

Ochrona przeciwpożarowa w obiektach nietypowych – przykłady projektowe

*Dr inż. Dorota Brzezińska
Politechnika Łódzka
GRID, SIBP*





Obiekty nietypowe

- 1. Galerie handlowe**
- 2. Hale widowiskowo-sportowe**
- 3. Tunele**
- 4. Garaże**
- 5. Budynki z atriami**
- 6. Itp.**

W tego typu budynkach, poza przepisami z zakresu ochrony przeciwpożarowej, konieczne jest stosowanie analiz inżynierskich, o których będzie dziś mowa.





Przykład projektowy 1



Zabezpieczenia przeciwpożarowe obiektów widowiskowych

Ergo Arena w SOPOCIE



* źródło fotografii: D. Brzezińska „Wykorzystanie technik komputerowych w projektowaniu systemów oddymiania na przykładzie Wielofunkcyjnej Hali Sportowo-Widowiskowej” Ochrona Przeciwpożarowa str. 25-27, 3/2004;





Parametry obiektu

- 1. Data zakończenia inwestycji – 2007 rok**
- 2. Przeznaczenie – imprezy sportowe oraz kulturalno – rozrywkowe**
- 3. Ilość użytkowników – 15 000**
- 4. Wysokość – 29 m**

Ze względu na nietypową konstrukcję obiektu, która uniemożliwiała jednoznaczne określenie warunków panujących w obiekcie w czasie ewentualnego pożaru, w celu wykonania projektu wentylacji oddymiającej, Inwestor – Gminy Miasta Gdańska i Sopotu, przykładając szczególną wagę do spraw związanych z bezpieczeństwem widzów, zdecydował się na wykorzystanie najnowocześniejszych technik symulacji komputerowych i wykonanie dodatkowych, niewymaganych prawem analiz*.

*źródło: D. Brzezińska „Wykorzystanie technik komputerowych w projektowaniu systemów oddymiania na przykładzie Wielofunkcyjnej Hali Sportowo-Widowiskowej” Ochrona Przeciwpożarowa str. 25-27, 3/2004;



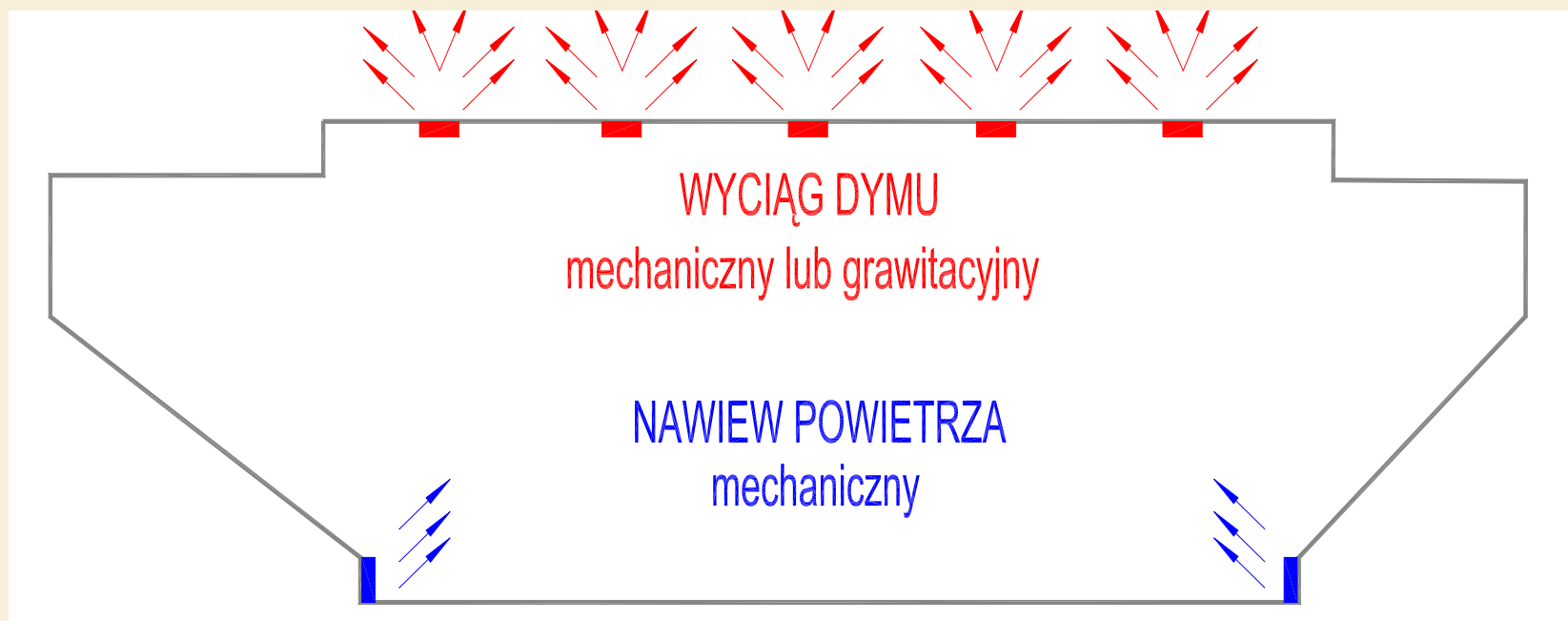


Cel analiz

- 1. Dobór odpowiednich rozwiązań systemu wentylacji pożarowej, umożliwiających przeprowadzenie prawidłowej ewakuacji.**
- 2. Określenie wpływu oddziaływania pożaru na bezpieczeństwo konstrukcji obiektu.**

