

Inwestycja: PRZEBUDOWA I DOSTOSOWANIE BUDYNKU SZKOŁY
PODSTAWOWEJ W LISKOWIE PRZY UL. KS. W.
BLIZIŃSKIEGO 44A W CELU SPEŁNIENIA WYMOGÓW
PRZECIWPOŻAROWYCH

Adres inwestycji: 62-850 Lisków, ul. ks. W. Blizińskiego 44A

Inwestor: Gmina Lisków
62-850 Lisków, ul. ks. Wacława Blizińskiego 56

Temat: RAPORT Z SYMULACJI CFD ODDYMIANIA
KLATKI SCHODOWEJ

Opracował: mgr inż. Elżbieta Borowska
Nr upr. POM/0231/POOS/11 *Borowska*
do projektowania bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej
w zakresie sieci, instalacji i urządzeń cieplnych, wentylacyjnych,
gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych

Zaopiniował: mgr inż. Krzysztof Bagiński
Rzeczoznawca ds. zabezpieczeń przeciwpożarowych

Bagiński
mgr inż. Krzysztof Bagiński Nr upr. 532/2011

Gdańsk, maj 2024 r.

SPIS TREŚCI

1.	ZAKRES I CEL OPRACOWANIA.....	3
2.	PODSTAWA OPRACOWANIA	3
3.	OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BUDYNKU	3
4.	ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO ANALIZ.....	4
5.	SYMULACJE CFD	4
6.	WYNIKI SYMULACJI	6
7.	WNIOSKI	17

1. ZAKRES I CEL OPRACOWANIA

Przedmiotem opracowania jest analiza skuteczności działania projektowanej instalacji oddymiania mechanicznego z kompensacją grawitacyjną w klatce schodowej w budynku Szkoły Podstawowej przy ul. Ks. Wacława Blizińskiego 44A w Liskowie.

W związku z tym, że w klatce zastosowano oddymianie mechaniczne, zdecydowano potwierdzić skuteczności przyjętych rozwiązań systemu oddymiania symulacją CFD.

Symulację wykonano w oparciu na wytyczne CNBOP-PIB-W-0003:2016 – wydanie 2 z 2019r roku „Systemy oddymiania klatek schodowych”. Kryterium oceny skuteczności systemu oddymiania jest czas oczyszczania klatki schodowej z dymu – ocena oparta na w/w wytycznych.

2. PODSTAWA OPRACOWANIA

Podstawą opracowania są:

- projekt architektoniczny,
- obowiązujące przepisy techniczno-budowlane,
- wytyczne CNBOP-PIB W-0003:2016, wydanie 2 maj 2019 „Systemy oddymiania klatek schodowych”,
- zasady wiedzy technicznej,
- Ekspertyza techniczna przeciwpożarowa opracowana w kwietniu 2022r. przez Rzeczoznawcę do spraw zabezpieczeń przeciwpożarowych mgr Małgorzatę Pilch oraz Rzeczoznawcę budowlanego dr inż., arch Romana Pilch.

3. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA BUDYNKU

Instalację projektuje się w istniejącym budynku szkoły podstawowej.

Ze względu na przeznaczenie i przewidywaną liczbę osób mogących jednocześnie przebywać w poszczególnych pomieszczeniach, budynek zaliczony jest do kategorii zagrożenia ludzi ZL III.

Na poszczególnych kondygnacjach przewiduje się następującą liczbę osób:

- piwnica – brak stałego pobytu,
- parter – 82 osób,
- I piętro – 50 osób,
- II piętro – 77 osób,
- poddasze – 90 osób.

W budynku nie przewiduje się pomieszczeń przeznaczonych dla większych grup ludzi. Sale lekcyjne, biblioteka przeznaczone dla maksymalnie 25 osób.

Ilość kondygnacji: 4 nadziemne i 1 podziemna.

Wysokość budynku: 20,94 m, zakwalifikowany do grupy budynków średniowysokich (SW).

W ramach planowanych działań dostosowawczych przewiduje się wydzielenie klatki schodowej ścianami o klasie REI 60 odporności ogniowej, zamknięcie drzwiami o klasie EI 30 odporności ogniowej i wyposażenie w urządzenia służące do usuwania dymu uruchamiane samoczynnie za pomocą systemu wykrywania dymu.

Wszystkie drzwi prowadzące do klatki schodowej wyposażone będą w elektrotrzymacze lub samozamykacze.

4. ZAŁOŻENIA PRZYJĘTE DO ANALIZ

Celem wykonania analizy jest sprawdzenie skuteczności działania projektowanego systemu oddymiania klatki schodowej. W klatce schodowej projektowany jest system oddymiania mechanicznego z grawitacyjnym nawiewem kompensacyjnym.

System wentylacji pożarowej klatki oparty został na:

- wentylatorze oddymiającym o wydajności 13500 m³/h umieszczonym pod stropem klatki schodowej,
- grawitacyjnej kompensacji powietrza do oddymiania realizowanej pomocą otwieranych dwuskrzydłowych drzwi zewnętrznych, wyposażonych w siłowniki.

Symulację CFD dla klatki schodowej przeprowadzono w oparciu o wytyczne CNBOP-PIB W-0003:2016, wydanie 2 maj 2019. Jako akceptowalny czas oddymiania klatki schodowej przyjęto czas pozwalający na oddymienie klatki w tempie nie dłuższym niż 18 s na 1 m wysokości klatki schodowej.

5. SYMULACJE CFD

5.1. Narzędzie do wykonania symulacji

Do odwzorowania modelu wykorzystano edytor graficzny PyroSim, za pomocą którego wprowadzone zostały wszelkie elementy budynku oraz instalacji wentylacji i miejsca pożaru.

Siatka obliczeniowa modelu została zbudowana z komórek o wymiarach 0,1 x 0,1 x 0,1 m.

Model symulacji oraz obliczenia zostały wykonane w programie do Fire Dynamics Simulator (FDS) stworzonym w National Institute of Standards and Technology (NIST). Program ten wykorzystuje metody obliczeniowe numerycznej mechaniki płynów (CFD). FDS modeluje przepływy płynów w oparciu o numeryczne rozwiązanie równań Naviera-Stokesa. Obliczenia przeprowadzane są na trójwymiarowym modelu obiektu.

