Klapy oddymiające w FDS – rozmieszczenie klap, a skuteczność wentylacji grawitacyjnej

Wstęp

Wentylacja grawitacyjna to w dalszym ciągu najpopularniejszy sposób oddymiania budynków jedno lub wielokondygnacyjnych o dużej kubaturze. Wynika to oczywiście z dużo niższych nakładów finansowych niż w wypadku oddymiania mechanicznego, a także ze względu na prostotę montażu i stosunkowo niewielką ingerencję w konstrukcję budynku. System ten wykorzystuje zjawisko unoszenia się dymu, szkodliwych gazów i ciepła emitowanych podczas pożaru, które następnie są odprowadzane grawitacyjnie do atmosfery, przy użyciu dachowych klap oddymiających. Dzięki temu możliwe jest utrzymanie strefy przebywania ludzi w stanie niezadymionym, umożliwiającym skuteczne przeprowadzenie akcji gaśniczej, a także zminimalizowanie szkód spowodowanych dymem i gorącymi gazami.

Skuteczność takiego systemu zależy głównie od przyjętej powierzchni otworów dachowych oraz właściwego rozmieszczenia klap przeciwpożarowych. Niemniej istotne jest zaprojektowanie odpowiedniej wielkości otworów kompensacyjnych umożliwiających wytworzenie się ciągu kominowego podczas pożaru. Dzięki temu kompensowany jest strumień powietrza usuwany za pomocą klap.

W niniejszym artykule zweryfikujemy kilka wariantów doboru klap dla przykładowej hali przemysłowej, a następnie w oparciu o symulację CFD w programie PyroSim wybierzemy najkorzystniejszy z nich.

Opis rozwiązania

Prezentowany artykuł będzie dotyczył symulacji pracy klap dymowych jednoskrzydłowych, o konstrukcji stalowej ocynkowanej, sterowanych za pomocą mechanizmu pneumatycznego. Nadrzędnym zadaniem systemu będzie utrzymanie dolnej strefy pomieszczenia w stanie niezadymionym, umożliwiając bezpieczną ewakuację oraz przeprowadzenie akcji gaśniczej.

Dobór sprowadza się do określenia sumarycznej powierzchni otworów wentylacyjnych, ich usytuowanie, oraz określenie warunków w których nastąpi samoczynne otwarcie klap. Powierzchnia czynna została określona według normy PN-B-02877-4 jako 5% powierzchni stropu względem powierzchni podstropowej.

Dobór sprowadza się do określenia sumarycznej powierzchni otworów wentylacyjnych, ich usytuowanie, oraz określenie warunków w których nastąpi samoczynne otwarcie klap. Powierzchnia czynna została określona według normy PN-B-02877-4 jako 5% powierzchni stropu względem powierzchni podstropowej.