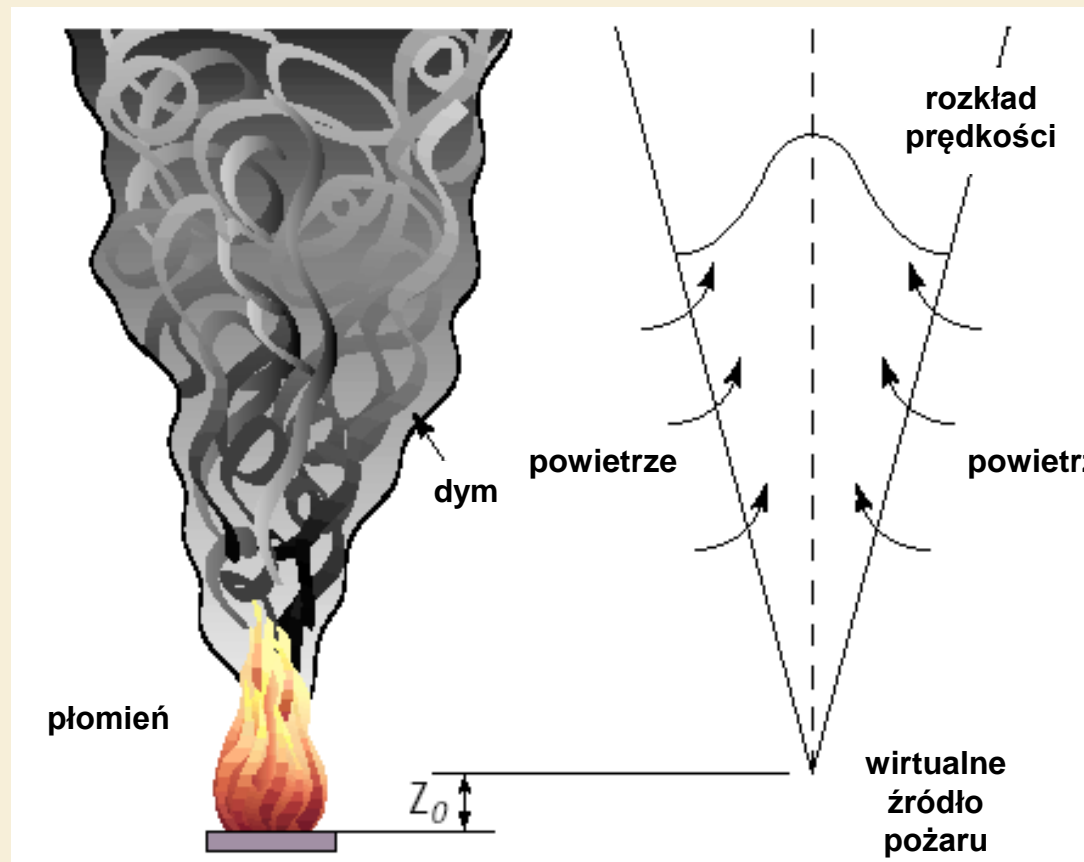


Schemat instalacji oddymiającej





Konwekcyjny słupek dymu



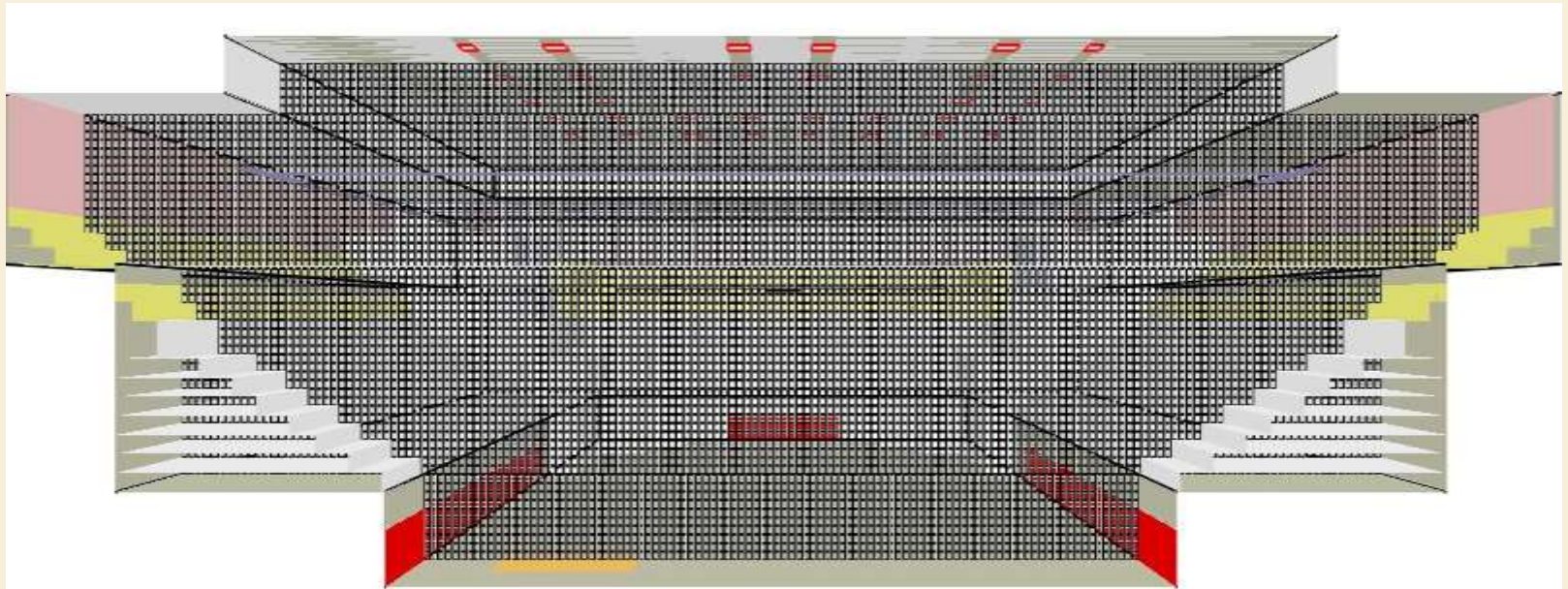


Symulacje CFD

*Program Fire Dynamics Simulator –
NIST USA*



Podstawy obliczeniowe CFD



Numeryczne rozwiązanie równań Naviera-Stokesa z wykorzystaniem siatki obliczeniowej



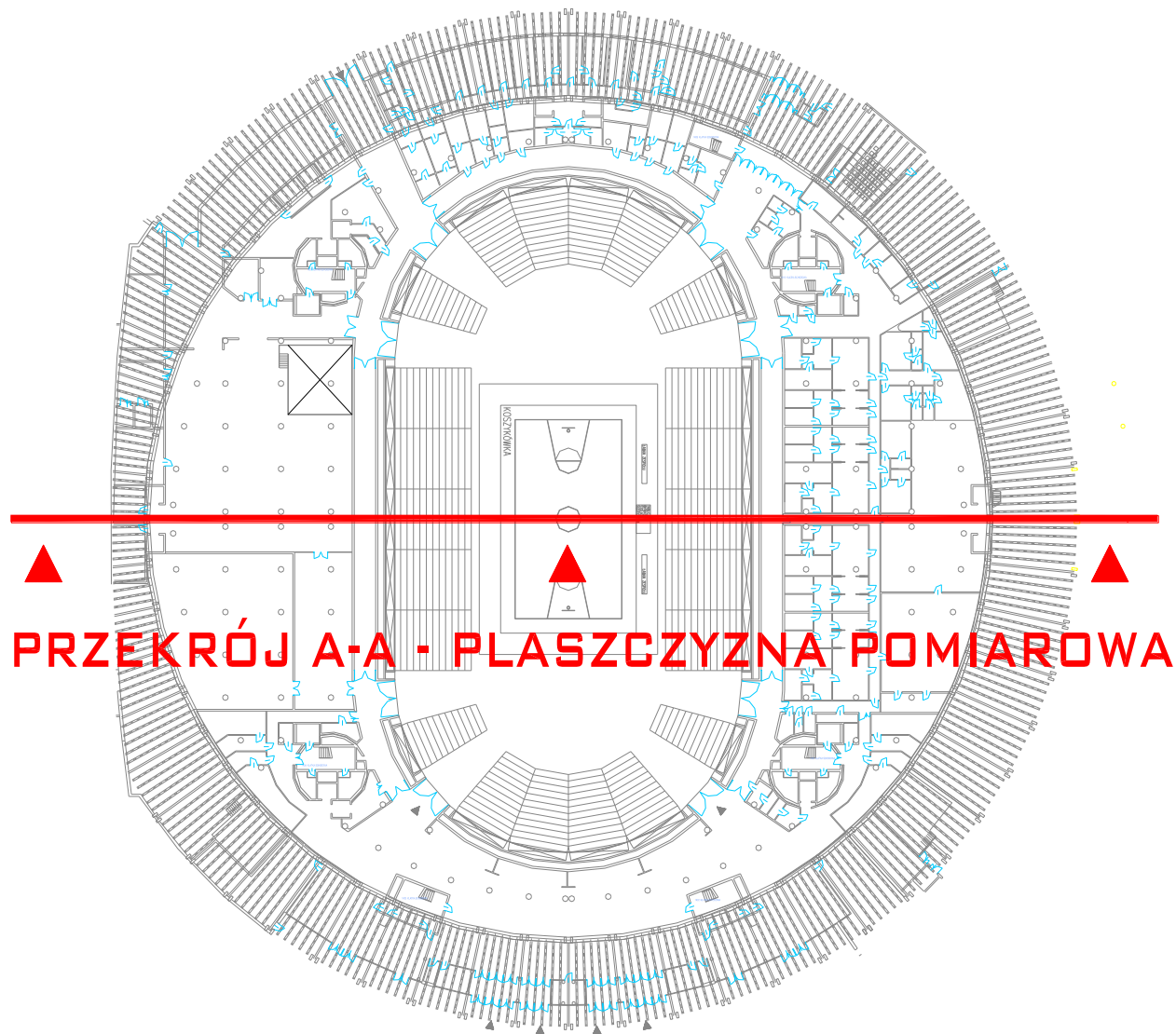


Podstawowe założenia przyjęte do analiz

- **Temperatura początkowa:** 20°C.
- **Lokalizacja pożaru:** powierzchnia areny
- **Czas analizy wstępnej:** 30 min
- **Czas analizy właściwej:** na podst. analizy wstępnej
- **Wielkość pożaru:**
25 MW – wykorzystywanie hali na potrzeby widowiskowe – pożar sceny zlokalizowanej na powierzchni areny.
- **Szybkość rozwoju pożaru:** bardzo szybko rozwijający się
- **Materiał spalany:** polistyren



