

ZAŁĄCZNIK NR 13*SCENARIUSZ POŻAROWY*

SCENARIUSZ POŻAROWY STEROWANIA TECHNICZYMİ URZĄDZENIAMI
ZABEZPIECZEŃ PRZECIWPOŻAROWYCH

dla „Przebudowa i aranżacja wnętrza Pałacu Krasińskich (Pałac Rzeczypospolitej)
przy Placu Krasińskich 3/5 w Warszawie.”

Opracował
Inż. Poż Roman Ropelewski

RZECZOZNAWCA DO SPRAW ZABEZPIECZEŃ
PRZECIWPOŻAROWYCH
inż. poż. Roman Ropelewski
nr upr. 311/94

Warszawa 02-2017

SPIS ZAWARTOŚCI

I. WSTĘP I PODSTAWA PRAWNA 4

1. Warunki ochrony ppoż.	4
1.1. Przepisy związane	4
1.2. Informacje ogólne	4
1.3. Opis budynku	4
1.4. Warunki budowlano-instalacyjne	5
1.5. Podstawowe dane liczbowe	5
1.6. Odległość od obiektów sąsiadujących	5
1.7. Parametry pożarowe substancji palnych	5
1.8. Gęstość obciążenia ogniowego	6
1.9. Ocena zagrożenia wybuchem	6
1.10. Kategoria zagrożenia ludzi	6
1.11. Klasa odporności pożarowej	6
1.12. Strefy pożarowe	6
1.13. Warunki ewakuacji, oświetlenie awaryjne	7
1.14. Zabezpieczenie przeciwpożarowe instalacji użytkowych	8
1.15. Dobór urządzeń przeciwpożarowych w obiekcie	8
1.16. Wentylacja i klimatyzacja	8
1.17. Instalacja wodno-kanalizacyjna	9
1.18. Instalacja elektryczna	9
1.19. Instalacja odgromowa	9
1.20. Instalacje przeciwpożarowe	9
1.21. Instalacja wodociągowa przeciwpożarowa z hydrantami wewnętrznymi HW25	9
1.22. Instalacja sygnalizacji pożaru SSP	9
1.23. Oświetlenie awaryjne	9
1.24. System sygnalizacji pożarowej	10
1.25. Przeciwpożarowy wyłącznik prądu elektrycznego	10
1.26. Instalacja oddymiająca wraz z napowietrzaniem	10
1.27. Zabezpieczenie przeciwpożarowe instalacji elektrycznej	10
1.28. Przejścia kabli przez ściany i stropy	10
1.29. Droga pożarowa	10
1.30. Zaopatrzenie wodne do zewnętrznego gaszenia pożaru	11
1.31. Wyposażenie w podręczny sprzęt gaśniczy	11
1.32. Certyfikaty – aprobaty techniczne	11
1.33. Inne	11

II. SCENARIUSZ DZIAŁAŃ RATOWNICZO-GAŚNICZYCH OPARTYCH O ZASADĘ „WYDZIELONEJ STREFY” 12**III. TECHNICZNE SYSTEMY I URZĄDZENIA OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ ZASTOSOWANE W BUDYNKU 12**

1. System sygnalizacji pożaru – ochrona całkowita	12
2. Wentylacja pożarowa klatek schodowych - grawitacyjna	12
3. System klap przeciwpożarowych odcinających w kanałach wentylacyjnych.	12
4. Wewnętrzna instalacja hydrantowa.	12
5. Oświetlenie awaryjne - ewakuacyjne.	12
6. Drzwi zapewniające dołot powietrza uzupełniającego do oddymiania.	12

IV. WYTYCZNE DO OPRACOWANIA ALGORYTMU tzw. MATRYCY STEROWANIA URZĄDZENIAMI ZABEZPIECZENIA PRZECIWPOŻAROWEGO BUDYNKU 12

1. Instalacja sygnalizacji pożaru	12
-----------------------------------	----

2.	Organizacja alarmowania dwustopniowa	13
3.	Konfiguracje sterowań	14
4.	Realizacja sterowań	14
4.1.	Strefa 1 - ZL	14
4.2.	Strefa 2 (PM)	15
5.	Alarm „bombowy”	15
6.	Ustalenia końcowe	15

I. WSTĘP I PODSTAWA PRAWNA

Niniejszy scenariusz stanowi uściślenie w zakresie współdziałania instalacji i urządzeń p.poż. w budynku.

Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002 r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. nr 75 poz. 690 z późniejszymi zmianami).

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 czerwca 2010 r. w sprawie ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (Dz. U. nr 109 poz. 719).

Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 16 lipca 2009 r. w sprawie uzgadniania obiektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. nr 119 poz. 1030). Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 24 lipca 2009 r. w sprawie przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę dróg pożarowych (Dz. U. nr 124 poz. 1137, ze zmianami Dz. U. nr 119 z 2009 roku, poz. 998)

1. Warunki ochrony ppoż.

1.1. Przepisy związane

1. Warunki techniczne, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (obecnie Dz.U. nr 75/2002 r.; poz. 690 ze zmianami Dz.Ust. 109/2004r);
2. Uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (obecnie Dz.U. nr. 121/2003 poz. 1137);
3. Ochrony przeciwpożarowej budynków, innych obiektów budowlanych i terenów (obecnie Dz.Ust. 80/2006 poz. 563);
4. Przeciwpożarowego zaopatrzenia w wodę oraz dróg pożarowych (obecnie Dz.Ust. nr. 121/2003 poz. 1139).

1.2. Informacje ogólne

Przedmiotowy budynek to istniejąca siedziba zbiorów specjalnych Biblioteki Narodowej – Pałac Krasińskich (Pałac Rzeczypospolitej). Budynek jest obiektem wolnostojącym, czterokondygnacyjnym w tym jedna kondygnacja podziemna, o kształcie zbliżonym do prostokąta. Działka nie jest ogrodzona. Pozostała część działki jest zagospodarowana elementami komunikacji pieszej oraz zielenią. Obiekt zlokalizowany jest przy Placu Krasińskich 3/5, 00-207 Warszawa, na działce o numerze ewidencyjnym 4 w obrębie 50207. Wejścia do budynku usytuowane są ze wszystkich stron budynku, przy czym nie wszystkie wejścia są użytkowane w ramach bieżącej eksploatacji, jest możliwość ich wykorzystania do ewakuacji.

Zgodnie z wymaganiami przepisów techniczno-budowlanych budynek zalicza się do grupy budynków średniowysokich (SW).

1.3. Opis budynku

Pałac wzniesiono w stylu barokowym w latach 1677-1695. Budowę rozpoczęto wiosną 1677 roku i do 1682 roku gotowy był w stanie surowym korpus główny. Dekorowanie wnętrza przerwała II wojna północna.

W 1765 roku pałac został zakupiony przez Rzeczpospolitą na siedzibę Komisji Skarbowej Koronnej i wtedy też ostatecznie zakończono dekorowanie wnętrza. W roku 1766 udostępniono publiczności Ogród Krasińskich. W 1783 roku, po pożarze, który strawił dużą część wnętrza, został przebudowany.

W 1944 roku podczas Powstania Warszawskiego, został spalony. Po wojnie odbudowany, mieści stare druki i zbiory graficzne.

1.4. Warunki budowlano-instalacyjne

Budynek wykonany w technologii tradycyjnej – murowanej. Konstrukcja nośna budynku jest murowana, w układzie ścian podłużnych, uzupełniona słupami. Stropy między piętrowe, w większości wykonano, jako krzyżowe. W części budynku występują też stropy żelbetowe. Pokrycie wszystkich połaci dachu stanowi blacha na konstrukcji drewnianej. Ściany osłowne – murowane z otworami zamkniętymi stolarką drewnianą i aluminiową. Ściany działowe – murowane z cegły. Posadzki w pomieszczeniach z wykładziny, lastryko oraz drewna, a w węzłach sanitarnych lastrykowe i ceramiczne.

Obiekt posiada następujące instalacje:

- woda zimna gospodarcza i ppoż. z sieci miejskiej
- woda ciepła
- kanalizacja sanitarna
- kanalizacja deszczowa
- centralne ogrzewanie z sieci miejskiej
- gaz ziemny
- wentylacja grawitacyjna
- instalacja oświetleniowa i gniazd wtykowych
- instalacja SSP

1.5. Podstawowe dane liczbowe

Powierzchnia zabudowy:	1 694,57 m ²
Powierzchnia użytkowa:	4 965,12 m ² (bez poddasza)
Powierzchnia całkowita:	6 115,04 m ²
Powierzchnia całkowita poddasza:	1 483,63 m ²
Kubatura całkowita:	32 936,99 m ³
Wysokość budynku do kalenicy:	20,0 m
Wysokość budynku do szczytu komina:	22,1 m
Liczba kondygnacji:	4 (1 podziemna i 3 nadziemne)

1.6. Odległość od obiektów sąsiadujących

Wymagane odległości od innych budynków wynoszą:

- od budynków ZL – 8m
- od budynków PM < 1000 MJ/m² – 8m
- od budynków PM < 1000 – 4000 MJ/m² – 15m
- od budynków PM ≥ 4000 MJ/m² – 20m

Obiekt jest wolnostojący, na tej samej działce nie występują inne obiekty budowlane. Odległości do budynków sąsiadujących, zlokalizowanych na sąsiednich działkach budowlanych spełniają wymagania określone w przepisach.

1.7. Parametry pożarowe substancji palnych

W budynku nie przewiduje się magazynowania i wykorzystywania substancji palnych w ilościach przekraczających bieżące zapotrzebowanie budynku. Zagrożenie pożarowe typowe jak dla pomieszczeń bibliotecznych i biurowych.

Stosowanie do wykończenia wnętrz materiałów łatwo palnych, których produkty rozkładu termicznego są bardzo toksyczne lub intensywnie dymiące jest zabronione. Na drogach komunikacji ogólnej, służącym celom ewakuacji, stosowanie materiałów i wyrobów budowlanych łatwo zapalnych jest zabronione. Wszystkie elementy budynku powinny spełniać

wymaganie rozprzestrzeniania ognia (NRO). Materiały użyte do wykończenia wnętrz w budynku powinny posiadać właściwe certyfikaty i dopuszczenia, określające reakcję na ogień wyrobów budowlanych.

1.8. Gęstość obciążenia ogniowego

W pomieszczeniach technicznych w budynkach gęstość obciążenia ogniowego nie przekracza 1000 MJ/ m².

W pomieszczeniach magazynowych biblioteki gęstość obciążenia ogniowego nie przekracza 2000 MJ/ m². Powyższą wartość przyjęto na podstawie PN-EN 1991-1-2, Tablica E.4.

1.9. Ocena zagrożenia wybuchem

W budynku nie występują strefy zagrożone wybuchem oraz pomieszczenia klasyfikowane, jako zagrożone wybuchem.

1.10. Kategoria zagrożenia ludzi

Budynek klasyfikuje się do kategorii zagrożenia ludzi ZL I.

1.11. Klasa odporności pożarowej

Klasa odporności pożarowej budynku to „B”.

Na podstawie, Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 12 kwietnia 2002r. w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z późniejszymi zmianami), wymagana klasa odporności pożarowej dla budynku to „B”. Klasa odporności ogniowej budynku wynosi:

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej elementów budynku					
	Główna konstrukcja nośna	Konstrukcja dachu	Strop	Ściana Zewnętrzna	Ściana Wewnętrzna	Przekrycie Dachy
„B”	R 120	R 30	REI 60	EI 60	EI 30	RE 30

Elementy budynku spełniają wymagania w zakresie odporności ogniowej.

Wymagana odporność ogniowa oddzieleni przeciwpożarowych:

Klasa odporności pożarowej budynku	Klasa odporności ogniowej			
	Elementów oddzielenia ppoż.		Drzwi ppoż. lub innych zamknięć ppoż.	Drzwi z przedsionka ppoż.
	Ścian i stropów z wyjątkiem stropów w ZL	Stropów w ZL		
„B”	REI 120	REI 60	EI 60	EI 30

1.12. Strefy pożarowe

Dopuszczalna powierzchnia strefy pożarowej w budynku średniowysokim zakwalifikowanym do kategorii zagrożenia ludzi ZL I nie może przekraczać 5000 m². Powierzchnia użytkowa budynku w strefie ZL I wynosi 3 807,45 m² i nie przekracza 5000m². Poddasze stanowi oddzielną strefę pożarową (PM) wydzieloną stropem o odporności REI 120 i drzwiami EI 60 oraz piwnica wydzielona na granicy stref ścianą REI 120 i drzwiami EI60.

Projektowane zabezpieczenia:

- Istniejące klatki są otwarte, niezamykane drzwiami i nie występują w nich instalacje zabezpieczające przed zadymianiem lub oddymiające.
- Projektuje się wydzielenie pożarowo klatek schodowych oraz wyposażenie ich w instalacje oddymiające przy wykorzystaniu istniejących okien o wymiarach 2x [0,85 m x 1,35 m] każda klatka.
- Projektuje się wydzielenie pożarowo wszelkich magazynów na poziomie -1 oraz poziomie +2
- Oddzielną strefę pożarową stanowi poddasze (PM) wydzielone stropem REI120 i piwnica
- Przejścia instalacji przez oddzielenia przeciwpożarowe będą wyposażone w przepusty ogniochronne o klasie odporności ogniowej (EI) wymaganej dla tych elementów
- Przejścia instalacji przez zewnętrzne ściany budynku, znajdujące się poniżej poziomu terenu, należy zabezpieczyć przed możliwością przenikania gazu do wnętrza budynku
- Przewody wentylacyjne i klimatyzacyjne prowadzone przez strefę pożarową, której nie obsługują, będą obudowane elementami o klasie odporności ogniowej (EI), wymaganej dla elementów oddzielenia przeciwpożarowego tych stref pożarowych, bądź też być wyposażone w przeciwpożarowe klapy odcinające
- Drzwi i inne zamknięcia otworów o wymaganej klasie odporności ogniowej lub dymoszczelności będą zaopatrzone w urządzenia, zapewniające samoczynne zamykanie otworu w razie pożaru. Należy też zapewnić możliwość ręcznego otwierania drzwi służących do ewakuacji

1.13. Warunki ewakuacji, oświetlenie awaryjne

- Długość przejścia ewakuacyjnego w budynku wynosi maksymalnie 47,89m (Sala Kariatyd) przy dopuszczalnej 40m – na podstawie Ekspertyzy technicznej dot. stanu ochrony przeciwpożarowej, czerwiec 2012, Warszawa, opracował dr inż. Mariusz Pecio
- Wymiary klatek schodowych w budynku spełniają wymagania określone w przepisach. Liczba stopni jest odpowiednia za wyjątkiem ostatniego biegu w klatkach schodowych w północnym i południowym skrzydle, gdzie liczba stopni wynosi 18 przy dopuszczalnej liczbie 17 – na podstawie Ekspertyzy technicznej dot. stanu ochrony przeciwpożarowej, czerwiec 2012, Warszawa, opracował dr inż. Mariusz Pecio
- Szerokość nowoprojektowanych drzwi wyjść ewakuacyjnych z pomieszczeń nie mniej niż 0,9 m w świetle
- Szerokość jednego skrzydła w przypadku istniejących drzwi dwuskrzydłowych w budynku w większości jest mniejsza niż wymagana 0,9 m i wynosi od 0,6 m do 0,86 m – na podstawie Ekspertyzy technicznej dot. stanu ochrony przeciwpożarowej, czerwiec 2012, Warszawa, opracował dr inż. Mariusz Pecio
- Należy zapewnić możliwość równoczesnego otwarcia obydwu skrzydeł drzwi dwuskrzydłowych, których szerokość skrzydła podstawowego nie spełnia wymagań przepisów.
- Drogi i wyjścia ewakuacyjne należy oznakować pożarniczymi tablicami informacyjnymi
- Długość najdłuższego dojścia ewakuacyjnego w budynku po zastosowaniu wszystkich projektowanych rozwiązań będzie wynosić 19,59m (dopuszczalna 10m) – na podstawie Ekspertyzy technicznej dot. stanu ochrony przeciwpożarowej, czerwiec 2012, Warszawa, opracował dr inż. Mariusz Pecio

- W budynku nie występuje awaryjne oświetlenie ewakuacyjne pokrywające wszystkie drogi ewakuacyjne. Projektuje się wyposażenie dróg ewakuacyjnych, na których nie występuje przekroczenie dopuszczalnej długości dojścia ewakuacyjnego w awaryjne oświetlenie ewakuacyjne o natężeniu 2 lx i czasie działania 2 godzin zgodnie z „Postanowienie nr WZ.5595.334.2013, Warszawa, dnia 17.01.2014r. wydany przez Mazowiecki Komendant Wojewódzkiej Państwowej Straży Pożarnej”
- Projektuje się wyposażenie klatek schodowych w południowym i północnym skrzydle w instalacje oddymiające przy wykorzystaniu istniejących okien o wymiarach 2x [0,85 m x 1,35 m] każda klatka
- Obudowa dróg ewakuacyjnych spełnia wymagania odporności ogniowej
- Długość najdłuższego dojścia ewakuacyjnego w budynku wynosi 90,91 m (dopuszczalna 10 m).
- Projektuje się wydzielenie klatek schodowych i wyposażenie ich w instalacje oddymiające przy wykorzystaniu istniejących okien – dopuszczalna długość dojścia zostanie zmniejszona do 19,59m – na podstawie Ekspertyzy technicznej dot. stanu ochrony przeciwpożarowej, czerwiec 2012, Warszawa, dr inż. Mariusz Pecio
- W budynku na drogach ewakuacyjnych występują palne elementy wyposażenia, które należy przenieść do pomieszczeń w celu spełnienia wymagań przeciwpożarowych. Dodatkowo w budynku na poziomie parteru, w południowym skrzydle budynku, występują lokalne zwężenia korytarzy ewakuacyjnych < 1,40 m przez zabudowę korytarza przez recepcję i szatnię. Należy definitywnie usunąć wszystkie elementy zawężające korytarze / drogi ewakuacyjne.

1.14. Zabezpieczenie przeciwpożarowe instalacji użytkowych

W obiekcie występują braki w zabezpieczeniu przejść instalacyjnych w elementach, gdzie jest to wymagane. Budynek należy wyposażyć w przeciwpożarowy wyłącznik prądu. Przepusty instalacyjne przechodzące przez elementy oddzielenia przeciwpożarowego powinny zostać zabezpieczone do uzyskania klasy odporności ogniowej oddzielenia, za wyjątkiem przepustów prowadzących do pomieszczeń higieniczno– sanitarnych. Przepusty w elementach budynku, niebędących elementami oddzielenia pożarowego, dla których wymagana jest klasa odporności ogniowej REI 60 o średnicy > 4 cm powinny zostać zabezpieczone do uzyskania klasy odporności ogniowej elementu. Obiekt zostanie wyposażony w przeciwpożarowy wyłącznik prądu.

1.15. Dobór urządzeń przeciwpożarowych w obiekcie

W obiekcie projektuje się:

- instalacje służące do usuwania dymu lub zabezpieczające przed zadymianiem w klatkach schodowych w północnym i południowym skrzydle
- instalację hydrantów wewnętrznych z wężem półsztywnym HW25
- instalację sygnalizacji pożaru SSP (z uwagi na wyst. narodowego zasobu bibliotecznego)
- oświetlenie awaryjne na drogach ewakuacyjnych o natężeniu 2 lx i czasie działania 2 godz.

1.16. Wentylacja i klimatyzacja

Przewody wentylacyjne i klimatyzacyjne zostaną wykonane z zachowaniem następujących warunków:

- Drzwiczki rewizyjne stosowane w kanałach i przewodach będą wykonane z materiałów niepalnych,
- Przewody przechodzące między strefami pożarowymi i przegrody budowlane pomieszczeń wydzielonych pożarowo zostaną wyposażone w przeciwpożarowe klapy odcinające sterowane systemem SSP
- Odporność ogniowa przeciwpożarowych klap odcinających będzie wynosić EI 120/ EI 60.

- Przewody wentylacyjne nieobsługujące danej strefy w wykonaniu EIS o odporności ogniowej dla przegród pożarowych

1.17. Instalacja wodno-kanalizacyjna

Przewody przechodzące przez granice stref pożarowych i przegrody budowlane posiadające klasę odporności ogniowej EI 120/60 lub REI 120/ 60 zostaną wyposażone w przepusty ogniochronne zabezpieczające przed możliwością przeniesienia pożaru.

1.18. Instalacja elektryczna

Instalacja i urządzenia elektryczne będą zapewniać: ciągłą dostawę energii elektrycznej o odpowiednich parametrach technicznych, stosownie do potrzeb użytkowych, bezpieczeństwo użytkowania, a przede wszystkim ochronę przed porażeniem prądem elektrycznym, przepięciami łączeniowymi i atmosferycznymi, powstaniem pożaru, wybuchem i innymi szkodami, ochronę środowiska przed skażeniem i emitowaniem niedopuszczalnego poziomu drgań, hałasu oraz oddziaływaniem pola elektromagnetycznego, spełnienie wymagań przepisów dotyczących projektowania i budowy instalacji urządzeń elektrycznych oraz Polskich Norm.

Główne, pionowe ciągi instalacji elektrycznej będą prowadzone poza pomieszczeniami użytkowymi. Instalacje elektryczne zasilające urządzenia bezpieczeństwa pożarowego wykonane z kabli pożarowych.

1.19. Instalacja odgromowa

Budynek zostanie objęty ochroną odgromowa zgodnie z Polskimi Normami.

1.20. Instalacje przeciwpożarowe

1.21. Instalacja wodociągowa przeciwpożarowa z hydrantami wewnętrznymi HW25

Zgodnie z Postanowienie nr WZ.5560/188/12, Warszawa, dnia 12.10.2012r. wydany przez Mazowiecki Komendant Wojewódzki Państwowej Straży Pożarnej projektuje się pozostawienie w budynku instalacji wodociągowej przeciwpożarowej z hydrantami HW25 i węzłem płasko składanym, dostosowanej do wymagań przepisów, obejmującą swoim zasięgiem całą powierzchnię budynku oraz projektuje się zastosowanie dodatkowej ilości gaśnic w budynku tj. po jednej dodatkowej gaśnicy wodno-pianowej GWG-6 przy każdej szafce hydrantowej. Usytuowanie hydrantów w szczególności przy wejściach do budynku i przy drogach komunikacji ogólnej.

Hydraty HW25 z pełnym wyposażeniem, długość węża 20m w szafkach zamykanych na klucz. Efektywny zasięg rzutu prądów gaśniczych – prąd zwarty o długości 10m.

Każda szafka hydrantowa będzie oznakowana zgodnie z PN i oznaczona numerem.

Szczegółowy opis zawarty w opracowaniu branżowym.

1.22. Instalacja sygnalizacji pożaru SSP

- Wskaże miejsce powstania pożaru;
- Będzie sterował urządzeniami wykonawczymi, syreny alarmowe, włączenie wentylatorów wentylacji bytowej;
- Przekaze sygnał do stacji monitoringu pożarowego.

1.23. Oświetlenie awaryjne

Zgodnie z Postanowienie nr WZ.5595/229/12, Warszawa, dnia 12.10.2012r. wydany przez Mazowiecki Komendant Wojewódzki Państwowej Straży Pożarnej projektuje się wyposażenie dróg ewakuacyjnych, na których występuje przekroczenie dopuszczalnej długości dojścia ewakuacyjnego, awaryjne oświetlenie ewakuacyjne o natężeniu 2 lx i czasie

działania 2 godz.

1.24. System sygnalizacji pożarowej

Zgodnie z Postanowienie nr WZ.5595/229/12, Warszawa, dnia 12.10.2012r. wydany przez Mazowiecki Komendant Wojewódzki Państwowej Straży Pożarnej projektuje się rozszerzenie systemu sygnalizacji pożarowej o sygnalizatory optyczno-akustyczne zlokalizowane na drogach ewakuacyjnych oraz w pomieszczeniach, w których występuje przekroczenie dopuszczalnej długości dojścia ewakuacyjnego.

1.25. Przeciwpowarowy wyłącznik prądu elektrycznego

W obiekcie projektuje się przeciwpowarowy wyłącznik prądu, który będzie odłączał wszystkie obwody elektryczne oprócz obwodów zasilających instalacje i urządzenia, które powinny działać w czasie pożaru np. oświetlenia awaryjne. Sterowanie przeciwpowarowym wyłącznikiem prądu będzie zlokalizowane przy głównym wejściu do budynku. Przeciwpowarowy wyłącznik prądu zostanie odpowiednio oznakowany.

