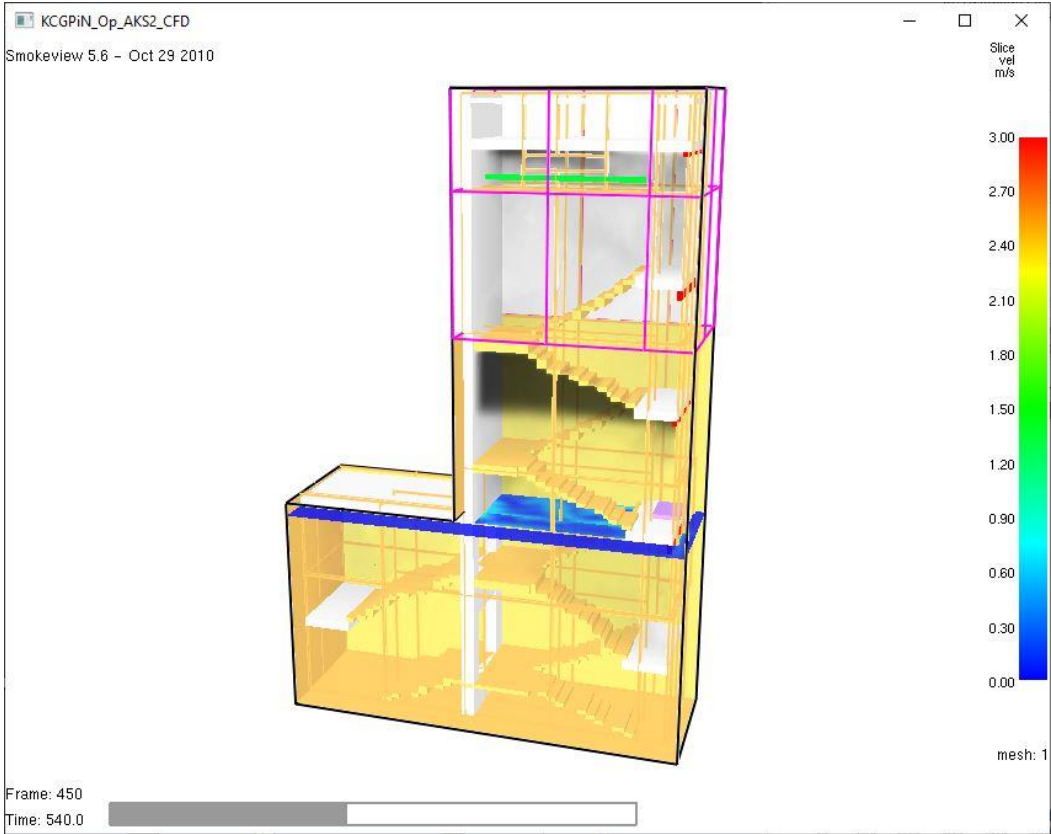


Rysunek 8 Wizualizacja SMV – widok w czasie  $t=360\text{ [s]}$

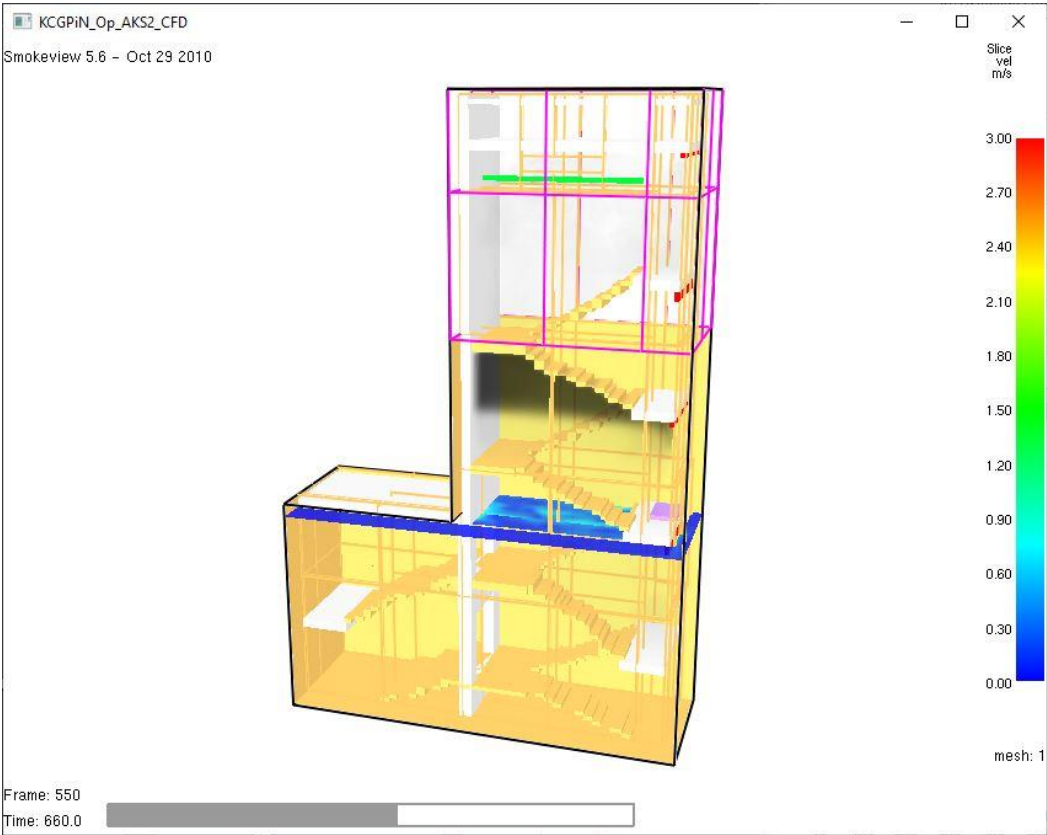


Rysunek 9 Wizualizacja SMV – widok w czasie  $t=450\text{ [s]}$


<div> <div>atomsystem</div> <div>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</div> </div>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD			DATA	listopad 2023r.	
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA
OBIĘKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA
						listopad 2024r. 17 z 26

