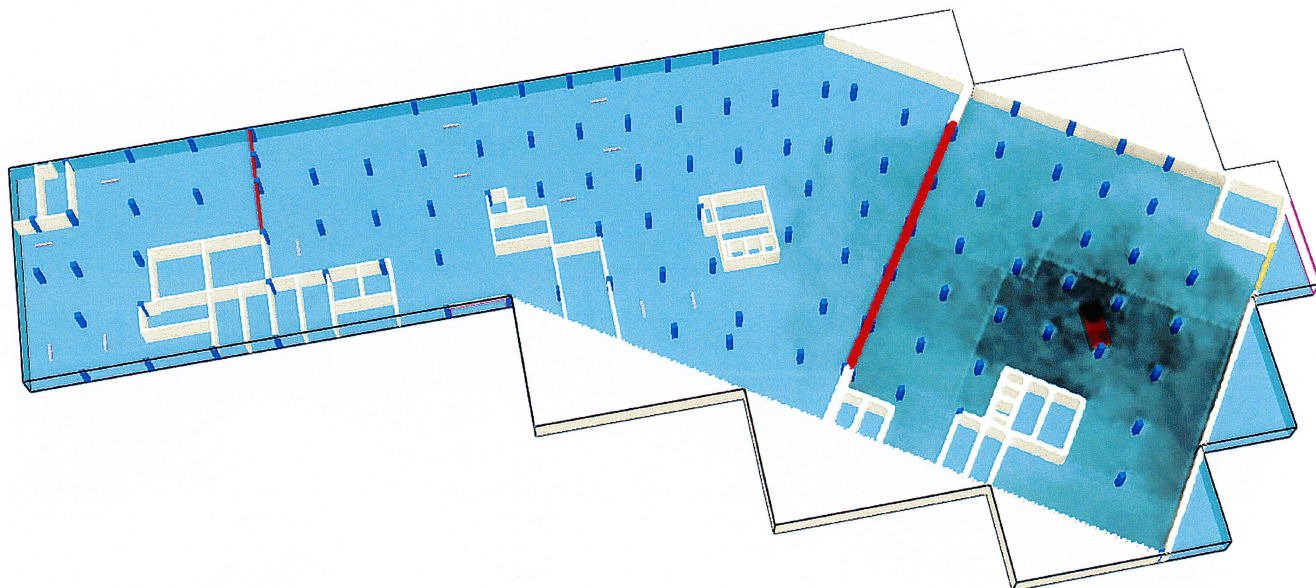


**Analiza skuteczności środków ochrony przeciwpożarowej
w garażu zamkniętym jednokondygnacyjnym pod kompleksem budynków
biurowych na potrzeby Szczecińskiego Parku Naukowo – Technologicznego
przy ul. Niemierzyńska dz. nr 3/7, 3/5 i 1/8 w Szczecinie**

Raport wstępny



**Jednostka
wykonująca:**

**SMAY Sp. z o.o.,
ul. Ciepłownicza 29
31-587 Kraków**

Inwestor:

**SZCZECIŃSKI PARK NAUKOWO –
TECHNOLOGICZNY Sp. z o.o.
Ul. Kolumba 86-89; 70-035 Szczecin**

Data:

grudzień 2012

**Wykonanie :
mgr inż. Tomasz Burdzy**

Burdzy Tomasz
.....

**Zatwierdził:
inż. Jarosław Wiche**

Wiche
.....

Spis treści:

1. Przedmiot i zakres opracowania	2
2. Podstawa opracowania	2
3. Model matematyczno – fizyczny użyty w obliczeniach	4
4. Parametry poddane analizie.	4
5. Założenia przyjęte do analizy	4
6. Parametry opisujące pożar oraz krzywą rozwoju pożaru	5
7. Specyfika mieszaniny materiałów potencjalnie biorąca udział w pożarze	5
8. Wyznaczenie czasów ewakuacji	6
9. Wyniki symulacji CFD dla strefy detekcji A i B	7
10. Wnioski	21

1. Przedmiot i zakres opracowania

Przedmiotem opracowania jest jednokondygnacyjny garaż zamknięty pod kompleksem budynków biurowych na potrzeby Szczecińskiego Parku Naukowo – Technologicznego przy ul. Niemierzyńska dz. nr 3/7, 3/5 i 1/8 w Szczecinie

Celem opracowania jest określenie warunków jakie wystąpią w przestrzeni parkingu w razie wystąpienia pożaru oraz określenie warunków ewakuacji ludzi z tych kondygnacji.