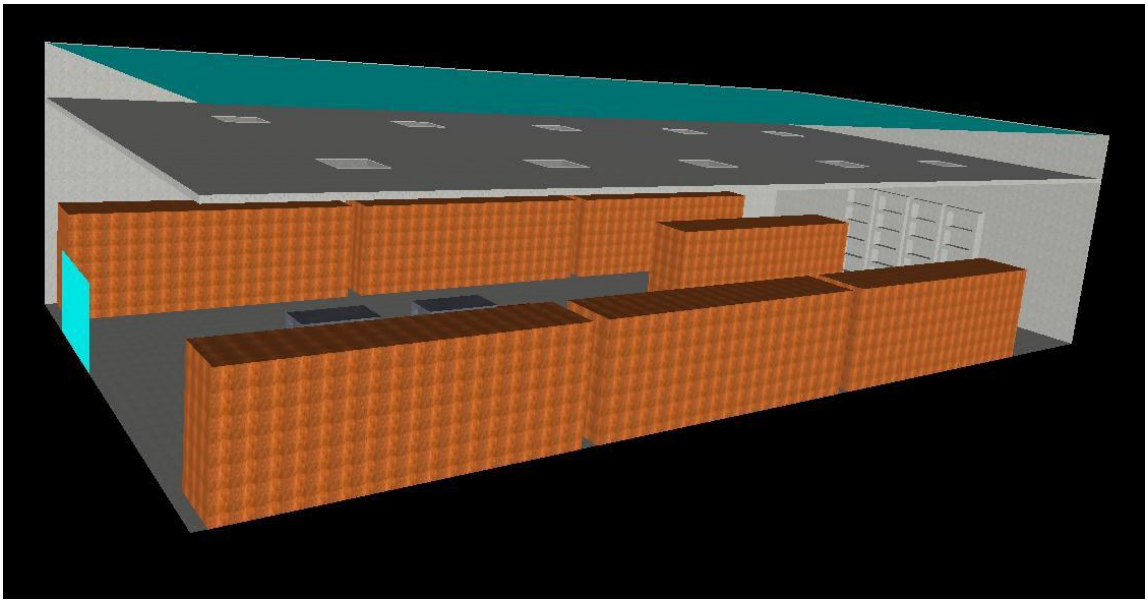
Rys. 1 *Klapy dymowe firmy DYMKLAP.*

Opis modelu

Na potrzeby symulacji stworzono model imitujący halę przemysłową w której składowane będą drewniane palety. Powierzchnia hali wynosi 800 m2 a wysokość 10 m. Przyjęto rozdzielczość siatki obliczeniowej 0,20 m. Scenariusz zakłada wybuch pożaru o mocy HRR (Heat Release Rate) równej 1 000 kW w środkowej części hali. Moc osiągana będzie po 330 sekundach zgodnie z krzywa t2. Dymotwórczość została przyjęta na poziomie 40g sadzy na 1kg spalanego paliwa.

Funkcję klap będą pełniły otwory aktywowane po zadziałaniu czujnika. Aby zastosować otwory jako klapy otwarte do atmosfery koniecznie jest zwiększenie wysokości siatki tak by była ona wyższa niż poziom stropu. Dodatkowo należy wówczas przydzielić powierzchnię typu OPEN do części siatki która znajduje się powyżej stropu hali. W ten sposób siatka obejmuje nie tylko sam model ale również fragment atmosfery ponad stropem. Dzięki temu możliwe będzie lepsze zaobserwowanie działania wentylacji grawitacyjnej.

Otwarcie klap będzie następowało po otrzymaniu sygnału z czujki dymu ulokowanej w środkowej części budynku tuz nad miejscem wybuchu pożaru. Napływ powietrza kompensacyjnego będzie się odbywał poprzez otwartą bramę o wymiarach 5x3m. Przyjęto czas symulacji 5 minut zakładając że jest to okres wystarczający do ewakuacji ludzi przebywających w budynku oraz rozpoczęcia akcji gaśniczej. Symulacje przeprowadzono dla trzech wariantów w których przeanalizowano działanie systemu dla różnych ilości i powierzchni klap oddymiających. Symulacja powinna wskazać najkorzystniejszy z nich pod względem efektywności oddymiania a przede wszystkim zapewnienia odpowiedniej widoczności podczas ewakuacji i prowadzenia akcji gaśniczej.

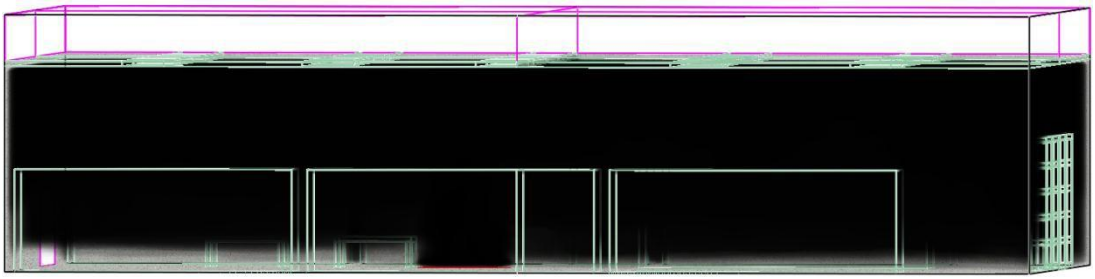


Rys. 2 *Uproszczony model hali przemysłowej składującej drewno.*

Warianty doboru klap

Wariant 1:

Wariant ten nie uwzględnia zastosowania żadnego systemu oddymiającego, dym będzie wydostawał się z obiektu jedynie przez otwarte drzwi. Aby lepiej zaobserwować zjawiska zachodzące wewnątrz budynku, ustawiono wyświetlanie jedynie szkieletu naszego modelu.