5.2. Początkowa temperatura wewnętrzna i zewnętrzna

Symulacje wykonano dla następujących warunków temperaturowych:

Warunki zimowe:

- temperatura początkowa przegród i powietrza wewnątrz klatki schodowej: 16°C,
- temperatura powietrza zewnętrznego: -18°C,

Warunki letnie:

- temperatura początkowa przegród i powietrza wewnątrz klatki schodowej: 24°C,
- temperatura powietrza zewnętrznego: 30°C,

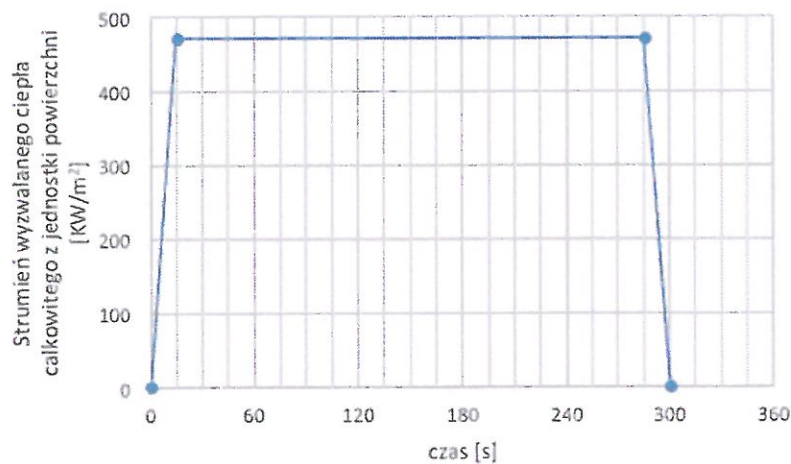
Warunki izotermiczne:

- temperatura początkowa przegród i powietrza wewnątrz klatki schodowej: 20°C,
- temperatura powietrza zewnętrznego: 20°C,

5.3. Parametry projektowe pożaru

W analizie numerycznej zastosowano pożar projektowy zgodnie z Wytycznymi CNBOP-PIB W-0003:2016. Wydanie 2, maj 2019: Systemy oddymiania klatek schodowych.

Wymiar źródła testowego 0,3 m x 0,5 m



Rysunek 1. Przebieg zmian wartości strumienia wyzwalanego ciepła całkowitego z jednostki powierzchni w czasie.

Jednostkowe wydzielanie ciepła - 471 kW/m²

Zmienność strumienia wyzwalanego ciepła zgodnie z rysunkiem 1

Paliwo – etanol (C₂H₅OH)

Ciepło spalania 26 780 kJ/kg

Promieniowanie cieplne stanowi 30% całkowitego strumienia wyzwalanego ciepła.

Współczynnik generacji sadzy, tzw. soot yield wynosi – 0,05 g/g

5.4. Założenia pracy instalacji oddymiania

Zgodnie z wytycznymi CNBOP-PIB, analizę wykonano dla lokalizacji źródła testowego dymu na drugiej kondygnacji nadziemnej.

Otwarcie drzwi kompensujących powietrze do oddymiania i uruchomienie wentylatora oddymiającego następuje w czasie +360 s od rozpoczęcia pożaru.

Symulacje wykonano dla warunków zimowych, letnich i izotermicznych.

6. WYNIKI SYMULACJI

W analizie skuteczności oddymiania klatki schodowej pod ocenę poddano szybkość oddymiania klatki schodowej zgodnie z CNBOP-PIB W-0003:2016. Wydanie 2 maj 2019: Systemy oddymiania klatek schodowych.

Obliczeniowy maksymalny czas oddymiania klatki schodowej od momentu załączenia wentylatora i otwarcia kłapy dymowej (360 s) wynosi:

$$T_{\max_odd} = 18 \times h$$

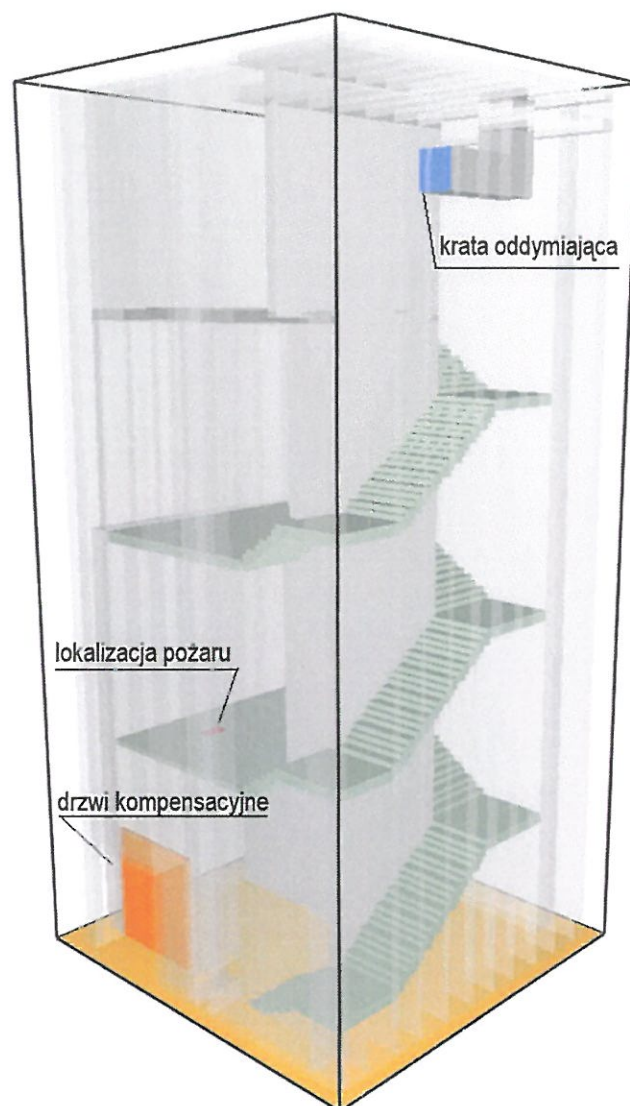
gdzie :

h – różnica wysokości lokalizacji punktu pomiarowego w klatce schodowej i źródła pożaru [m]