W opracowaniu przedstawiono wyniki symulacji komputerowej CFD na założeniach zgodnych z pierwotną symulacją komputerową

2. Podstawa opracowania

Raport został sporządzony na podstawie systemu SAFETYCARPAK firmy SMAY w oparciu o wentylatory firmy WOLTER oraz DLK

strumieniowe:

L.P.	Urządzenie	Ilość [szt.]	moc znamionowa [kW]
1	SAJM04-0355-B jednokierunkowe dwubiegowe	18	1,5/0,37 (II bieg / I bieg)
2	SAJM04-0355-B rewersyjne dwubiegowe	4	1,5/0,37 (II bieg / I bieg)

Wszystkie wentylatory klasy F400/2h

główne oddymiające:

L.P.	Urządzenie	Ilość [szt.]	moc znamionowa [kW]
3	Wentylator główny rewersyjny SATM FI 1600	2	55,0

Wszystkie wentylatory klasy F400/2h

Normy:

- NFPA 92B Standard for smoke Management Systems In Malls, Atria, and Large Spaces 2009 Edition
Standard określający wiele wytycznych branżowych służących dobrej praktyce oraz wytyczne podstawowe dla modeli CFD
- 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.
Standard określający kwestie projektowe instalacji oddymiającej stanowiące rozwinięcie standardu BS 7346-7:2006. Norma ta odnosi się również do wymienionego wcześniej standardu NFPA 92B
- BS 7346-7:2006 Components for smoke and heat control systems - Part 7: Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks.
Standard określający wytyczne projektowe wentylacji oddymiającej strumieniowej
- 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)
Standard określający wyznaczenie czasu ewakuacji.

- Rozporządzenia:

- Ministra Infrastruktury z dnia 12.04.2002 w sprawie warunków technicznych jakim powinny odpowiadać budynki ich usytuowanie (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z dnia 15 czerwca 2002 r.) z późniejszymi zmianami (Dz. U. Nr 109 2004 r.)

- Uzgodnienia międzybranżowe

- Literatura fachowa

- SFPE Handbook of Fire Protection Engineering
- NIST Special Publication 1018-5
Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide
Volume 1: Mathematical Model
- NIST Special Publication 1018-5
Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide
Volume 3: Validation
- Development of data base of full-scale calorimeter tests of motor vehicle burns .
Southwest Reserch Institute . Marc L. Janssens Ph. D. Michael G. MacNaughton Ph. D.
- Structural Behaviour of an oupen car park under real fire scenarios.
Bin ZHAO & Joël KRUPPA *CTICM –Fire and Testing Division*
Domaine de Saint Paul, BP 64 78470 Saint-Remy-Lès-Chevreuse, FRANCE
- BRE, Fire Spread in Car Parks BD 2552
- Approved Document "B " Edition 2006r

3. Model matematyczno – fizyczny użyty w obliczeniach

Wszelkie szczegółowe dane dotyczące wykorzystanych w symulacji metodologii znajdują się w opracowaniach :

- NIST Special Publication 1018-5
- Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide
- Volume 1: Mathematical Model
- NIST Special Publication 1018-5
Fire Dynamics Simulator (Version 5) Technical Reference Guide
- Volume 3: Validation

4. Parametry poddane analizie.

W scenariuszu zbadano:

- zakres widoczności przegród budowlanych na wysokości 1,8 m od posadzki. Jako graniczne kryterium przyjęto 10m. (czarny kolor na płaszczyznach wynikowych widzialności)
- zakres temperatury na wysokości 1,8 m od posadzki. Jako graniczne kryterium przyjęto 60°C co po pomniejszeniu przez maksymalny możliwy błąd metody pokazane jest jako 52°C (czarny kolor na płaszczyznach wynikowych temperatury)
- Zakres promieniowania palących się samochodów. Jako graniczne kryterium przyjęto 1 kW/m²