Płaszczyzna pomiarowa





Analizowane parametry pożaru

Temperatura

Zasięg widzialności

Stężenie tlenku węgla

**Przewidywany czas ewakuacji osób
z najwyższych poziomów trybun (21 m) – 5 min**





Parametry graniczne

Temperatura – 60°C

Zasięg widzialności – 10 m

Stężenie tlenku węgla – 800 ppm



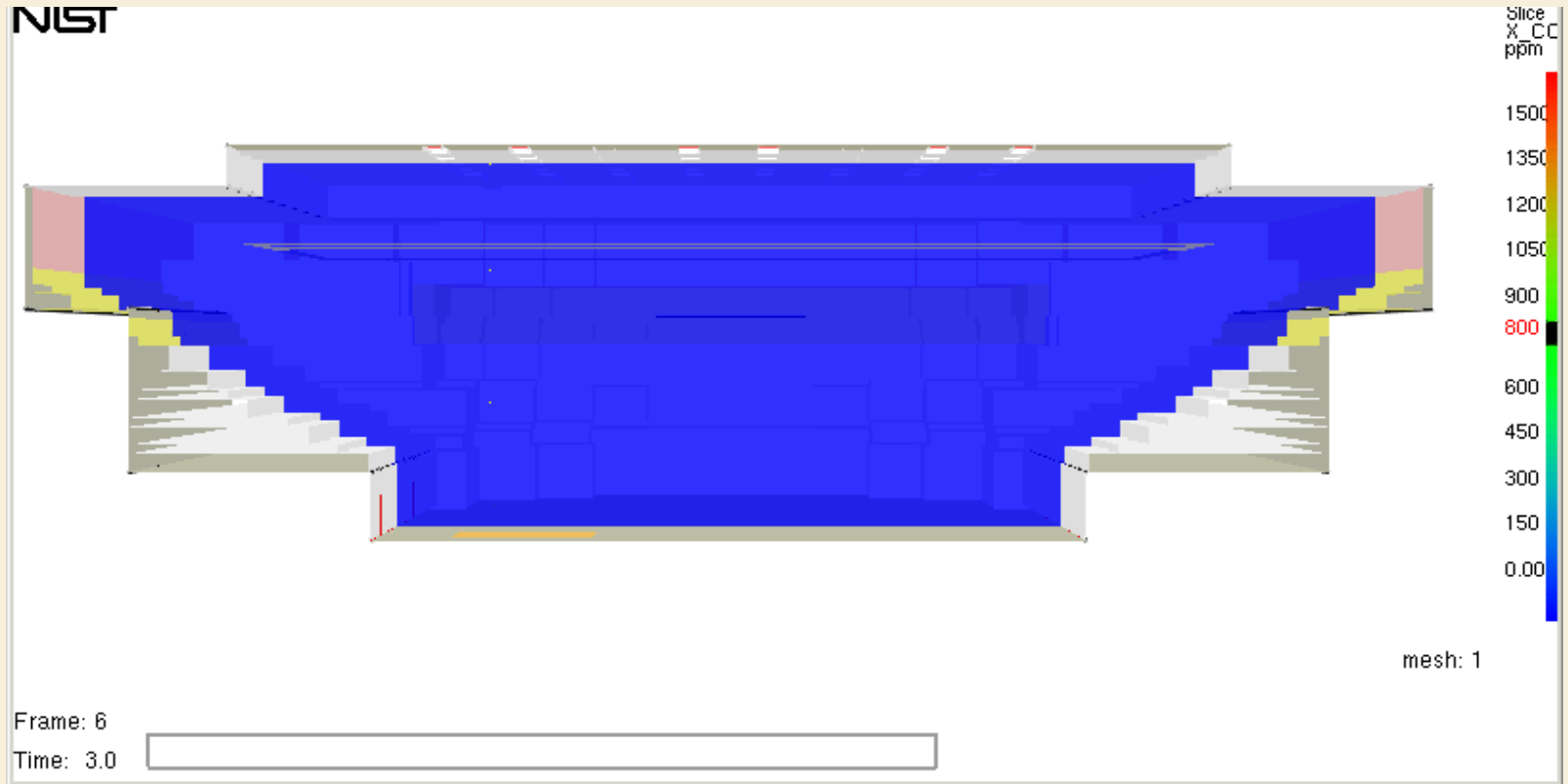
Przyrost temperatury



* autor symulacji: GRID Dorota Brzezińska.



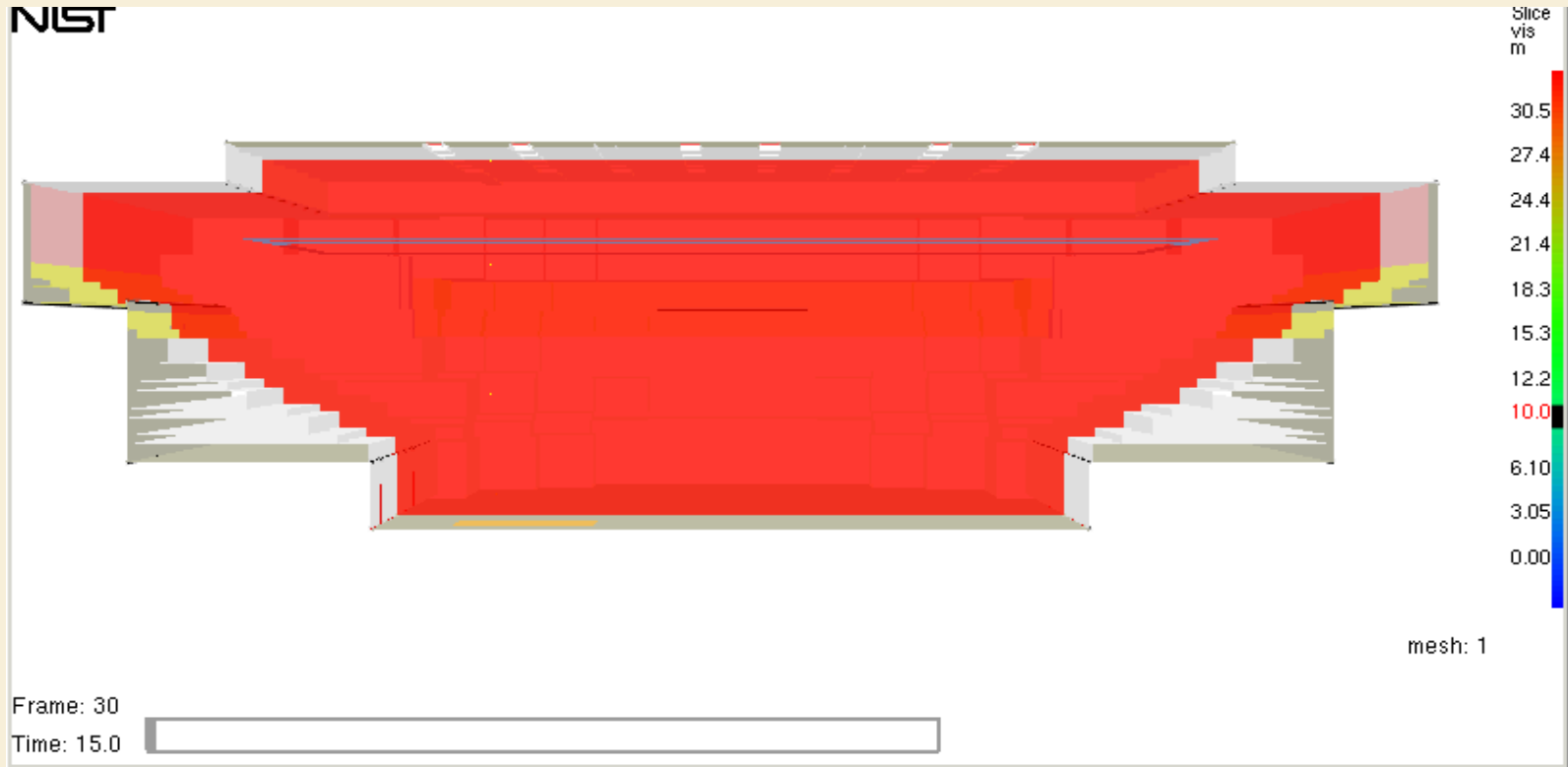
Przyrost stężenia CO



* autor symulacji: GRID Dorota Brzezińska.



Spadek zasięgu widzialności



* autor symulacji: GRID Dorota Brzezińska.





Wnioski

1. Symulacje CFD potwierdziły całkowity brak zagrożenia dla ewakuujących się ze strony temperatury i stężenia tlenku węgla;
2. Czas obniżenia warstwy dymu do poziomu 21 m - ~7 min czyli powyżej przewidywanego czasu ewakuacji z najwyższych trybun.
3. Brak zagrożenia dla konstrukcji obiektu – maksymalna temperatura około 130°C.

Zaprojektowany system oddymiania zapewnia odpowiednie warunki ewakuacji i ochronę konstrukcji obiektu





Wytyczne do realizacji systemu oddymiania



1. Klapy oddymiające o łącznej powierzchni czynnej minimum 100 m^2 , rozmieszczone równomiernie,
2. Należy zastosować mechaniczny nawiew powietrza uzupełniającego na potrzeby oddymiania, o wydajności minimum $800 \text{ tys. m}^3/\text{h}$.
3. Nawiew poniżej dolnej granicy warstwy dymu - 15 m od posadzki areny.
4. Prędkość przepływu powietrza nawiewanego na wylocie z nawiewników do 1 m/s .
5. Należy zagwarantować dopływ powietrza przez cały czas niezbędny na oddymianie hali.





Wytyczne w zakresie organizacji ewakuacji

1. W scenariuszu ewakuacyjnym należy uwzględnić szybkość obniżania się warstwy dymu.
2. Czas ewakuacji osób znajdujących się w najwyższej zlokalizowanych rzędach widowni nie powinien przekraczać 420 s.
3. Ze względu na dalsze obniżanie się warstwy dymu, czas ewakuacji wszystkich osób znajdujących się na wysokości powyżej 16 m od poziomu areny w żadnym przypadku nie powinien przekroczyć 900 s.



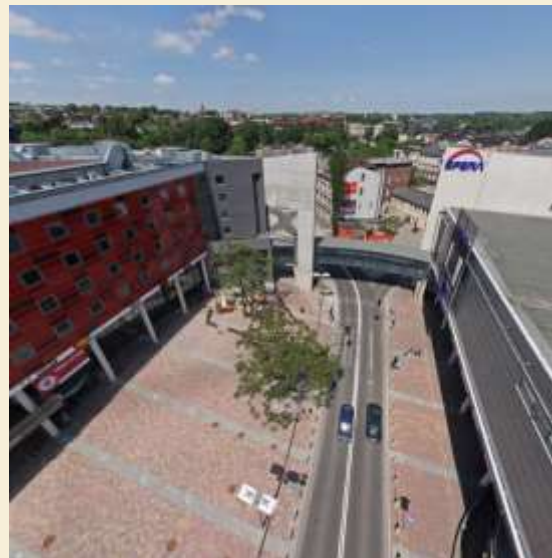


Przykład projektowy 2



Zabezpieczenia przeciwpożarowe galerii handlowych

Galeria SFERA Bielsko-Biała



* autor fotografii: Adam Somerlik, Bielsko Busines Center 3 Sp z o.o.