$$T_{\max_odd} = 18 \times 10,1 = 181,8 \text{ s}$$

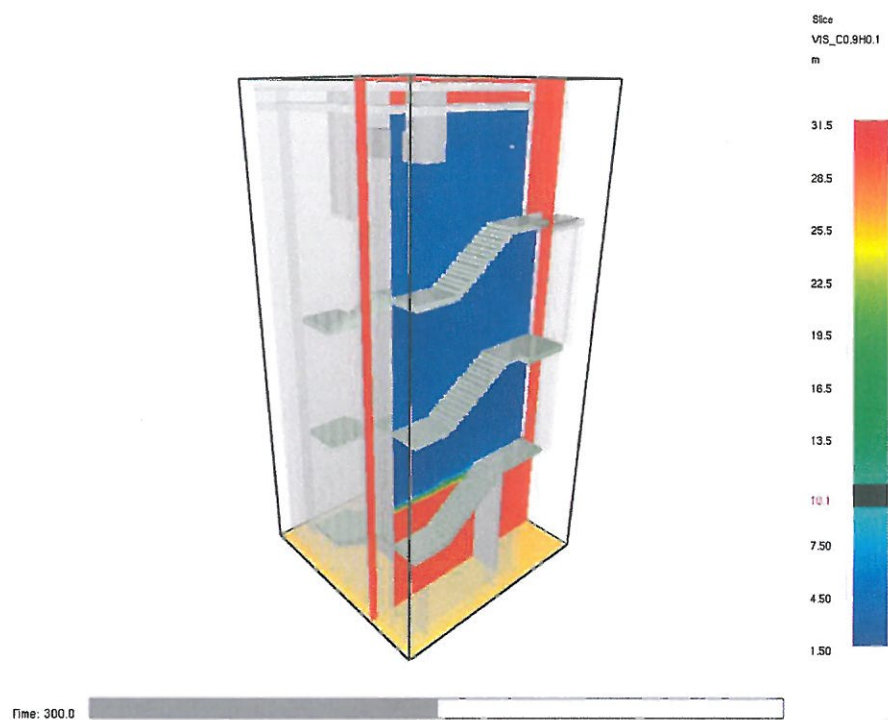
$$181,8 + 360 = 541,8 \text{ sekunda symulacji}$$

W ramach oceny wyników symulacji wykonano zestawienie wyników widzialności dla warunków zimowych, letnich oraz izotermicznych z następujących czasów symulacji: 300 s, 360 s, 420 s, 480 s, 540 s.