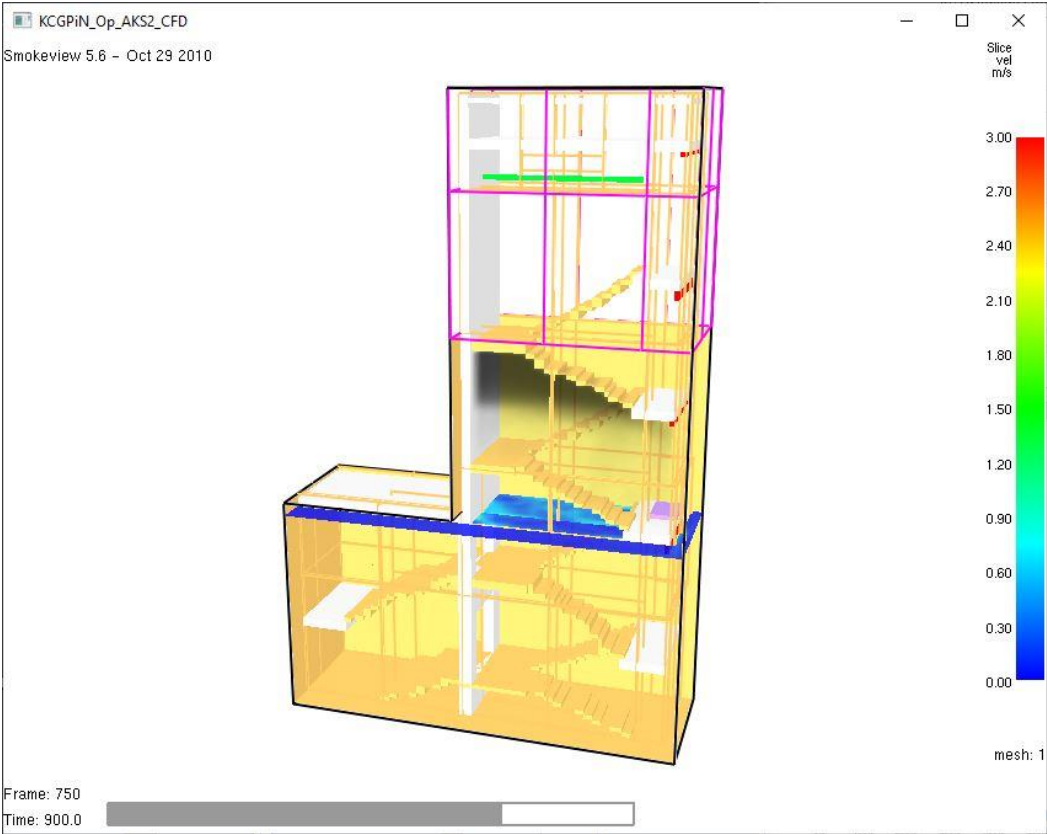


Rysunek 10 Wizualizacja SMV – widok w czasie t=540 [s]