Dane obiektu

1. CH. SFERA Składa się z dwóch budynków: północnego (Sfera I) oddanego do użytku w grudniu 2001 r. i południowego (Sfera II) oddanego do użytku w październiku 2009 r.
2. Łączna ich powierzchnia użytkowa wynosi 143 000 m², co czyni z Galerii Sfera największe centrum handlowe Bielska-Białej i całego województwa śląskiego.
3. Architektura obu budynków ma wyraźny charakter stylowy. Reprezentują one postmodernizm z charakterystycznymi elementami neorenesansowymi nawiązującymi do istniejących tu wcześniej starych zabudowań przemysłowych.



* autor fotografii: Adam Somerlik, Bielsko Busines Center 3 Sp z o.o.



Cel opracowania

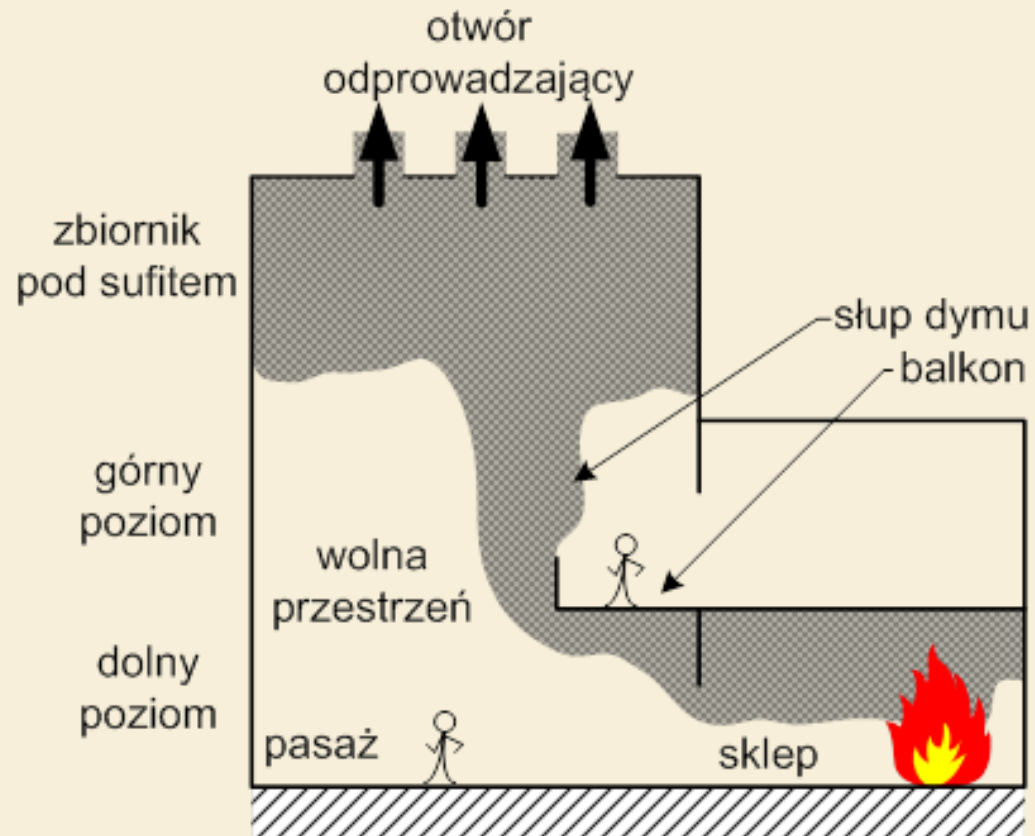
Weryfikacja za pomocą symulacji komputerowych CFD czy projektowane zabezpieczenia przeciwpożarowe zapewniają odpowiednie warunki ewakuacji w przewidywanym dla niej czasie, wynoszącym 7 min.





Oddymianie pasaży – zasady ogólne

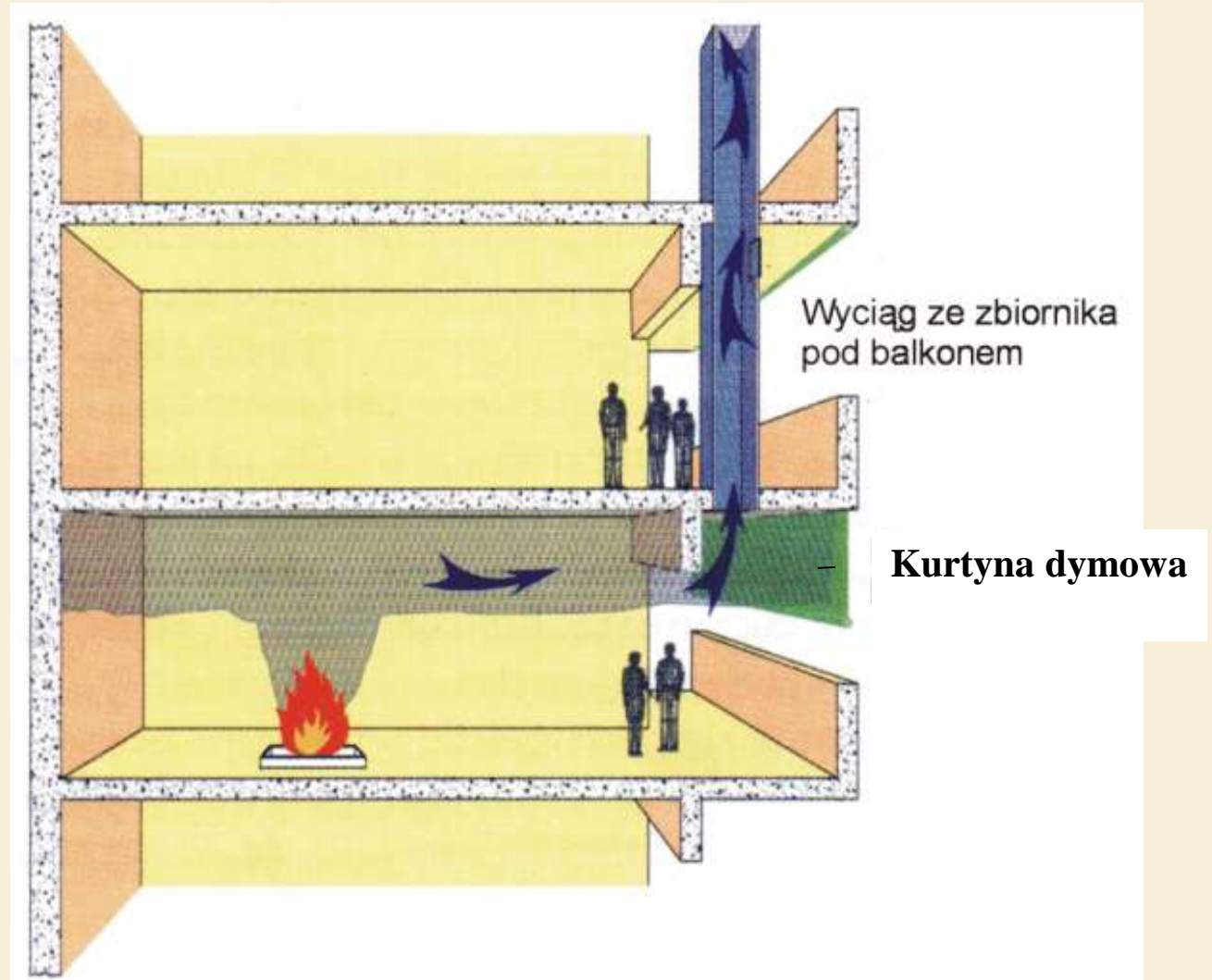
- pasáže dwukondygnacyjne (trzykondygnacyjne)





Oddymianie pasaży – zasady ogólne

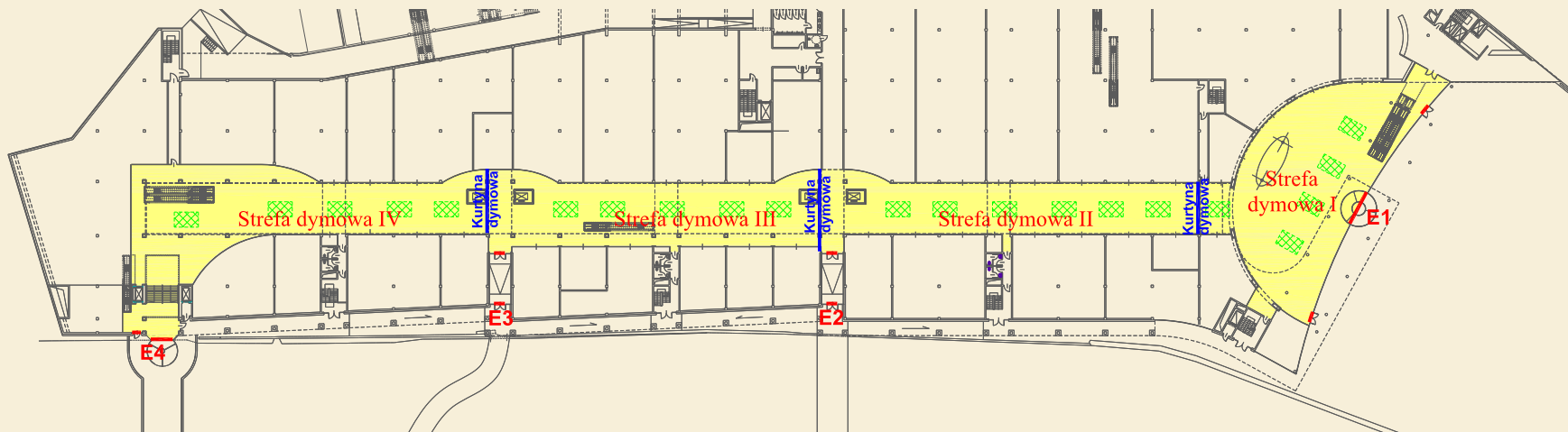
- pasáže o większej liczbie kondygnacji



Założenia przyjęte do analiz

Podział obiektu na strefy dymowe cztery stref dymowe S I – S IV o powierzchni do 2500 m²;