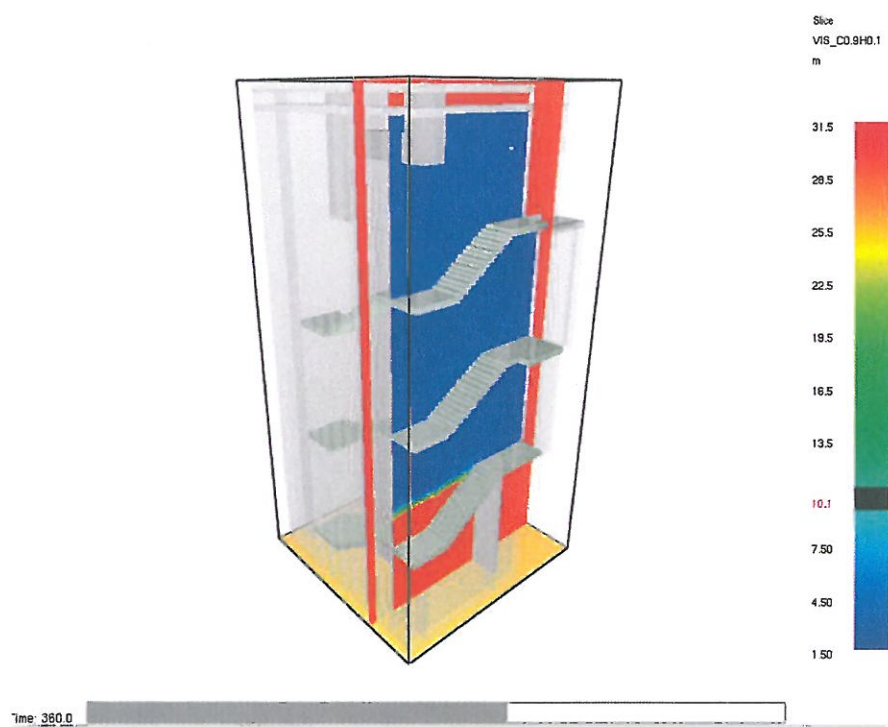


Rysunek 2. Widok modelu klatki schodowej

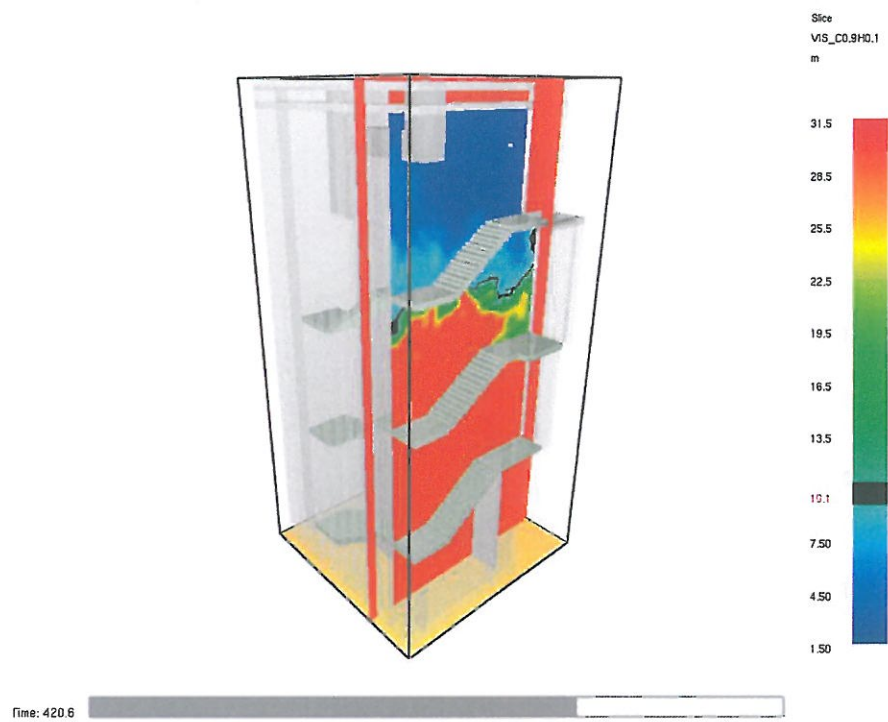
A. Warunki zimowe



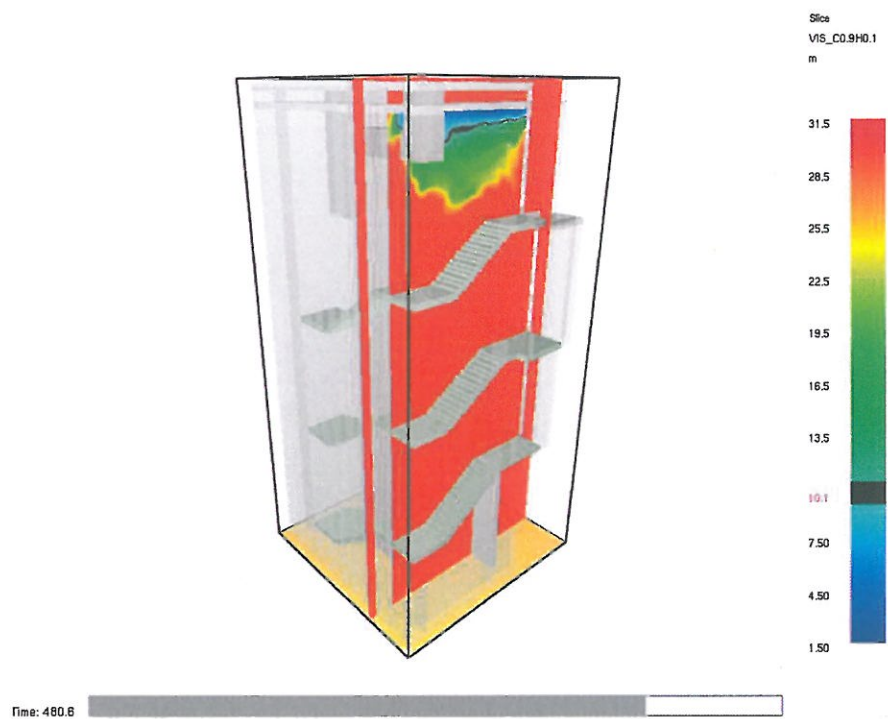
Rysunek 3. Spadek widzialności po 300 s dla warunków zimowych



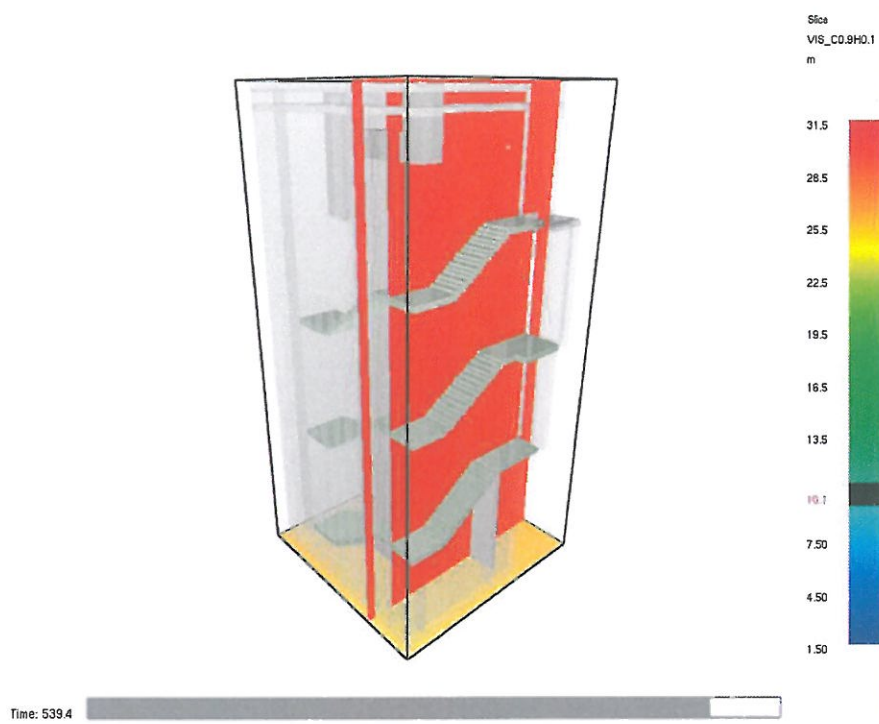
Rysunek 4. Spadek widzialności po 360 s dla warunków zimowych



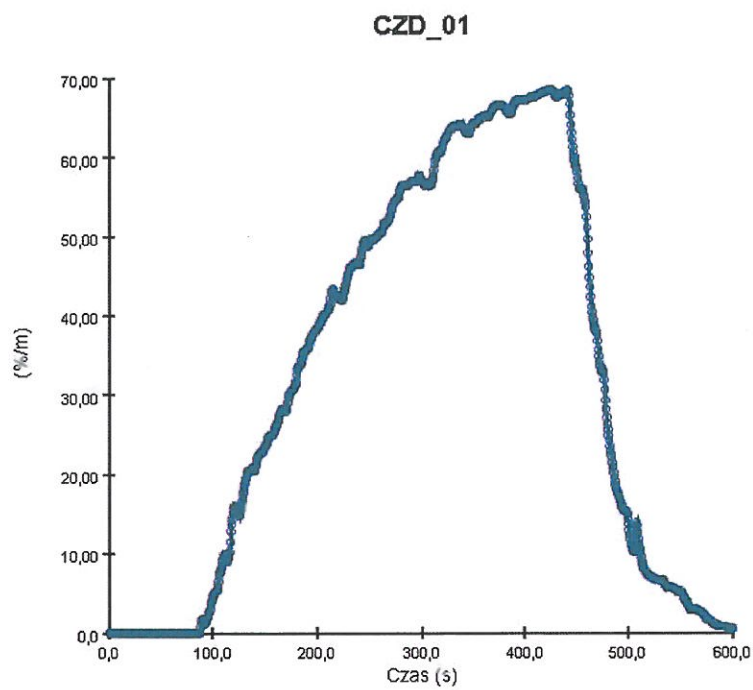
Rysunek 5. Spadek widzialności po 420 s dla warunków zimowych