1.26. Instalacja oddymiająca wraz z napowietrzaniem

Zgodnie z Postanowienie nr WZ.5595.334.2013, Warszawa, dnia 17.01.2014r. wydany przez Mazowiecki Komendant Wojewódzki Państwowej Straży Pożarnej projektuje się zamknięcie klatek schodowych (w południowym i północnym skrzydle) nowo projektowanymi drzwiami przeciwpowarowymi o klasie odporności ogniowej EI30 oraz istniejącymi drzwiami wyposażonymi w uszczelki zapewniające dymoszczelność i samozamykacze – zgodnie z częścią graficzną stanowiącą załącznik do Ekspertyza techniczna dot. stanu ochrony przeciwpowarowej, lipiec 2013, Warszawa, opracował dr inż. Mariusz Pecio.

Ponadto zgodnie z ww. ekspertyzami projektuje się wyposażenie klatek schodowych w instalacje oddymiające przy wykorzystaniu istniejących okien o wymiarach 2x [0,85 m x 1,35 m] każda klatka.

Projektuje się grawitacyjny system oddymiania. W przypadku zadymienia klatek następuje samoczynne otwarcie okien oddymiających z równoczesnym automatycznym otwarciem drzwi i okien napowietrzających na parterze. Zadziałanie systemu zostanie przekazane do CSP (centrum sygnalizacji pożarowej). Klatki schodowe wyposażone w ręczne przyciski uruchamiające oddymianie i czujniki dymowe. Każda klatka schodowa stanowi autonomiczny system oddymiający.

W każdej klatce wydzielonej powarowo zaprojektowane są dwa okna z siłownikami. Drzwi zlokalizowane na parterze pełnią funkcję napowietrzania.

Szczegółową analizę oddymiania przedstawia załączony raport z symulacji CFD działania systemu oddymiającego.

1.27. Zabezpieczenie przeciwpowarowe instalacji elektrycznej

Piony kablowe będą podzielone w poziomie każdego stropu szczelnymi grodziami przeciwpowarowymi o klasie EI 60/EI 30 w celu uniknięcia efektu kominowego i ograniczenia skutków powaru.

1.28. Przejścia kabli przez ściany i stropy

Przejście kabli przez ściany i stropy stanowiące oddzielenia przeciwpowarowe EI 60 /120 lub REI 60 będą wykonane w przepustach o odporności ogniowej EI 60/120.

1.29. Droga pożarowa

Projekt nie obejmuje dróg zewnętrznych. Droga pożarowa zgodnie z ww. ekspertyzą techniczną dot. stanu ochrony przeciwpożarowej oraz z ww. postanowieniem Mazowieckiego Komendanta Wojewódzkiego Państwowej Straży Pożarnej.

1.30. Zaopatrzenie wodne do zewnętrznego gaszenia pożaru

Zaopatrzenie wodne dla budynku do zewnętrznego gaszenia pożaru, w wymaganej ilości 20 dm³/s realizowane jest przez hydranty zewnętrzne zlokalizowane w sąsiedztwie budynku (5-75 m) przy układzie komunikacyjnym (Plac Krasińskich) oraz na terenie obiektu.

Zaopatrzenie w wodę do zewnętrznego gaszenia pożarów jest realizowane z hydrantów zewnętrznych zlokalizowanych w sąsiedztwie obiektu i spełnia wymagania obowiązujących przepisów.

1.31. Wyposażenie w podręczny sprzęt gaśniczy

W przedmiotowym obiekcie należy stosować gaśnice do gaszenia pożarów z grup ABC. Według obowiązujących przepisów w strefach pożarowych ZL jedna jednostka masy (2kg lub 3dm³) powinna przypadać na każde 100m². Powierzchni.

Budynek spełnia wymagania w zakresie podręcznego sprzętu gaśniczego.

1.32. Certyfikaty – aprobaty techniczne

Urządzenia ochrony przeciwpożarowej i materiały związane z ochroną pożarową, zastosowane w budynku muszą posiadać aktualne certyfikaty i aprobaty techniczne.

Obligatoryjny obowiązek posiadania aprobat technicznych na wyroby budowlane, wynika z rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych z dnia 22.04.1998 r. – Dz. U. Nr 55 poz. 362, w którym wyszczególniono urządzenia i elementy związane z bezpieczeństwem pożarowym oraz jednostki naukowe uprawnione do udzielania certyfikatów i aprobat technicznych. Ośrodkami aprobującymi i certyfikującymi są: Instytut Techniki Budowlanej w Warszawie oraz Centrum Naukowo Badawcze Ochrony Przeciwpowozarowej w Józefowie k/Otwocka.

1.33. Inne

Projekty branżowe instalacji i urządzeń ochrony przeciwpożarowej (instalacja wodociągowa przeciwpożarowa, oświetlenie awaryjne, itp. należy uzgodnić z rzeczoznawcą ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych.

Ponadto przed przystąpieniem do użytkowania należy wyposażyć budynek w gaśnice i oznakować pożarniczymi znakami informacyjnymi zgodnie z PN.

II. SCENARIUSZ DZIAŁAŃ RATOWNICZO-GAŚNICZYCH OPARTYCH O ZASADĘ „WYDZIELONEJ STREFY”

Pierwsze działanie w ramach scenariusza pożarowego, w przypadku podjęcia decyzji przez służby ochrony budynku o konieczności interwencji straży pożarnej, zaraz po jej zaalarmowaniu, to ewakuacja zagrożonych użytkowników odbywająca się ze strefy objętej pożarem, poziomymi i pionowymi drogami ewakuacyjnymi. Ze względu na charakter obiektu oraz fakt, że zagrożeniem pożarowym przynajmniej w pierwszym etapie objęta jest nie więcej niż jedna strefa pożarowa, scenariusz pożarowy w budynku oparty jest o zasadę wydzielonej strefy pożarowej.

Podstawowym założeniem przy opracowaniu scenariusza pożarowego jest stworzenie technicznych warunków wyodrębnienia i odizolowania strefy objętej pożarem od pozostałej części budynku oraz ochrona przed zadymieniem w obrębie danego sektora oddymiania i na drogach ewakuacyjnych klatki schodowe.

Scenariusz rozwoju zdarzeń w czasie pożaru zakłada dwustopniową organizację alarmowania i uwzględnia:

- wykrycie pożaru,
- wydzielenie strefy objętej pożarem,
- zaalarmowanie obsługi (ochrony),
- natychmiastową weryfikację zasygnalizowanego zagrożenia przez służby ochrony obiektu i zaalarmowanie straży pożarnej po potwierdzeniu wystąpienia tego zagrożenia,
- przygotowanie ewakuacji ludzi ze strefy objętej pożarem
- równoległe rozpoczęcie akcji gaśniczej przez personel ochrony i obsługi obiektu,
- zabezpieczenie mienia.

III. TECHNICZNE SYSTEMY I URZĄDZENIA OCHRONY PRZECIWPOŻAROWEJ ZA-STOSOWANE W BUDYNKU

1. System sygnalizacji pożaru – ochrona całkowita
2. Wentylacja pożarowa klatek schodowych - grawitacyjna
3. System klap przeciwpożarowych odcinających w kanałach wentylacyjnych.
4. Wewnętrzna instalacja hydrantowa.
5. Oświetlenie awaryjne - ewakuacyjne.
6. Drzwi zapewniające dołot powietrza uzupełniającego do oddymiania.

IV. WYTYCZNE DO OPRACOWANIA ALGORYTMU tzw. MATRYCY STEROWANIA URZĄDZENIAMI ZABEZPIECZENIA PRZECIWPOŻAROWEGO BUDYNKU

1. Instalacja sygnalizacji pożaru

Zakresem sterowania z instalacji sygnalizacji pożarowej będą objęte następujące urządzenia zabezpieczenia przeciwpożarowego budynku:

W zakresie wentylacji pożarowej:

- Okna oddymiające i drzwi napowietrzające w klatce A i B
- Napowietrzanie grawitacyjne w klatce A i B
- Sterowanie klapami w kanałach wentylacyjnych na granicy stref

Dźwigi:

- Sterowanie pracą dźwigu

Kontrola i sterowanie wentylacją użytkową i klimatyzacją
 Ponadto instalacja sygnalizacji pożaru winna umożliwić:

- Transmisję sygnału alarmowego "POŻAR" do Komendy Miejskiej PSP,
- Monitorowanie pozycji "oczekiwania" i pozycji bezpieczeństwa klap przeciwpożarowych odcinających i klap dymowych,
- Monitorowanie dźwigów i sprowadzenie na poziom dedykowany
- Wizualizację rozwoju pożaru w strefie i stanu pracy poszczególnych urządzeń,
- Sterowanie i testowanie pracy urządzeń przeciwpożarowych,
- Dokumentowanie i archiwizowanie testów i zdarzeń pożarowych.

Algorytm powyższego sterowania należy przedstawić w formie matrycy (tabeli). Tabela ta powinna uwzględniać stan pracy poszczególnych urządzeń podczas alarmu I oraz II stopnia. W poziomych rubrykach z lewej strony wpisać numer pętli sygnalizacji pożaru wraz z numerem detektorów (ustalić strefy sterowań wg pkt. 5 niniejszego opracowania). W pionowych rubrykach wpisać urządzenia zabezpieczenia przeciwpożarowego w stanie, w jakim muszą się znajdować, aby zapewnić pełną realizację przyjętego scenariusza. Opracowanie szczegółowej matrycy wykonane zostanie przez projektanta instalacji sygnalizacji pożaru przy współudziale projektantów pozostałych branż jak elektrycznej, wentylacji po uwzględnieniu wymagań szczegółowego scenariusza pożarowego oraz projektów branżowych poszczególnych instalacji.

2. Organizacja alarmowania dwustopniowa

Dla stworzenia warunków umożliwiających eliminację fałszywych alarmów oraz konieczność przyłączenia systemu wykrywania pożaru do Państwowej Straży Pożarnej (PSP) w Warszawie, należy zastosować system umożliwiający alarmowanie dwustopniowe zwykłe. Alarm I stopnia – alarm wewnętrzny w centrali sygnalizacji pożaru znajdującej się w pomieszczeniu monitoringu-ochrony – powodujący konieczność sprawdzenia zaistniałego zdarzenia przez służby obiektu.

Alarm II stopnia – potwierdzenie zaistnienia pożaru w obiekcie (ewentualnie bardzo duże prawdopodobieństwo jego powstania).

Zadziałanie czujki automatycznej w obiekcie spowoduje:

- Załączenie sygnalizacji akustycznej (syren alarmowych) w danej strefie, oraz syreny zewnętrznej
- Sygnalizację optyczną, akustyczną w centrali sygnalizacji pożarowej zlokalizowanej w pomieszczeniu ochrony-monitoringu.
- Na wyświetlaczu w centrali zostanie wyświetlona informacja o numerze strefy, numerze linii dozorowej (pętli), numerze czujki, nazwie oraz numerze zagrożonego pomieszczenia (strefy), co umożliwi dokładne zidentyfikowanie miejsca powstania pożaru.
- Sygnalizacja trwa przez okres 30 sekund, przeznaczony na zgłoszenie się operatora centrali i potwierdzenie (przyciskiem POTWIERDZENIE) alarmu I stopnia (alarm wewnętrzny w pomieszczeniu centrali).
- Nie zgłoszenie się obsługi centrali w tym czasie spowoduje włączenie się alarmu II stopnia. Alarm II stopnia to alarm zewnętrzny, polega na przekazaniu informacji o pożarze poprzez stacje monitoringu do PSP, uruchomieniu systemów przeciwpożarowych.
- Zgłoszenie się personelu przedłuża czas trwania alarmu I stopnia o np. 5 minut, mierzony od chwili potwierdzenia alarmu I stopnia. Czas ten jest przeznaczony na dokonanie rozpoznania zaistniałego zagrożenia pożarowego.
- Jeżeli operator nie przeprowadził kasowania przez wciśnięcie przycisku KASOWANIE, po tym okresie czasu nastąpi włączenie alarmu II stopnia.
- W przypadku potwierdzenia pożaru należy uruchomić ręczny ostrzegacz pożarowy, co spowoduje natychmiastowy alarm II stopnia.

- Jak wynika z powyższego, organizacja alarmowania dwustopniowa skutecznie eliminuje fałszywe alarmy, a jednocześnie umożliwia przyspieszenie wygenerowania alarmu II stopnia.

Uwaga: Rozpoczęcie realizacji sterowań - wg poniższych konfiguracji, po zadziałaniu pierwszej czujki pożarowej w odpowiedniej strefie pożarowej i oddymianych klatkach schodowych

3. Konfiguracje sterowań

Przyjęty scenariusz rozwoju zdarzeń w czasie pożaru, w sposób zasadniczy wpływa na dobór:

- urządzeń sterujących,
- urządzeń uruchamiających zabezpieczenia przeciwpożarowe,
- zasilania poszczególnych elementów systemu,
- okablowania.

4. Realizacja sterowań

Scenariusz zakłada jednorazową reakcję systemów wykrywania pożaru oraz zabezpieczeń obiektu, przy założeniu wystąpienia pożaru jedynie w jednej strefie pożarowej. W takim przypadku w wyniku wykrycia pożaru przez system sygnalizacji pożarowej są realizowane poniższe sterowania.

Alarm I stopnia:

- jest wywoływany przez uaktywnienie czujki pożarowej.

Alarm II stopnia:

- załączenie ręcznego ostrzegacza pożarowego - ROP-a (UWAGA: ROP w dowolnej strefie pożarowej nie powoduje załączania sterowania, natomiast jest sygnałem do sprawdzenia przez służbę ochrony obiektu.

Zadziałanie stałej instalacji gaśniczej mgłowej powoduje alarm II stopnia w centrali sygnalizacji pożaru.

4.1. Strefa 1 - ZL

Alarm I stopnia:

- Załączenie sygnalizacji akustycznej w tej strefie.
- Załączenie sygnalizacji akustycznej zewnętrznej.
- Transmisja sygnału alarmowego do CSP.
- Emisja sygnału akustyczno-optycznego w pomieszczeniu CSP.
- Lokalizacja źródła alarmu jest wyświetlana na wyświetlaczach CSP.
- Lokalizacja źródła alarmu jest drukowana na drukarce podłączonej do CSP.

Alarm II stopnia:

- Bezzwłoczna transmisja sygnału "POŻAR" do PSP.
- Powiadomienie telefoniczne osób funkcyjnych wg ustaleń.
- Lokalizacja źródła alarmu jest wyświetlana na wyświetlaczach CSP.
- Wysyłanie sygnału sterującego w celu wyłączenia wentylacji bytowej
- Zamknięcie przeciwpożarowych klap odcinających na granicach strefy, między PM a ZL i w pomieszczeniach wydzielonych pożarowo tj. magazyny, pom. techniczne
- Wyłączenie wszystkich wentylatorów bytowych. (Wentylatory bytowe po wyłączeniu nie będą załączane centralnie. Po wyłączeniu alarmu II stopnia każdy wentylator należy włączyć oddzielnie)
- Zdjęcie blokad z drzwi z trzymaczami powodujące ich zamknięcie (dostępne otwieranie ręczne)

- Decyzja o wyłączeniu napięcia – świadome działanie dyżurnego ochrony w porozumieniu Szefem Ochrony lub Kierownikiem Technicznym (za pomocą przeciwpożarowego wyłącznika prądu). Po zadziałaniu PWP nastąpi automatyczne załączenie oświetlenia ewakuacyjnego.
- Sprowadzenie dźwigu na poziom „0” i otwarcie drzwi
- Uruchomienie klap oddymiania grawitacyjnego w klatkach schodowych A i B

4.2. Strefa 2 (PM)

Alarm I stopnia:

- Załączenie sygnalizacji akustycznej w tej strefie.
- Załączenie sygnalizacji akustycznej zewnętrznej.
- Transmisja sygnału alarmowego do CSP.
- Emisja sygnału akustyczno-optycznego w pomieszczeniu CSP.
- Lokalizacja źródła alarmu jest wyświetlana na wyświetlaczach CSP.
- Lokalizacja źródła alarmu jest drukowana na drukarce podłączonej do CSP.

Alarm II stopnia:

- Bezzwłoczna transmisja sygnału "POŻAR" do PSP.
- Powiadomienie telefoniczne osób funkcyjnych wg ustaleń.
- Lokalizacja źródła alarmu jest wyświetlana na wyświetlaczach CSP.
- Wysłanie sygnału sterującego w celu wyłączenia wentylacji bytowej
- Zamknięcie przeciwpożarowych klap odcinających na granicach stref, między PM a ZL i w pomieszczeniach wydzielonych pożarowo tj. magazyny, pom. techniczne
- Wyłączenie wszystkich wentylatorów bytowych. (Wentylatory bytowe po wyłączeniu nie będą załączane centralnie. Po wyłączeniu alarmu II stopnia każdy wentylator należy włączyć oddzielnie)
- Decyzja o wyłączeniu napięcia – świadome działanie dyżurnego ochrony w porozumieniu Szefem Ochrony lub Kierownikiem Technicznym (za pomocą przeciwpożarowego wyłącznika prądu). Po zadziałaniu PWP nastąpi automatyczne załączenie oświetlenia ewakuacyjnego.
- Uruchomienie klap oddymiania grawitacyjnego w klatkach schodowych A i B

5. Alarm „bombowy”

- W przypadku informacji o podłożeniu ładunku wybuchowego w obiekcie i konieczności ewakuacji całego obiektu będą nadawane komunikaty przez ochronę obiektu. Ostateczny tekst komunikatu do uzgodnienia z użytkownikiem obiektu.
- Otwarcie wszystkich drzwi ewakuacyjnych z obiektu.
- Ewakuacja świadomie może zostać odwołana przez Szefa ochrony, kierownika akcji.
- Sprowadzenie dźwigów na poziom ewakuacyjny.

System pożarowy nie jest wykorzystywany do innych zadań.

6. Ustalenia końcowe

Uwagi:

1. Rozpoczęcie realizacji sterowań po zadziałaniu pierwszej czujki pożarowej w odpowiedniej strefie pożarowej Alarm II stopnia.
2. Sterowanie klapami przeciwpożarowymi należy realizować przez system posiadający certyfikat CNBOP.
3. Strefy wentylacyjne, nr-y wentylatorów i central wentylacyjnych – zgodne z projektem wentylacji.

- Na etapie projektów wykonawczych poszczególnych instalacji – w szczególności instalacji systemu sygnalizacji pożaru należy opracować szczegółowe wytyczne dla tych projektów zgodne z procedurami niniejszego „scenariusza pożarowego”, zawierające:
- organizację alarmowania pożarowego,
- zasady współdziałania urządzeń przeciwpożarowych,
- procedury działania poszczególnych urządzeń w przypadku powstania pożaru w danej strefie pożarowej,
- szczegółowe wytyczne do opracowania tzw. matrycy sterowania urządzeniami zabezpieczenia przeciwpożarowego budynku.

Powyższe elementy każdorazowo uzgadniać z rzeczoznawcą ds. ochrony przeciwpożarowej. Wszystkie urządzenia, których działanie jest niezbędne podczas pożaru należy podłączyć przed przeciwpożarowym wyłącznikiem prądu.

Wyłączenie napięcia w którejkolwiek z w/w stref nie pozbawia zasilania żadnego z urządzeń przeciwpożarowych.

- Niezależnie od opracowanego scenariusza należy ustalić sposób monitorowania poprzez system SSP w nw. urządzeniach:
 - wentylatorów oddymiających i nadmuchowych,
 - stanu klap przeciwpożarowych,
 - drzwi zapewniających dołot powietrza do oddymiania,
 - drzwi objętych kontrolą dostępu,
 - klap dymowych.
- Podział na strefy pożarowe zgodny z wcześniejszymi ustaleniami.

Opracował
Inż. Poż Roman Ropelewski

RZECZOZNAWCA DO SPRAW ZABEZPIECZEŃ
PRZECIWOŻAROWYCH
inż. poż. Roman Ropelewski
nr upr. 311/94

ZAŁĄCZNIK NR 14

*RAPORT SYMULACJI CFD DZIAŁANIA GRAWITACYJNEGO SYSTEMU DO USUWANIA DYMU Z
KLATEK SCHODOWYCH W OBIEKCIE ŚREDNIOWYSOKIM (ZABYTKOWYM)*

Nazwa opracowania:	Raport z symulacji CFD działania grawitacyjnego systemu do usuwania dymu z klatek schodowych w obiekcie średniowysokim (zabytkowym)
Inwestycja:	PRZEBUDOWA I ARANŻACJA WNĘTRZ PAŁACU KRASIŃSKICH (PAŁAC RZECZYPOSPOLITEJ) PRZY PLACU KRASIŃSKICH 3/5 W WARSZAWIE
Adres:	Plac Krasińskich 3/5 00-207 Warszawa działka ewidencyjna 4 w obrębie 50207
Inwestor:	Biblioteka Narodowa w Warszawie ul. Aleja Niepodległości 213 02-086 Warszawa

Wyniki analizy skuteczności działania grawitacyjnego systemu do usuwania dymu z klatek schodowych w obiekcie Biblioteki Narodowej w Warszawie przy Placu Krasińskich 3/5

Branża:	Sanitarna / Ochrona przeciwpożarowa
----------------	--

Opracował:	Podpis:
mgr inż. Marcin Trociński	mgr inż. pożarnictwa <i>Trociński</i> Marcin Trociński
Sprawdził:	
mgr inż. Andrzej Krauze	mgr inż. pożarnictwa <i>Andrzej Krauze</i> Andrzej Krauze

Warszawa, kwiecień 2017 r.

SPIS TREŚCI

1. Dane ogólne	4
1.1. Przedmiot opracowania	4
1.2. Podstawa opracowania.....	4
1.3. Zawartość opracowania	4
2. Koncepcja oddymiania obiektu.....	5
2.1. Ustalenia podstawowe	5
2.2. Założenia do koncepcji zabezpieczenia przed zadymieniem	5
4. Przewidywany czas ewakuacji użytkowników obiektu	8
3. Symulacje CFD	10
3.1. Charakterystyka użytego programu CFD	10
3.1.1. Nazwa programu, wersja, producent	10
3.1.2. Rodzaj i gęstość siatki obliczeniowej.....	10
3.1.3. Model turbulencji	10
3.1.4. Model spalania	11
3.1.5. Model promieniowania.....	11
3.2. Niepewności obliczeniowe i zastosowane współczynniki bezpieczeństwa	11
3.3. Warunki początkowe i brzegowe.....	12
3.3.1. Początkowa temperatura wewnętrzna i zewnętrzna.....	12
3.3.2. Materiały elementów budowlanych	12
3.3.3. Materiał palny.....	12
3.3.4. Zastosowane schematy i ustawienia numeryczne	13
3.3.5. Czas symulacji.....	13
3.4. Analizowane parametry pożaru	13
3.5. Analizowane scenariusze pożarowe	14
4. Wyniki symulacji CFD	15
4.1. Sprawdzenie warunków ewakuacji.....	15
4.1.1. Krzywe mocy pożaru.....	15
4.1.2. Zasięg widzialności w przekroju pionowym poprowadzonym przez klatkę Południową A – Scenariusz nr 1 (według PN)	16
4.1.3. Zasięg widzialności w przekroju pionowym poprowadzonym przez klatkę południową A – Scenariusz nr 2 (stan faktyczny)	19
4.1.4. Zasięg widzialności w przekroju pionowym poprowadzonym przez klatkę północną B – Scenariusz nr 3 (według PN)	22

4.1.5. Zasięg widzialności w przekroju pionowym poprowadzonym przez klatkę schodową północną B – Scenariusz nr 4 (stan faktyczny).....	25
4.1.6. Temperatura w przekroju pionowym poprowadzonym przez klatkę schodową południową A – Scenariusz nr 1 (według PN).....	28
4.1.7. Temperatura w przekroju pionowym poprowadzonym przez klatkę schodową południową A– Scenariusz nr 2 (stan faktyczny)	31
4.1.8. Temperatura w przekroju pionowym poprowadzonym przez klatkę schodową północną B – Scenariusz nr 3 (według PN)	34
4.1.9. Temperatura w przekroju pionowym poprowadzonym przez klatkę schodową północną B – Scenariusz nr 4 (stan faktyczny).....	37
5. Wnioski	40
6. Bibliografia	42

1. DANE OGÓLNE

1.1. PRZEDMIOT OPRACOWANIA

Niniejsze opracowanie stanowi raport z symulacji CFD działania grawitacyjnego systemu do usuwania dymu z klatek schodowych w obiekcie Biblioteki Narodowej zlokalizowanym w Warszawie przy Placu Krasieńskich 3/5.