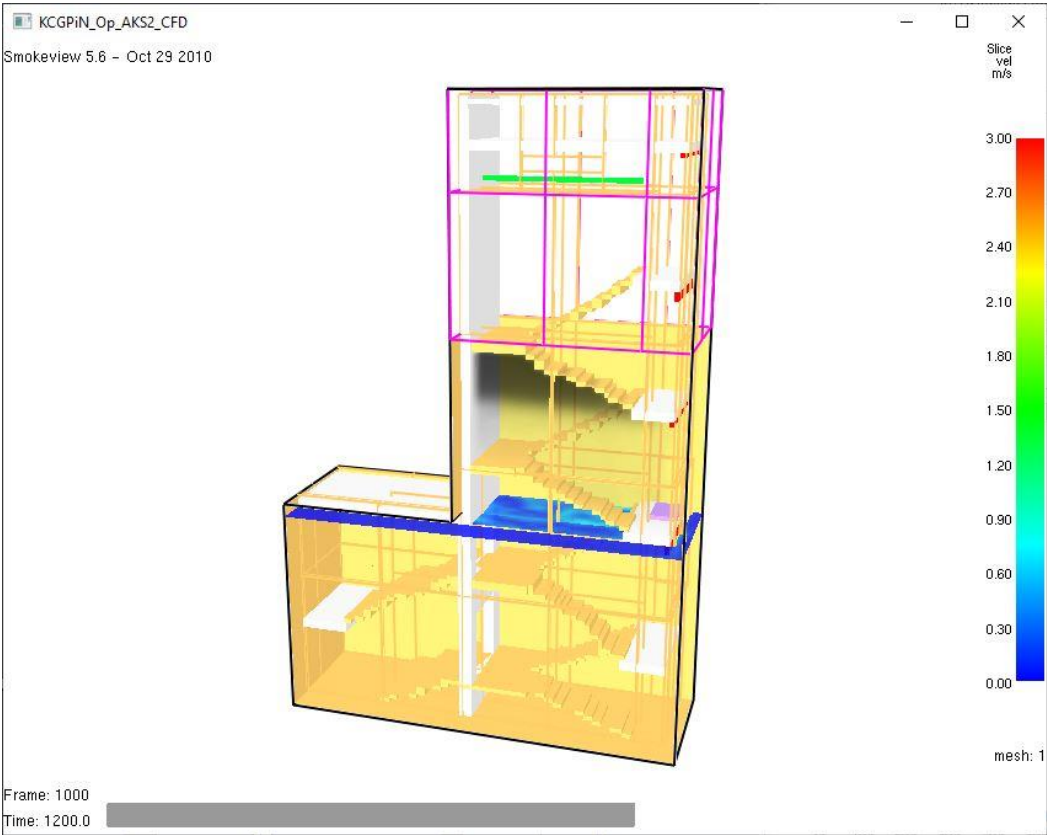


Rysunek 11 Wizualizacja SMV – widok w czasie t=660 [s]


 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPÓŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA
OBIĘKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA
						18 z 26



Rysunek 12 Wizualizacja SMV – widok w czasie t=900 [s]



Rysunek 13 Wizualizacja SMV – widok w czasie t=1200 [s]

 atomsystem bezpieczeństwo pożarowe obiektów		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl		KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD					DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA	listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA	19 z 26

Obserwacje


Początek pożaru jest początkiem symulacji. Dym rozprzestrzenia się głównie w górę. Całkowite wypełnienie kubatury czarnym dymem (w obrębie kondygnacji objętej pożarem) nastąpiło ok. 210 sekundy.

W 300 sekundzie nastąpiło wyłączenie wenta pożar – symulujące zanik źródła ognia. 60 sekund później nastąpiło utworzenie wentów symulujących uruchomienie urządzeń przeciwpożarowych: wentylatora na poziomie piwnicy (niebieski prostokąt) i ściennego urządzenia oddymiającego w elewacji. Natychmiast po otwarciu kłapy pojawił się uchodzący dym. Od 660 sekundy w kubaturze nie ma dymu z wyłączeniem zastoiny pod biegiem schodów między 2. piętrem, a spocznikiem 3. piętra.

Praca czujek dymu

Analiza poziomu zadymienia zostanie przeprowadzona w oparciu o analizę wykresów zadziałania czujek dymu z uwzględnieniem czasów: t<sub>1</sub> – pierwsze wzbudzenie czujki, t<sub>2</sub> – pierwsze lokalne maksimum, t<sub>3</sub> – ostatnie lokalne maksimum, t<sub>4</sub> – powrót do stanu początkowego. Na osi rzędnych pokazany jest stopień zadymienia (zaciemnienia) [%/m]/ temperatura [°C], na osi odciętych czas [s]. Dokładność ~10 [s].

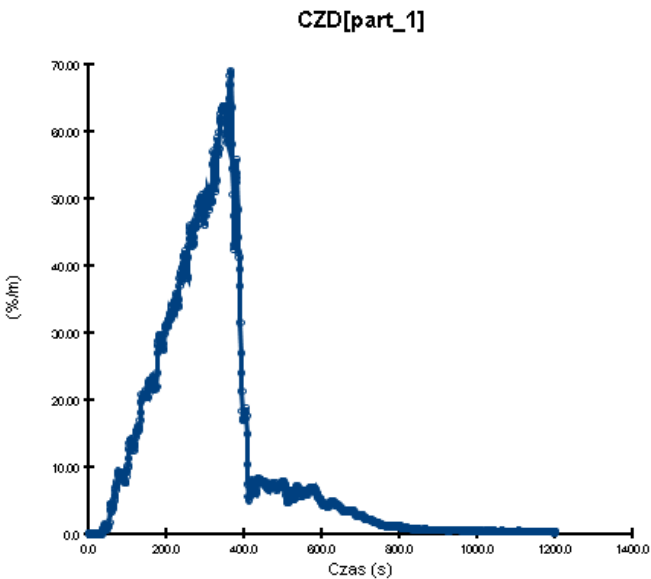
<p>Lokalizacja: czujka zlokalizowana na poziomie piwnicy, w centralnej części sufitu, przy wejściu do piwnicy.</p> <p>Analiza wykresu: Skokowe zwiększenie zadymienia w przedziale czasowym: t<sub>1</sub>=380; t<sub>2</sub>=580; t<sub>3</sub>=450 [s], po czym poziom zadymienia szybko opada do t<sub>4</sub>=1200 [s]; powrót czujki do stanu „normalnego” od t<sub>5</sub>=800 [s]. Poziomy poniżej progu zadziałania.</p>	<div> <div>CZD[piw_1]</div> </div>
<p>Lokalizacja: czujka zlokalizowana na poziomie piwnicy, w centralnej części sufitu, przy wejściu do szatni.</p> <p>Analiza wykresu: Skokowe zwiększenie zadymienia w przedziale czasowym: t<sub>1</sub>=380; t<sub>2</sub>= t<sub>3</sub>=580 [s], po czym poziom zadymienia szybko opada do t<sub>4</sub>=00 [s]; powrót czujki do stanu „normalnego” od t<sub>5</sub>=800 [s]. Poziomy poniżej progu zadziałania.</p>	<div> <div>CZD[piw_2]</div> </div>

 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD			DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			WYGASA	Listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			STRONA	20 z 26
		STOSOWANIE	dobrowolne		
		EDYCJA	ATM-1/2023		

Lokalizacja:  
 czujka zlokalizowana na poziomie parteru – wejście na oddziały, w centralnej części stropu.