5. Założenia przyjęte do analizy

Do analizy przyjęto parametry obliczeniowe:

- Ciśnienie atmosferyczne – 1013,25hPa
- Temperaturę otoczenia – 20°C.
- Podstawowe materiały do budowy modelu - żelbet, stal karoserii.
- Początkowa wilgotność względna – 50%
- W obliczeniach wykorzystano program FDS 5.5.3
- Metoda obliczeniowa Large Eddy Simulation (LES) , metoda wielkich wirów.
- Do budowy modelu **kondygnacja -1** przyjęto sieć obliczeniową o wymiarach 0,30 x 0,30 x 0,30 m. (co daje 540 000 komórek w każdym scenariuszu.)

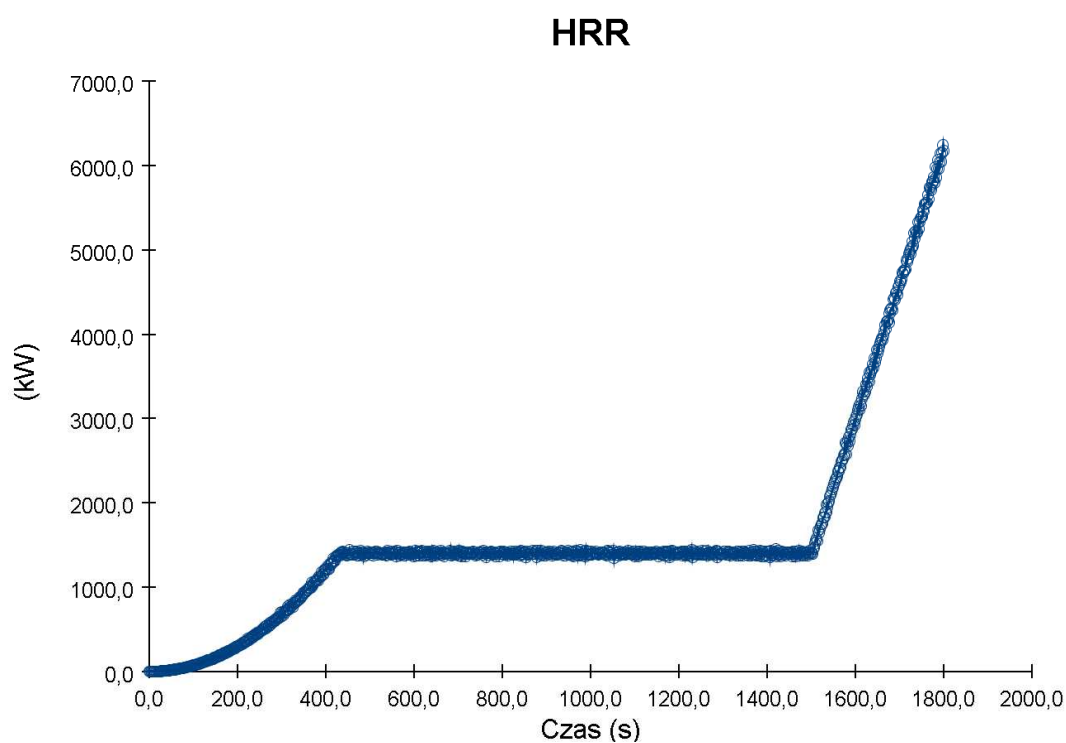
Założono czasy i sprawność współdziałających instalacji oraz urządzeń:

Sprawność instalacji automatycznej sygnalizacji i alarmowania pożarowego. Czas od momentu wykrycia pożaru do momentu uruchomienia pierwszego wentylatora oddymiającego 40s. Czas ten uwzględnia otwarcie klap i rozruch wentylatora. Czas automatycznej detekcji oraz alarmu Δt_{det} - 80s.