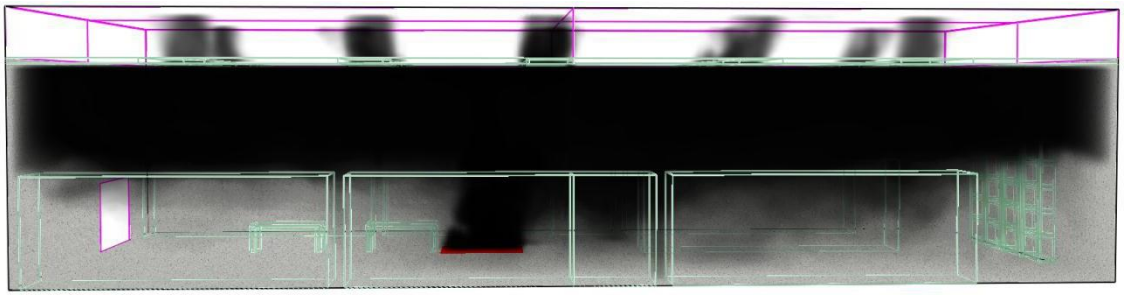


Rys. 3 *Efekt braku klap dymowych w budynku.*

Po upływie 5 minut dym wypełnia już całą objętość hali. Występujące zadymienie będzie znacznie utrudniało przeprowadzenie akcji gaśniczej.

Wariant 2:

W tym przypadku zastosowano 10 klap oddymiających o wymiarach 160cm x 160cm każda. Łączna powierzchnia klap wynosi 25 m2. Ich rozmieszczenie jest równomierne w całym budynku z zachowaniem przepisowych odległości względem siebie oraz ścian zewnętrznych hali.



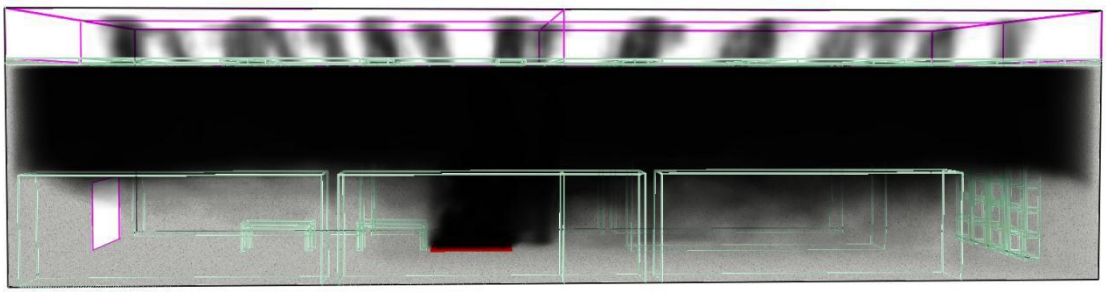
Rys. 4 *Symulacja pracy 10 klap dymowych.*

Rysunek przedstawia końcowy moment przeprowadzanej symulacji pożaru (5 minuta). Założono, że do tego czasu wszystkie osoby znajdujące się w budynku zdążyły się ewakuować.

Jak widać dym objął górna strefę pomieszczenia, ale dzięki automatycznemu załączeniu klap oddymiających, warstwa przebywania ludzi (o wysokości około 2m) pozostała praktycznie niezadymiona.