Drzwi wejściowe do budynku E1 - E4 stanowią otwory napływu powietrza uzupełniającego do celów oddymiania i w przypadku pożaru zostają całkowicie otwarte równocześnie z uruchomieniem wentylacji pożarowej;





Założenia przyjęte do analiz



- **Budynek jest chroniony tryskaczami** o $RTI \leq 50$ i temperaturze zadziałania 68°C ;
- Strefy pasaży **pod otworami** przewidziane jako miejsca stanowisk handlowych są chronione **zraszczaczami** uruchamianymi automatycznie, na sygnał z centrali pożarowej, w czasie nie dłuższym niż 2 min od wykrycia pożaru;
- System wentylacji pożarowej obejmuje **indywidualny wyciąg dymu ze sklepów wielkopowierzchniowych** (o powierzchni powyżej 900 m^2) i sklepów nie przylegających do pasaży, o wydajności $13.9 \text{ m}^3/\text{s}$, pozostałe sklepy oddymiane są przez pasaże;
- **Wydajność instalacji oddymiającej w pasażu** wynosi dla każdej z tych stref dymowych $97 \text{ m}^3/\text{s}$. **Dolna krawędź punktów wyciągowych** w pasażach i świetlikach w tych strefach dymowych znajduje się na wysokości co najmniej $13,50 \text{ m}$ od posadzki na poziomie „0”;
- **Wentylacja pożarowa jest uruchamiana natychmiast po zadziałaniu 2 czujek dymowych** w tej samej strefie dymowej. Równocześnie z uruchomieniem wentylacji pożarowej następuje wyłączenie wentylacji bytowej w całej strefie pożarowej;





Założenia przyjęte do analiz

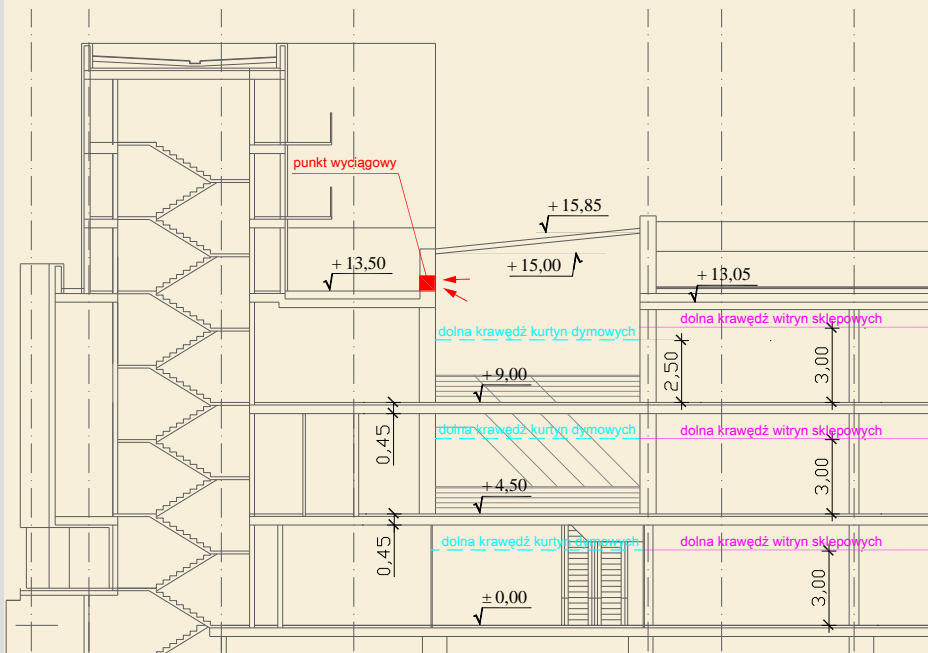


- **W pasażach i sklepach oddymianych indywidualnie nie występuje sufit podwieszony** bądź występujący sufit jest ażurowy (powierzchnia czynna otworów wynosi min. 25% i są one równomiernie rozmieszczone na powierzchni sufitu bądź obudów);
- **Dolna krawędź kurtyn dymowych**, oddzielających strefy dymowe znajduje się na wysokości 2,5 m od posadzki na poziomie „+2” oraz na wysokości 3 m od posadzki na pozostałych poziomach;
- **W sklepach dwukondygnacyjnych** o powierzchni dolnej kondygnacji powyżej 900 m² (oddymianych indywidualnie), wszystkie **otwory w stropie** pomiędzy kondygnacjami (w tym wokół klatek schodowych) są na niższej kondygnacji obudowane kurtynami dymowymi o dolnej krawędzi na wysokości 2,5 m od posadzki;
- **W sklepach dwukondygnacyjnych** o powierzchni dolnej kondygnacji poniżej 900 m² (oddymianych przez pasaż), wszystkie **otwory w stropie** pomiędzy kondygnacjami (w tym wokół klatek schodowych) są na wyższej kondygnacji obudowane kurtynami dymowymi opadającymi do posadzki;





Założenia przyjęte do analiz



* autor fotografii: Adam Somerlik, Bielsko Busines Center 3 Sp z o.o.

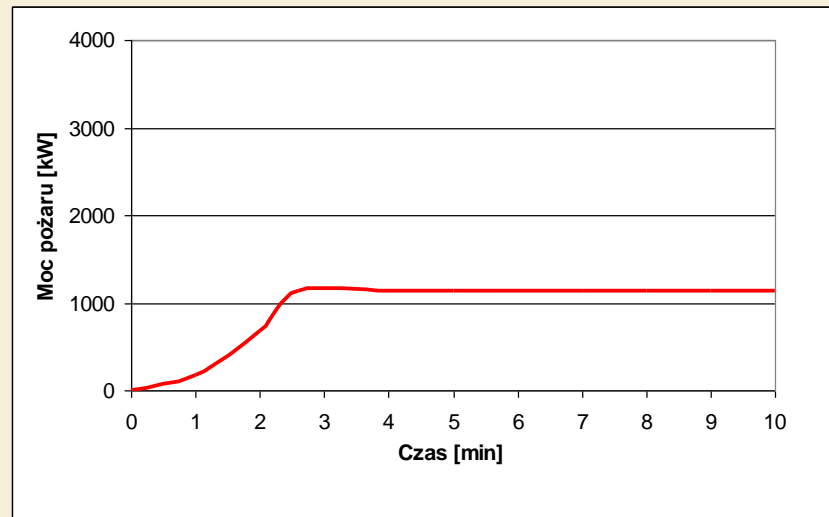




Założenia przyjęte do analiz



- **Temperatura początkowa:** 20°C.
- **Lokalizacja pożaru:** zgodnie ze schematami
- **Czas analizy :** 15 min
- **Wielkość pożaru:** 1.1 MW