Analiza wykresu:  
 Stopniowe zwiększenie zadymienia w przedziale czasowym:  
 $t_1=050$ ;  $t_2= t_3=400$  [s], po czym następuje praktycznie natychmiastowe oczyszczenie kubatury.

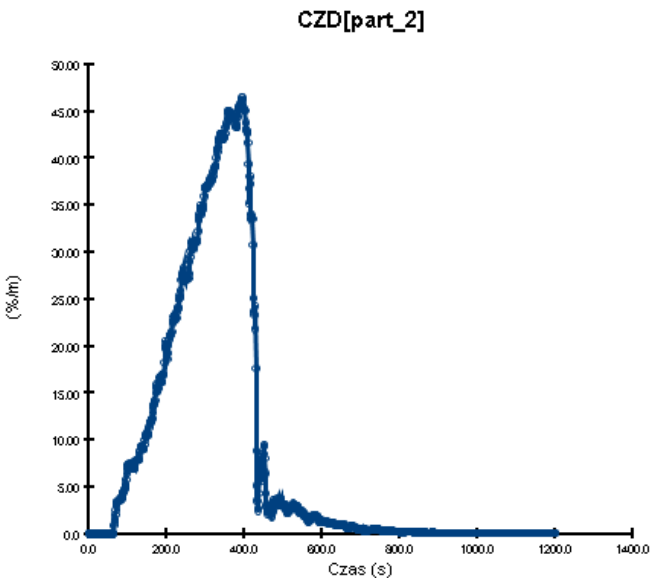
Przekroczenie progu zadziałania: 54 [s].



Lokalizacja:  
 czujka zlokalizowana na poziomie parteru, w centralnej części sufitu, przed schodami.

Analiza wykresu:  
 Stopniowe zwiększenie zadymienia w przedziale czasowym:  
 $t_1=060$ ;  $t_2=400$  [s], po czym następuje praktycznie natychmiastowe oczyszczenie kubatury.

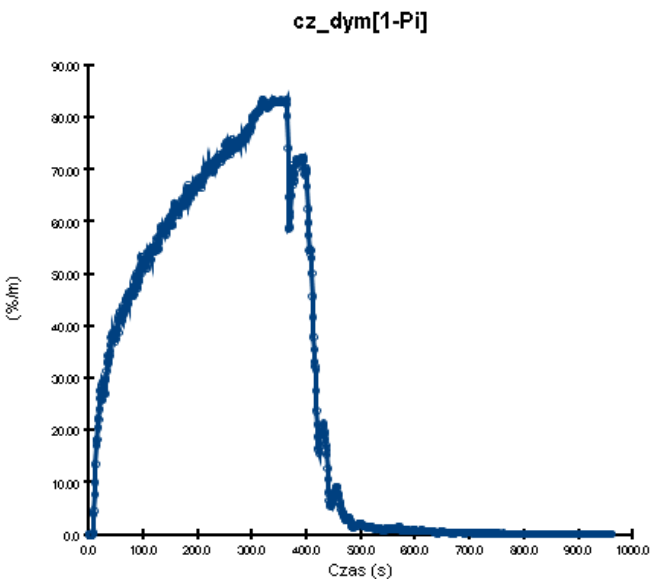
Przekroczenie progu zadziałania: 72 [s].




Lokalizacja:  
 czujka zlokalizowana na poziomie I piętra (wejście na oddziały), w centralnej części sufitu klatki schodowej.

Analiza wykresu:  
 Stopniowe zwiększenie zadymienia w przedziale czasowym:  
 $t_1=05$ ;  $t_2=400$  [s], po czym następuje załączenie wentylatora i skokowe obniżenie zadymienia do  $t_3=420$  [s], chwilowy wzrost zadymienia do  $t_4=450$  [s]; powrót czujki do stanu „normalnego” od  $t_5=480$  [s].

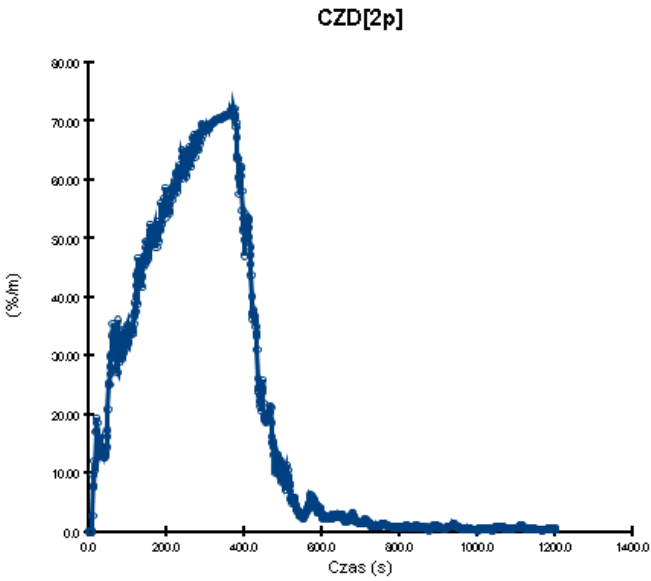
Przekroczenie progu zadziałania: 06 [s].