1.2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania są:

- a) Zlecenie inwestora
- b) Projekt budowlany architektoniczno-konstrukcyjny
- c) Obowiązujące przepisy przeciwpożarowe i techniczno-budowlane
- d) Obowiązujące normy
- e) Uzgodnienia branżowe

1.3. ZAWARTOŚĆ OPRACOWANIA

Opracowanie zawiera część opisową przedstawiającą ogólną charakterystykę obiektu, zasadę funkcjonowania systemu do usuwania dymu z klatek schodowych oraz założenia i metodykę wykonywania symulacji CFD. Ponadto raport zawiera obliczenia czasu ewakuacji użytkowników obiektu. Kolejne rozdziały dokumentu przedstawiają opis programu wykorzystanego do wykonania obliczeń numerycznych, wyniki oraz wnioski z przeprowadzonej analizy.

2. KONCEPCJA ODDYMIANIA OBIEKTU

2.1. USTALENIA PODSTAWOWE

Niniejsza analiza obejmuje sprawdzenie skuteczności działania grawitacyjnego systemu do usuwania dymu z klatek schodowych (północnej i południowej) w obiekcie Biblioteki Narodowej, gdzie nie spełniono wymagań normowych [12] w kontekście wymaganej powierzchni czynnej otworów oddymiających, jak również powierzchni geometrycznej otworów napowietrzających. Budynek Biblioteki Narodowej przy Placu Krasińskich powstał w latach 1677-1695, w stylu barkowym. Obiekt wolnostojący, na planie prostokąta, posiadający trzy kondygnacje nadziemne ze strychem, podpiwniczony. Budynek spełnia wymagania klasy B odporności pożarowej, cechuje się powierzchnią użytkową równą 4 958,07 m². Ze względu na wysokość kwalifikuje się do obiektów średniowysokich (SW). Budynek został wyposażony w instalację hydrantów wewnętrznych 52 z węzłem płasko składanym. W ramach dostosowania do wymagań bezpieczeństwa pożarowego zostanie wykonana instalacja awaryjnego oświetlenia ewakuacyjnego, zaś ewakuacyjne klatki schodowe zostaną wydzielone poprzez zamknięcie drzwiami o odporności ogniowej EI 30 lub drzwiami dymoszczelnymi oraz wyposażone w grawitacyjne systemy do usuwania dymu. Oddymianie uruchamiane będzie po detekcji pożaru przez czujki pożarowe. Jako otwory oddymiające (na każdej klatce) zostaną wykorzystane okna na II piętrze (2 sztuki), jak również okno na I piętrze – otwierane górne skrzydła okna. Do napowietrzania zastosowano drzwi na poziomie parteru oraz okno (otwierane górne skrzydła okna).

W przedmiotowym opracowaniu zawarto wyniki symulacji CFD przeprowadzonych dla 2 wariantów dla klatki południowej (A, powierzchnia 48 m²) oraz klatki północnej (B, powierzchnia 50 m²). Ogółem wykonano cztery symulacje odwzorowujące różne scenariusze pożarowe. Warianty nr 1 i 3 obejmowały sprawdzenie systemu oddymiania według wymagań PN-B-02877-4[12] odpowiednio dla klatki A i B, natomiast w scenariuszach 2 (klatka A) i 4 (klatka B) założono działanie systemu zgodnie ze stanem faktycznym.

W opracowaniu sprawdzono po jakim czasie klatki schodowe ulegają zadymieniu przy otwartych drzwiach na klatkę, jak również warunki oczyszczania klatki schodowej z dymu w przypadku przerwania jego dopływu poprzez zamknięcie drzwi EI 30 lub dymoszczelnych. W scenariuszach symulacji założono, iż do pożaru dochodzi na poziomie parteru w pomieszczeniu 0.10 (wystawa czasowa) dla wariantów dotyczących klatki A oraz 0.21 (wystawa stała) dla klatki schodowej B.

2.2. ZAŁOŻENIA DO KONCEPCJI ZABEZPIECZENIA PRZED ZADYMIENIEM

W związku z tym, że rozpatrywany obiekt nie jest zabezpieczony instalacją tryskaczową, pożar projektowy przyjęto w oparciu o wyliczony czas ewakuacji. W symulacji przyjęto następujące założenia (zgodnie z [4]):

- rozwój pożaru szybki,
- gęstość mocy pożaru 500 kW/m²,
- ułamek promieniowania 0,35,

- liniowa szybkość rozprzestrzeniania się pożaru 0.005463616 m/s,
- pominięto wpływ wiatru,
- w symulacjach przyjęto skorygowaną wartość powierzchni geometrycznej otworów oddymiających (uwzględniając domyślną wartość aerodynamicznego współczynnika wypływu określoną w programie FDS na poziomie $0,7 \div 0,8$) tak, aby wyliczona powierzchnia czynna tychże otworów odpowiadała w przybliżeniu powierzchni czynnej uwzględnionej w symulacjach.

Tabela 1. Charakterystyka klatki schodowej (A) południowej w kontekście oddymiania (powierzchnia rzutu poziomego 48 m²)

Lp.	Podzespół instalacji do usuwania dymu	Charakterystyka otworów oddymiających i napowietrzających (według założeń PN [12] – scenariusz 1)	Charakterystyka otworów oddymiających i napowietrzających (stan faktyczny – scenariusz 2)
1	okno oddymiające (II piętro)	okno o powierzchni czynnej 1,2 m ²	okno o wymiarach 1,35x0,85 m – powierzchnia czynna 0,57 m ²
2	okno oddymiające (II piętro)	okno o powierzchni czynnej 1,2 m ²	okno o wymiarach 1,35x0,85 m – powierzchnia czynna 0,57 m ²
3	okno oddymiające (I piętro)	-	Otwierane górne skrzydła okna o wymiarze 1,25x1,4 – powierzchnia czynna 0,88 m ²
4	drzwi napowietrzające (parter)	Drzwi napowietrzające na poziomie parteru o powierzchni geometrycznej większej o 30% w stosunku do powierzchni geometrycznej otworów oddymiających	Drzwi o wymiarze 1,2x2,48
5	okno napowietrzające (parter)	-	Otwierane górne skrzydła okna o wymiarze 1,05x1,4 m

Tabela 2. Charakterystyka klatki schodowej (B) południowej w kontekście oddymiania (powierzchnia rzutu poziomego 50 m²)

Lp.	Podzespół instalacji do usuwania dymu	Powierzchnia czynna [m ²] (według założeń PN [12] – scenariusz 3)	Powierzchnia czynna [m ²] (stan faktyczny – scenariusz 4)
1	okno oddymiające (II piętro)	okno o powierzchni czynnej 1,25 m ²	okno o wymiarach 1,35x0,85 m – powierzchnia czynna 0,57 m ²
2	okno oddymiające (II piętro)	okno o powierzchni czynnej 1,25 m ²	okno o wymiarach 1,35x0,85 m – powierzchnia czynna 0,57 m ²
3	okno oddymiające (I piętro)	-	otwierane górne skrzydła okna o wymiarze 1,25x1,4 – powierzchnia czynna 0,88 m ²
4	drzwi napowietrzające (parter)	drzwi na poziomie parteru o powierzchni geometrycznej większej o 30% w stosunku do powierzchni geometrycznej otworów oddymiających	drzwi o wymiarach 1,2x2,64
5	okno napowietrzające (parter)	-	otwierane górne skrzydła okna o wymiarze 1,05x1,4 m

Powierzchnię czynną otworów oddymiających oszacowano na podstawie normy [15].

4. PRZEWIDYWANY CZAS EWAKUACJI UŻYTKOWNIKÓW OBIEKTU

Obliczenia przewidywanego czasu ewakuacji zostały wykonane w oparciu o normę Published Document PD 7974-6:2004 [8]. Poniżej przedstawiono obliczenia dotyczące ewakuacji na podstawie ekspertyzy z zakresu ochrony przeciwpożarowej dla obiektu [14].

Tabela 3. Obliczenie czasu ewakuacji

Projektowy scenariusz zachowań i rodzaj użytkowania:	
Kategoria	A
Gotowość użytkowników	Czuwający
Znajomość użytkowników	Zaznajomieni
Gęstość użytkowników	Wysoka
Wydzielenia/złożoność	Wiele
Wpływ jakości systemu alarmowego na pierwsze-wstępne reakcje	
Poziom systemu alarmowego	A2 2-etapowy system alarmowy. Automatyczny system wykrywania pożaru w całym budynku przekazuje alarm do osób zarządzających budynkiem lub do ochrony, rozgłoszenie alarmu dla wszystkich użytkowników w zagrożonych przestrzeniach następuje ręcznie lub samoczynnie po upływie ustalonego czasu opóźnienia, jeśli alarm wstępny nie zostanie skasowany.
Wpływ złożoności budynku na czas ewakuacji	
Poziom budynku	B2 Przedstawia prosty budynek, z wieloma przegrodami wewnętrznymi i zazwyczaj wielokondygnacyjny, z większością cech projektowanych zgodnie z warunkami techniczno-budowlanymi i prostym wewnętrznym rozplanowaniem.
Klasyfikacja systemu zarządzania bezpieczeństwem pożarowym i wpływ na czas ewakuacji	
Poziom zarządzania	M2 Niższy poziom wyszkolenia personelu w stosunku do poziomu M1, możliwa nieobecność pracowników dozoru na kondygnacji budynku, może nie być niezależnego audytu. Cechy budynku na poziomie B2 lub B3, poziom systemu alarmowego A2.
Obliczenie WCBE	
Czas detekcji pożaru	Δt_{det} – czas detekcji pożaru: 90 sekund Detekcja pożaru przez system sygnalizacji pożarowej.

Obliczenie czasu alarmowania	Δt_a – czas alarmowania: 210 sekund Uruchomienie sygnalizatorów akustycznych pożaru po wystąpieniu alarmu II stopnia (z uwzględnieniem czasu na rozpoznanie zagrożenia oraz ewentualnego samoczynnego przejścia alarmu I stopnia w alarm II stopnia)
Obliczenie czasu pierwszych-wstępnych reakcji	Kategoria scenariuszy i modyfikacje: Czuwający, zaznajomieni – M2 B2 A2. $\Delta t_{pw-r 1\%}$ - czas reakcji = 60 sekund (1 minuta) $\Delta t_{pw-r 99\%}$ - czas reakcji = 120 sekund (2 minuty)
Obliczenie czasu przejścia	1. Czas przejścia – najdłuższa droga ewakuacyjna występuje dla pomieszczeń zlokalizowanych na II piętrze, z wykorzystaniem klatki schodowej na zewnątrz budynku (z uwzględnieniem lokalnych przewężeń w postaci drzwi): czas pokonania maksymalnej drogi ewakuacyjnej (na podstawie ekspertyzy [14] wynosi: 140,6 s
$WCBE = t_d + t_a + t_{reakcji} + t_p = 90s + 210s + 180s + 140,6s = 620,6 s (10,3 \text{ min})$	
Po uwzględnieniu marginesu bezpieczeństwa (39,4 s) czas ewakuacji z przedmiotowego obiektu wynosi 660 s (11 minut). W symulacji założono, iż przez czas ewakuacji drzwi na klatkę schodową pozostają otwarte, dając możliwość napływu dymu do jej kubatury.	
$WCBE = 660 s$	

3. SYMULACJE CFD

3.1. CHARAKTERYSTYKA UŻYTEGO PROGRAMU CFD

3.1.1. NAZWA PROGRAMU, WERSJA, PRODUCENT

Do przeprowadzenia szczegółowej analizy oraz otrzymania wyników zawartych w raporcie wykorzystany został program Fire Dynamics Simulator wersja 5.5.3, który jest narzędziem opracowanym przez amerykański instytut naukowo-badawczy NIST (National Institute of Standards and Technology). Program jest znany oraz stosowany w środowisku inżynierów, pracowników i studentów wyższych uczelni technicznych na całym świecie, zajmujących się nowoczesną inżynierią bezpieczeństwa pożarowego. Aplikacja wykorzystuje metody obliczeniowe numerycznej mechaniki płynów CFD. Model CFD, zastosowany w programie FDS pozwala badać rozwój pożaru w złożonych geometriach. CFD opisuje ruch płynu na podstawie rozwiązań układu równań różniczkowych cząstkowych Naviera-Stokesa. Wykorzystują one zasady zachowania masy, pędu i energii. FDS jest narzędziem przeznaczonym do szczegółowej analizy zagrożeń pożarowych i rozwiązywania problemów związanych inżynierią bezpieczeństwa pożarowego. Zapewnia tym samym możliwość poznania dynamiki zjawiska pożaru oraz zachodzących tam procesów spalania. Program ten, w zakresie zagadnień związanych z bezpieczeństwem pożarowym, można stosować do modelowania transportu ciepła i produktów spalania powstałych na skutek pożaru, wymiany ciepła poprzez promieniowanie i konwekcję, pirolizy, rozprzestrzeniania się płomieni oraz rozwoju pożaru, aktywacji tryskaczy oraz czujek dymu i ciepła, czy też oddziaływania kropli wody na płomień [1]. Program FDS wykorzystuje technikę LES oraz, po wprowadzeniu odpowiednio gęstej siatki obliczeniowej, bezpośrednią symulację numeryczną (DNS). Model LES uwzględnia wiry o wielkości porównywalnej z wielkością komórek siatki. Metoda ta w ostatnich latach jest intensywnie rozwijana, ponieważ stanowi kompromis pomiędzy dokładnością odwzorowania dynamiki pożaru, a dostępnymi obecnie możliwościami obliczeniowymi. DNS traktuje turbulencję w sposób deterministyczny.

3.1.2. RODZAJ I GĘSTOŚĆ SIATKI OBLICZENIOWEJ

Użyto siatki regularnej sześcienniej o boku 20 cm. Domena obliczeniowa została podzielona na 8 siatek obliczeniowych. Rozmiar siatki dobrano w oparciu o:

- a) wytyczne Health and Safety Laboratory [2],
- b) wytyczne NUREG, publikowane również w instrukcji użytkownika FDS5 User's Guide [3].

3.1.3. MODEL TURBULENCJI

W przeprowadzonej symulacji został wykorzystany model Smagorinsky LES, odpowiedni dla wolnych przepływów dymu i gazów pożarowych pod wpływem termicznych sił wyporu.

3.1.4. MODEL SPALANIA

Użyto modelu MixtureFraction. Model ten przyjmuje następujące uproszczenia:

- c) skład stechiometryczny mieszaniny palnej jest definiowany przez ułamek molowy gazów palnych i produktów spalania (równy 1 dla czystego paliwa) i powietrza (równy 0 dla czystego powietrza),
- d) spalanie następuje natychmiast po zmieszaniu,
- e) spalanie jest jednoetapowe i całkowite,
- f) procent powstającego tlenku węgla jest stały i wynika z początkowych założeń symulacji a nie z aktualnych warunków spalania.

Założenia te dają prawidłowe wyniki w przypadku pożarów kontrolowanych przez paliwo jak ma to miejsce w założonych scenariuszach.

3.1.5. MODEL PROMIENIOWANIA

Równanie transportu promieniowania dla gazu szarego, jest rozwiązywane metodą objętości skończonych (FVM – Finite Volume Method). Metoda ta dzieli całe widmo promieniowania na kilka przedziałów częstości (typowo 6) i korzysta w nich z całkowitej postaci równań transportu promieniowania. Przedziały te dobrane są tak, by pokrywały się z pasmami widma substancji występujących w układzie. Część strumienia mocy pożaru emitowana w postaci promieniowania jest stała i jest jednym z parametrów symulacji. Przyjęto ułamek promieniowania 35 %, domyślnie ustawiony w programie, prawdziwy dla większości spalanych materiałów, które mogą znajdować się na wyposażeniu biur.

3.2. NIEPEWNOŚCI OBLICZENIOWE I ZASTOSOWANE WSPÓŁCZYNNIKI BEZPIECZEŃSTWA

W tabeli poniżej przedstawiono średnie procentowe niepewności obliczeniowe dla poszczególnych parametrów.

Tabela 4. Średnie błędy wyznaczania wielkości fizycznych w FDS.
Źródło: [5]

Mierzona wielkość	Niepewność (%)
Temperatura warstwy podsufitowej dymu	15
Wysokość strefy wolnej od zadymienia	13
Temperatura strumienia podsufitowego	16
Temperatura płomienia	14
Stężenia gazów	9
Stężenie dymu i widzialność	33
Ciśnienie	40
Strumień ciepła	20
Temperatura powierzchni	14

3.3. WARUNKI POCZĄTKOWE I BRZEGOWE

3.3.1. POCZĄTKOWA TEMPERATURA WEWNĘTRZNA I ZEWNĘTRZNA

Przyjęto początkową temperaturę wewnątrz i na zewnątrz obiektu równą 20°C.

3.3.2. MATERIAŁY ELEMENTÓW BUDOWLANYCH

Właściwości materiałów budowlanych przyjęto w symulacji na podstawie normy PN-EN ISO 6946 [6].

Tabela 5. Właściwości materiałów budowlanych, wprowadzonych do programu FDS.
Źródło: opracowanie własne na podstawie [6].

Materiał	Gęstość [kg/m ³]	Ciepło właściwe [kJ/kg·K]	Współczynnik przewodzenia ciepła [W/m·K]
Żelbet	2500	0,84	1,70
Błoczki betonowe	800	0,84	0,30
Płyta gipsowo-kartonowa	1000	1,00	0,30
Szkło	2500	0,84	0,80
Stal	7850	0,44	58
Tynk wapienny	1700	0,84	0,70

3.3.3. MATERIAŁ PALNY

Jako materiał palny przyjęto piankę poliuretanową. Właściwości palne wg [8] zebrano w tabeli 3.

Tabela 6. Właściwości materiału spalanego użyte w symulacji.
Źródło: [8].

Ciepło spalania [kJ/kg]	26200
Ułamek masowy dymu	0,13
Ułamek masowy tlenku węgla	0,01
Stosunek atomów węgla : wodoru : tlenu	1:1,75:0,25
Masowy współczynnik ekstynkcji K_m [m ² /kg]	8700

3.3.4. ZASTOSOWANE SCHEMATY I USTAWIENIA NUMERYCZNE

Krok czasowy jest obliczany z zachowaniem kryterium CFL, tzn:

$$CFL = \delta t \frac{\|\bar{u}\|}{\delta x} < 1$$

Krok czasowy obliczany jest automatycznie zgodnie z jednym z trzech schematów, odnoszących się do sposobu normalizacji wektora prędkości. Domyślnym schematem dla użytej wersji 5.5.3 jest schemat L_∞ :

$$\frac{\|\bar{u}\|}{\delta x} = \max \left(\frac{|u|}{\delta x}, \frac{|v|}{\delta y}, \frac{|w|}{\delta z} \right)$$

3.3.5. CZAS SYMULACJI

Jako czas symulacji przyjęto czas 1800 sekund (30 minut). Czas ewakuacji z obiektu oszacowano na poziomie 660 s (11 minut). Krok czasowy jest ustalany automatycznie na podstawie liczby CFL, przy użyciu schematu L_∞ .

3.4. ANALIZOWANE PARAMETRY POŻARU

Podczas analizy numerycznej sprawdzeniu podlegał zasięg widzialności oraz temperatura na klatkach schodowych w obiekcie (A i B). Temperatura krytyczna w czasie ewakuacji wynosi 60 st. C, natomiast ze względu na współczynnik niepewności wynoszący 15% wartości przyrostu temperatury powyżej temperatury początkowej dla górnej warstwy dymu analizowano wartość 54 st. C. W przypadku zasięgu widzialności założono wartość krytyczną równą 10 m.

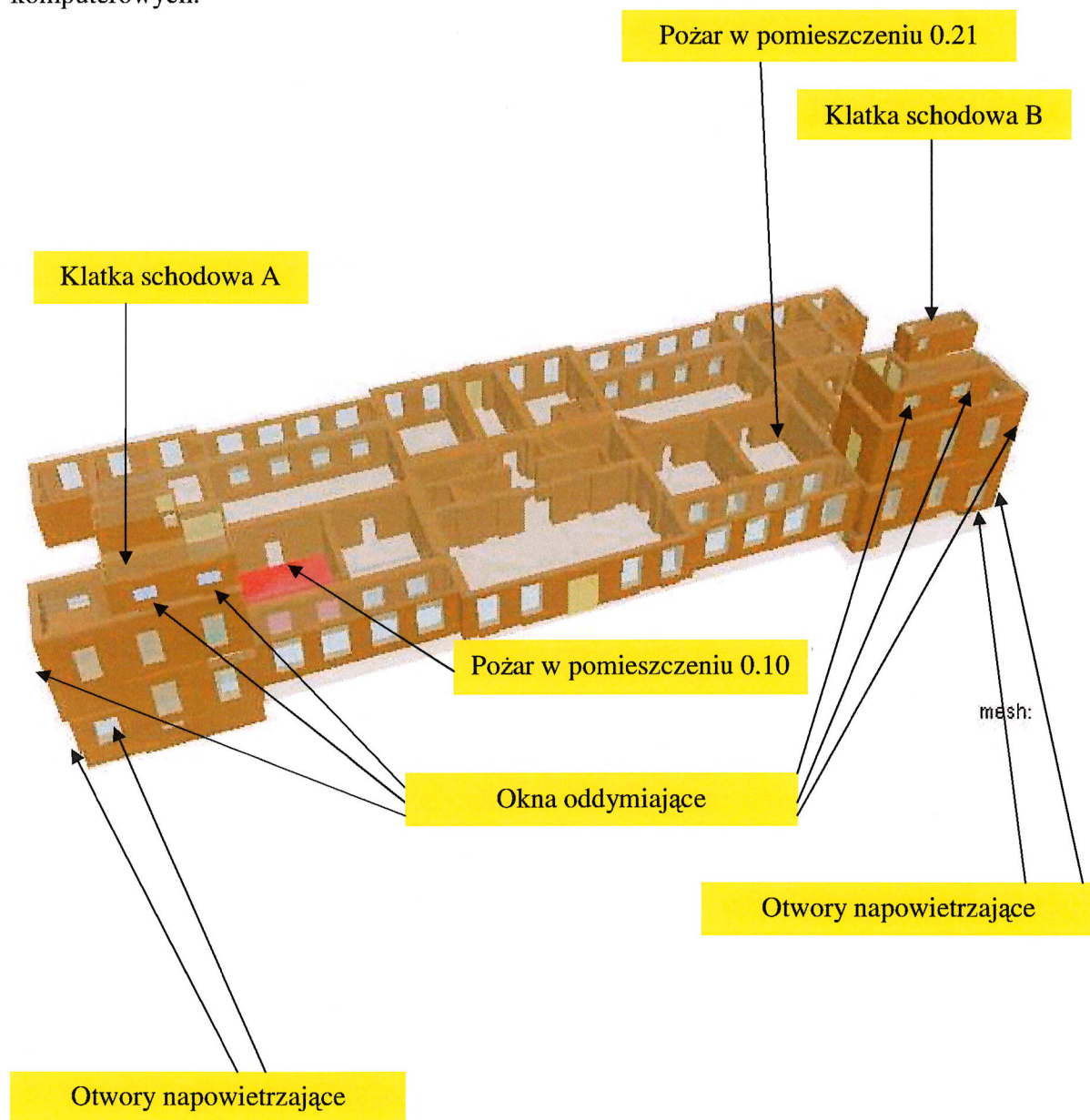
Założono, iż pożar rozwija się w pomieszczeniach zlokalizowanych na parterze: 0.10 dla wariantów dotyczących klatki A oraz 0.21 dla scenariuszy przewidzianych dla klatki B.

Na potrzeby symulacji założono, iż w trakcie trwania ewakuacji drzwi wydzielające klatki schodowe (EI 30 lub dymoszczelne) pozostają otwarte umożliwiając napływ dymu do przestrzeni klatek schodowych. Po zakończeniu ewakuacji, drzwi przeciwpożarowe lub dymoszczelne zamykają się, uniemożliwiając dalszy wypływ dymu.

Oceniano jak szybko klatki ulegają zadymieniu w warunkach napływu do nich dymu oraz po jakim czasie dym jest usuwany z klatki schodowej przez system oddymiania, przy zamkniętych drzwiach EI 30 i dymoszczelnych. Dane wyjściowe zostały odczytane poprzez wizualizację w programie Smoke View.

3.5. ANALIZOWANE SCENARIUSZE POŻAROWE

W obiekcie zrealizowano cztery scenariusze pożarowe, po dwa dla każdej z klatek schodowych. Analizowano jak występujący w obiekcie system usuwania dymu z klatek schodowych wygląda na tle systemu zaprojektowanego zgodnie z wymogami normy PN [12]. Poniżej przedstawiono charakterystykę modelu wykorzystywanego w obliczeniach komputerowych.