6. Parametry opisujące pożar oraz krzywą rozwoju pożaru

Na potrzeby wykonywanej analizy zakłada się:

- Możliwość powstania pożaru jedynie na miejscach postojowych.
- Źródłem pożaru jest jeden samochód
- Możliwość powstania tylko jednego pożaru na raz
- Do przeprowadzenia symulacji przyjęta została krzywa przedstawiająca ilość uwalnianego ciepła względem czasu rys. 1.
- Obecność instalacji tryskaczowej.



Rys. 1 Krzywa przedstawiająca zmianę mocy pożaru jednego samochodu względem czasu.

7. Specyfika mieszanki materiałów potencjalnie biorąca udział w pożarze

Przyjmuje się średnią dymotwórczość mieszanki materiałów na poziomie 0,164 kg/kg

8. Wyznaczenie czasów ewakuacji

Weryfikacja poszczególnych czasów, będących składowymi całkowitego czasu ewakuacji RSET:

Zachowania korzystających z garażu osób można zaliczyć do kategorii A, ponieważ:

- brak możliwości snu w strefie pożarowej garażu
- znajomość garażu przez korzystających z niego osób (korzystający są właścicielami miejsc parkingowych lub najmującymi te miejsca)
- mała gęstość osób przebywających jednocześnie w garażu.
- Strefa pożarowa garażu stanowi jedno pomieszczenie z miejscami parkingowymi
- Ponadto zakłada się że ewakuujący się nie będą się przemieszczali po miejscach postojowych, a jako przejścia ewakuacyjne wykorzystuje się wszystkie przejazdy.

Efektywność zastosowanego systemu alarmowego określa się jako poziom A1 - tzn. wykrycie możliwości pożaru w danej strefie pożarowej przez pojedynczą czujkę lub przez koincydencję dwóch czujek. Wykrycie pożaru włącza alarm pożarowy oraz włącza główne wentylatory wyciągowe mieszaniny dymu i powietrza przez system oddymiania. Wentylatory strumieniowe włączane są po 220 s. od uruchomienia głównych wentylatorów wyciągowych

Warunki geometryczne wpływające na czas ewakuacji i ochronę dróg uciezkowych określa się jako poziom B1, tzn. jednopoziomowe pomieszczenie garażu z dobrą widocznością i dostępem do wyjść ewakuacyjnych.

Zarządzanie ewakuacją w razie pożaru jest wymagane. Osoba dyżurna np. (ochrona bądź osoba z recepcji) powinna po włączeniu alarmu w garażu zejść do garażu i wykonać czynności mające na celu skrócenie czasu reakcji użytkowników garażu i natychmiastowe przemieszczanie się w kierunku wyjść ewakuacyjnych. Zakłada się poziom M1

Czas reakcji osób będących w garażu w trakcie pożaru to M1 B1 A1, czyli 30 s dla pierwszych kilku osób oraz kolejne 60 s dla czasu po którym 99% osób rozpoczęło ucieczkę. Najdłuższa droga ewakuacji w przedmiotowym garażu z uwagi na liczbę wyjść do innych stref pożarowych wynosi: 40 m
Prędkość uciekających osób: 1,19 m/s (założenie przyjęte w związku z niską gęstością przebywających jednocześnie w garażu osób.

Maksymalny obliczeniowy czas przemieszczania się: $\Delta t_{\text{trav}} = 40/1,19 = 34 \text{ s}$

Zestawienie czasów ewakuacji z uwzględnieniem warunków uzyskanych w przeprowadzonej analizie CFD					
Scenariusz pożarowy:	Czas detekcji oraz alarmu [s]	Czas do rozpoczęcia ucieczki pierwszych kilku osób. [s]	Czas do rozpoczęcia ucieczki 99% osób. [s]	Czas po którym zdołają uciec pierwsze osoby [s]	Czas po którym zdoła uciec 99% osób. [s]
Ewakuacja z garażu	80	110	170	144	204

Jako margines bezpieczeństwa przyjmuje się $t_{\text{margin}} = 30 \text{ s}$

$$t_{\text{RSET}} = \Delta t_{\text{det}} + \Delta t_{\text{a}} + \Delta t_{\text{pre1\%}} + \Delta t_{\text{pre99\%}} + \Delta t_{\text{trav}} + \Delta t_{\text{margin}} = 234 \text{ s}$$

Czas alarmu Δt_{a} - 0s związane jest to z tym że po potwierdzeniu zagrożenia pożarowego przez inną czujkę dymu lub ciepła automatycznie natychmiast jest uruchamiany alarm informujący o konieczności opuszczenia garażu.