 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		<b>JEDNOSTKA</b> <b>PROJEKTOWANIA</b>	<b>ATOMSYSTEM S.C.</b> 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	<b>KIEROWNIK</b> <b>ZESPOŁU</b>	<b>ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA</b>	
<b>TYTUŁ</b>	<b>RAPORT Z ANALIZY CFD</b>				<b>DATA</b>	<b>listopad 2023r.</b>
<b>INWESTOR</b>	<b>KCGPiN w OPOLU</b>			<b>STOSOWANIE</b>	<b>dobrowolne</b>	<b>WYGASA</b> <b>Listopad 2024r.</b>
<b>OBIEKT</b>	<b>KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”</b>			<b>EDYCJA</b>	<b>ATM-1/2023</b>	<b>STRONA</b> <b>21 z 26</b>

**Lokalizacja:**  
czujka zlokalizowana na poziomie II piętra,  
(wejście na oddziały), w centralnej części  
sufitu klatki schodowej.

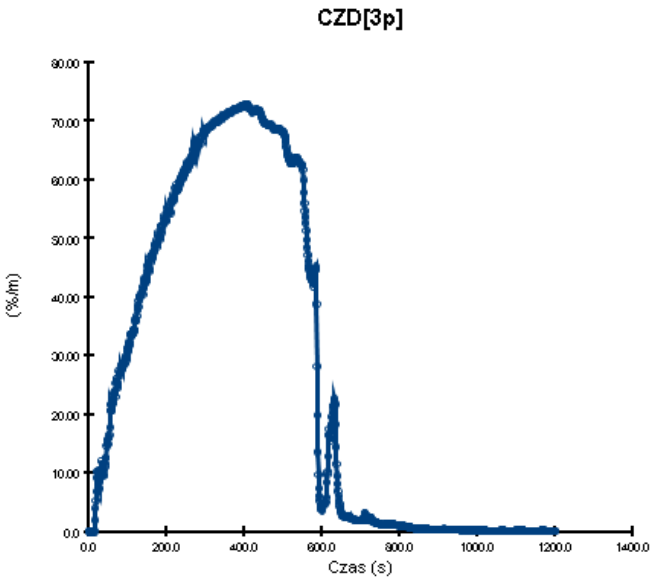
**Analiza wykresu:**  
Stopniowe zwiększenie zadymienia  
w przedziale czasowym:  
 $t_1=006$ ;  $t_2=420$  [s], po czym następuje  
skokowe obniżenie zadymienia  
do  $t_3=580$  [s], chwilowy wzrost zadymienia  
do  $t_4=590$  [s]; powrót czujki do stanu  
„normalnego” od  $t_5=780$  [s].  
Przekroczenie progu zadziałania: 10 [s].



**Lokalizacja:**  
czujka zlokalizowana na poziomie III piętra,  
(wejście na oddziały), w centralnej części  
sufitu klatki schodowej.

**Analiza wykresu:**  
Stopniowe zwiększenie zadymienia  
w przedziale czasowym:  
 $t_1=010$ ;  $t_2=500$  [s], po czym następuje  
obniżenie zadymienia do  $t_3=600$  [s],  
chwilowy wzrost zadymienia do  $t_4=680$  [s]  
powrót czujki do stanu „normalnego” od  
 $t_5=900$  [s].

Przekroczenie progu zadziałania: 17 [s].



Z tabeli i rysunków wynika, że rozchodzenie pionowe i poziome dymu nie jest równomierne i jest funkcją odległości od źródła dymu. Zwiększenie zadymienia ma jedno maksimum.


### Wnioski

Estymacja jest zgodna z oczekiwaniami wynikającymi z zasad wiedzy technicznej i danymi literaturowymi. Otrzymane wartości pozwalają stwierdzić, że jest możliwe oddymienie kubatury klatki schodowej i proces ten nie będzie dłuższy niż dwie minuty.

### 10. WYNIKI SYMULACJI – PARAMETRY DODATKOWE

W toku modelowania zasymulowano pomiary widoczności i prędkości przepływu. Pomiar widoczności przez pionową powierzchnię pomiarową przebiegającą w przybliżeniu przez środek podestów kondygnacyjnych.