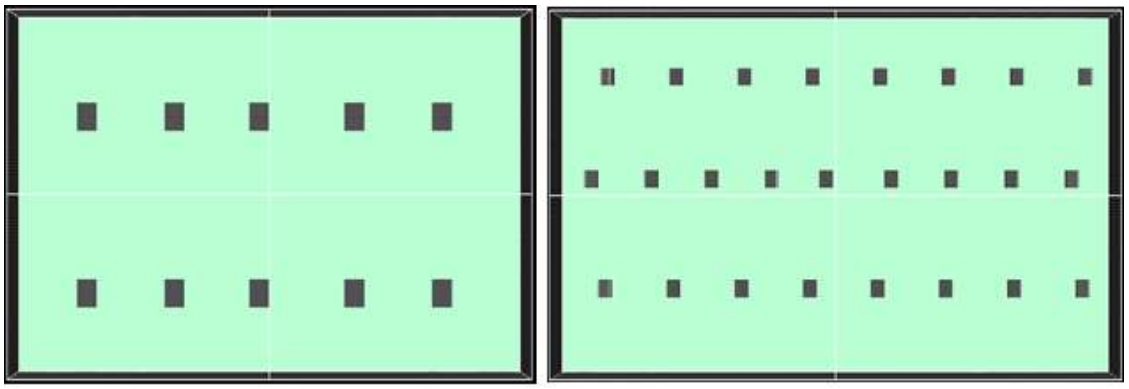
Wariant 3:

Łączna powierzchnia klap jest taka sama jak przy poprzednim wariancie z tym ,że dobrano 25 klap dymowych o odpowiednio zmniejszonej powierzchni (wymiary 1x1m). Sprawdzimy jak takie rozstawienie wpłynie na zadymienie hali.



Takie rozstawienie również pozwoli na utrzymanie dymu w górnej warstwie hali. Jednak jest to jedynie wniosek wstępny, dokładniejsze wyniki może dać analiza porównawcza widoczności w czasie pożaru.

Warianty doboru klap dymowych:



1) 10 klap - wymiary: 160 x160cm

2) 25 klap – wymiary: 100 x100cm

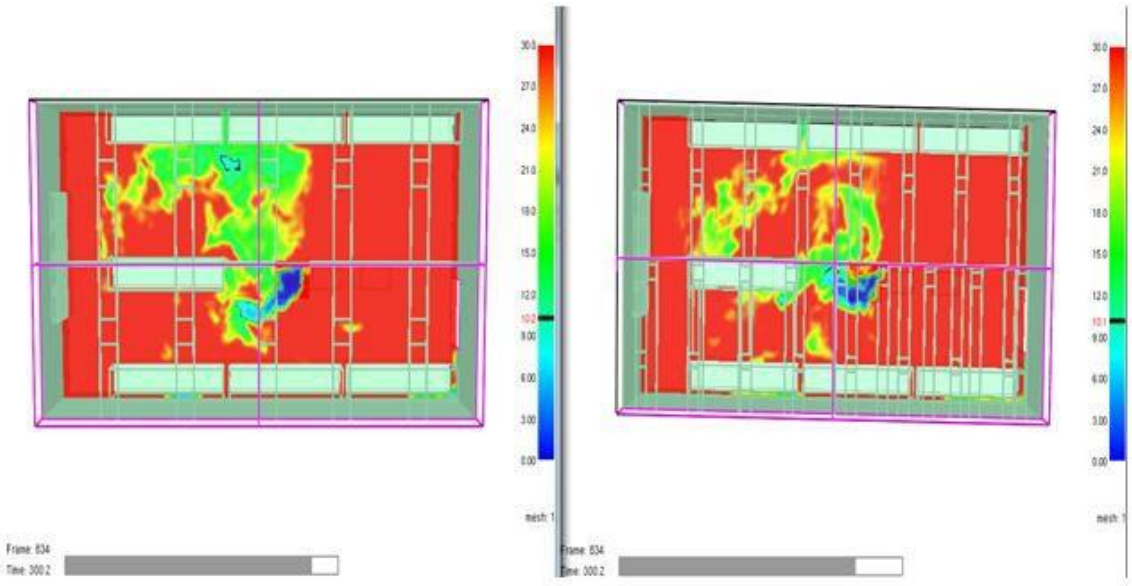
Porównanie wyników

W celu oceny możliwości dostępu służb pożarowych, parametrami które będą nas szczególnie interesowały są widoczność oraz temperatura w strefie przebywania ludzi (na wysokości 2m) . Po wprowadzeniu odpowiednich płaszczyzn wynikowych w programie PyroSim, możemy dokonać analizy tych parametrów dla różnych rozwiązań. Porównanie dla wariantów 2 i 3 prezentowane jest poniżej:

<u>Widoczność:</u>

Widok z góry: 10 klap dymowych

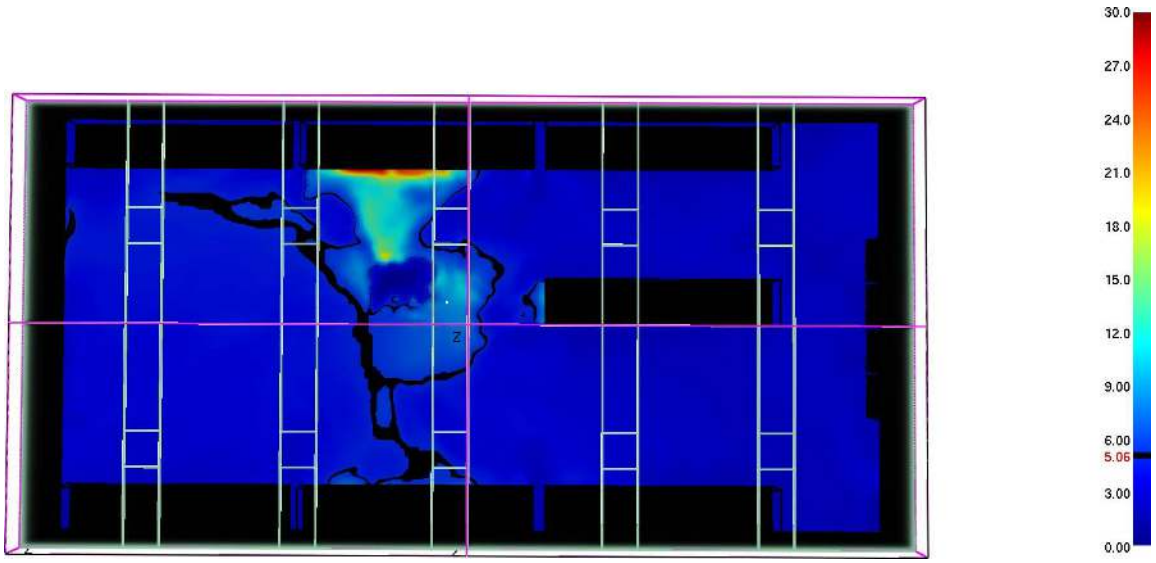
25 klap dymowych



Kolorem czerwonym zaznaczone są obszary w których widoczność jest dobra, czyli na poziomie 30m. Na podstawie porównania obu rysunków możemy zauważyć ,że w obu

przypadkach klapy zapewniły dobrą widoczność w prawej części hali czyli bliżej wyjścia. Widoczność w środkowej części będzie jednak lepsza w przypadku wariantu przewidującego zastosowanie 25 klap o mniejszej powierzchni , niż dla wariantu który zakładał rozmieszczenie 10 klap dymowych o większej powierzchni jednostkowej. Powyższe zestawienie potwierdza więc ogólnie panującą tezę ,że zastosowanie większej liczby klap o mniejszej powierzchni daje lepsze rezultaty, niż wybór mniejszej ich liczby o większej powierzchni jednostkowej.

Brak klap oddymiających-widoczność:

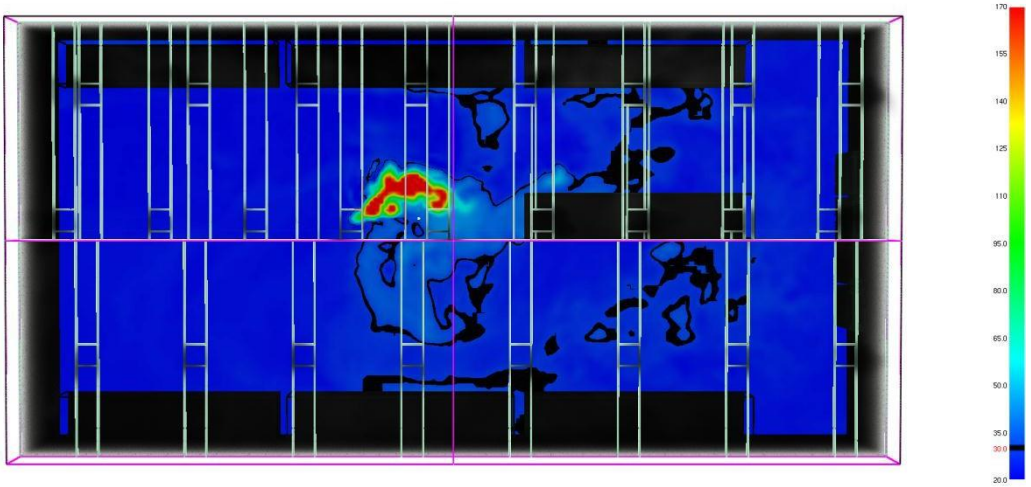


Przy braku wentylacji widoczność jedynie w obszarze zaznaczonym na czarno jest większa niż 5m.

<u>Temperatura:</u>

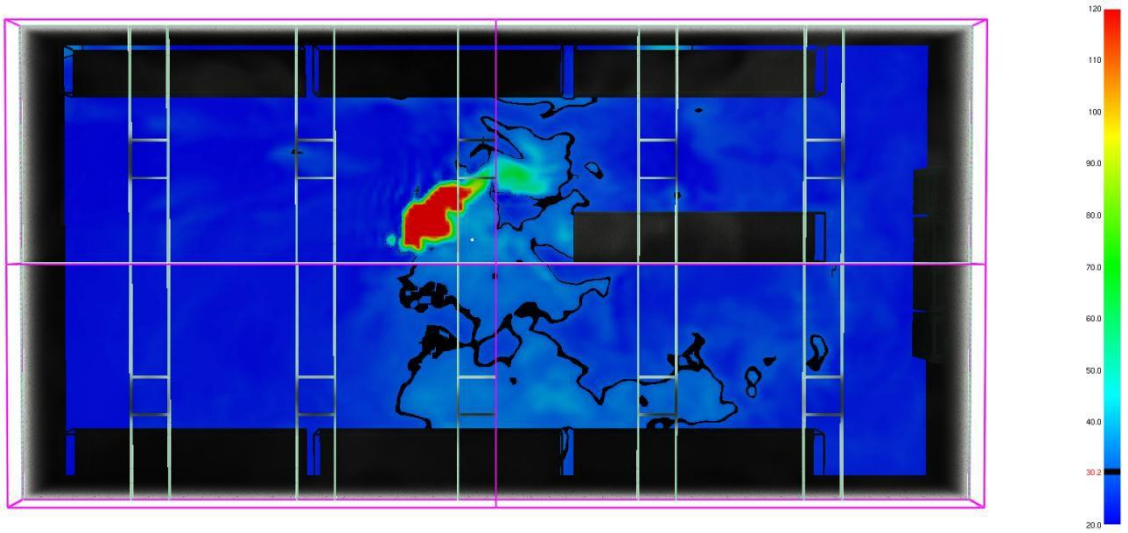
Drugim parametrem który został zbadany jest temperatura na wysokości 2m. W tym celu umieszczono odpowiednia płaszczyznę wynikową na której wyświetlane będą wyniki.

25 klap dymowych – temperatura:



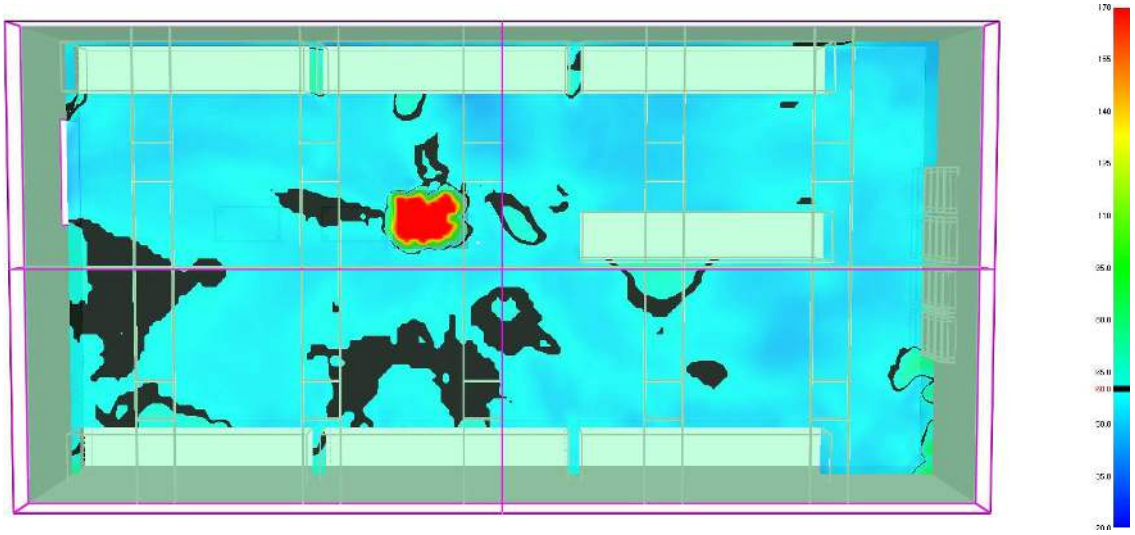
Kolor ciemno-niebieski oznacza obszary w strefie przebywania ludzi w których temperatura 30ºC nie zostanie przekroczona. Jak widać jedynie na niewielkim obszarze najbliżej pożaru temperatura ta zostanie przekroczona, można zatem wnioskować ,że dla tego wariantu środowisko termiczne będzie optymalne dla służb pożarowych.

10 klap – temperatura:



Nieco gorsze efekty wykazała symulacja przeprowadzona dla 10 klap dymowych. Obszar w którym temperatura jest niższa niż 30ºC jest mniejszy ale tylko nieznacznie. Ten wariant również zapewni dobre warunki dla ekipy gaśniczej.

Brak klap dymowych-temperatura:



Przy braku zamontowanych klap dymowych obserwujemy znaczne pogorszenie się warunków w strefie przebywania. Temperatura poniżej 2m wynosi już 60ºC w zaznaczonych obszarach (kolor czarny).

Podsumowanie

Przeprowadzona analiza rozwiązań projektowych dla grawitacyjnego systemu oddymiającego z wykorzystaniem automatycznych klap dymowych pozwala na postawienie wniosków, że najlepsze efekty daje równomierne rozmieszczenie klap na całej powierzchni stropu. Ponadto symulacja przy użyciu programu PyroSim wykazała, że korzystniejsze jest zaprojektowanie większej liczby klap o mniejszej powierzchni jednostkowej niż w wypadku systemu z mniejsza liczbą klap o większej powierzchni. Symulacja wykazała również ,że przy braku występowania instalacji oddymiającej, widoczność będzie lepsza przy samym źródle pożaru, ale będzie się znacznie pogarszać w miarę oddalania od niego. Natomiast przy zastosowaniu instalacji oddymiającej, będzie dokładnie odwrotnie. Widoczność będzie wzrastać w miarę oddalania od źródła ognia.

Obecne przepisy mówią jednoznacznie, że każdy nowy budynek musi być wyposażony w instalację oddymiającą. System oddymiania grawitacyjnego może dać odpowiednie efekty o ile jest dobrze zaprojektowany ,a poszczególne warianty doboru odpowiednio przeanalizowane. Zaprojektowanie systemu zgodnie z obowiązującymi normami oraz dobrą praktyką inżynierską zapewni właściwe działanie instalacji oddymiającej , co za tym idzie pozwoli na zminimalizowanie strat materialnych a przede wszystkim zapewni bezpieczeństwo zarówno użytkownikom jak i ekipom ratunkowym.

W kolejnym odcinku:

SmokeView – funkcje i możliwości – przyjrzymy się bliżej narzędziu do wyświetlania wyników symulacji oraz zaprezentujemy ciekawe funkcje tego programu.