Scenariusze przyjęte do analizy

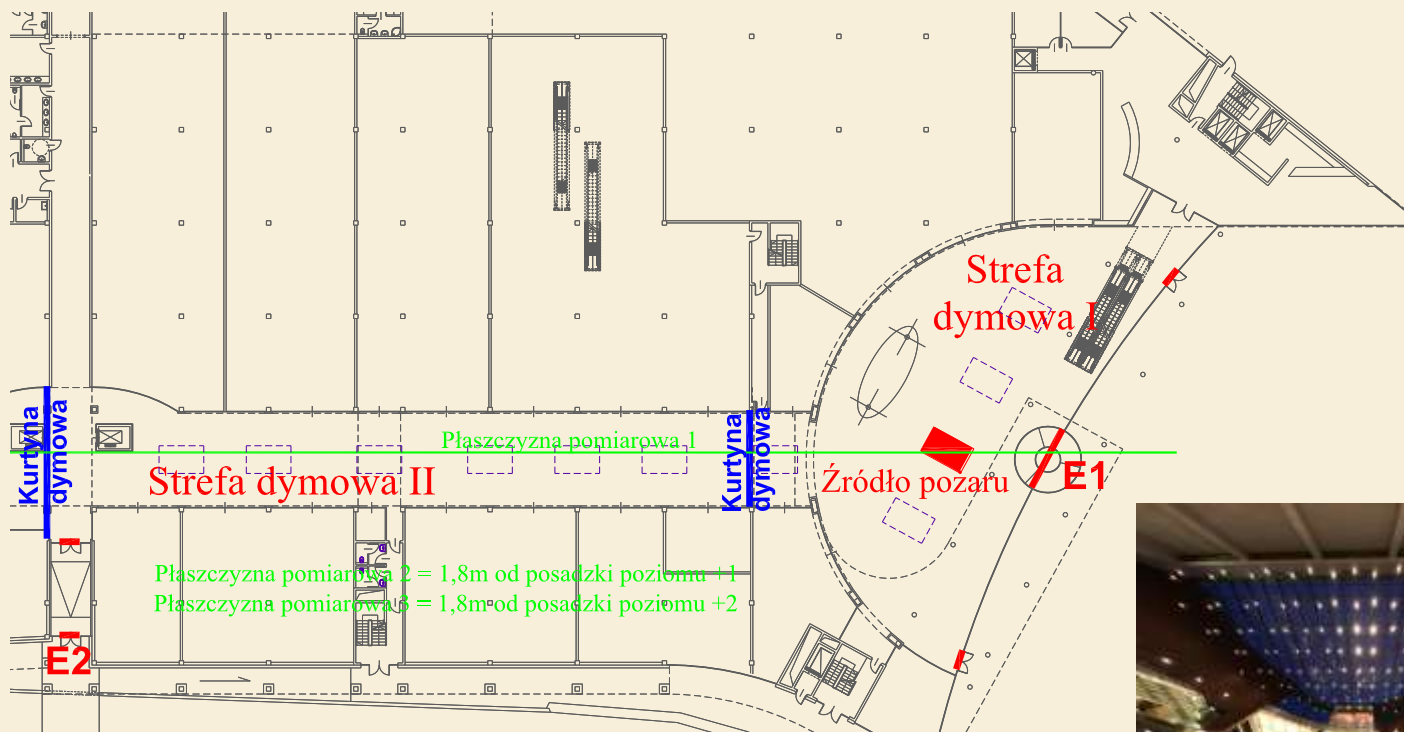


Numer symulacji	Scenariusz
1.	Pożar w pasażu w strefie dymowej SI (poz. 0)
2.	Pożar w małym sklepie przyległym do pasażu w strefie dymowej SI (poz. 0)
3.	Pożar w małym sklepie przyległym do pasażu w strefie dymowej SIII (poz. 0)
4.	Pożar w pasażu w strefie dymowej SIII (poz. 0)
5.	Pożar w sklepie dwupoziomowym - wielkopowierzchniowym
6.	Pożar w małym sklepie przyległym do pasażu w strefie dymowej SIII (poz.+2)



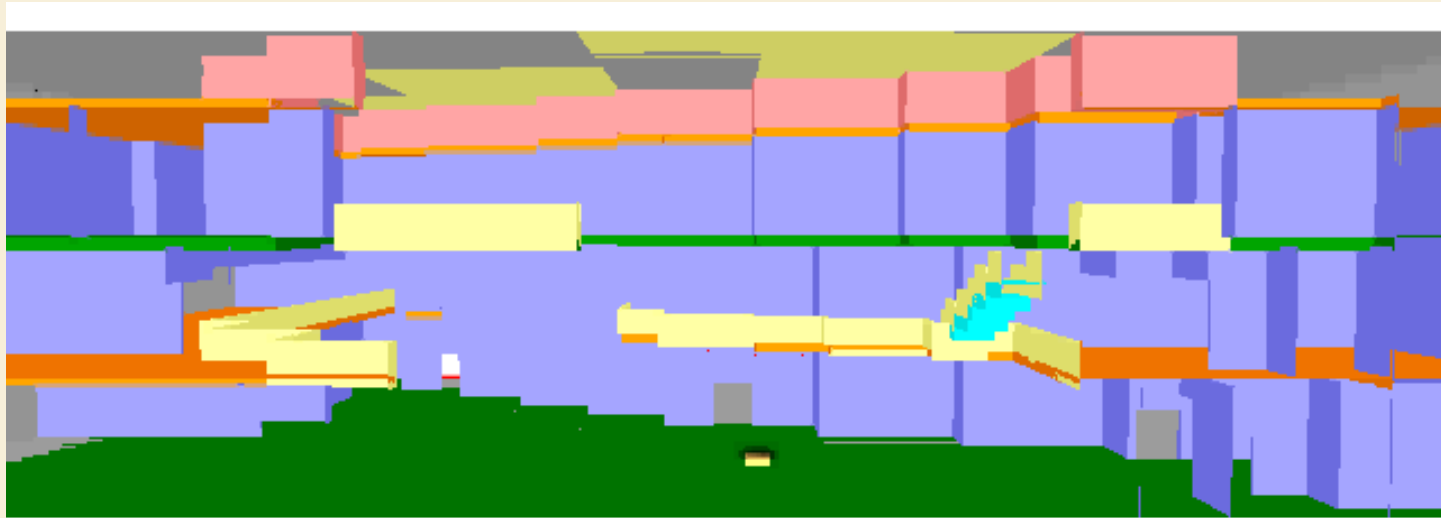
Wyniki symulacji – scenariusz 1

Pożar w pasażu w strefie dymowej SI (poz. 0)





Wyniki symulacji 1



Frame: 3

Time: 2.7



* autor symulacji: GRID Dorota Brzezińska.



Wyniki symulacji 1

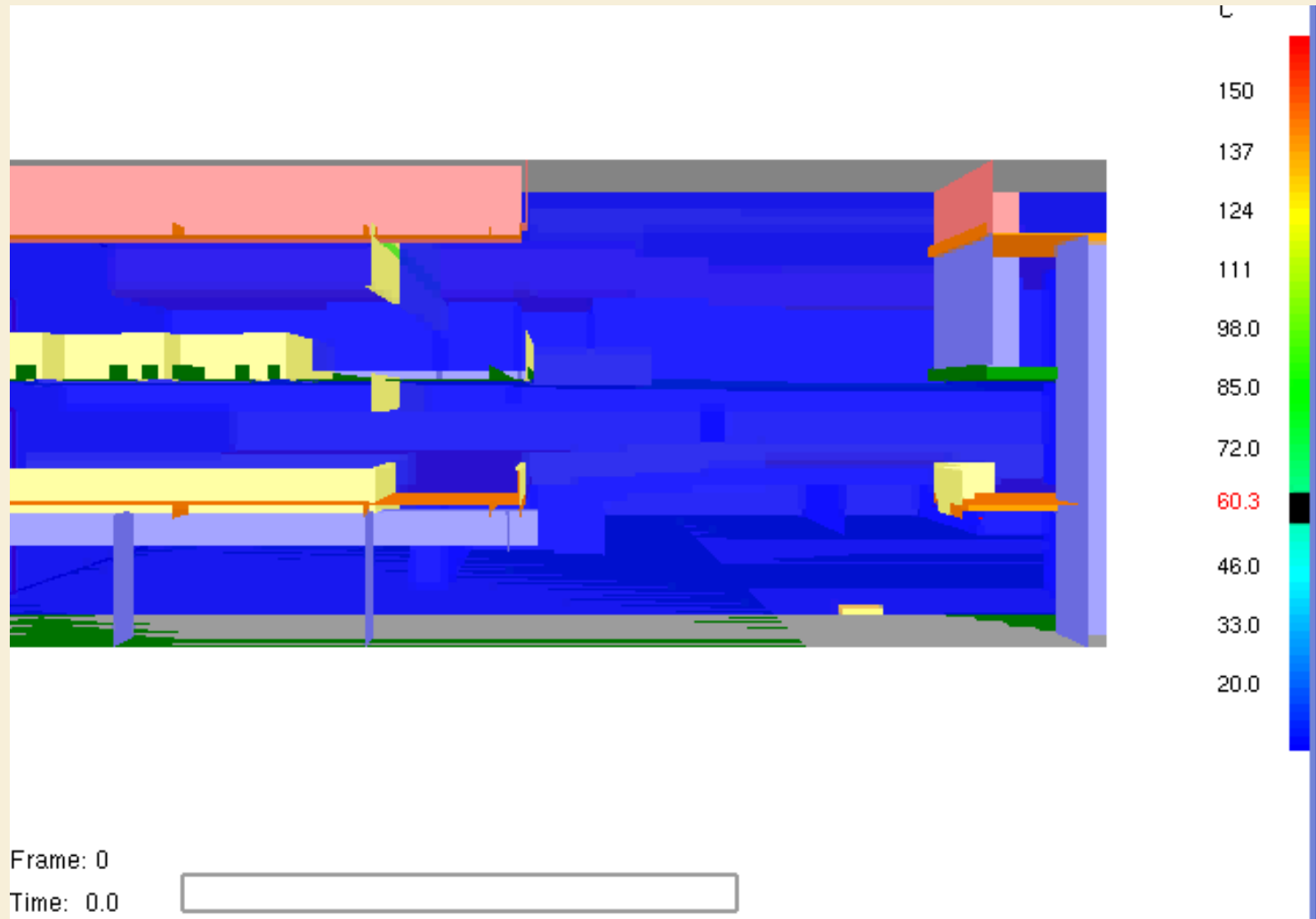


* autor symulacji: GRID Dorota Brzezińska.





Wyniki symulacji 1



* autor symulacji: GRID Dorota Brzezińska.





Wnioski

1. Temperatura w pobliżu przewodów wentylacyjnych oraz na wentylatorach oddymiających zlokalizowanych w pomieszczeniach objętych pożarem nie przekracza 200°C , natomiast w pasażu - 60°C .
2. Analiza rozkładu zasięgu widzialności i temperatury, pod względem możliwości przeprowadzenia ewakuacji wykazała, iż parametrem, którego wartości dopuszczalne zostają przekroczone w pierwszej kolejności jest zasięg widzialności. Jednak przekroczenie dopuszczalnej wartości zasięgu widzialności 10 m, na wyznaczonych przejściach i dojściach ewakuacyjnych nastąpiło po czasie dłuższym od przewidywanego czasu ewakuacji, co oznacza, iż przyjęty w założeniach system wentylacji pożarowej zapewnia odpowiednie warunki ewakuacji i przedstawione w opracowaniu założenia stanowią wytyczne do jego realizacji.