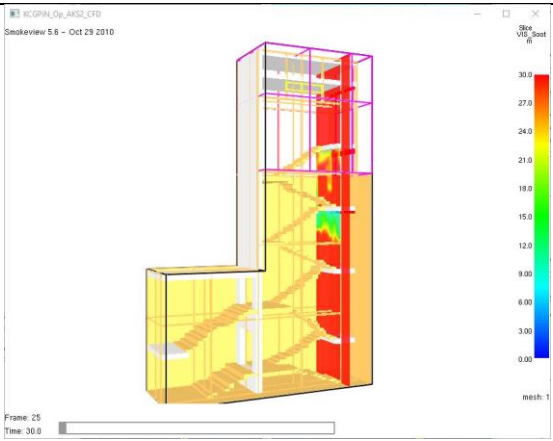
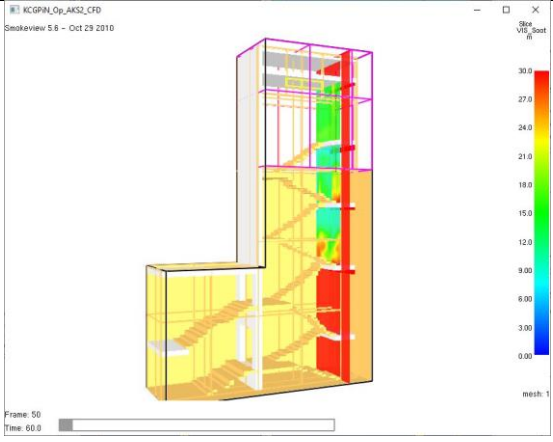
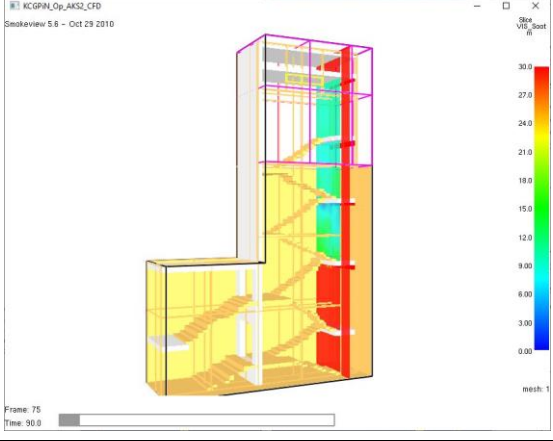



 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPÓŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU		STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA	Listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”		EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA	22 z 26

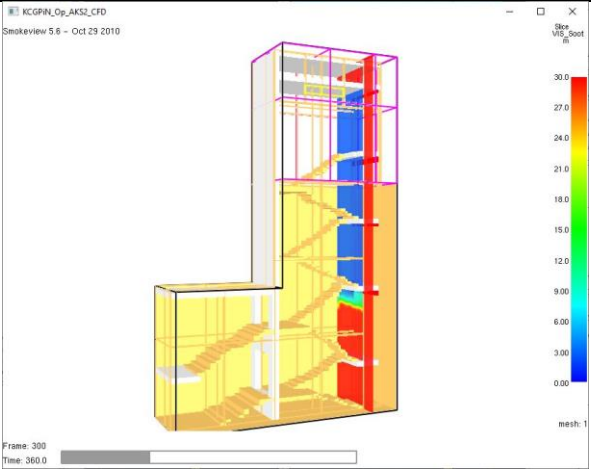
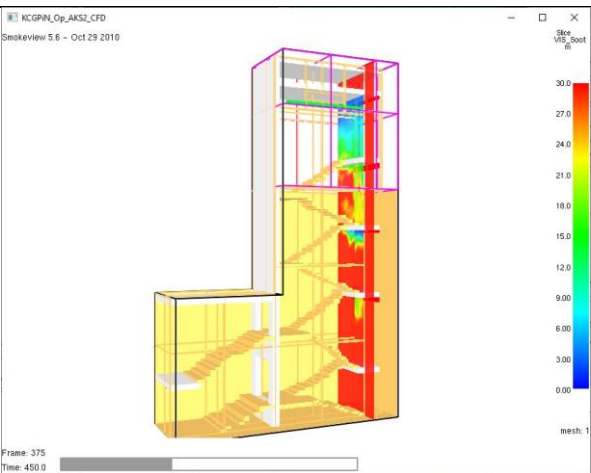
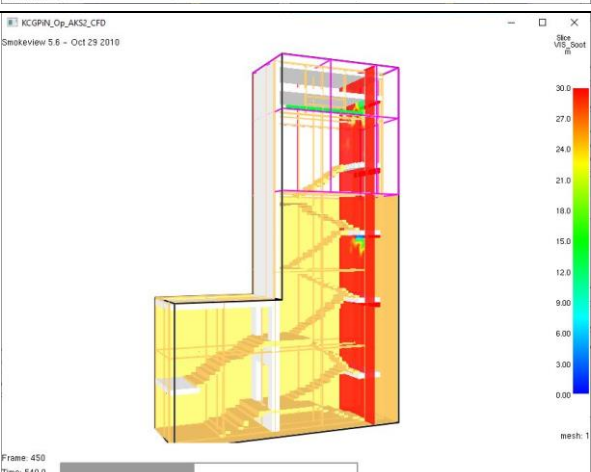
**Widzialność**

Widzialność w toku pożaru, w obrębie biegów schodów mieściła się w dolnej części skali barwnej, co oznacza widoczność od 0 do 3 metrów, czyli poniżej wartości minimalnych uznanych za „jeszcze bezpieczne” dla celów ewakuacji. Na poziomie parteru widoczność „była kontrolowana” przez system wentylacji i drogi ewakuacyjne były utrzymywane w stanie widoczności powyżej 10 m.


Po 190 sekundzie parametr osiągnie wartość minimalną, co pozwala przyjąć, że utrudnienia związane z ograniczeniem widoczności nie występują.