Rysunek 6. Spadek widzialności po 480 s dla warunków zimowych

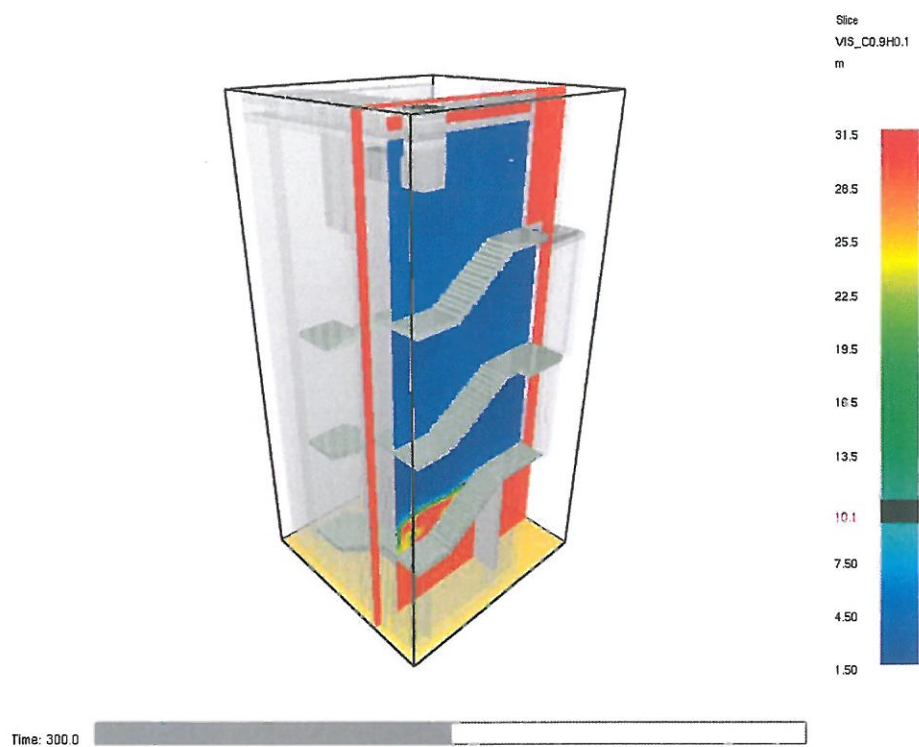


Rysunek 7. Spadek widzialności po 540 s dla warunków zimowych

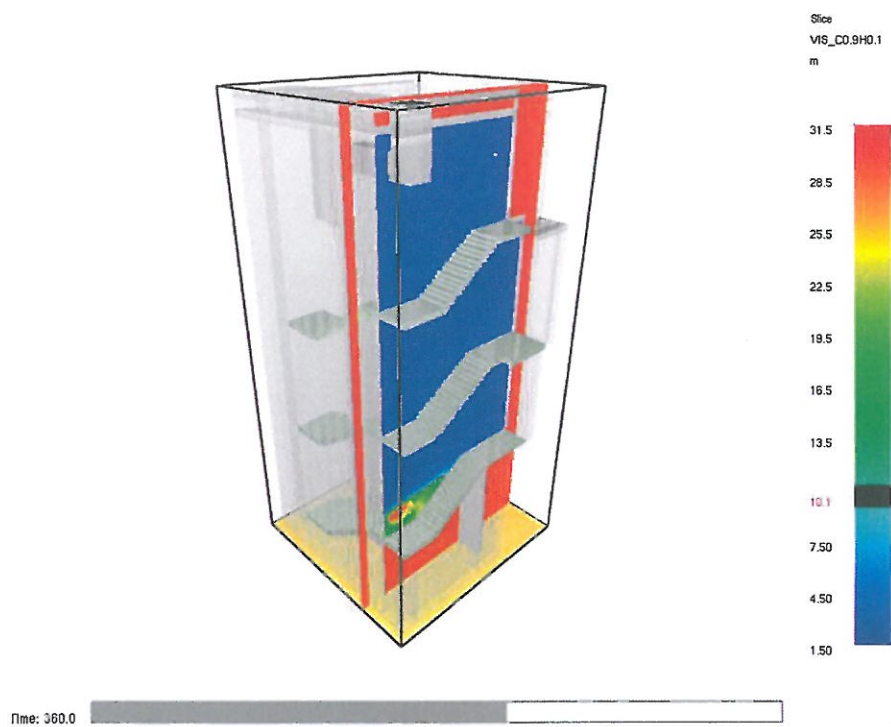


Rysunek 8. Transmitancja dla warunków zimowych

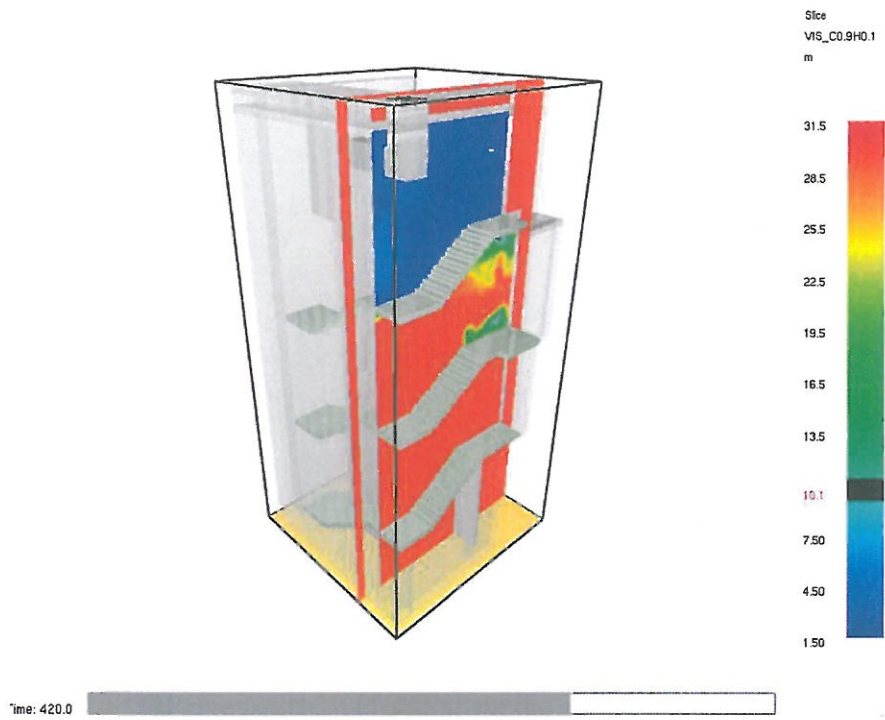
B. Warunki letnie