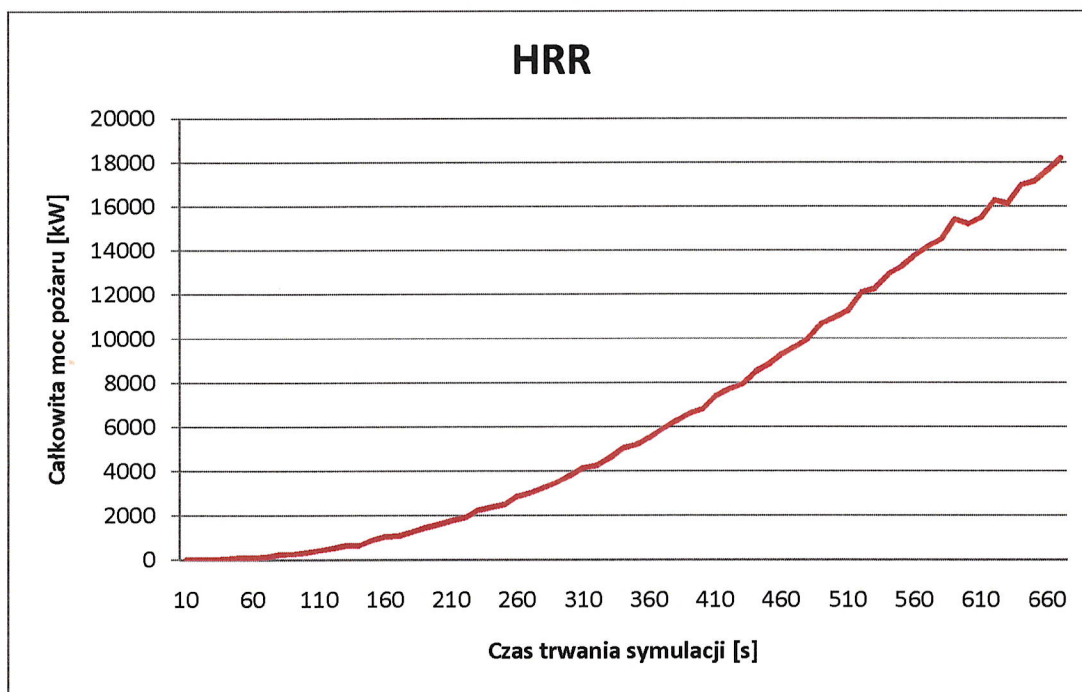


4. WYNIKI SYMULACJI CFD

4.1. SPRAWDZENIE WARUNKÓW EWAKUACJI

4.1.1. KRZYWE MOCY POŻARU

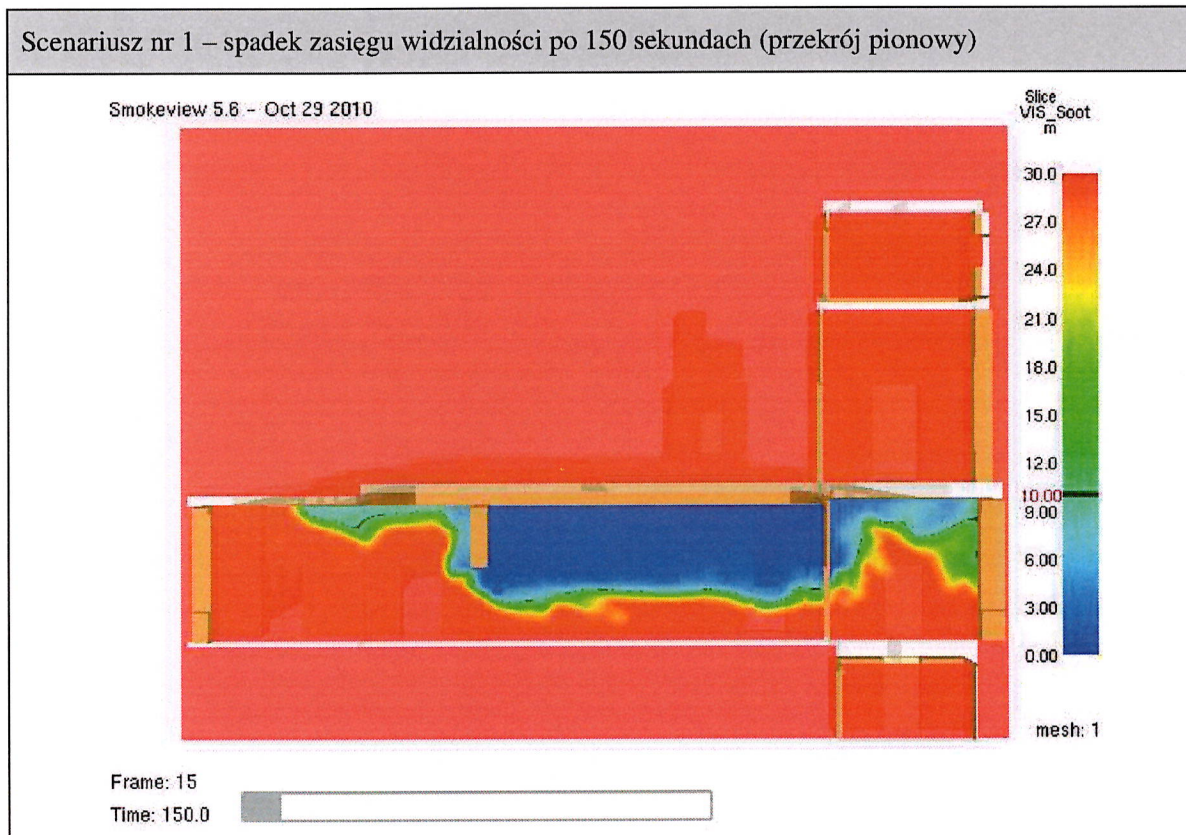
Poniżej przedstawiona została krzywa rozwoju pożaru, wygenerowana przez program FDS w poszczególnych scenariuszach pożarowych.



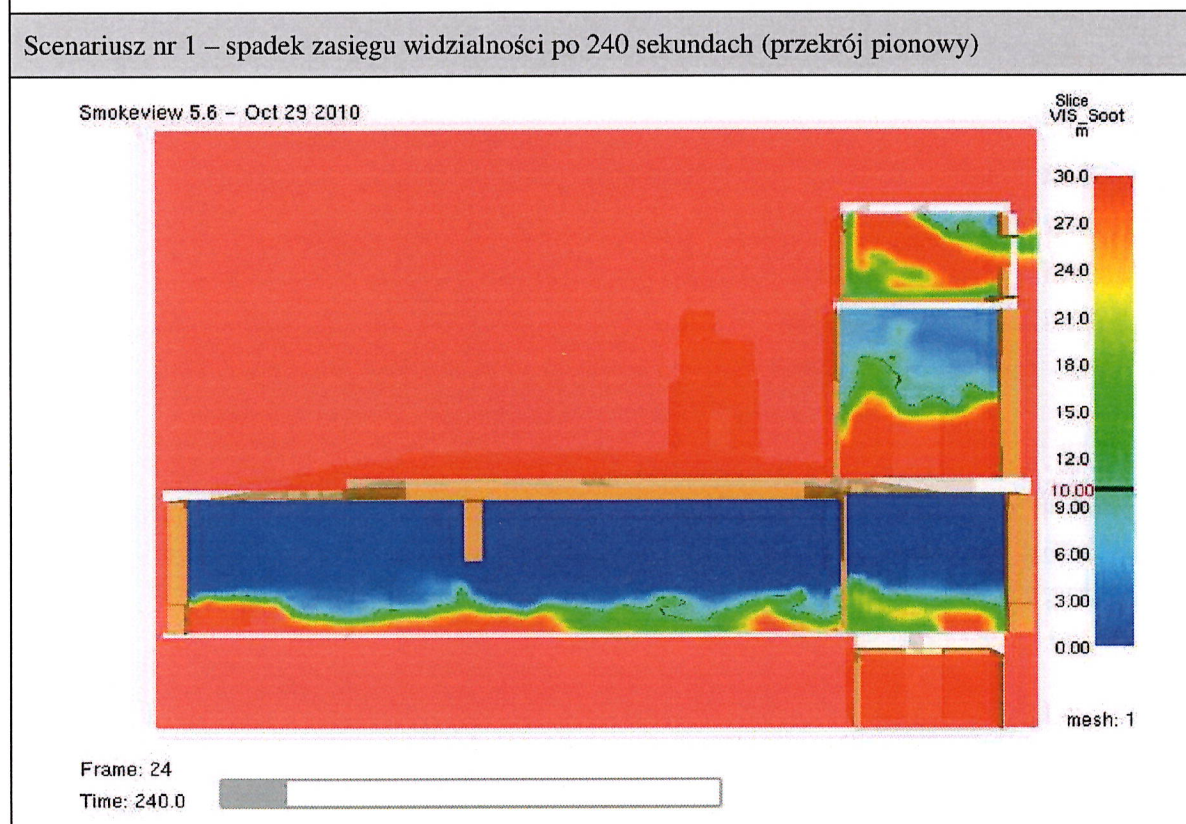
Pożar do zakończenia ewakuacji (tj. około 660s) osiąga maksymalną około 18 MW. Powyższy czas odpowiada zamknięciu drzwi przeciwpożarowych na daną klatkę schodową, co jest tożsame z zaprzestaniem przedostawania się gazów pożarowych na powyższą klatkę schodową.

**4.1.2. ZASIĘG WIDZIALNOŚCI W PRZEKROJU PIONOWYM POPROWADZONYM PRZEZ
KLATKĘ POŁUDNIOWĄ A – SCENARIUSZ NR 1 (WEDŁUG PN)**

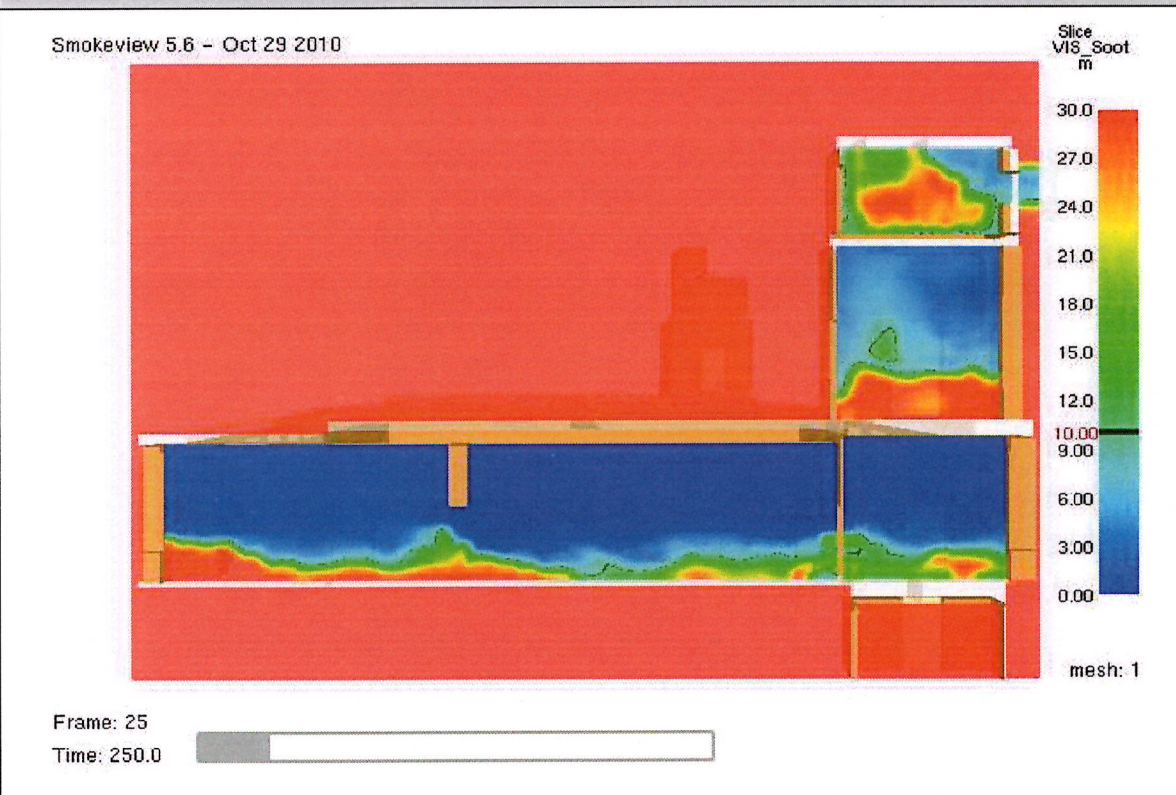
Scenariusz nr 1 – spadek zasięgu widzialności po 150 sekundach (przekrój pionowy)



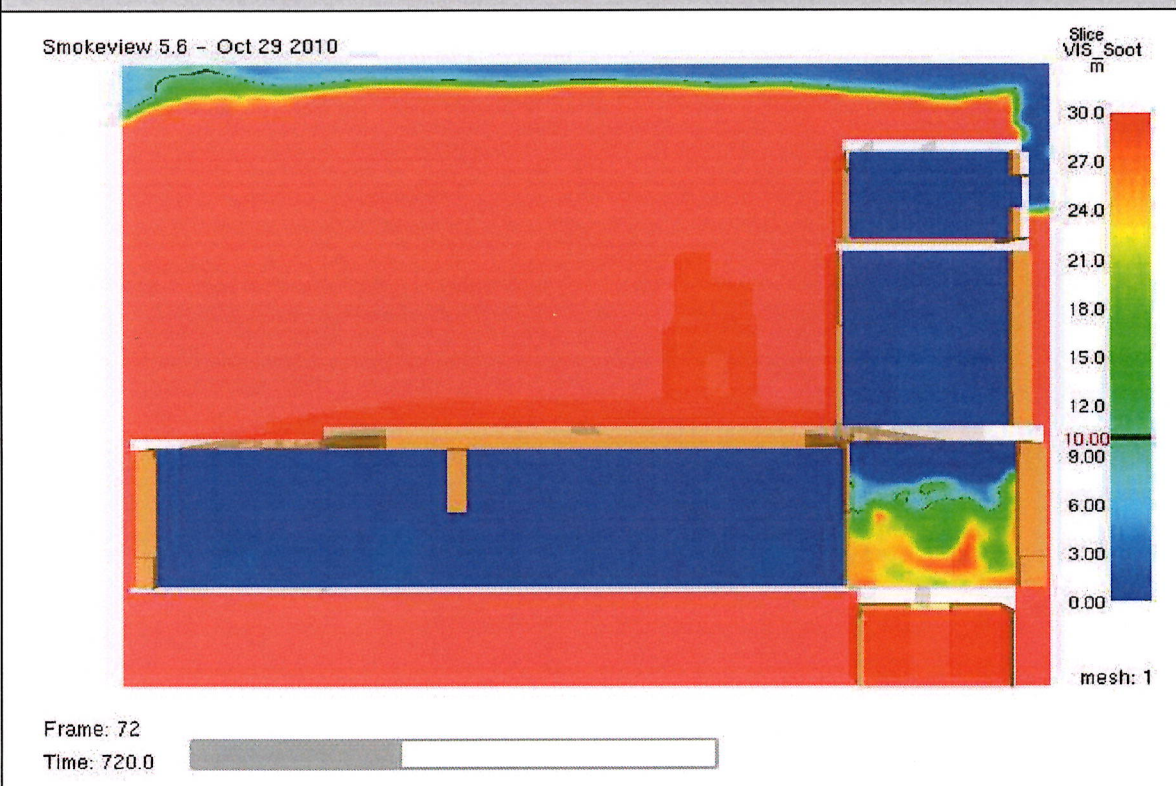
Scenariusz nr 1 – spadek zasięgu widzialności po 240 sekundach (przekrój pionowy)



Scenariusz nr 1 – spadek zasięgu widzialności po 250 sekundach (przekrój pionowy)

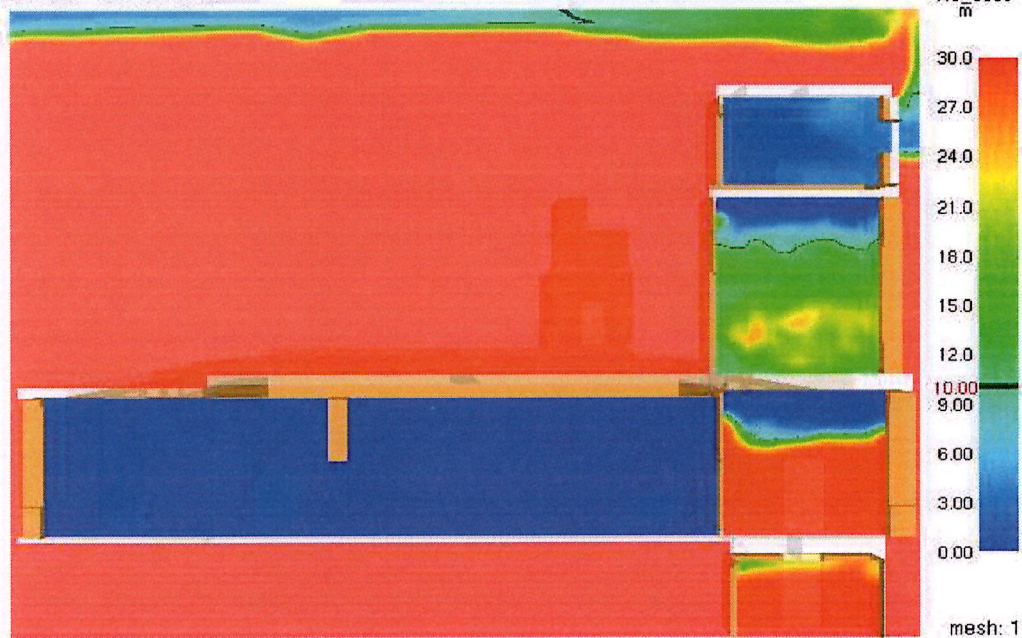


Scenariusz nr 1 – spadek zasięgu widzialności po 720 sekundach (przekrój pionowy)



Scenariusz nr 1 – spadek zasięgu widzialności po 1120 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

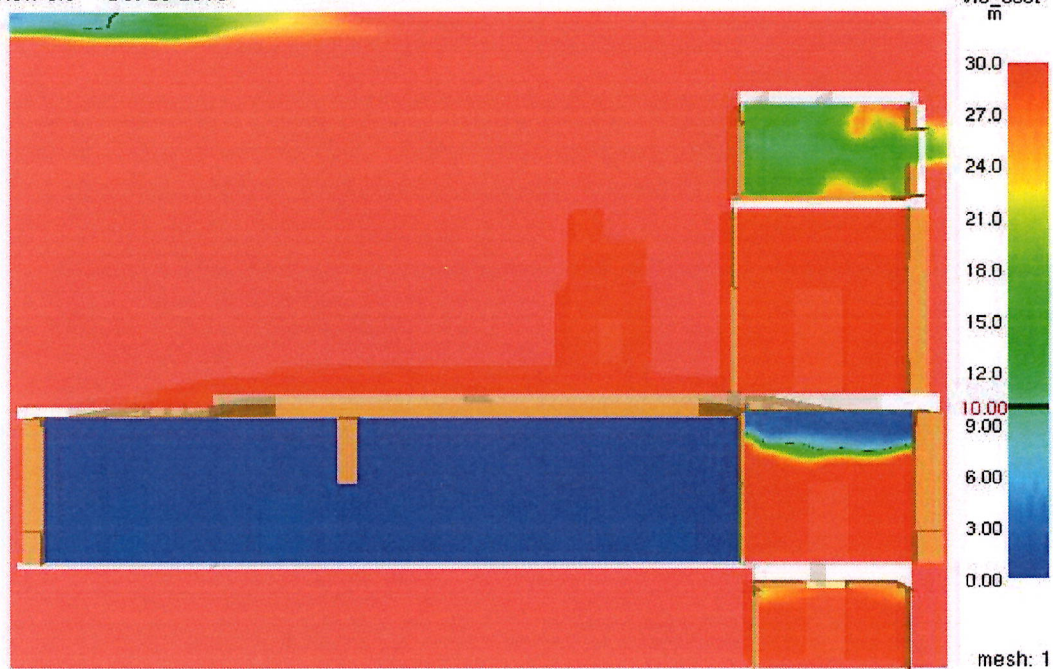


Frame: 112

Time: 1120.0

Scenariusz nr 1 – spadek zasięgu widzialności po 1550 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



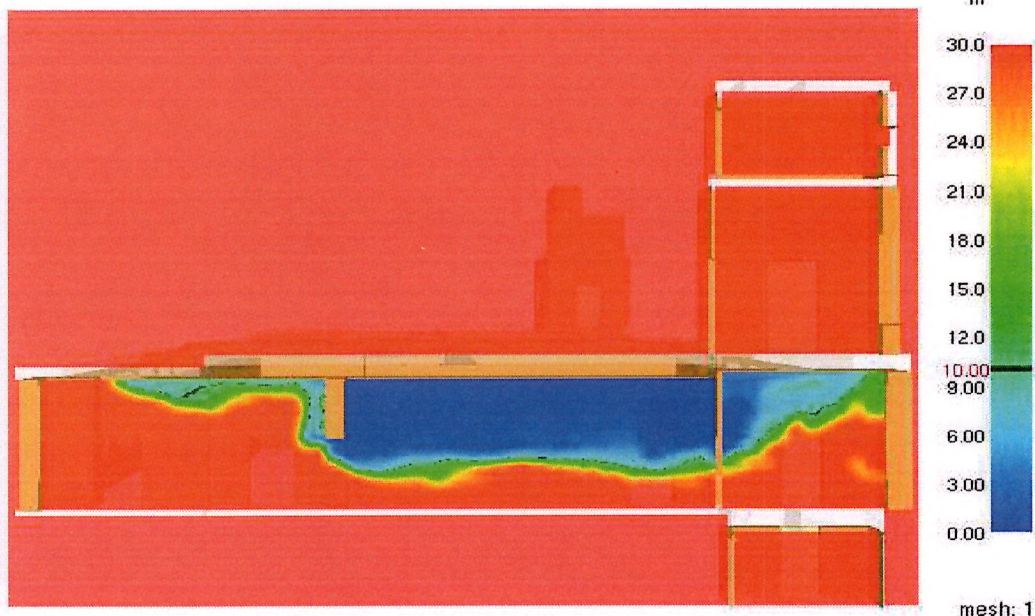
Frame: 155

Time: 1550.0

**4.1.3. ZASIĘG WIDZIALNOŚCI W PRZEKROJU PIONOWYM POPROWADZONYM PRZEZ
KLATKĘ POŁUDNIOWĄ A – SCENARIUSZ NR 2 (STAN FAKTYCZNY)**

Scenariusz nr 2 – spadek zasięgu widzialności po 150 sekundach (przekrój pionowy)

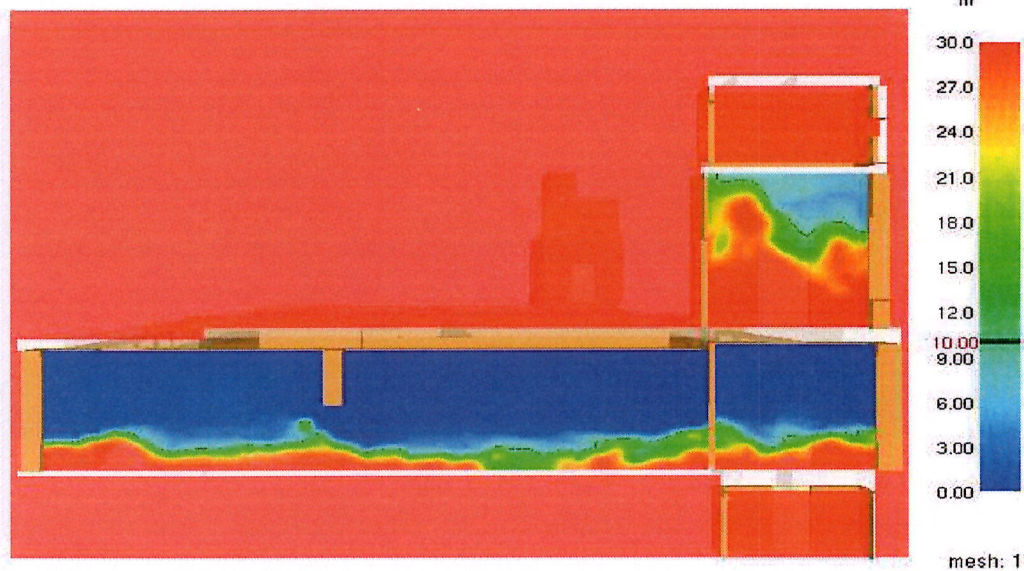
Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