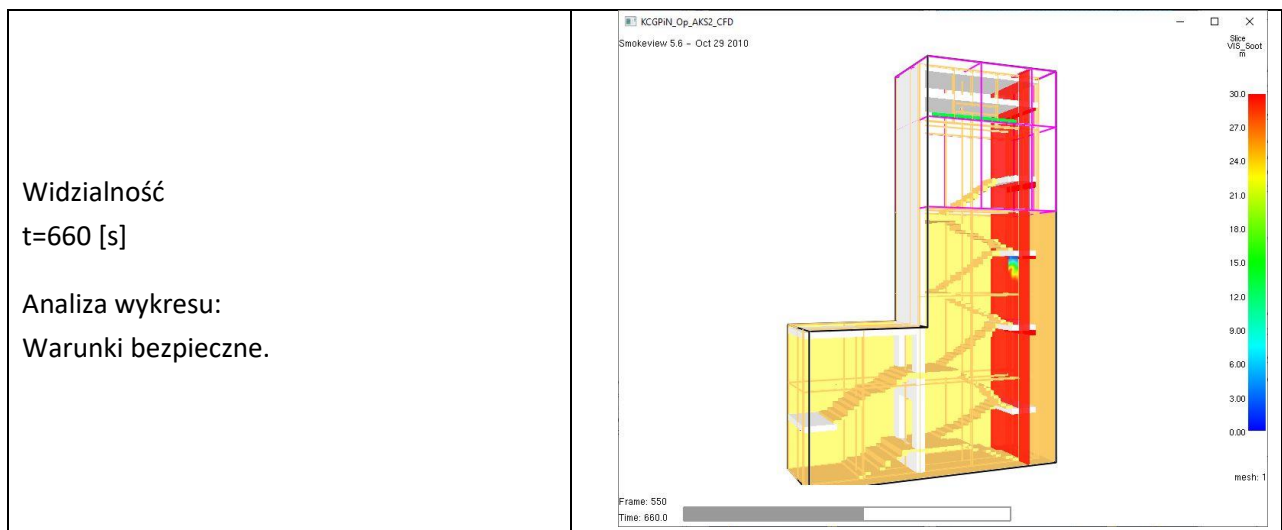
<p>Widzialność</p> <p>t=30 [s]</p> <p>Analiza wykresu:</p> <p>Warunki bezpieczne zmiana zasięgu widzialności w minimalnym zakresie.</p>	
<p>Widzialność</p> <p>t=60 [s]</p> <p>Analiza wykresu:</p> <p>W obrębie piętra nastąpiło częściowe wypełnienie zbiornika dymu.</p> <p>W obrębie biegu schodów następuje jego kumulacja.</p> <p>Widzialność lokalnie spada poniżej 10 [m].</p>	
<p>Widzialność</p> <p>t=90 [s]</p> <p>Analiza wykresu:</p> <p>Powyżej I piętra wypełnienie całej kubatury.</p>	

 <b>atomsystem</b> bezpieczeństwo pożarowe obiektów		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl		KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD					DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA	Listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA	23 z 26

<p>Widzialność</p> <p>t=360 [s]</p> <p>Analiza wykresu:</p> <p>W obrębie kondygnacji powyżej źródła ognia gęsty dym wypełnił całą kubaturę, dym pojawia się na kondygnacji poniżej.</p>	
<p>Widzialność</p> <p>t=450 [s]</p> <p>Analiza wykresu:</p> <p>W obrębie piętra dym jest skutecznie wypierany – poprawa warunków w 2/3 kubatury. Zadymienie wyłącznie w górnej części kubatury.</p>	
<p>Widzialność</p> <p>t=540 [s]</p> <p>Analiza wykresu:</p> <p>Minimalne zadymienie w kątach.</p>	



 <b>atomsystem</b> bezpieczeństwo pożarowe obiektów		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl		KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD					DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA	listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA	24 z 26



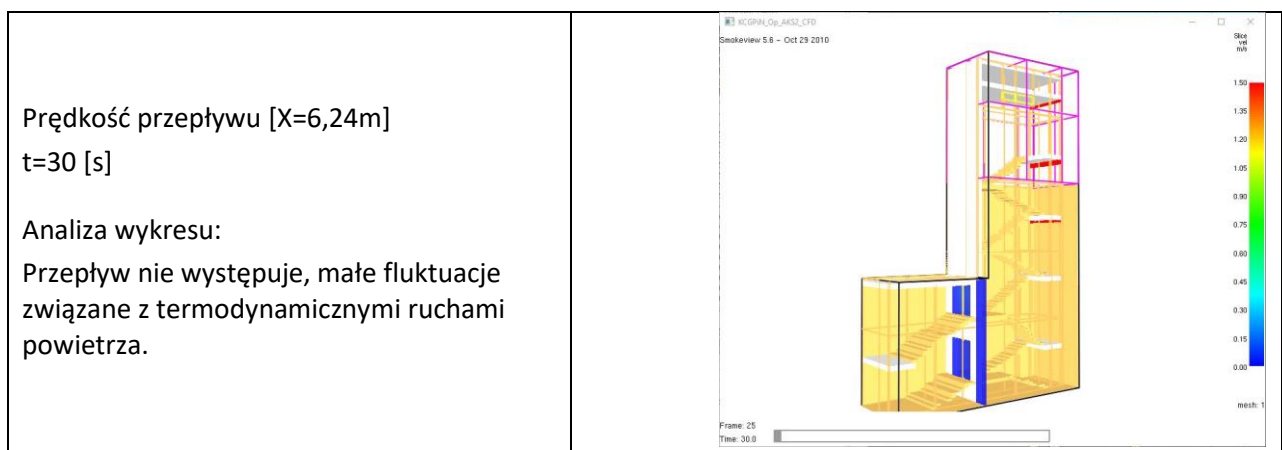
Rysunek 14 Wizualizacja SMV – widoczność