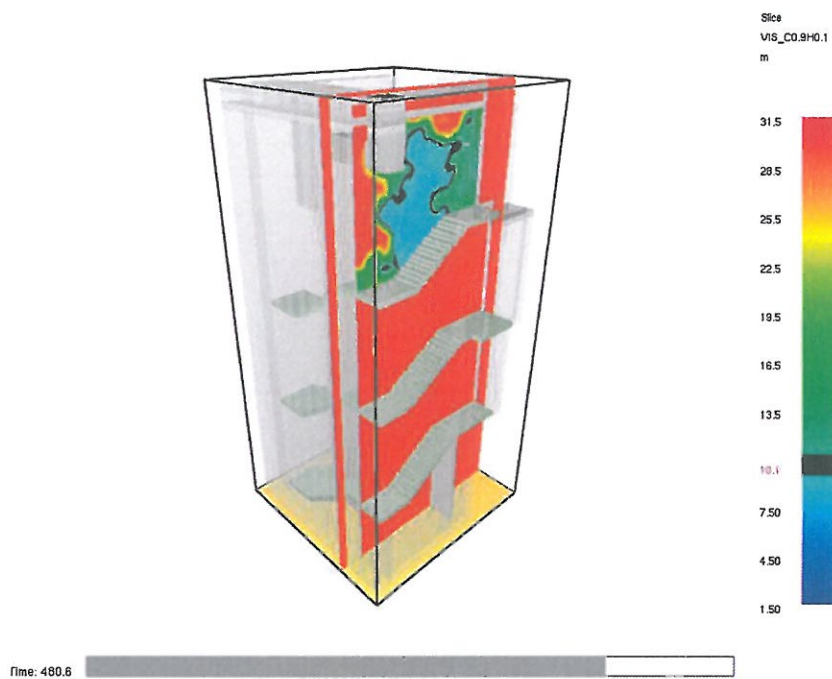
Rysunek 9. Spadek widzialności po 300 s dla warunków letnich



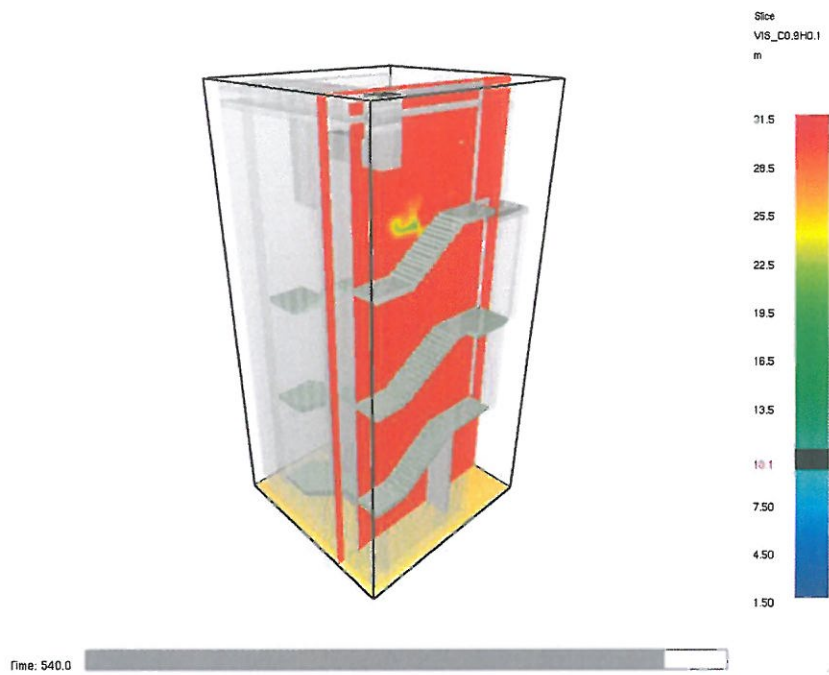
Rysunek 10. Spadek widzialności po 360 s dla warunków letnich



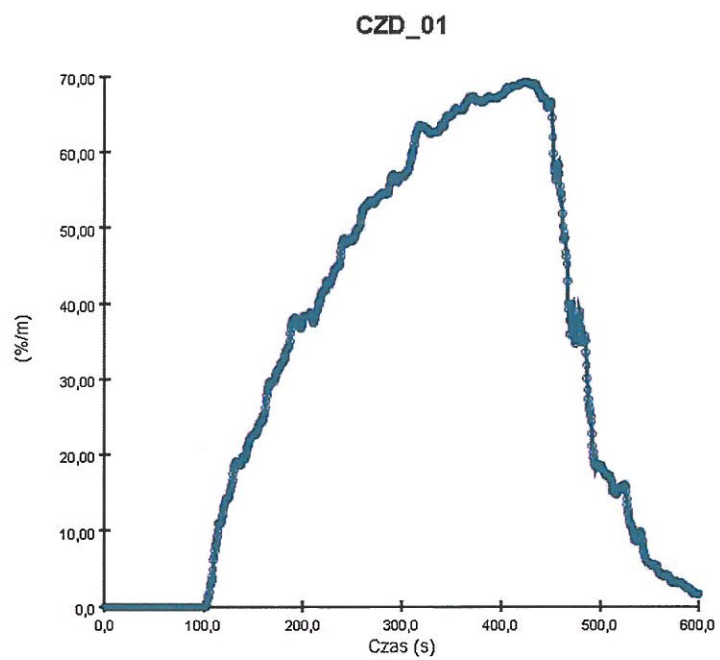
Rysunek 11. Spadek widzialności po 420 s dla warunków letnich