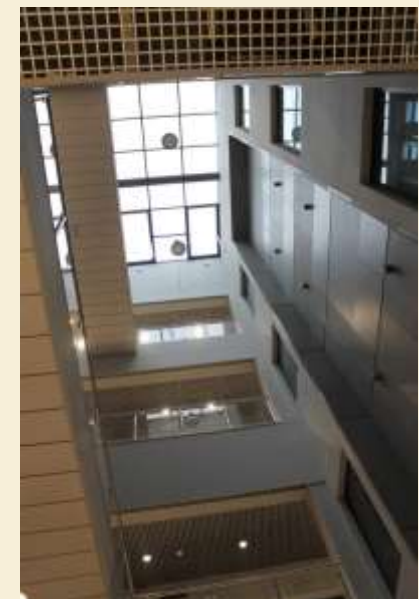


Przykład projektowy 3



Zabezpieczenia przeciwpożarowe atriów

**Najnowocześniejsze w Polsce laboratorium wentylacji
pożarowej -Labfactor wydziału WIPOS PŁ**



* autor fotografii: D. Brzezińska



Dane obiektu

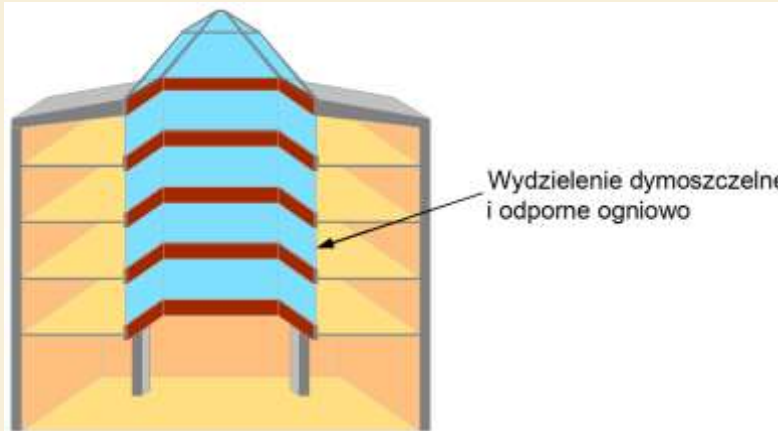
1. LabFactor został oddany do użytkowania we wrześniu 2015 r.
2. Łączna powierzchnia użytkowa wynosi 4500 m²,
3. W skład wchodzi 20 nowoczesnych laboratoriów, m.in. nanotechnologii i energii wodorowej, bezpieczeństwa procesów przemysłowych, czystych technologii oraz fotochemii stosowanej oraz systemów wentylacji pożarowej.



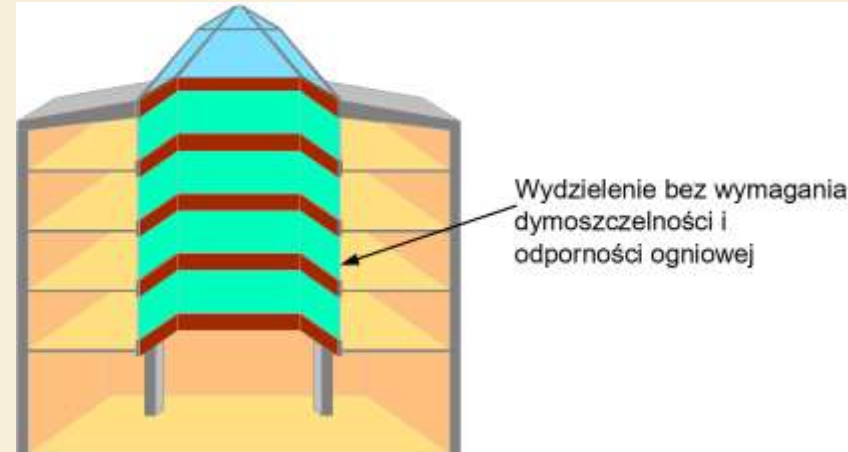
* autor fotografii: A. Szymański, WIPOS, PŁ



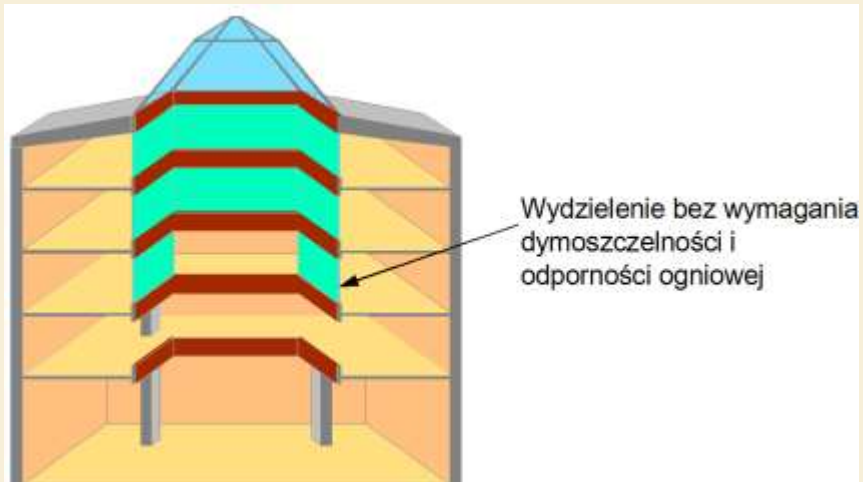
Rodzaje atriów



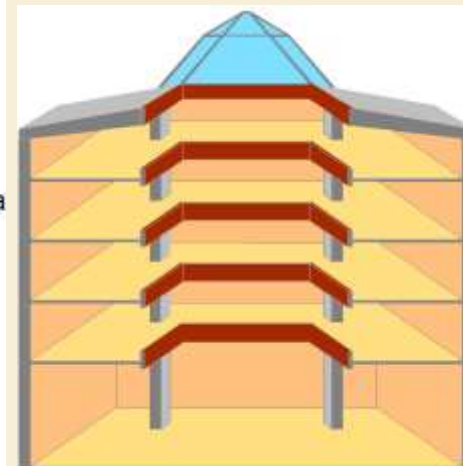
Rys.1. Atrium sterylne



Rys. 2. Atrium zamknięte



Rys.3. Atrium częściowo otwarte



Rys. 4. Atrium otwarte





Podstawowy błąd popełniany przy projektowaniu oddymiania atrium



Stosowanie systemów naturalnego bądź mechanicznego wyciągu dymu, otworami znajdującymi się w świetliku atrium, bez uwzględnienia wpływu wysokości budynku.



Zadymienie kondygnacji znajdujących się powyżej kondygnacji objętej pożarem ze względu na zbyt dużą ilość dymu i zbyt niską jego temperaturę.





Laboratorium Dymu LabFactor PŁ



Wyposażenie Laboratorium Dymu:

- System oddymiania grawitacyjnego atrium i przyległych klatek schodowych,
- System oddymiania mechanicznego atrium,
- System napowietrzania klatek schodowych,
- Kurtyny dymowe na trzech kondygnacjach, pracujące w sposób niezależny,
- Wielopunktowy pomiar ciśnienia, temperatury, zadymienia,
- Płynna regulacja pracy wentylatorów.





Laboratorium Dymu LabFactor PŁ

kurtyny dymowe



* autor fotografii: D. Brzezińska





Laboratorium Dymu LabFactor PŁ oddymianie mechaniczne



* autor fotografii: D. Brzezińska





Inżynieria Środowiska WIPOS PŁ

Wentylacja ogólna, pożarowa i klimatyzacja

Moim zdaniem

Moim zdaniem

Wentylacja Pożarowa na Politechnice Łódzkiej

Rozmowa z prof. dr hab. inż. Ireneuszem Zbicińskim, dziekanem Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, dr hab. inż. Hanną Kierzkowską-Pawlak, prodziekanem ds. kształcenia i dr inż. Dorotą Brzeziniąską autorką programu dydaktycznego zajęć z zakresu inżynierii i wentylacji pożarowej.

prof. dr hab. inż. Ireneusz Zbiciński, dziekan Wydziału Inżynierii Procesowej i Ochrony Środowiska Politechniki Łódzkiej, kierownik Katedry Inżynierii Środowiska, Inżynierii Środowiska i Inżynierii Ochrony Środowiska



Jaki był cel powołania nowej specjalności?
Ireneusz Zbiciński, Hanna Kierzkowska-Pawlak: Specjalność „Wentylacja ogólna, pożarowa i klimatyzacja” powstała w odpowiedzi na duże zapotrzebowanie rynku pracy na specjalistów z tej dziedziny. Warto dodać, że to właśnie specjalność w skali kraju. Nowoczesny program kształcenia powstał na bazie programów do tej pory specjalności „Wentylacja i klimatyzacja” gdzie przedmiot „Wentylacja pożarowa” był wykładany w bardzo podstawowym zakresie. Obecnie program wzbogacono o treści związane z tym zagadnieniem, prowadząc studenta kolejno przez obowiązującą w Polsce przepisy z zakresu ochrony przeciwpożarowej, alternatywne rozwiązania inżynierii pożarowej i szczegółowe wyliczenia projektowania systemów oddymiania w różnych obiektach budowlanych, aż po wykorzystanie najnowocześniejszych metod inżynierskich – symulacji komputerowych CFD.