Frame: 15
Time: 150.0

Scenariusz nr 2 – spadek zasięgu widzialności po 230 sekundach (przekrój pionowy)

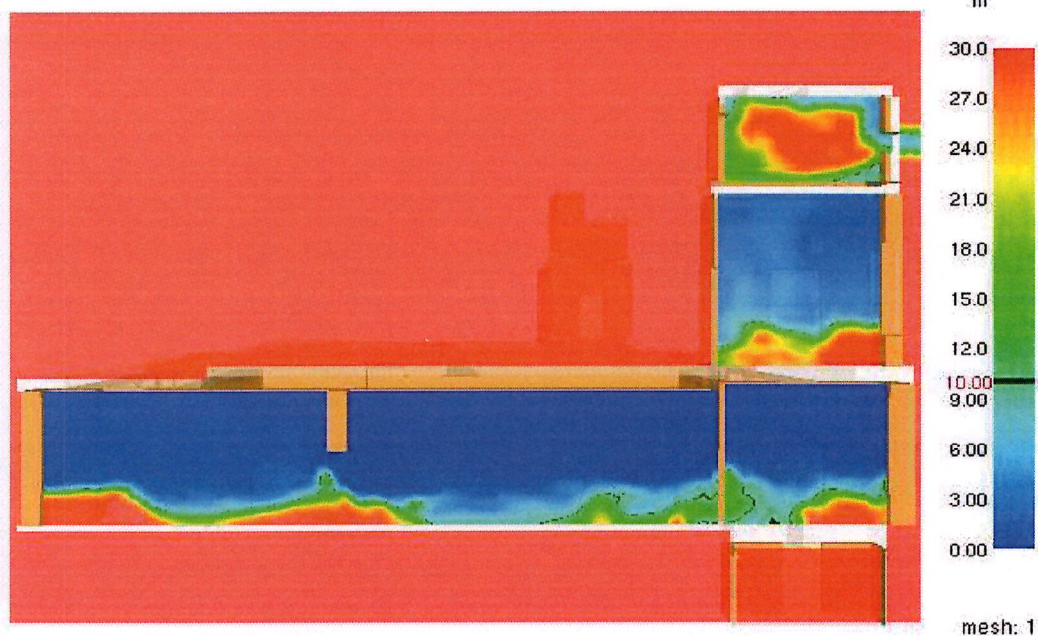
Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



Frame: 23
Time: 230.0

Scenariusz nr 2 – spadek zasięgu widzialności po 260 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

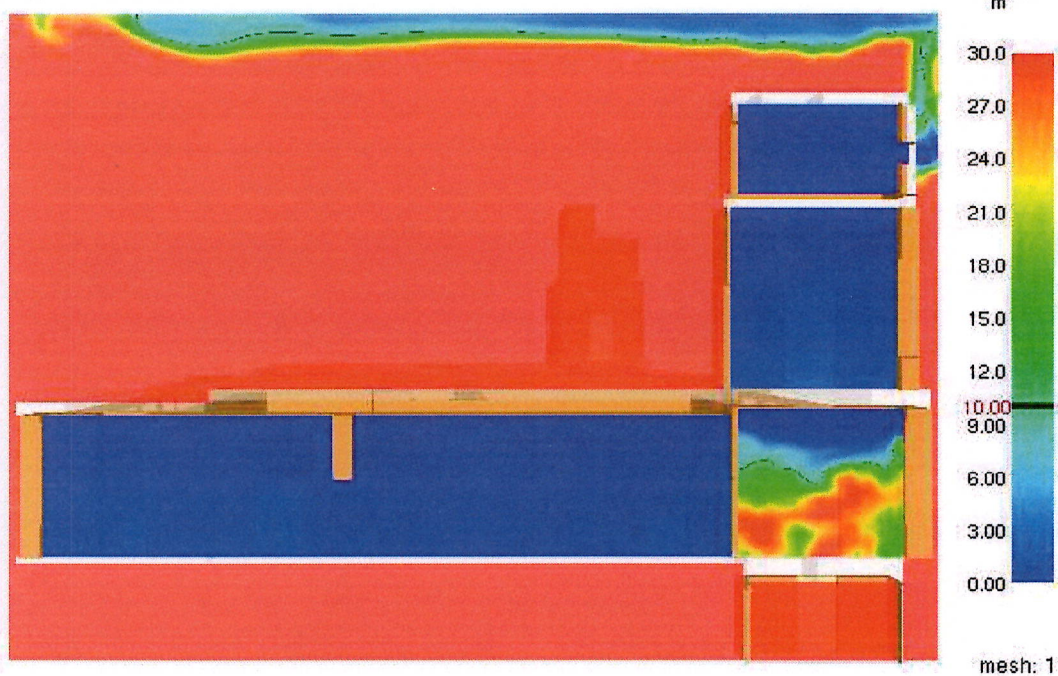


Frame: 26

Time: 260.0

Scenariusz nr 2 – spadek zasięgu widzialności po 760 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

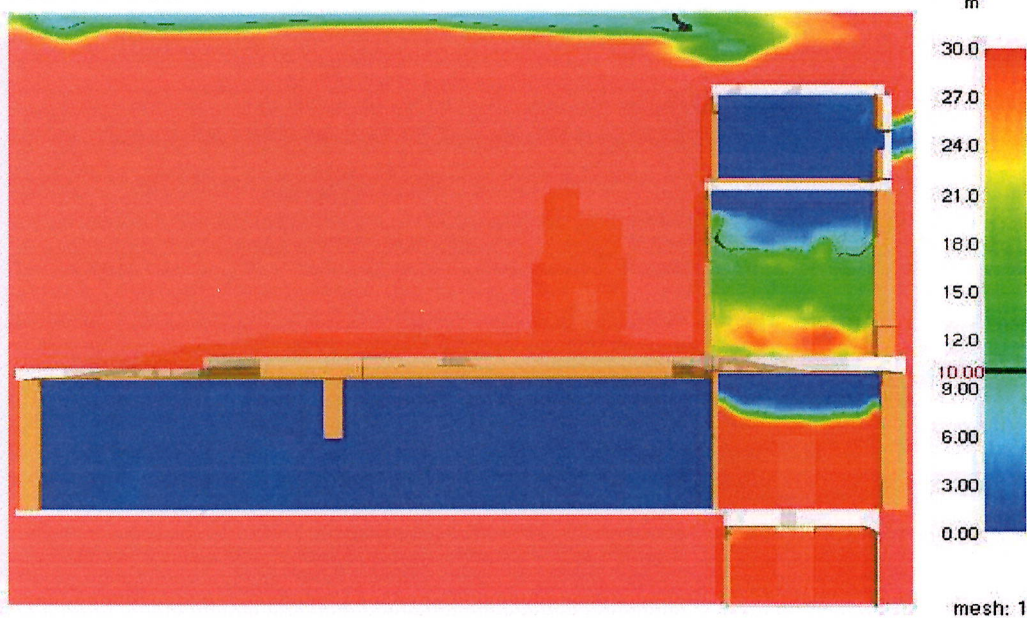


Frame: 76

Time: 760.0

Scenariusz nr 2 – spadek zasięgu widzialności po 1030 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

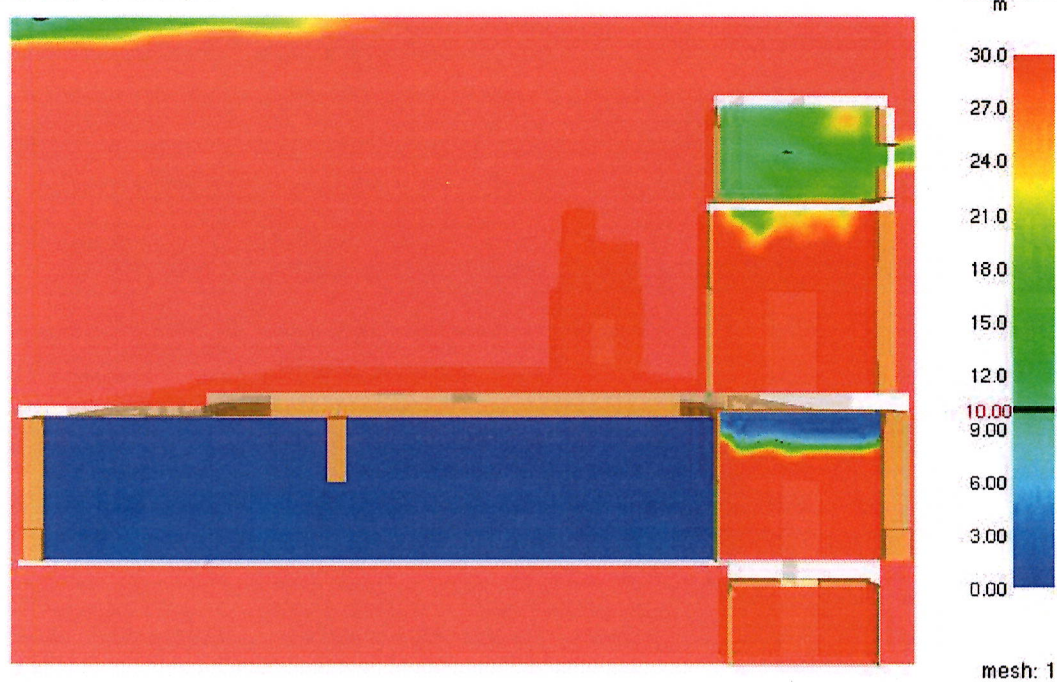


Frame: 103

Time: 1030.0

Scenariusz nr 2 – spadek zasięgu widzialności po 1580 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

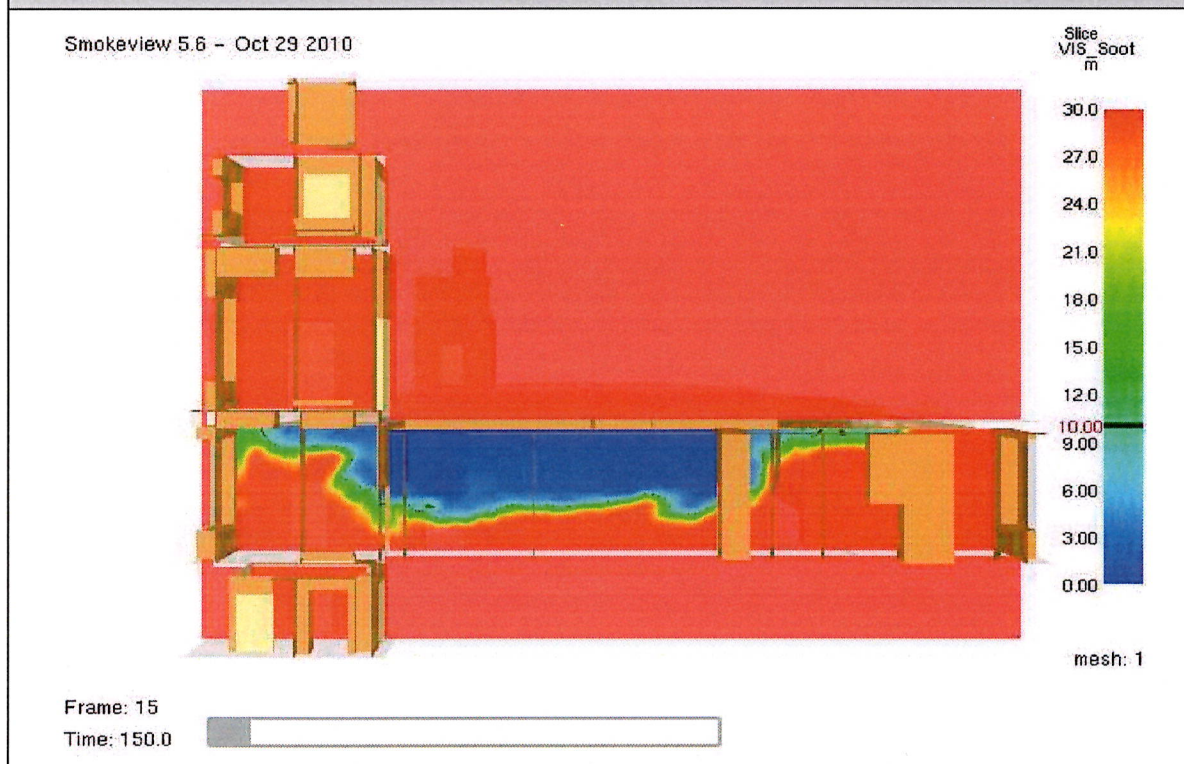


Frame: 158

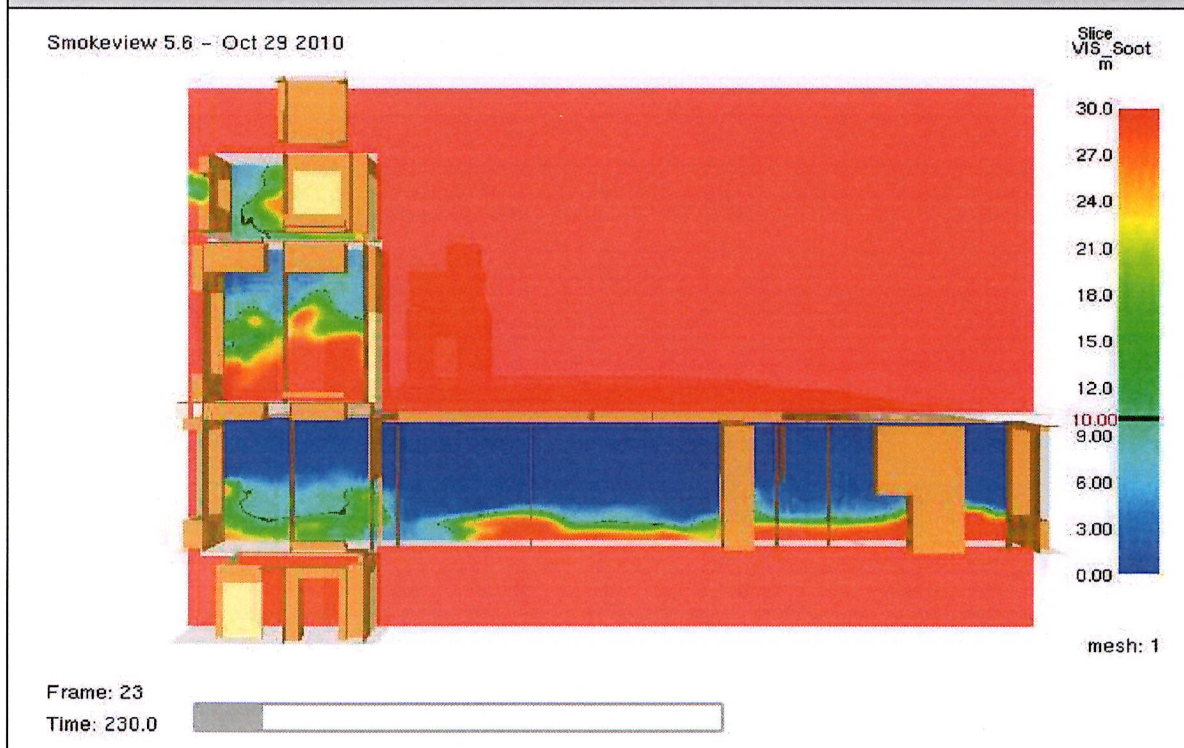
Time: 1580.0

**4.1.4. ZASIĘG WIDZIALNOŚCI W PRZĘKROJU PIONOWYM POPROWADZONYM PRZEZ
KLATKĘ PÓŁNOCNĄ B – SCENARIUSZ NR 3 (WEDŁUG PN)**

Scenariusz nr 3 – spadek zasięgu widzialności po 150 sekundach (przekrój pionowy)

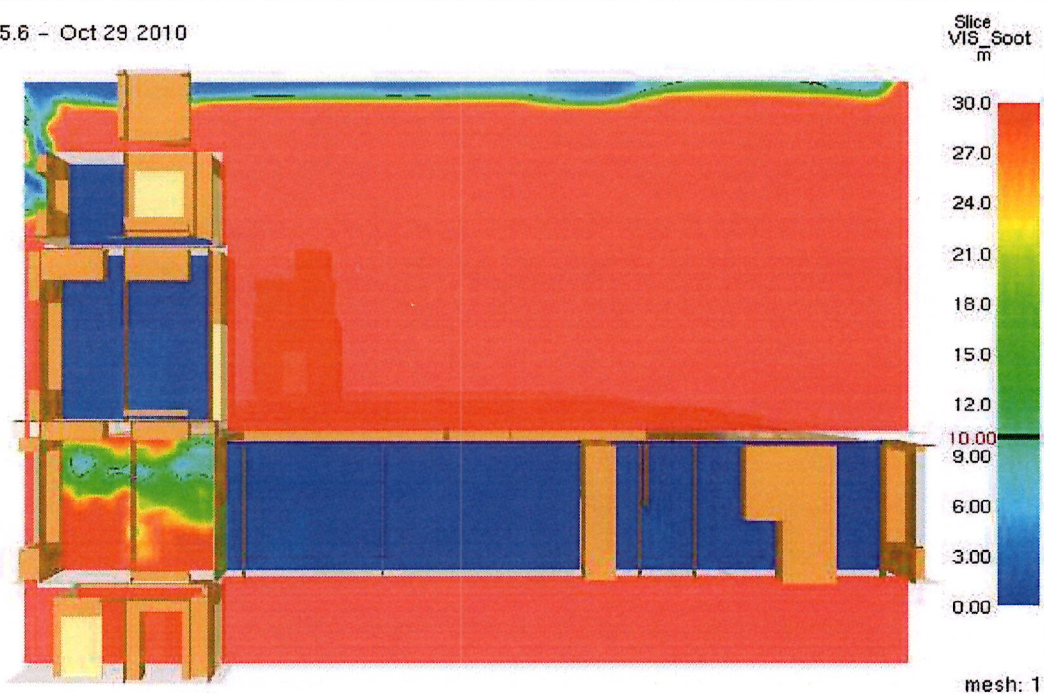


Scenariusz nr 3 – spadek zasięgu widzialności po 230 sekundach (przekrój pionowy)



Scenariusz nr 3 – spadek zasięgu widzialności po 710 sekundach (przekrój pionowy)

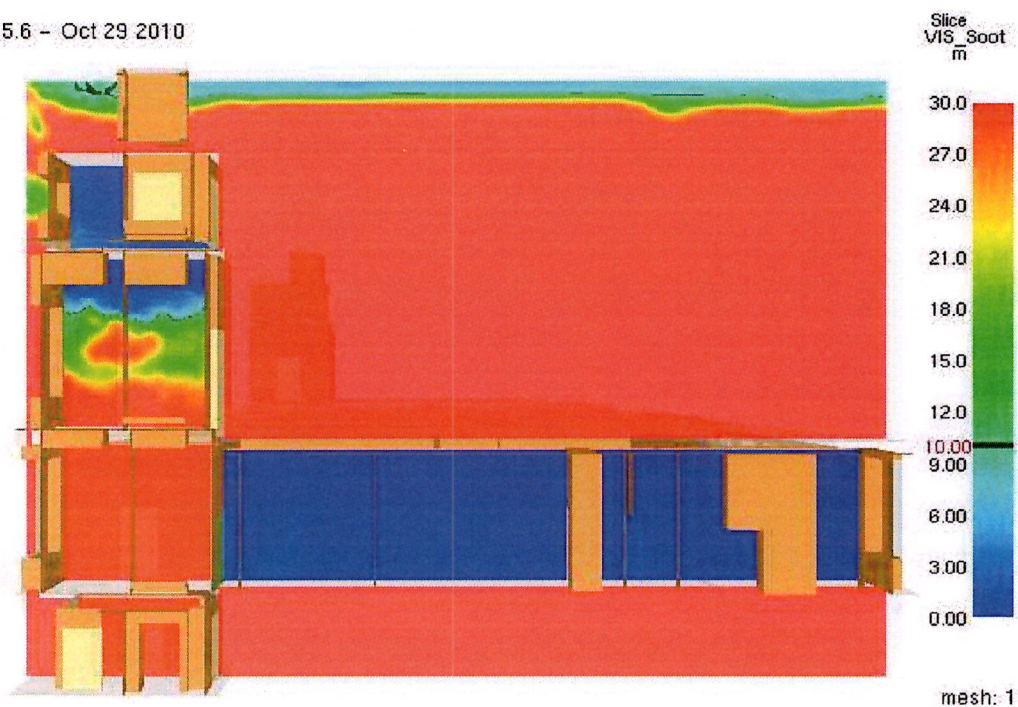
Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



Frame: 71
Time: 710.0

Scenariusz nr 3 – spadek zasięgu widzialności po 860 sekundach (przekrój pionowy)

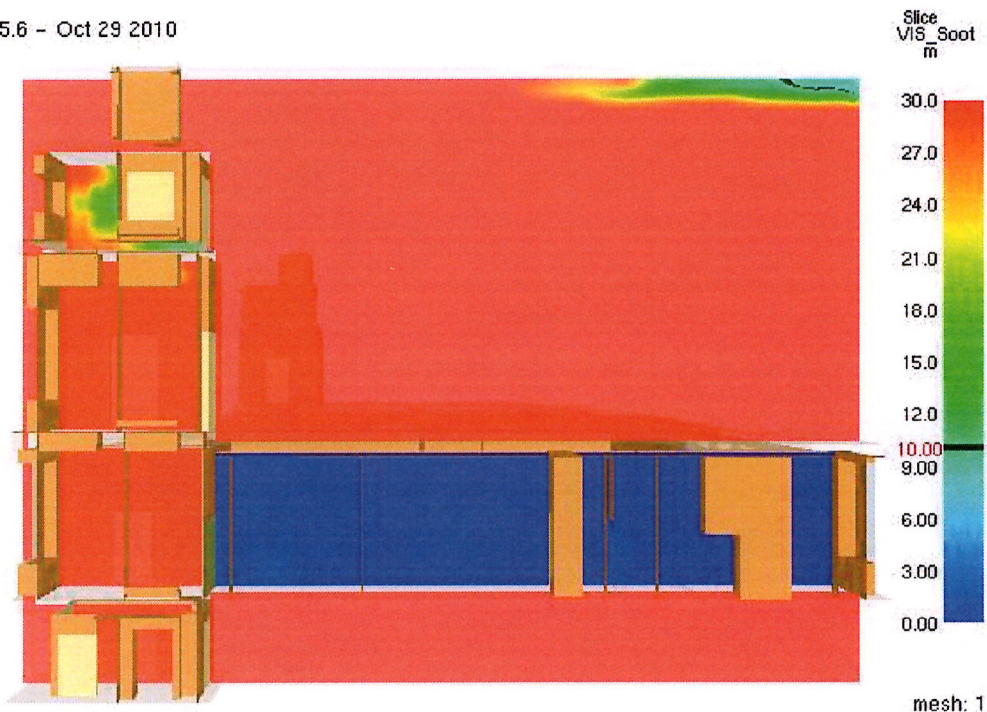
Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



Frame: 86
Time: 860.0

Scenariusz nr 3 – spadek zasięgu widzialności po 1350 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

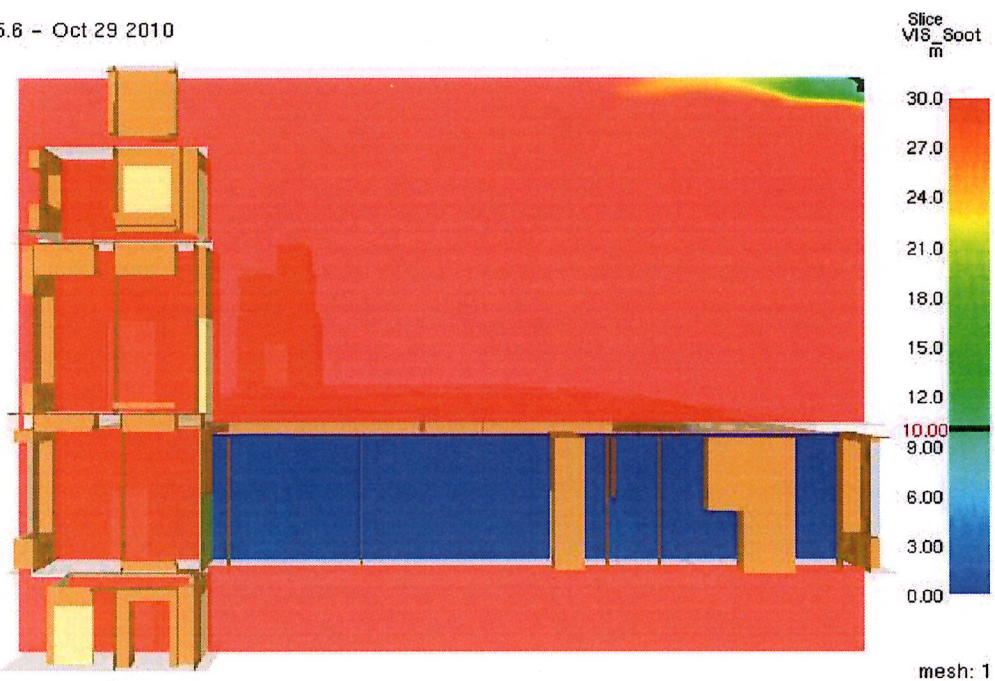


Frame: 135

Time: 1350.0

Scenariusz nr 3 – spadek zasięgu widzialności po 1520 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