Rysunek 12. Spadek widzialności po 480 s dla warunków letnich

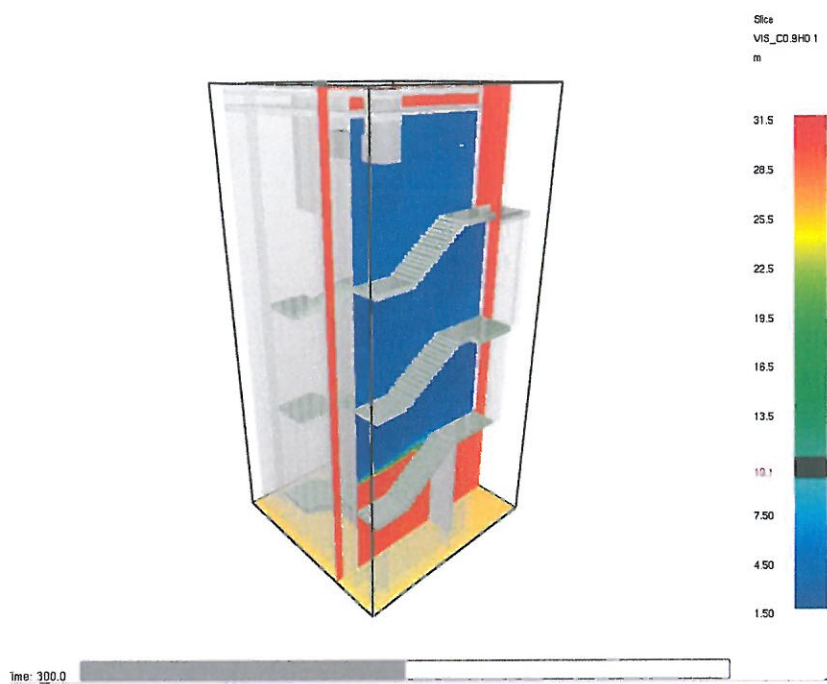


Rysunek 13. Spadek widzialności po 540 s dla warunków letnich

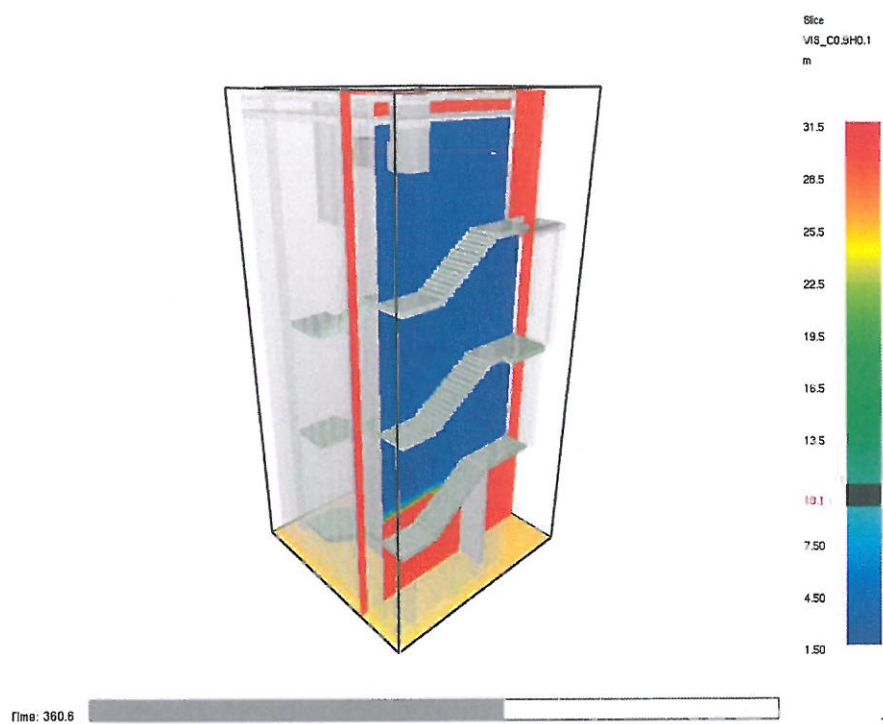


Rysunek 14. Transmitancja dla warunków letnich

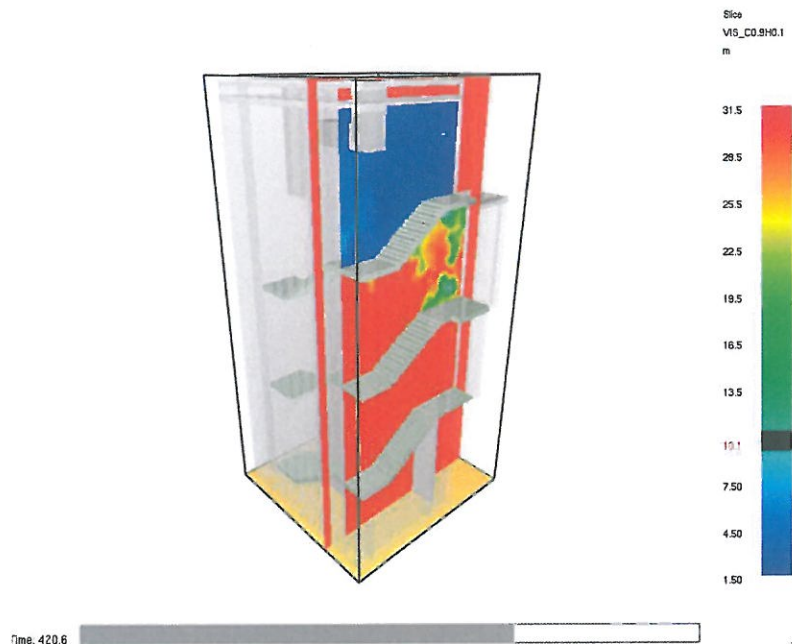
C. Warunki izotermiczne



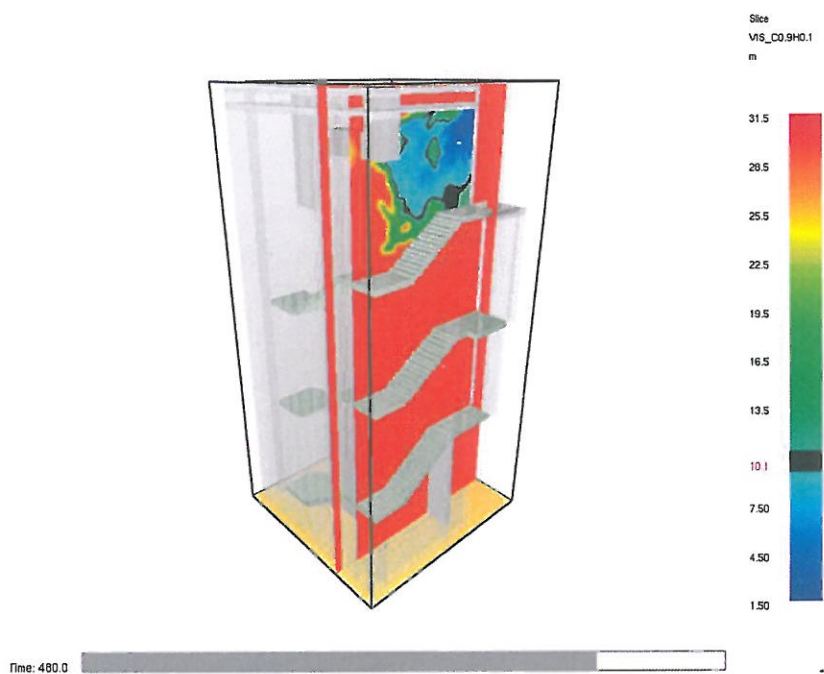
Rysunek 15. Spadek widzialności po 300 s dla warunków izotermicznych