## WNIOSKI


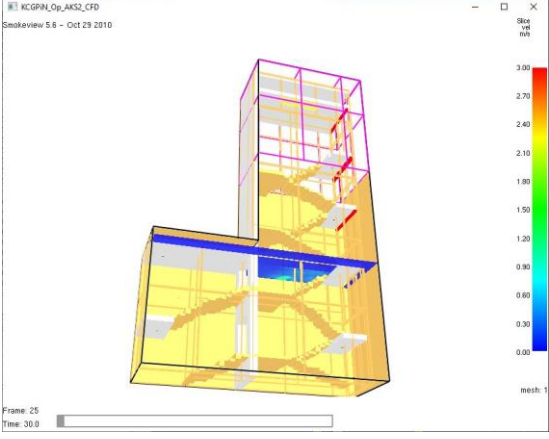

Występujące warunki widoczności umożliwiają prowadzenie ewakuacji. Po zadziałaniu instalacji warunki te są kontrolowane, a następnie doprowadzane do stanu normalnego.


## Prędkość przepływu

Widzialność w toku pożaru, w obrębie biegów schodów mieściła się w dolnej części skali barwnej, co oznacza widoczność od 0 do 3 metrów, czyli poniżej wartości minimalnych uznanych za „jeszcze bezpieczne” dla celów ewakuacji. Na poziomie parteru widoczność „była kontrolowana” przez system



 atomsystem bezpieczeństwo pożarowe obiektów		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl		KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD					DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	WYGASA	listopad 2024r.
OBIEKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA	25 z 26

<p>Prędkość przepływu [X=6,24m] t=380 [s]</p> <p>Analiza wykresu: Przepływ turbulentny, nie przekracza prędkości =3,0 [m/s] wg. skali barwnej.</p>	
<p>Prędkość przepływu [Z=7,50m] t=30 [s]</p> <p>Analiza wykresu: Przepływ nie występuje.</p>	
<p>Prędkość przepływu [Z=7,50m] t=380 [s]</p> <p>Analiza wykresu: Przepływ turbulentny, nie przekracza prędkości =3,0 [m/s] wg. skali barwnej.</p>	

 <b>atomsystem</b> <small>bezpieczeństwo pożarowe obiektów</small>		JEDNOSTKA PROJEKTOWANIA	ATOMSYSTEM S.C. 45-092 Opole, ul. Jana Kropidły tel. 774 513 440; www.atomsystem.pl	KIEROWNIK ZESPOŁU	ELŻBIETA SZCZEPAŃSKA	
TYTUŁ	RAPORT Z ANALIZY CFD				DATA	listopad 2023r.
INWESTOR	KCGPiN w OPOLU			STOSOWANIE	dobrowolne	listopad 2024r.
OBIKT	KLINICZNE CENTRUM GINEKOLOGII POŁOŻNICTWA I NEONATOLOGII W OPOLU, BUDYNEK „A”			EDYCJA	ATM-1/2023	STRONA 26 z 26

11. OCENA WYNIKÓW

Z wykorzystaniem opisanych wcześniej wyników estymacji, dokonuje się oceny weryfikowanego rozwiązania technicznego, zgodnie z poniższą tabelą:

LP.	CECHA	SKRÓCONE OMÓWIENIE	OCENA
1.	przemieszczanie dymu	po załączeniu urządzeń oddymiających nastąpiło natychmiastowe uwolnienie dymu z części podstropowej na zewnątrz; w otoczeniu wentylatora nastąpiło najpierw rozrzedzanie, a następnie wypieranie gazów pożarowych powietrzem kompensacyjnym i ich wyrzut przez urządzenie oddymiające; po fazie ewakuacji dymu następowało płukanie klatki schodowej skutkujące brakiem dymu. Pod biegiem schodów w przestrzeni między parterem a 1. piętrem wytworzyła się poduszka dymu której zanikanie jest procesem wolniejszym. Mimo zalegania warstwy dymu, warunki poniżej niej umożliwiają ewakuację. Jednocześnie należy zauważyć, że w warunkach rzeczywistych przemieszczanie się ludzi zintensyfikuje zjawiska wyporowe co podniesie sprawność płukania kubatury czystym powietrzem.	POZYTYWNA spełnione
2.	skuteczność	oddymienie klatki schodowej nastąpiło w tempie 60 sekund na kondygnację.	POZYTYWNA czas max. =60 s
3.	poziom zadymienia	wszystkie czujki dymu powróciły do stanu „normalnego”; parametr widoczności i wywodzone z niego warunki środowiskowe nie wpływają na pogorszenie warunków ewakuacji.	POZYTYWNA spełnione

Należy przyjąć, że analiza numeryczna pozwala uznać zaproponowane rozwiązania techniczne za skuteczne.

Opole, listopad 2023r.

Arkadiusz Biss