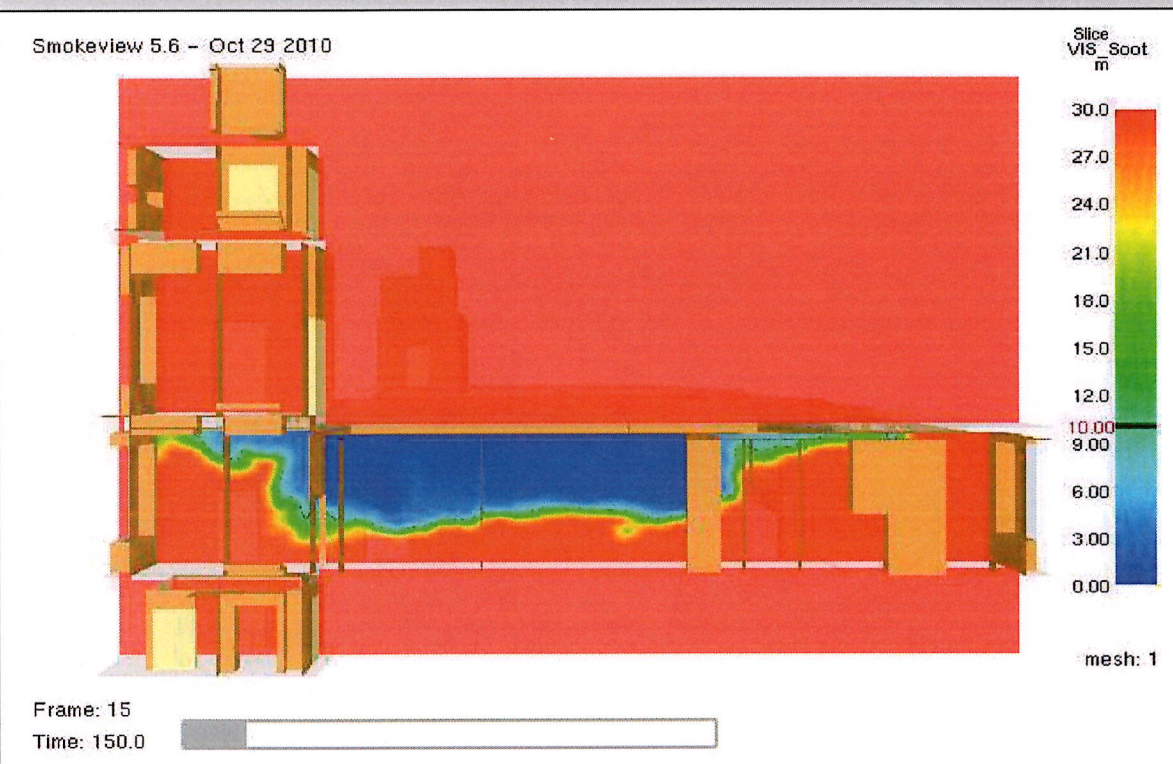


Frame: 152

Time: 1520.0

**4.1.5. ZASIĘG WIDZIALNOŚCI W PRZEKROJU PIONOWYM POPROWADZONYM PRZEZ
KLATKĘ SCHODOWĄ PÓŁNOCNĄ B – SCENARIUSZ NR 4 (STAN FAKTYCZNY)**

Scenariusz nr 4 – spadek zasięgu widzialności po 150 sekundach (przekrój pionowy)

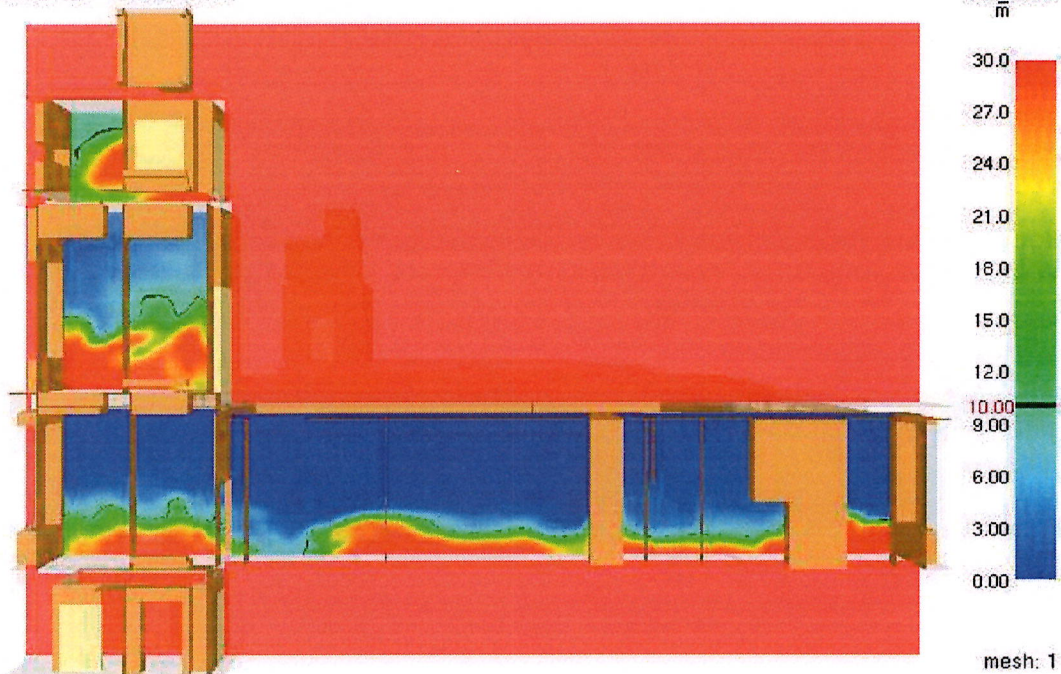


Scenariusz nr 4 – spadek zasięgu widzialności po 220 sekundach (przekrój pionowy)



Scenariusz nr 4 – spadek zasięgu widzialności po 240 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

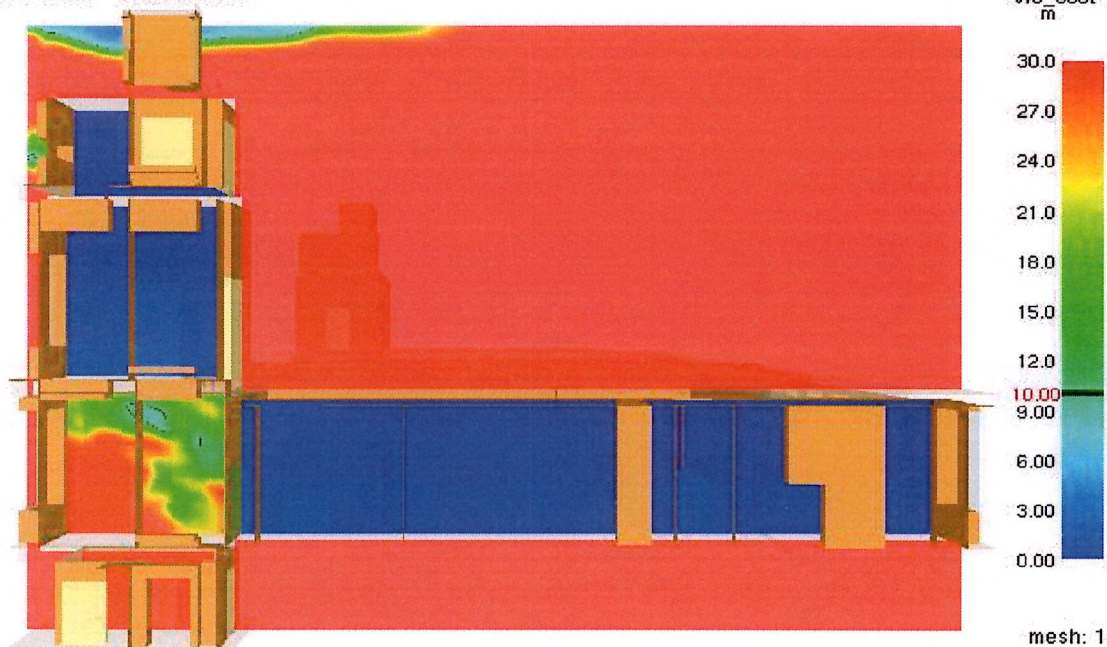


Frame: 24

Time: 240.0

Scenariusz nr 4 – spadek zasięgu widzialności po 730 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

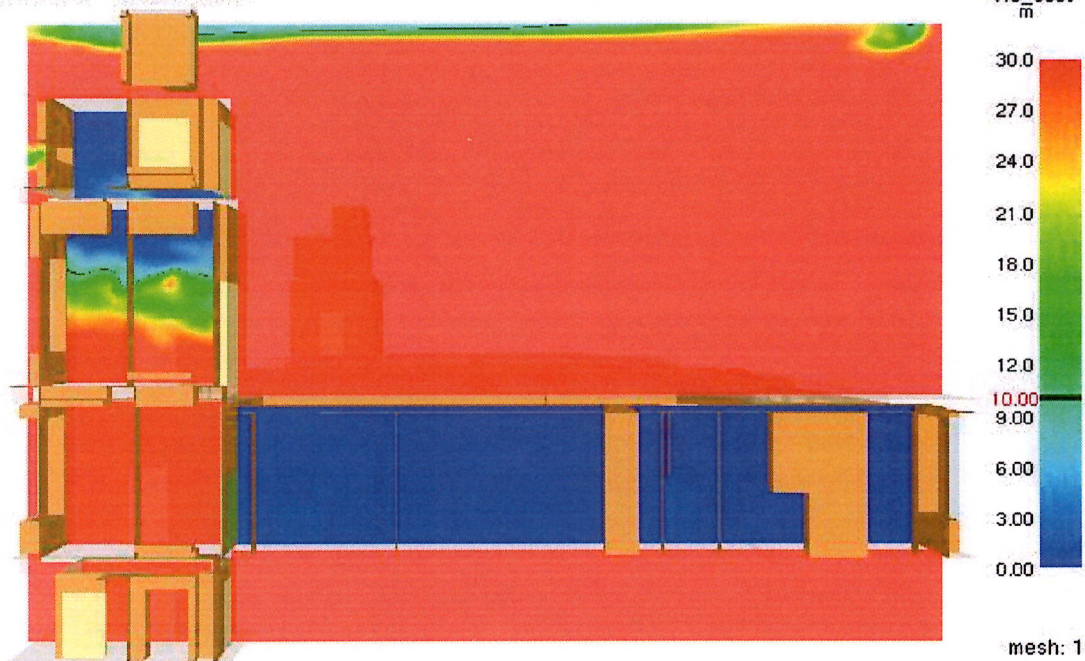


Frame: 73

Time: 730.0

Scenariusz nr 4 – spadek zasięgu widzialności po 900 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

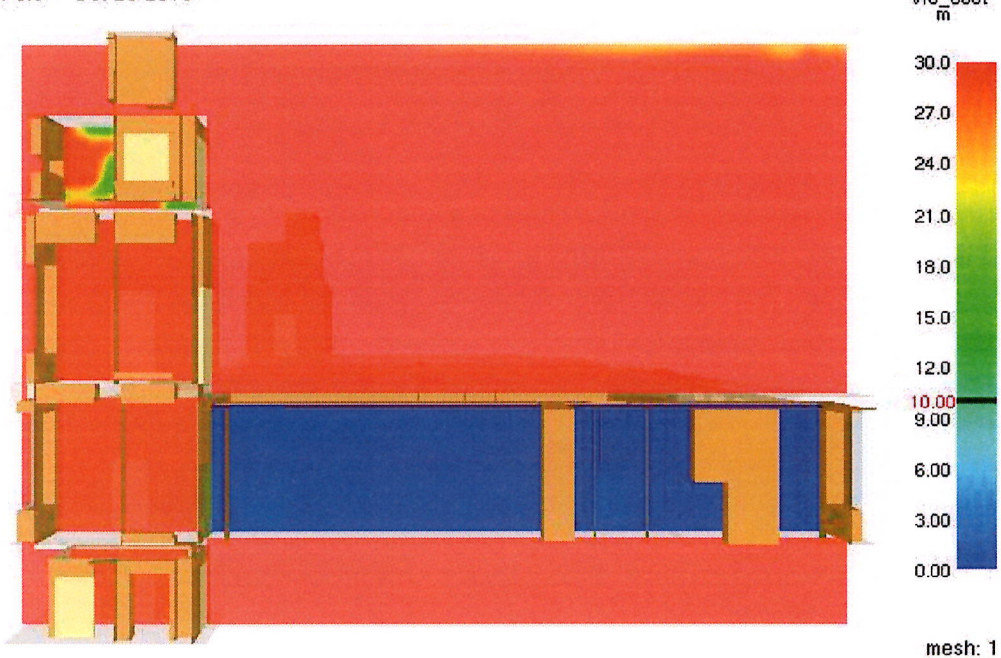


Frame: 90

Time: 900.0

Scenariusz nr 4 – spadek zasięgu widzialności po 1490 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

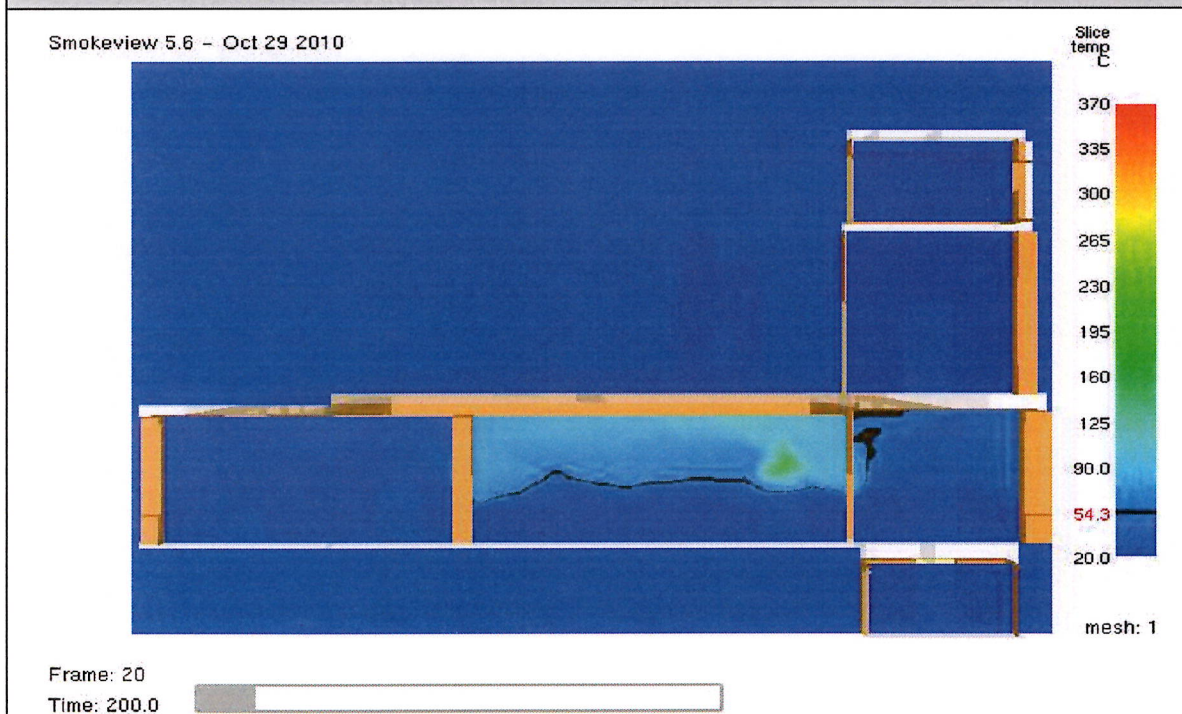


Frame: 149

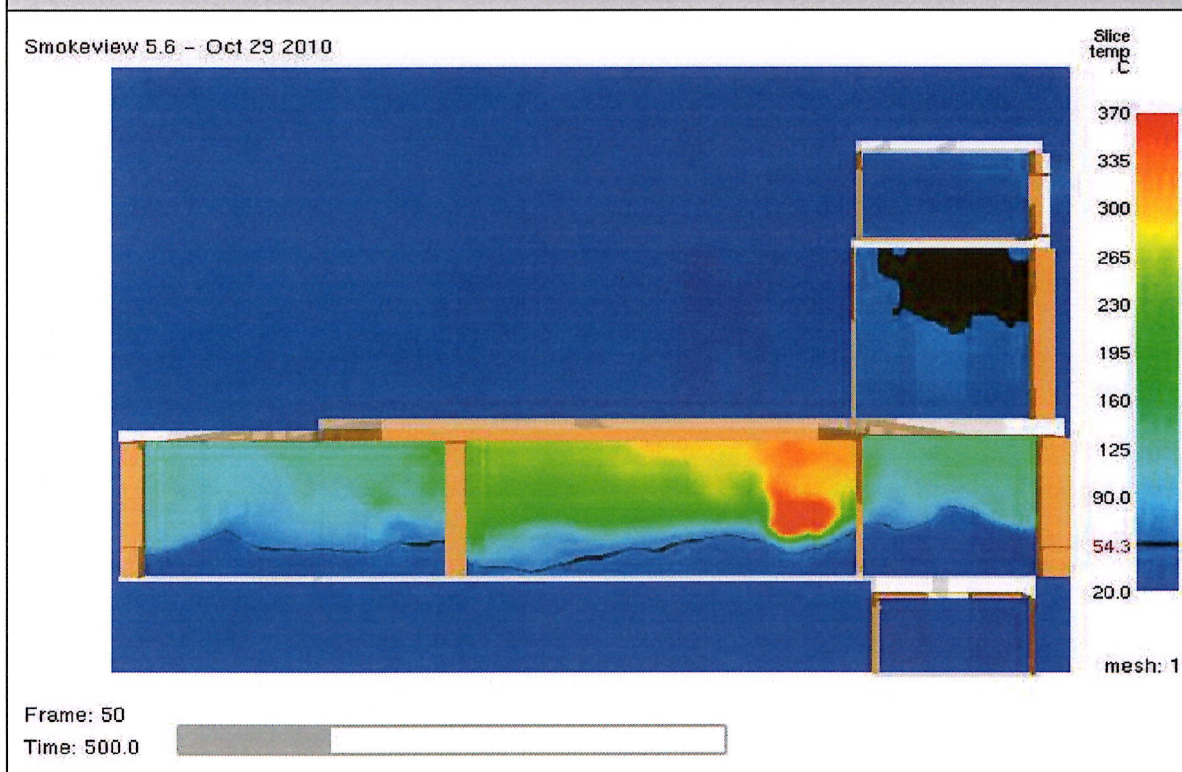
Time: 1490.0

**4.1.6. TEMPERATURA W PRZEKROJU PIONOWYM POPROWADZONYM PRZEZ KLATKĘ
SCHODOWA POŁUDNIOWĄ A – SCENARIUSZ NR 1 (WEDŁUG PN)**

Scenariusz nr 1 – temperatura po 200 sekundach (przekrój pionowy)

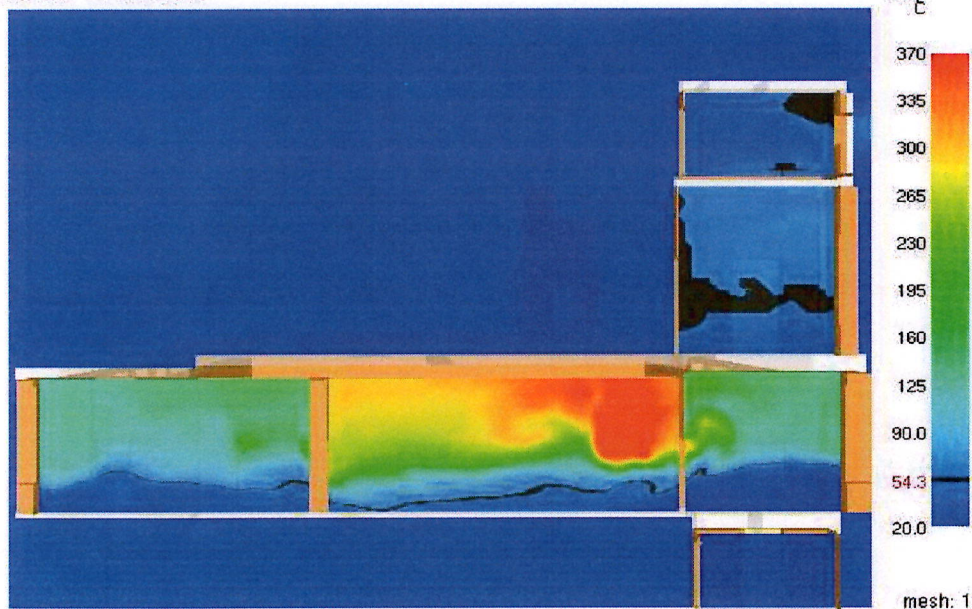


Scenariusz nr 1 – temperatura po 500 sekundach (przekrój pionowy)



Scenariusz nr 1 – temperatura po 560 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

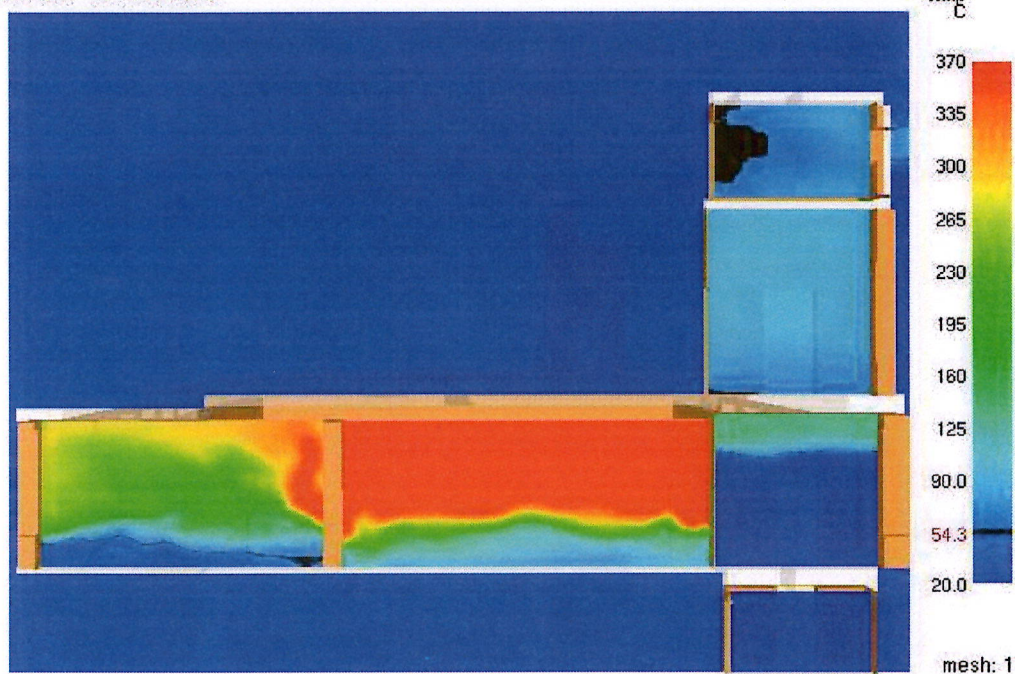


Frame: 56

Time: 560.0

Scenariusz nr 1 – temperatura po 680 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