dr hab. inż. Hanna Kierzkowska-Pawlak, prodziekan ds. kształcenia, adiunkt w Katedrze Inżynierii Środowiska



Czego student będą się mogli nauczyć?
Hanna Kierzkowska-Pawlak, Dorota Brzezinińska: Nowe specjalność jest bardzo ściśle skalkulowana na sposób pracy wentylacji. Podczas pierwszego semestru studenci zapoznają się z zasadami projektowania systemów wentylacji ogólnej poprzez opracowanie bilansu ciepła, wilgoci i zanieczyszczeń dla wentylowanej przestrzeni oraz obliczenia niezbędnych strumieni powietrza wentylacyjnego i organizowanie jego dostaw w pomieszczeniu oraz dobór odpowiednich urządzeń do jego realizacji. Na tym etapie wprowadzane są także podstawy inżynierii pożarowej, w ramach których studenci poznają aktualne wymagania polskich przepisów z zakresu stowarzyszenia wentylacji pożarowej i podstawowe zagadnienia inżynierii pożarowej stanowiącej nieodwrotne narzędzie do realizacji wymagań tych przepisów. W ramach prawa budowlanego zapoznają się również z ustawą prawo budowlane oraz jej zaktualizowanymi z procedurami uzyskiwania uprawnień budowlanych.

dr inż. Dorota Brzezinińska adiunkt w Katedrze Inżynierii Ochrony Środowiska i Inżynierii Ochrony Środowiska



Na drugim semestrze, poza podstawami efektywności energetycznej budynków pojawiają się przedmioty bardzo specjalistyczne, takie jak systemy klimatyzacji stosowane zarówno w celu pozyskania komfortu, jak i w wojówkach technologicznych, wentylacja pojemniowa stosowana w różnego rodzaju ga-

lębach przemysł, i wreszcie wentylacja pożarowa, szczególnie omawiając techniki projektowania tych systemów w obiektach wielokondygnacyjnych, obiektach handlowych, garażach, magazynach, tunelach oraz obiektach wysokich i wysokościowych. W ramach tego przedmiotu studenci zapoznają się z najnowszymi technikami projektowania systemów wentylacji pożarowej, opartymi o zasady wiedzy technicznej i metody inżynierskie oraz zgodnymi z najnowszymi standardami europejskimi i amerykańskimi. Omawiane będą wszystkie rodzaje systemów wentylacji pożarowej, w których skład wchodzi systemy zabezpieczenia przed zadymieniem oraz instalacje oddymiania, zarówno mechaniczne, jak i grawitacyjne. Uzupełnieniem wiedzy na temat projektowania instalacji będą przedmioty: aparaty i urządzenia stosowane w systemach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, na którym studenci zapoznają się z budową i zasadami działania urządzeń wykorzystywanych w tych systemach oraz automatyka i sterownictwo, gdzie studenci poznają zasady współpracy i komunikowania się pomiędzy poszczególnymi instalacjami i ich elementami. Na trzecim semestrze, w ramach przedmiotu projektowanie systemów wentylacji z wykorzystaniem metod CFD, naliczą się wykorzystanie nowoczesnych metod numerycznych do weryfikacji skuteczności działania różnych systemów wentylacyjnych.

Rozsądnymi przedmiotami specjalistycznymi studia przewidują takie zagadnienia ogólnie związane z inżynierią środowiska, takie jak: ekonomiczne i komercyjną wyliczenia badań, systemy zarządzania środowiskiem, źródła informacji naukowej, statystyka i teoria pomiarów, oceny oddziaływania na środowisko, fizjologia człowieka, monitoring środowiska z analizą instrumentalną i śledztwo ekologiczne. Dodatkowo program przewiduje dwa przedmioty obowiązkowe prowadzone w języku angielskim.

Wynikowym skutkiem jest to, że kandydaci zainteresowani kształceniem na II stopniu kierunku Inżynierii Środowiska Wydziału PPOS Politechniki Łódzkiej mogą być absolwentami różnych kierunków i stopnia uczelni technicznych. Nie jest wymagane ułożenie celów przedmiotu studia i stopnia na kierunku Inżynierii Środowiska, gdyż program specjalności przewiduje dla nich specjalny blok uzupełniający, w którym zawarto przedmioty takie jak: podstawy środowiskowej inżynierii procesowej, ochrona powietrza, ustraszanie wody i oczyszczanie ścieków i podstawy gospodarki odpadami.

Ukłonem na strony osób pracujących będzie możliwość wyboru nieobowiązkowego trybu studiów z programem obowiązkowym, który jest bardziej praktyczny, niż zaprogramowany na studiach dydaktycznych. Studia nieobowiązkowe trwają 4 semestry, studia obowiązkowe 3 semestry. Rekrutacja trwa do 22 lutego 2016 r., zajęcia rozpoczynają się w marcu. Nowy program jest dostępny na stronie: www.programy.pl/izd/pl

W jaki sposób będzie się odbywał nauka?
HK-P, DB: Zajęcia dydaktyczne prowadzone będą w formie wykładów, projektów i laboratoriów. Projekty realizowane

będą z wykorzystaniem technik komputerowych CAD i CFD, na podstawie rzeczywistych dokumentacji technicznych największych obiektów, które powstały w ostatnich latach w kraju. Z kolei laboratoria będą się odbywały w najnowocześniejszym obecnie w Polsce budynku dydaktycznym LabFactor, w którym na około 4 tys. m² znajduje się aż 20 specjalistycznych laboratoriów. Są w nim między innymi laboratoria testów układowych na specjalność wentylacyjną, takie jak Laboratorium Wentylacji, Klimatyzacji i Ogrzewania, czy Laboratorium Dymu, będąc pierwszym tego typu laboratorium w Polsce, stworzonym w celu wejściowym do budynku LabFactor i w przewidywanym do czasu zakończenia W Laboratorium Dymu studenci będą mogli obserwować działanie w skali rzeczywistej oddymiania grawitacyjnego i mechanicznego w różnych warunkach pogodowych, wpływ na to skuteczność kurzynoświatowych, oraz podjętych między sobą systemów oddymiania i zabezpieczenia przed zadymieniem obiektów szkodliwych.

Co absolwenci będą mogli robić po ukończeniu tej specjalności?

DB, IZ: Absolwenci specjalności wentylacja ogólna, pożarowa i klimatyzacja będą posiadali specjalistyczną wiedzę na temat zasad projektowania, montażu i sterowania systemów wentylacyjnych w obiektach budowlanych. Będzie miał również procesy przepływowo i termiczne zachodzące w systemach wentylacyjnych i klimatyzacyjnych, a także potrafił stosować nowoczesne narzędzia CFD wspomagające projektowanie i weryfikację skuteczności działania tych instalacji oraz umiejętnie dobrać i dobrać odpowiednio systemy wentylacji ogólnej, pojemniowej i klimatyzacji do potrzeb każdego budynku. Będzie również w stanie wykonać wentylację pożarową następując: inżynierii pożarowej do projektowania i realizacji systemów wentylacji pożarowej zapewniającej w obiektach budowlanych bezpieczną ewakuację użytkowników, ochronę konstrukcji i dostrojenie do źródła pożaru dla ekip ratowniczych. Absolwenci zostaną przygotowani do pracy w takich projektach oraz firmach zajmujących się budową i montażem instalacji wentylacji i klimatyzacji. Zobędzieli oni jednocześnie unikalną wiedzę w zakresie wentylacji pożarowej, co umożliwi pracę jako doradca w tej dziedzinie. Należy także podkreślić, iż absolwenci po ukończeniu II stopnia studiów na kierunku Inżynierii Środowiska może ubiegać się o uprawnienia budowlane bez ograniczeń w specjalności instalacyjnej, co daje możliwość wyboru samodzielnie i niezależnie w budownictwie, zarówno w zakresie projektowania, jak i wykonawstwa. Aby to ułatwić, dla najlepszych studentów już w trakcie studiów, będzie stworzona możliwość odbycia części praktyk zawodowych w firmach zajmujących się produkcją i montażem i projektowaniem systemów wentylacyjnych. Wszystkich zainteresowanych zapraszamy do kontaktu i zapoznania się ze szczegółami na stronie internetowej <http://www.wipos.pl/izd/pl/>.

W jaki sposób będzie się odbywał nauka?

HK-P, DB: Zajęcia dydaktyczne prowadzone będą w formie wykładów, projektów i laboratoriów. Projekty realizowane



Tytuł: Wentylacja pożarowa obiektów budowlanych

Autor: Dorota Brzezińska

Liczba stron: 217

Wydawca: Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej

Podręcznik przeznaczony dla studentów uczelni technicznych o specjalności instalacji sanitarnych oraz szkół pożarniczych, a także wszystkich uczestników procesu inwestycyjnego: architektów, projektantów instalacji bezpieczeństwa pożarowego, inspektorów nadzoru budowlanego i rzeczoznawców bezpieczeństwa pożarowego.

Książka uzyskała pochlebny recenzję prof. Bogdana Mizielińskiego oraz dr Dariusza Ratajczaka.

Zamówienia

tel. 22 542 43 14

lub www.wentylacja.org.pl/sklep