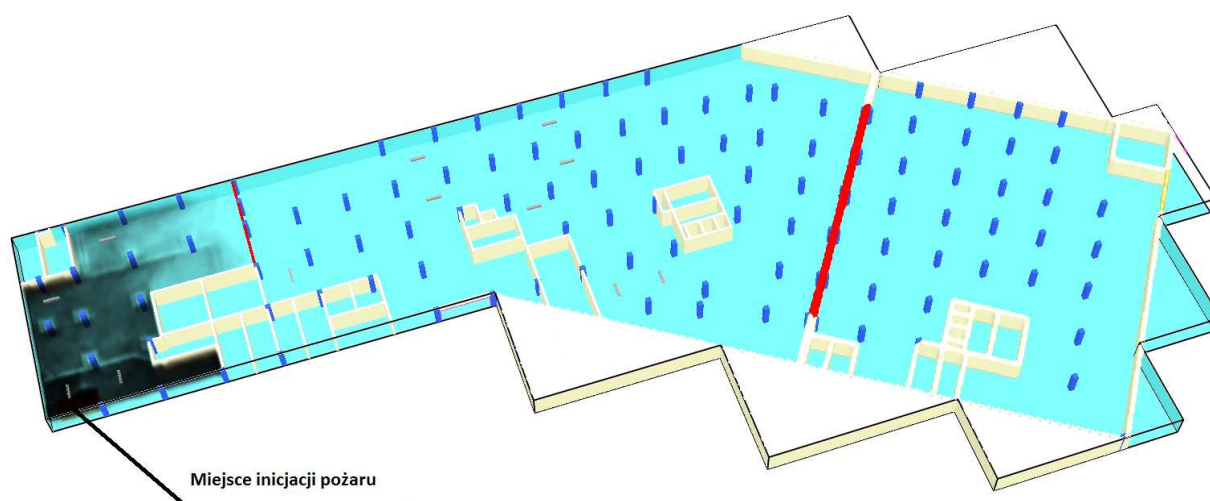
Czas detekcji oraz alarmu Δt_{det} - 80s.

9. Wyniki symulacji CFD dla strefy detekcji A i B

Poniższe wyniki symulacji CFD przedstawiają analizowane parametry po czasie który liczony jest od momentu powstania pożaru.