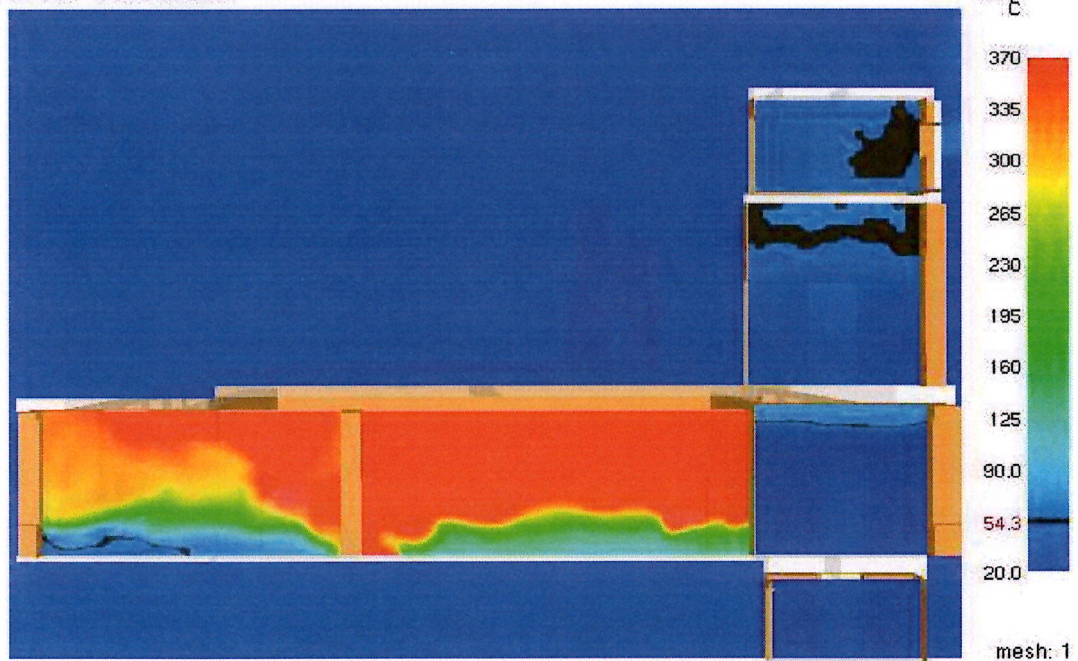


Frame: 68

Time: 680.0

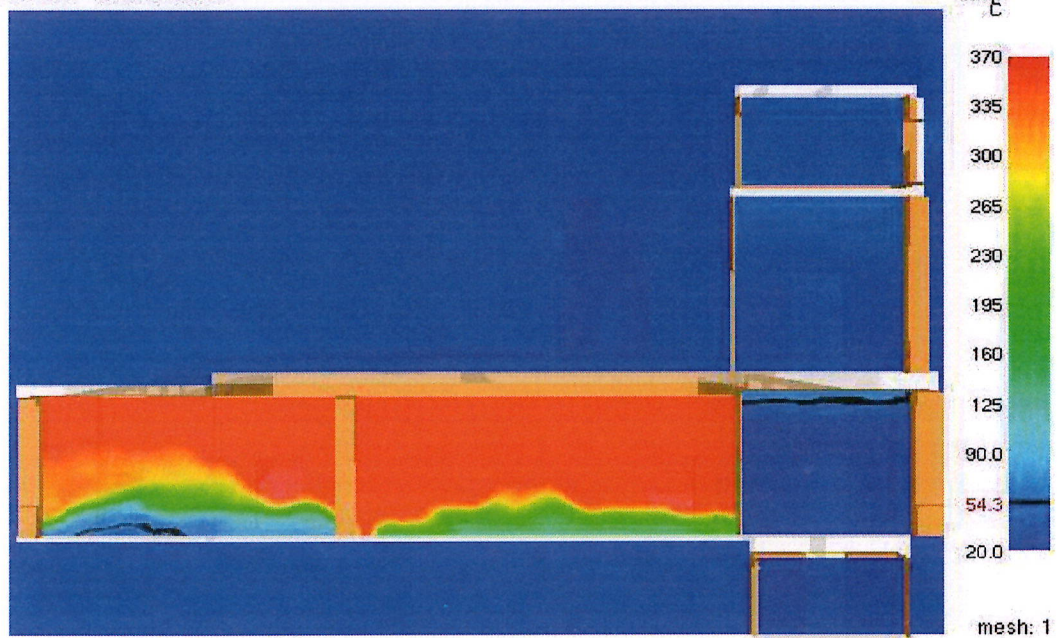
Scenariusz nr 1 – temperatura po 720 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



Scenariusz nr 1 – temperatura po 740 sekundach (przekrój pionowy)

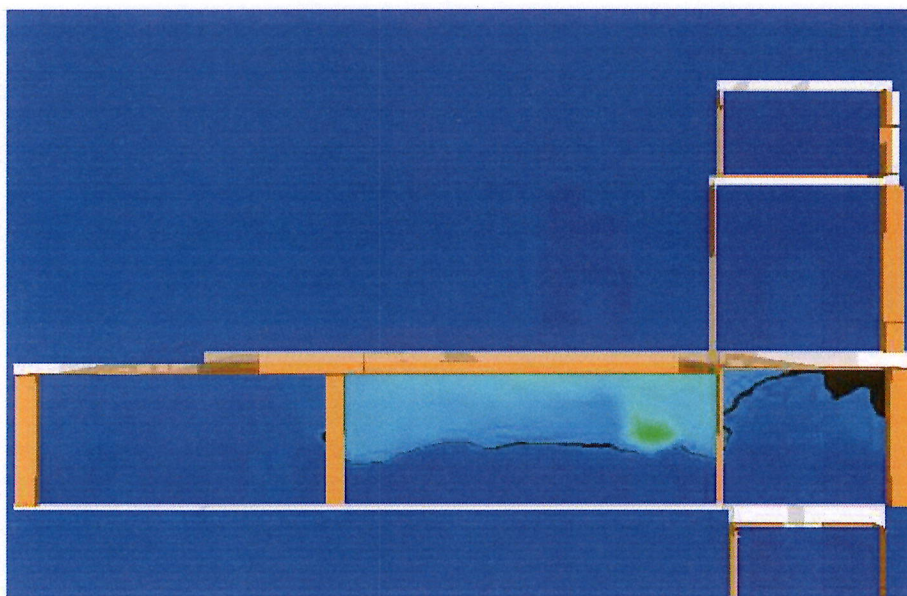
Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



**4.1.7. TEMPERATURA W PRZĘKROJU PIONOWYM POPROWADZONYM PRZĘZ KLATKĘ
POŁUDNIOWĄ A- SCENARIUSZ NR 2 (STAN FAKTYCZNY)**

Scenariusz nr 2 – temperatura po 210 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

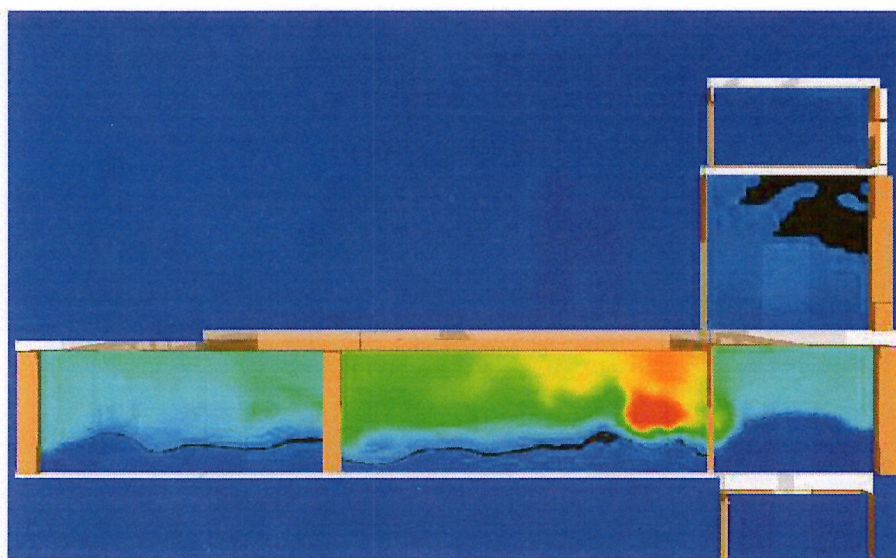


Frame: 21

Time: 210.0

Scenariusz nr 2 – temperatura po 500 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

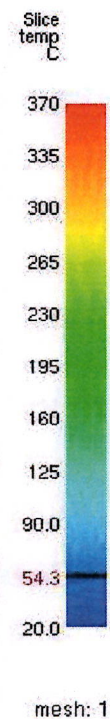
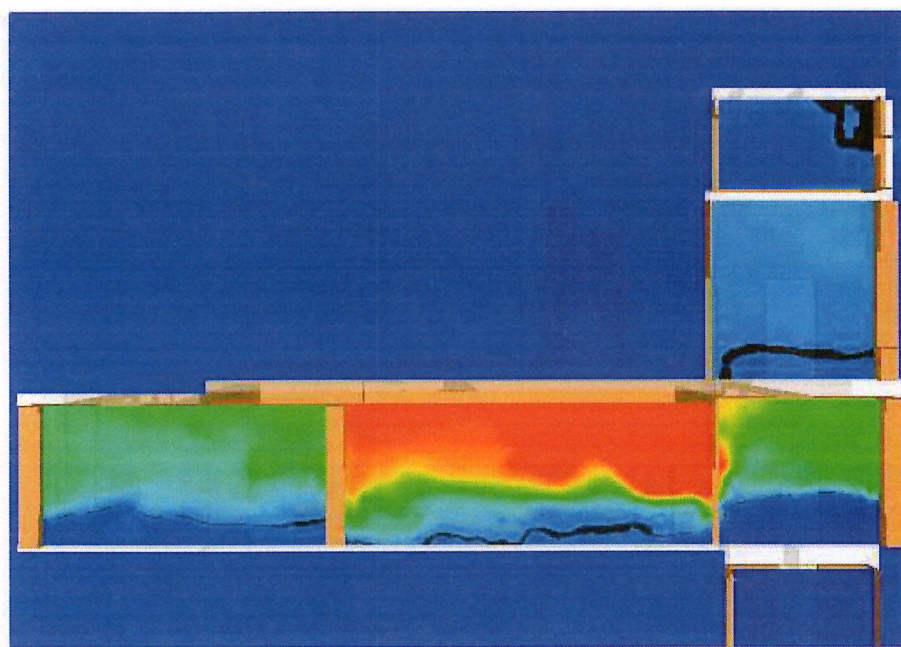


Frame: 50

Time: 500.0

Scenariusz nr 2 – temperatura po 590 sekundach (przekrój pionowy)

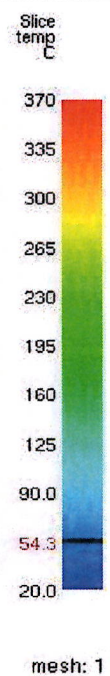
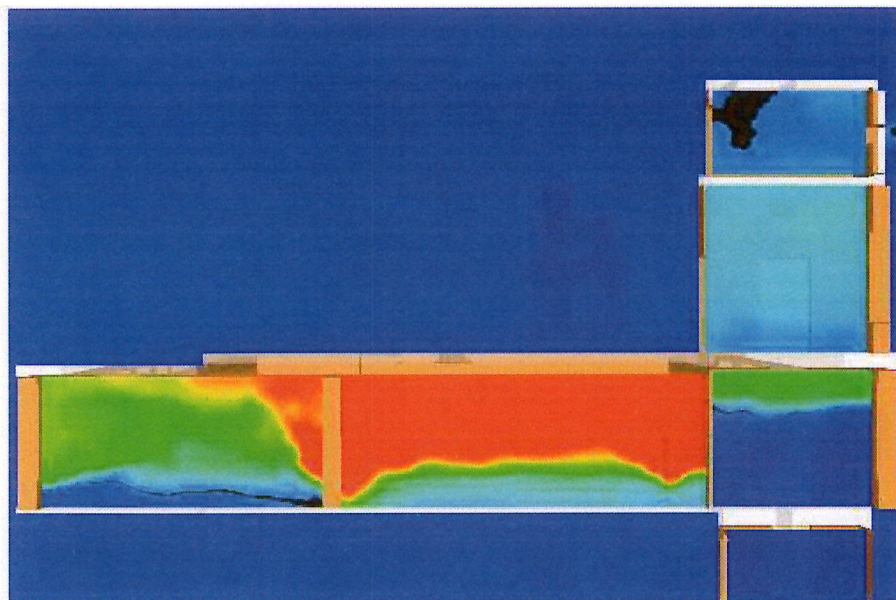
Smokeyview 5.6 – Oct 29 2010



Frame: 59
Time: 590.0

Scenariusz nr 2 – temperatura po 670 sekundach (przekrój pionowy)

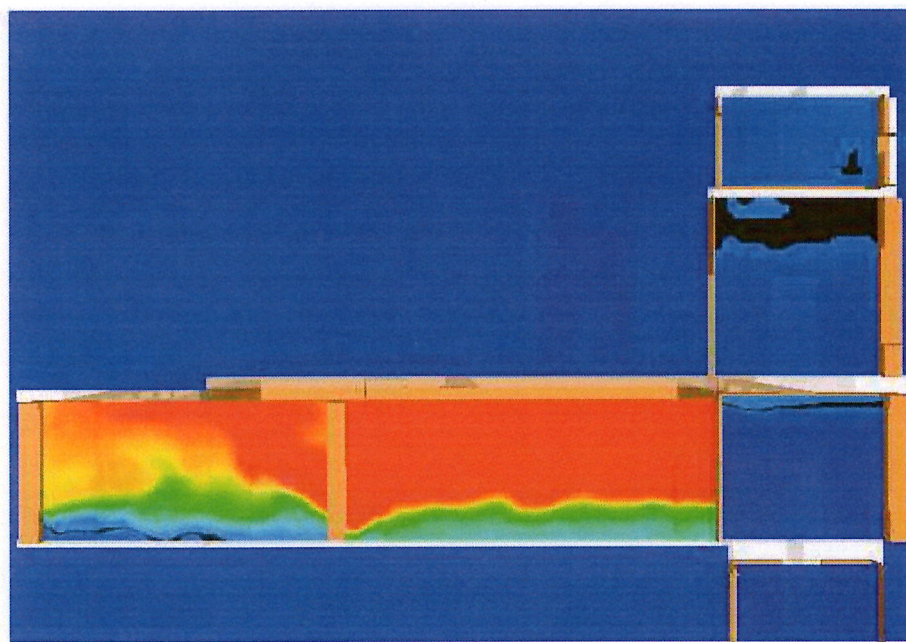
Smokeyview 5.6 – Oct 29 2010



Frame: 67
Time: 670.0

Scenariusz nr 2 – temperatura po 720 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

Slice
temp
C

370

335

300

265

230

195

160

125

90.0

54.3

20.0

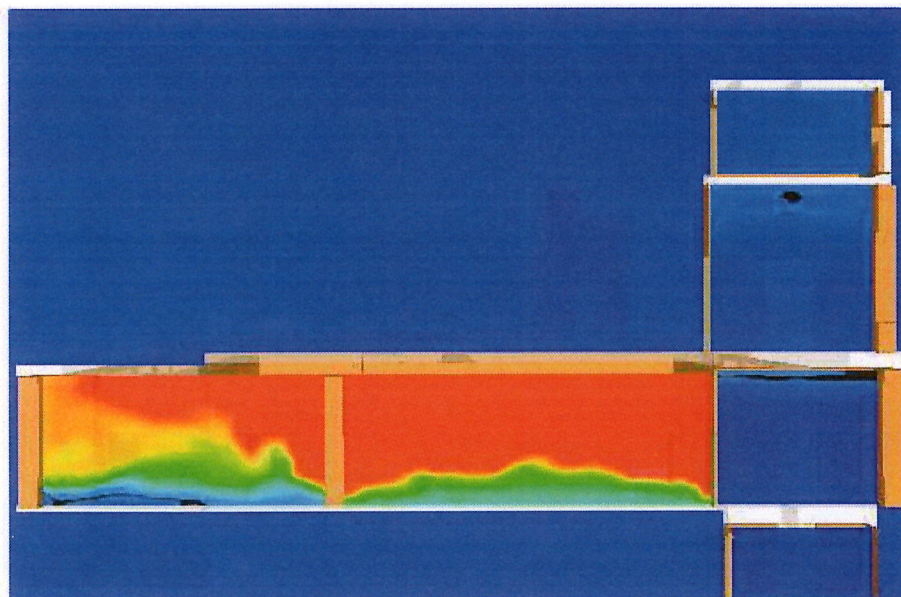
mesh: 1

Frame: 72

Time: 720.0

Scenariusz nr 2 – temperatura po 730 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

Slice
temp
C

370

335

300

265

230

195

160

125

90.0

54.3

20.0

mesh: 1

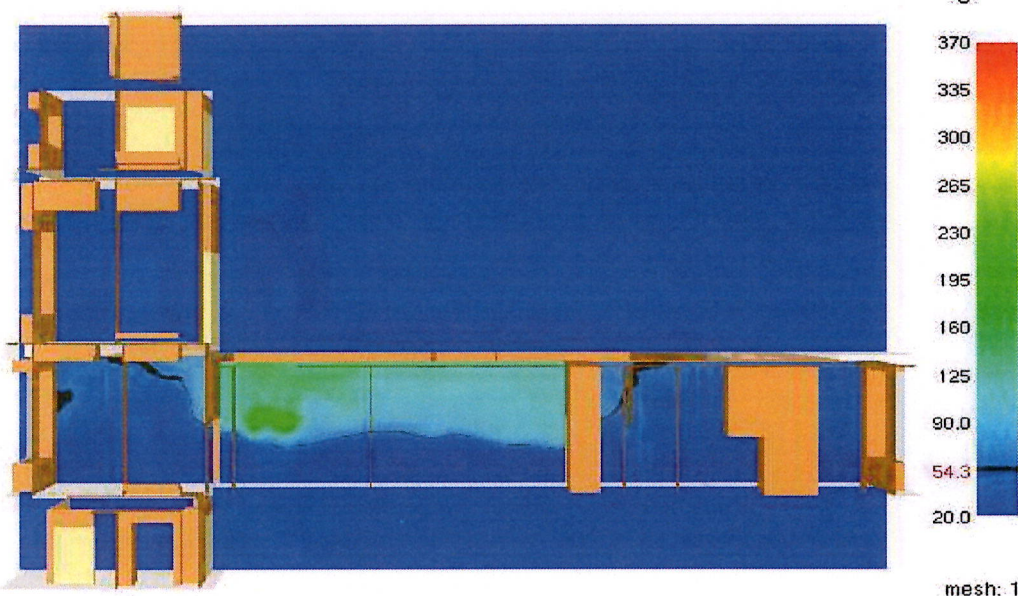
Frame: 73

Time: 730.0

**4.1.8. TEMPERATURA W PRZEKROJU PIONOWYM POPROWADZONYM PRZEZ KLATKĘ
SCHODOWĄ PÓŁNOCNĄ B – SCENARIUSZ NR 3 (WEDŁUG PN)**

Scenariusz nr 3 – temperatura po 250 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

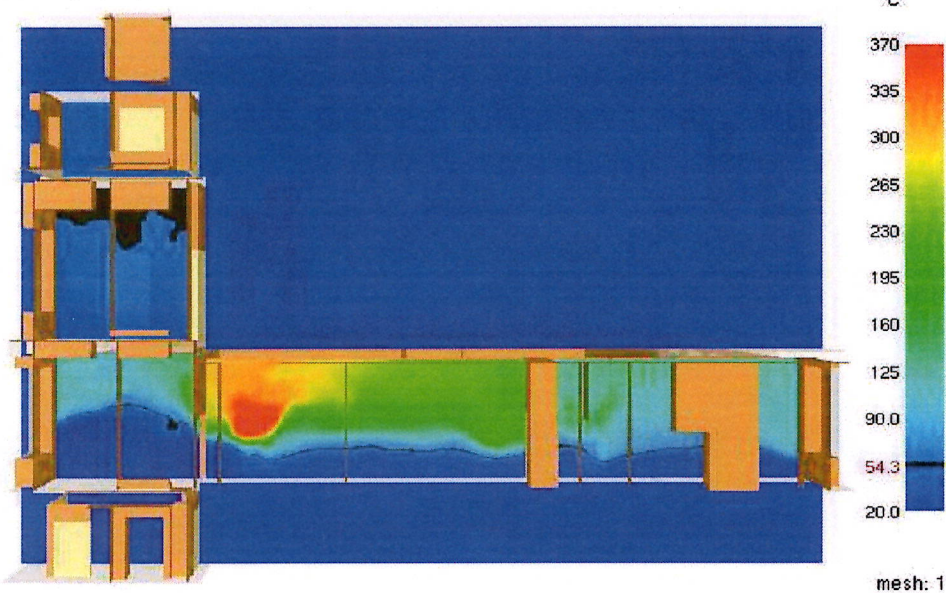


Frame: 25

Time: 250.0

Scenariusz nr 3 – temperatura po 490 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

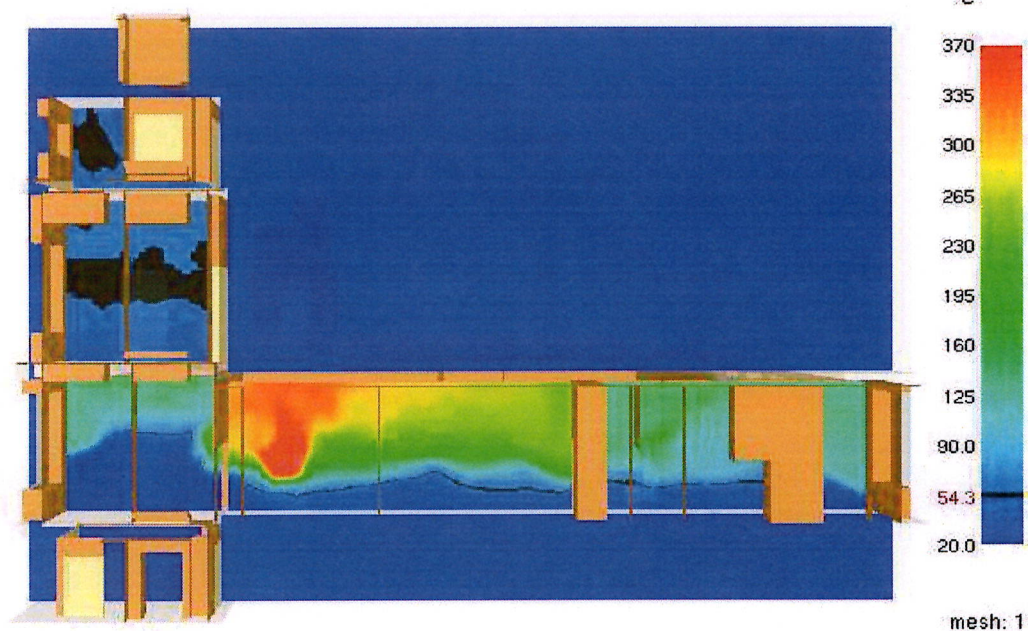


Frame: 49

Time: 490.0

Scenariusz nr 3 – temperatura po 540 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

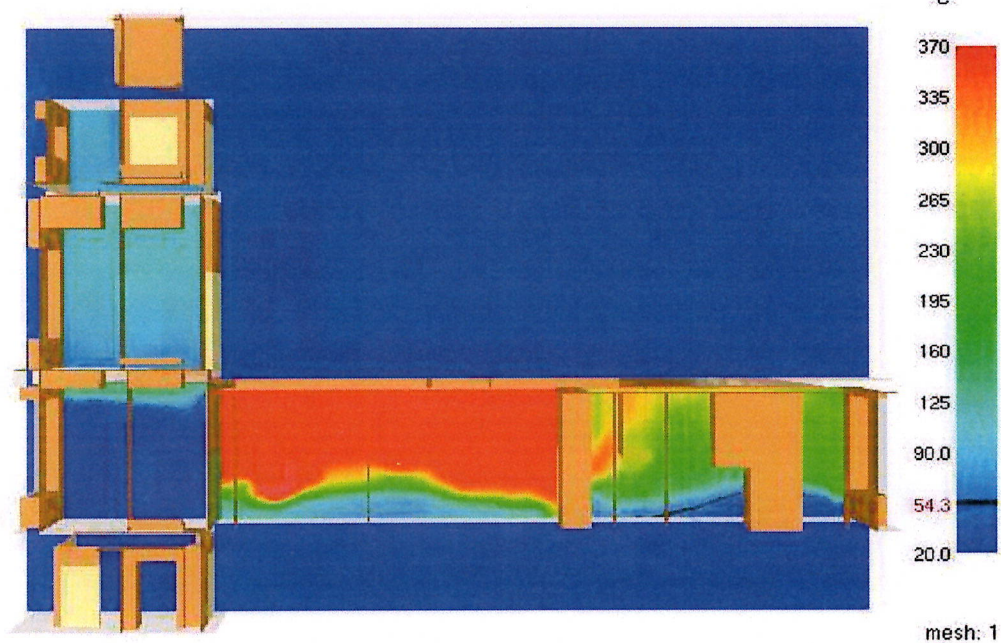


Frame: 54

Time: 540.0

Scenariusz nr 3 – temperatura po 670 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