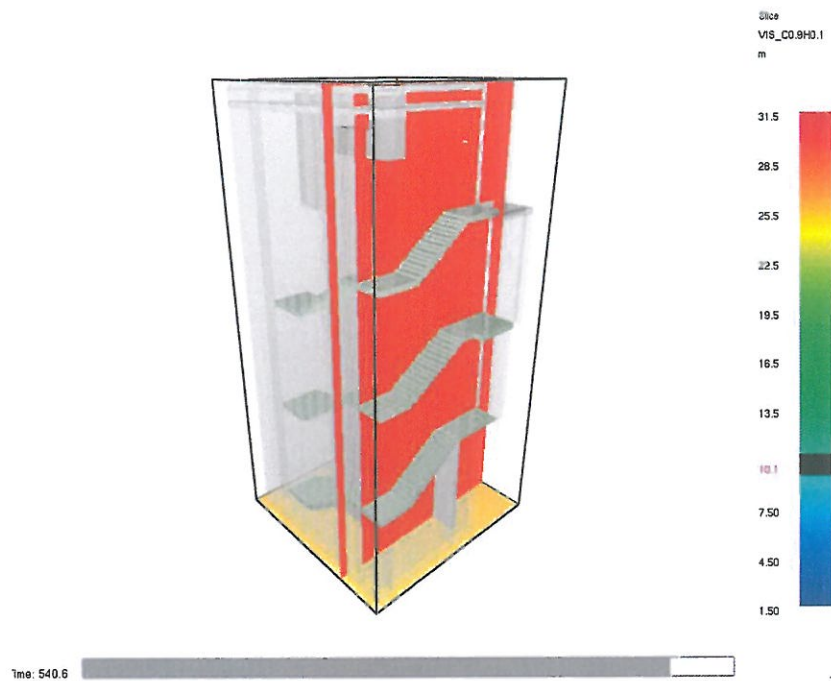
Rysunek 16. Spadek widzialności po 360 s dla warunków izotermicznych



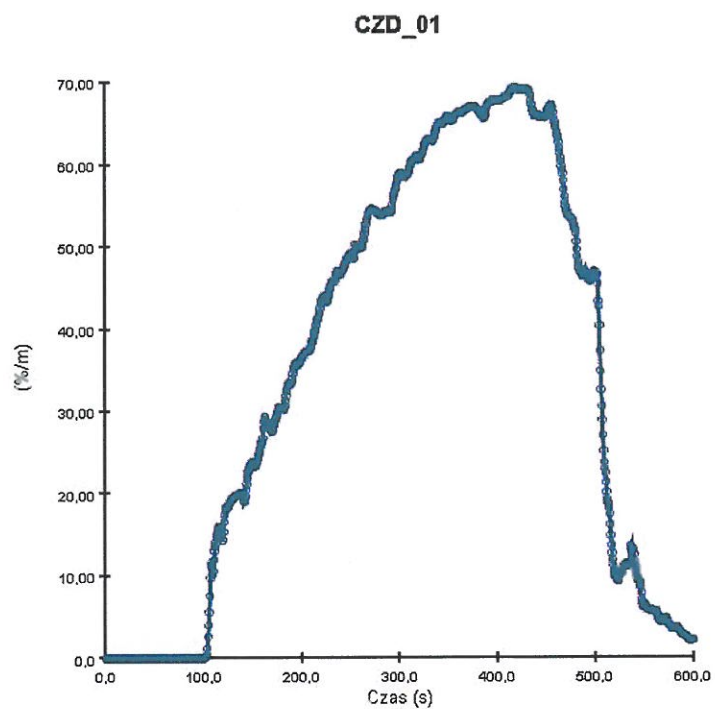
Rysunek 17. Spadek widzialności po 420 s dla warunków izotermicznych



Rysunek 18. Spadek widzialności po 480 s dla warunków izotermicznych



Rysunek 19. Spadek widzialności po 540 s dla warunków izotermicznych



Rysunek 20. Transmitancja dla warunków izotermicznych

7. WNIOSKI

Głównym celem projektowym systemu oddymiania klatki schodowej jest zdolność do jak najszybszego oczyszczenia klatki schodowej z dymu. Zgodnie z przyjętą metodą weryfikacji wyników analizy zakłada się, że instalacja oddymiania z nawiewem mechanicznym pracuje poprawnie, gdy:

- transmitancja światła na wysokości 2,0 m powyżej spocznika ostatniej kondygnacji wynosi co najmniej 95 % (na odległości 1 m) w maksymalnym obliczeniowym czasie oddymiania klatki schodowej T_{max_odd} ,
- po uruchomieniu systemu dym znajdujący się na klatce schodowej nie opada poniżej kondygnacji, na której zlokalizowany jest pożar,
- czas usuwania dymu z klatki nie przekracza czasu obliczeniowego.

Na podstawie uzyskanych wyników symulacji można zaobserwować, że dla każdego z trzech przypadków warunków początkowych (zimowe, letnie, izotermiczne):

- poziom wymaganej transmitancji światła osiągany jest poniżej czasu obliczeniowego,
- po uruchomieniu systemu dym znajdujący się na klatce schodowej nie opadł poniżej kondygnacji objętej pożarem,
- czas usuwania dymu nie przekracza czasu obliczeniowego.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można potwierdzić skuteczność instalacji oddymiania mechanicznego z kompensacją grawitacyjną w przedmiotowej klatce schodowej. Instalację uznaje się za skuteczną dla przyjętych kryteriów oceny i z uwzględnieniem przyjętych w analizie założeń.