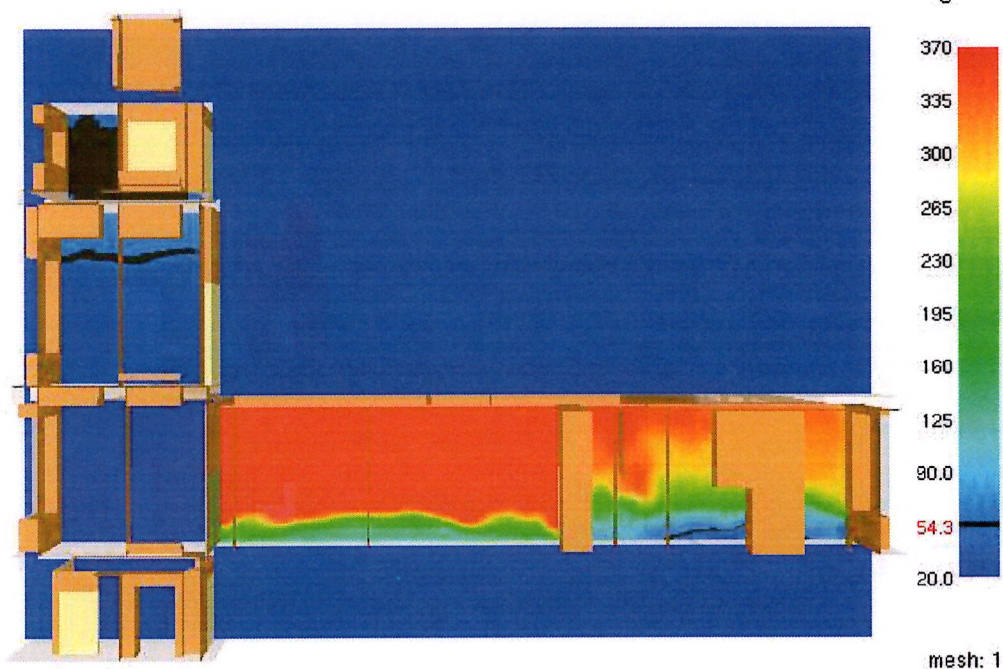


Frame: 67

Time: 670.0

Scenariusz nr 3 – temperatura po 710 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

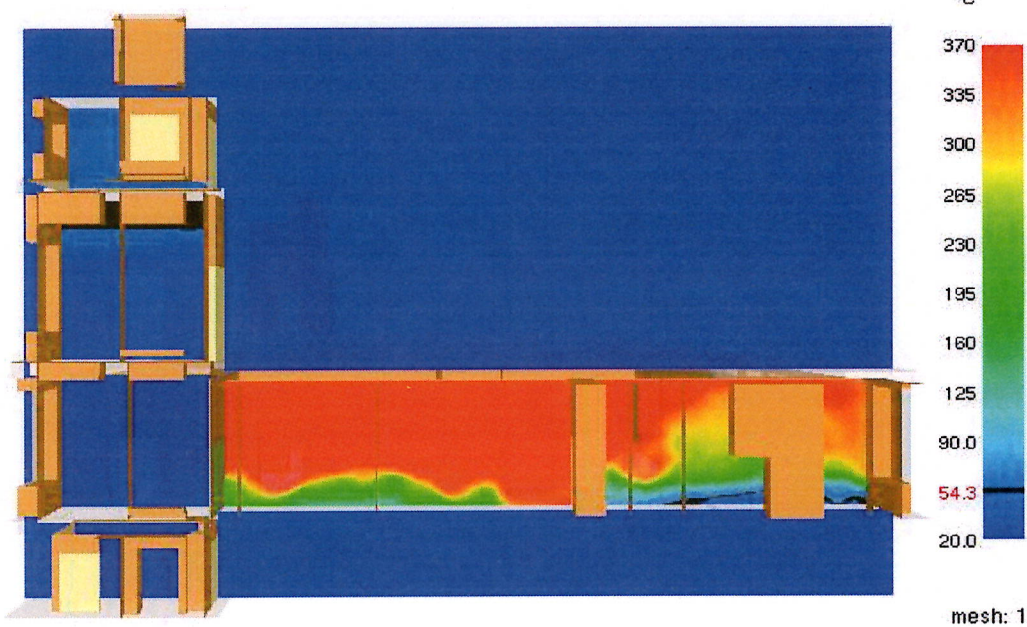


Frame: 71

Time: 710.0

Scenariusz nr 3 – temperatura po 720 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



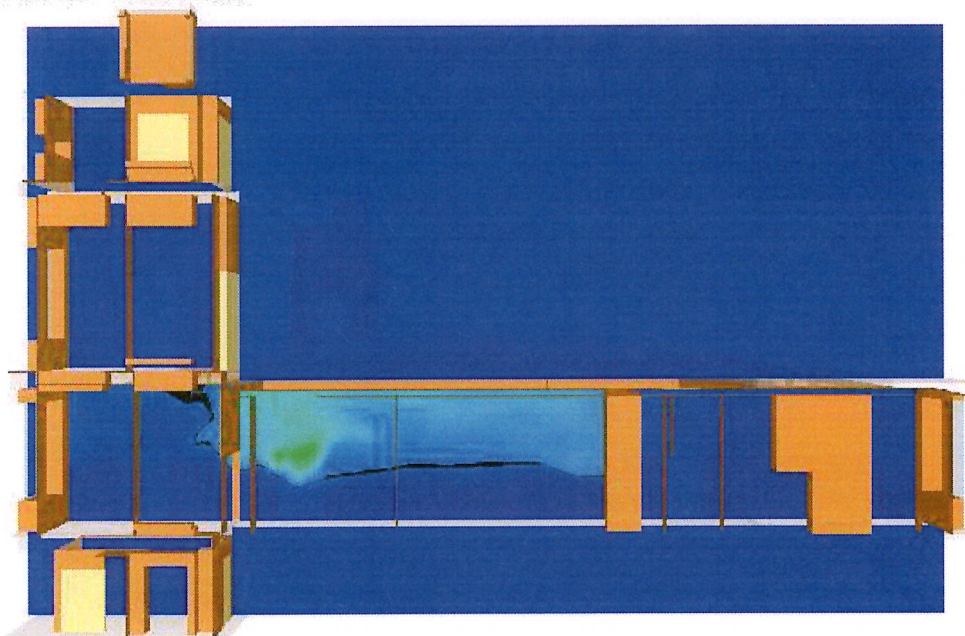
Frame: 72

Time: 720.0

**4.1.9. TEMPERATURA W PRZĘKROJU PIONOWYM POPROWADZONYM PRZĘZ KLATKĘ
SCHODOWĄ PÓŁNOCNĄ B – SCENARIUSZ NR 4 (STAN FAKTYCZNY)**

Scenariusz nr 4 – temperatura po 220 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

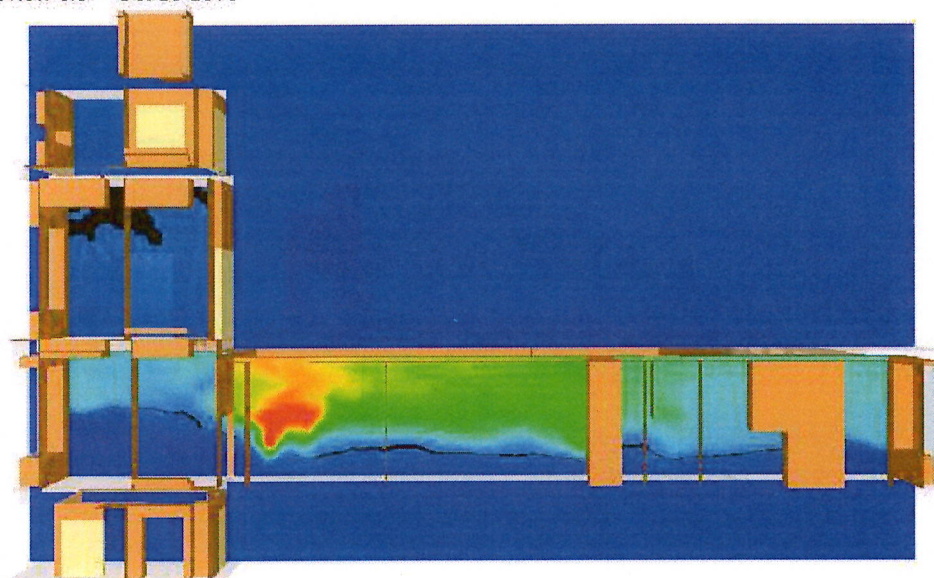


Frame: 22

Time: 220.0

Scenariusz nr 4 – temperatura po 510 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

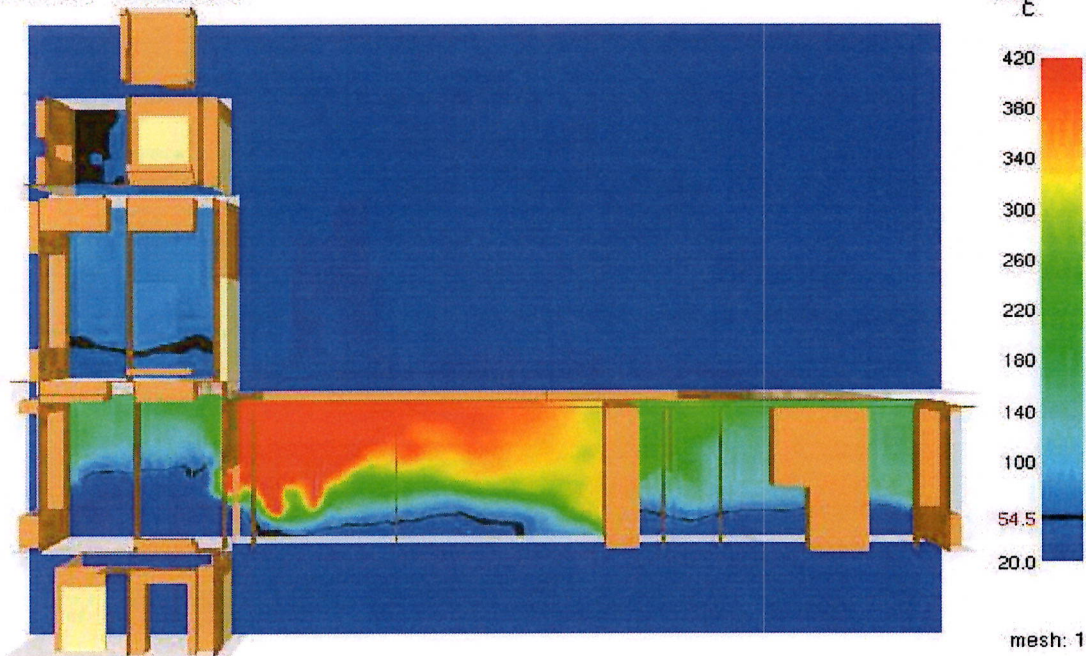


Frame: 51

Time: 510.0

Scenariusz nr 4 – temperatura po 600 sekundach (przekrój pionowy)

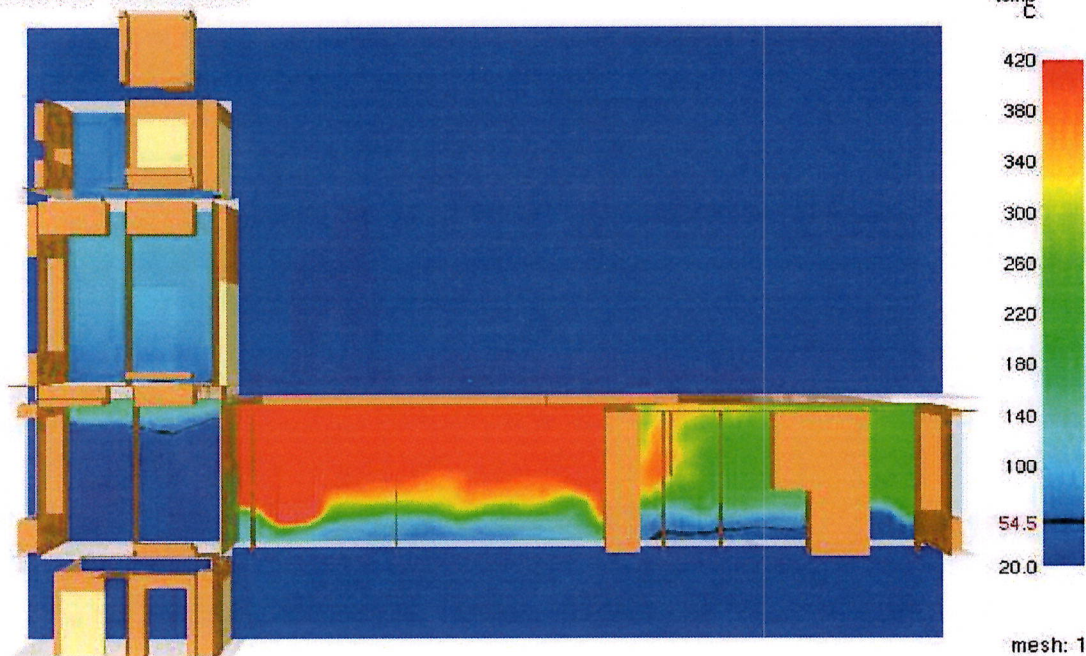
Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



Frame: 60
Time: 600.0

Scenariusz nr 4 – temperatura po 670 sekundach (przekrój pionowy)

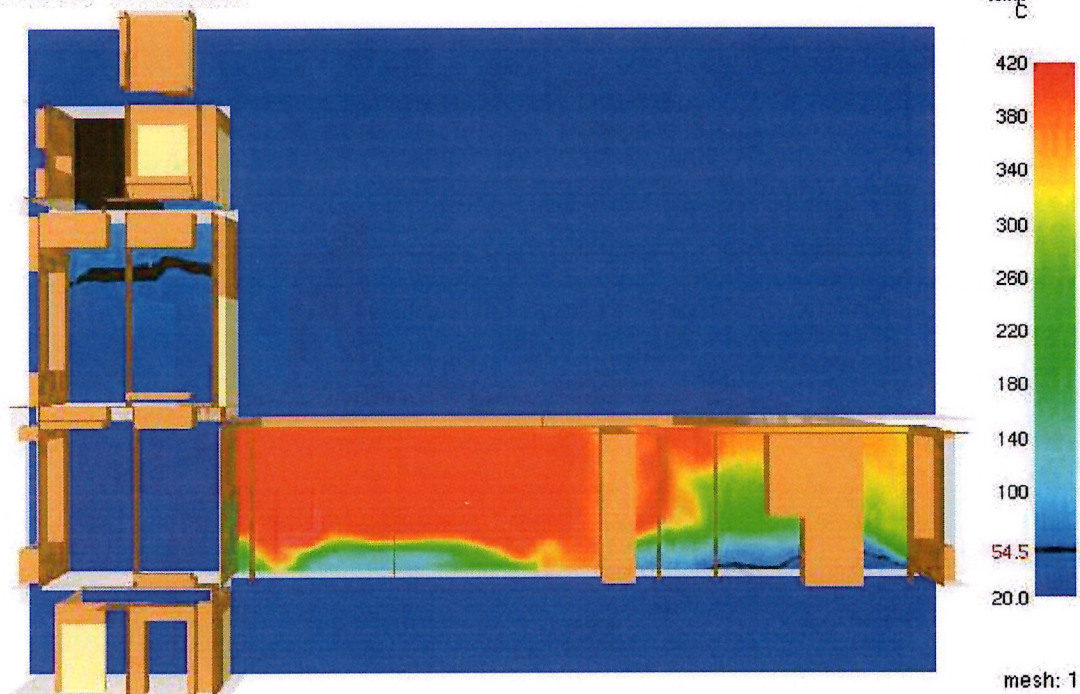
Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



Frame: 67
Time: 670.0

Scenariusz nr 4 – temperatura po 710 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010

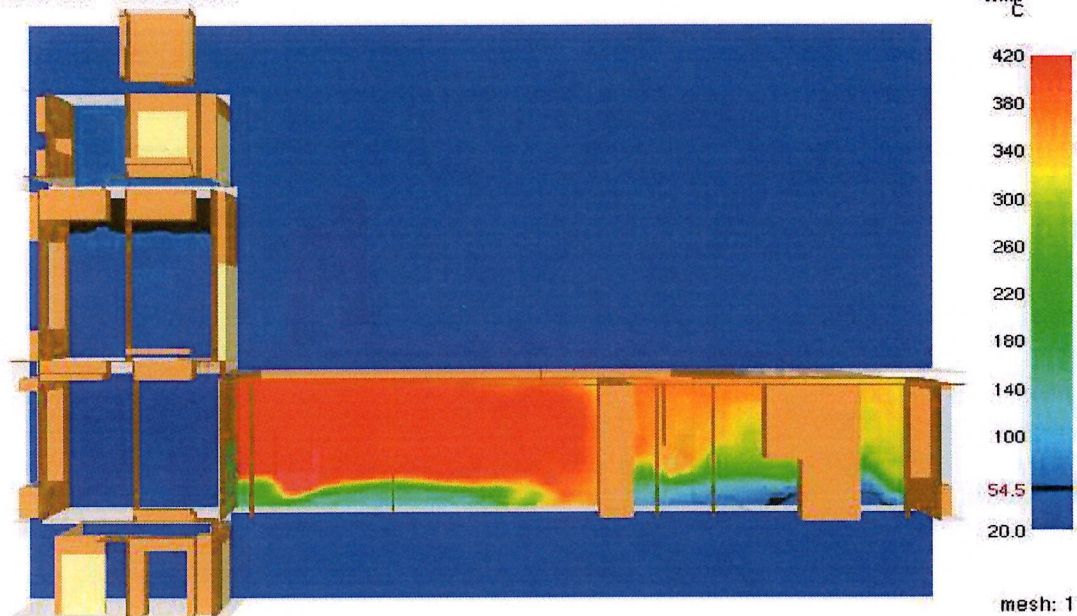


Frame: 71

Time: 710.0

Scenariusz nr 4 – temperatura po 720 sekundach (przekrój pionowy)

Smokeview 5.6 – Oct 29 2010



Frame: 72

Time: 720.0

5. WNIOSKI

Na podstawie otrzymanych wyników symulacji komputerowych należy stwierdzić, że grawitacyjny system do usuwania dymu z klatek schodowych w obiekcie Biblioteki Narodowej przy Placu Krasińskich 3/5 w Warszawie powinien zapewnić warunki bezpiecznej ewakuacji na poziomie zbliżonym do wymagań zawartych w PN[12].

Przedmiotowe klatki schodowe zostaną zamknięte drzwiami EI 30, bądź drzwiami dymoszczelnymi. W związku z powyższym, należy przypuszczać, że przy prawidłowo działających drzwiach, dym na klatkę schodową będzie wydostawał się tylko do momentu zakończenia ewakuacji z określonej kondygnacji (na której dojdzie do pożaru). W powyższych symulacjach założono, iż drzwi na klatkę są nieustannie otwarte przez 660 s, czyli wymagany czas bezpiecznej ewakuacji z obiektu. Poniżej przedstawiono w postaci tabelarycznej wartość czasu, po którym dochodzi do przekroczenia parametrów krytycznych temperatury i zasięgu widzialności na poszczególnych kondygnacjach klatek schodowych, co uniemożliwia wykorzystanie ich do ewakuacji.

Tabela 7. Wyniki symulacji w warunkach swobodnego napływu dymu na klatkę schodową

Lp.	Poziom	Czas osiągnięcia parametrów krytycznych w danym scenariuszu							
		Scenariusz 1 (A)		Scenariusz 2 (A)		Scenariusz 3 (B)		Scenariusz 4 (B)	
		Widzialność	Temp.	Widzialność	Temp.	Widzialność	Temp.	Widzialność	Temp.
1	Parter	150 s	200 s	150 s	210 s	150 s	250 s	150 s	220 s
2	Piętro 1	240 s	500 s	230 s	500 s	230 s	490 s	220 s	510 s
3	Piętro 2	250 s	560 s	260 s	590 s	230 s	540 s	240 s	600 s

Wyniki przedstawione w tabeli nr 7 ukazują, iż w rozpatrywanych scenariuszach dym pożarowy rozprzestrzeniał się po kondygnacjach klatek schodowych w zbliżony sposób, co skutkowało wzrostem temperatury oraz spadkiem zasięgu widzialności. Należy podkreślić, iż do czasu ewakuacji drzwi na klatkę schodową pozostawały otwarte umożliwiając tym samym przedostawanie się dymu do jej przestrzeni.

Wartości zawarte w tabeli nr 8 przedstawiają skuteczność oczyszczania z dymu klatek schodowych, czyli tym samym skuteczność systemu do usuwania dymu.

Tabela 8. Wyniki symulacji w warunkach oczyszczania klatki schodowej z dymu

Lp.	Scenariusz pożarowy	Czas osiągnięcia parametrów bezpiecznej ewakuacji	
		Zasięg widzialności (powyżej 10 m)	Temperatura (poniżej 60°C)
1	Klatka A (wg PN)	1550 s	740 s
2	Klatka A (stan faktyczny)	1580 s	730 s
3	Klatka B (wg PN)	1520 s	720 s
4	Klatka B (stan faktyczny)	1490 s	720

W tabel nr 8 przedstawiono warunki oczyszczania klatek schodowych z dymu przy zamkniętych drzwiach przeciwpożarowych oraz dymoszczelnych na klatkę schodową. Wartości czasu zawarte w tabeli określają moment, w którym na całym przekroju klatki schodowej występowały warunki pozwalające na bezpieczną ewakuację. W przypadku klatki schodowej A daje się zauważyć nieco dłuższy czas oczyszczania klatki z dymu, natomiast temperatura spada szybciej w porównaniu do scenariusza normowego. Z kolei klatka schodowa B w krótszym czasie spełniała kryterium zasięgu widzialności przy tym samym czasie odpowiadającym temperaturze poniżej 60°C – porównując z wariantem normowym.

Podsumowując należy stwierdzić, iż na podstawie przeprowadzonych symulacji, przedmiotowy system do usuwania dymu z klatek schodowych w budynku Biblioteki Narodowej zlokalizowanym w Warszawie przy Placu Krasińskich 3/5 mimo występujących niezgodności powinien zapewnić warunki bezpiecznej ewakuacji na poziomie zbliżonym w stosunku do wymagań normowych przedstawionych w PN[12].

6. BIBLIOGRAFIA

- [1] Health and Safety Laboratory: Gobeau N., Ledin H.S, Lea C.J. Guidance for HSE Inspectors: Smoke movement in complex enclosed spaces - Assessment of Computational Fluid Dynamics. HSL, 2002.
- [2] K. McGrattan, S. Hostikka, J. Floyd, R. McDermott. NIST Special Publication 1019-5. Fire Dynamics Simulator (Version 5) User's Guide. 2010.
- [3] K. McGrattan, R. McDermott, S. Hostikka, J. Floyd,. NIST Special Publication 1018-5. Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide. Volume 3: Validation. 2010.
- [4] Komenda Główna Państwowej Straży Pożarnej, Biuro Rozpoznawania Zagrożeń. Procedury organizacyjno-techniczne w sprawie spełnienia wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego w inny sposób niż określono to w przepisach techniczno-budowlanych. 10.2008.
- [5] NUREG 1824, United States Nuclear Regulatory Commission. Verification and Validation of Selected Fire Models for Nuclear Power Plant applications, Volume 6 Fire Dynamics Simulator. 2007.
- [6] PN-EN ISO 6946. Komponenty budowlane i elementy budynku. Opór cieplny i współczynnik przenikania ciepła. Metoda obliczania.
- [7] SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Third Edition. 2002.
- [8] Published Document 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).
- [9] Foster J. A., Roberts G. V.: Research Report Number 61/1994: „Measurements of the Firefighting Environment”.
- [10] BS 7346-4:2003 Components for smoke and heat control systems – Part 4: Functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems, employing steady-state design fires – Code of practice.
- [11] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie z dnia 12 kwietnia 2002 r. (Dz.U. Nr 75, poz. 690) z późn. zm.
- [12] Polska Norma - PN-B-02877-4 Ochrona przeciwpożarowa budynków. Instalacje grawitacyjne do odprowadzania dymu i ciepła Zasady projektowania.
- [13] NFPA 72: National Fire Alarm and Signaling Code. 2013 Edition.
- [14] Ekspertyza techniczna dotycząca stanu ochrony przeciwpożarowej dla budynku Biblioteki Narodowej przy Placu Krasińskich 3/5, sierpień 2013 r..

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