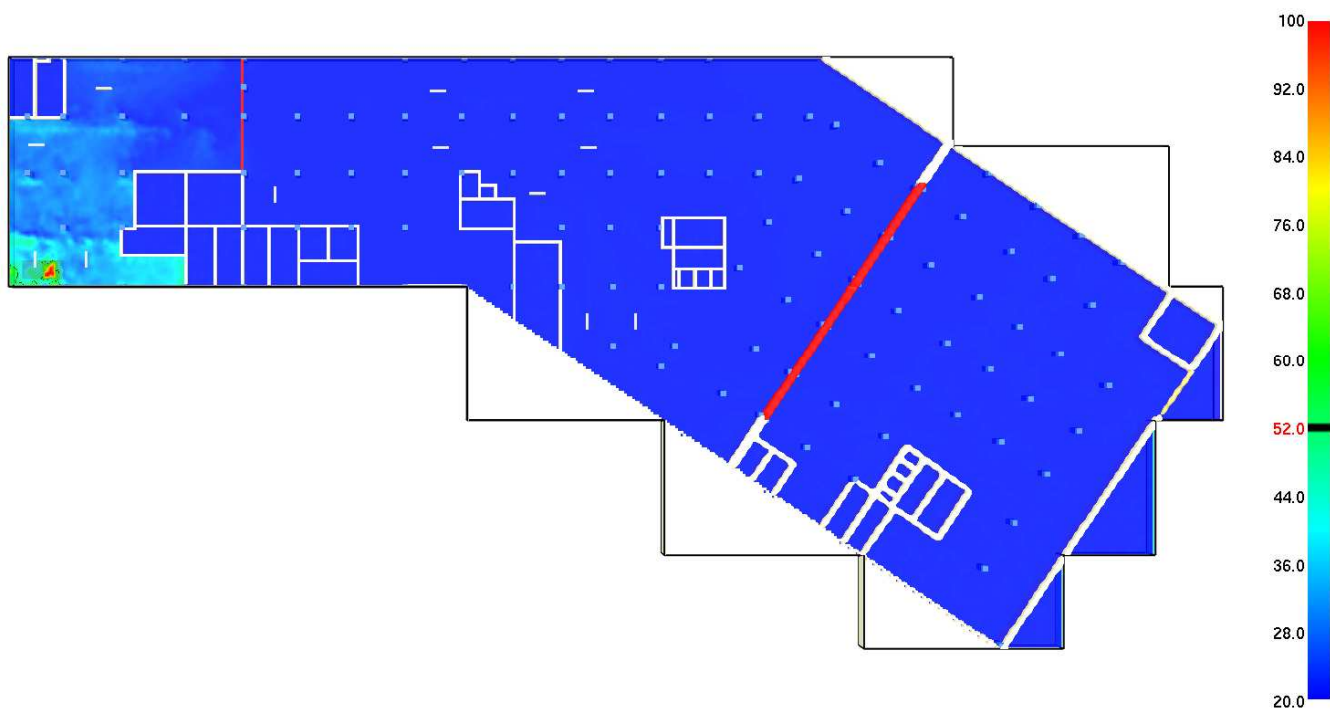
Przeprowadzono symulację scenariusza dla strefy dymowej A:

Scenariusz 1

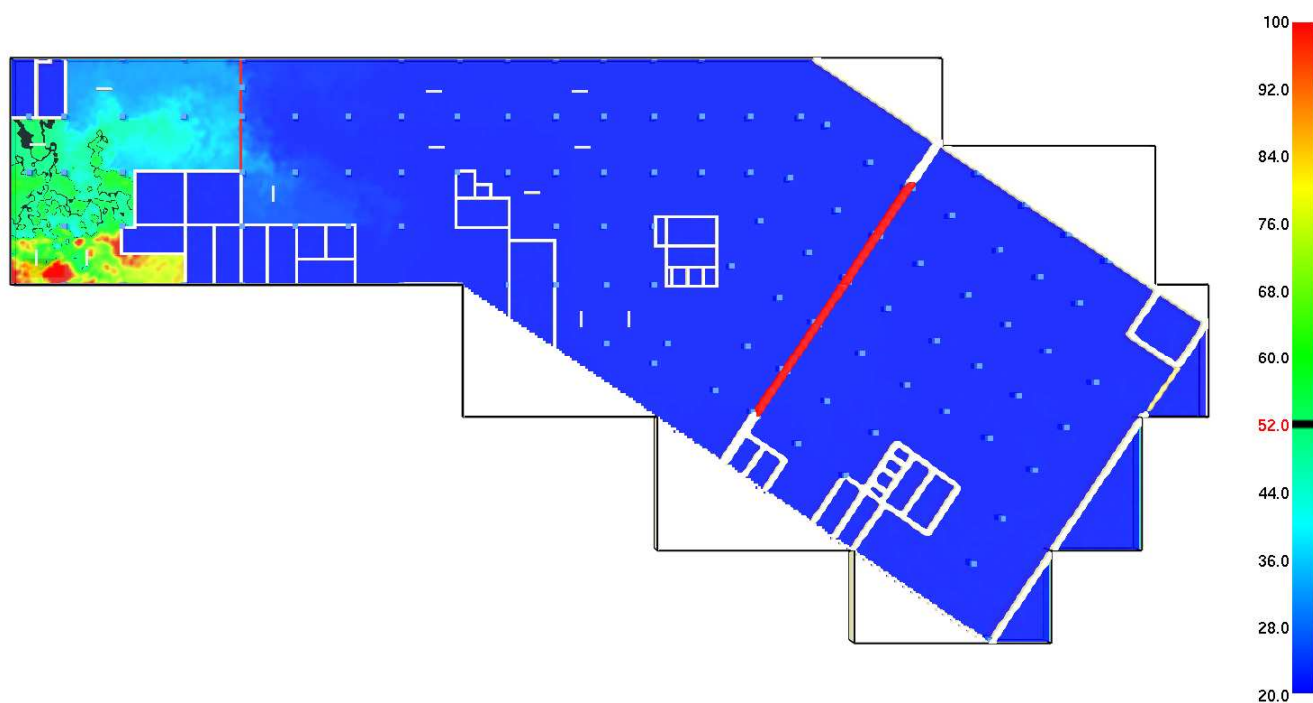


Poglądowy rysunek dla scenariusza 1, na kondygnacji -1. Widoczne miejsce inicjacji pożaru

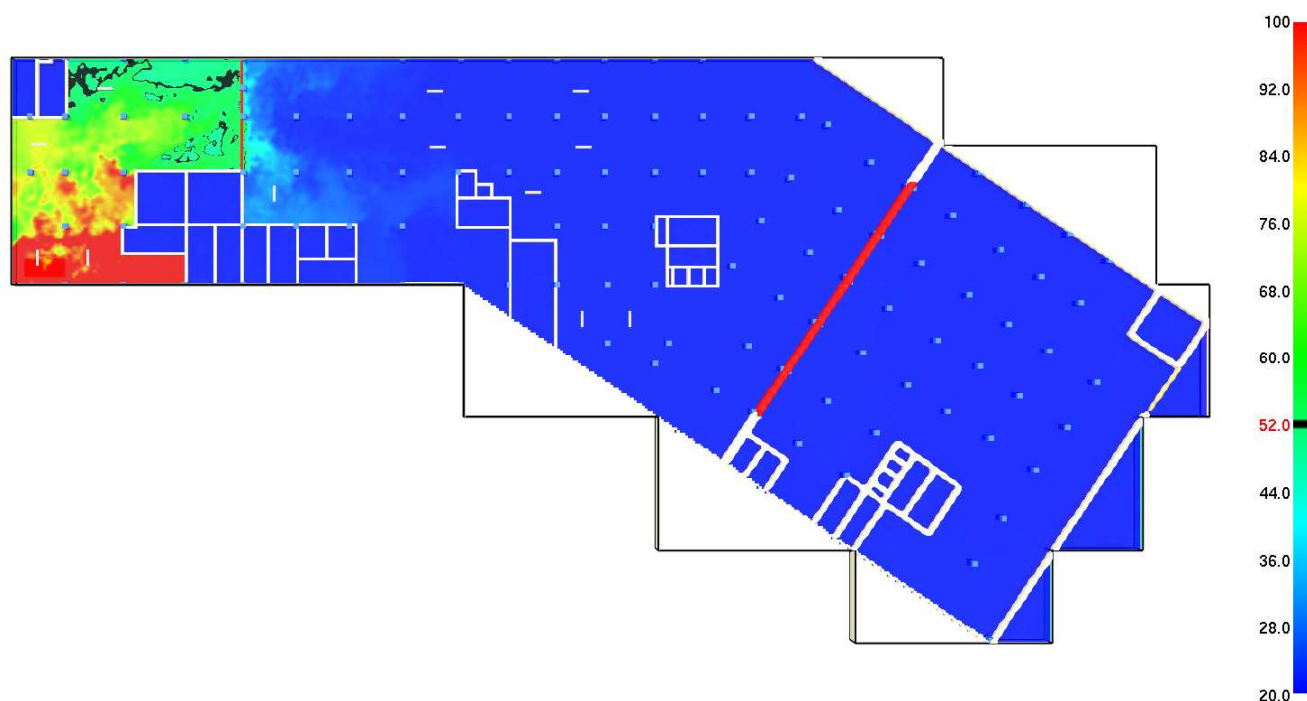
Rozkład temperatury w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 190s. Scenariusz 1.



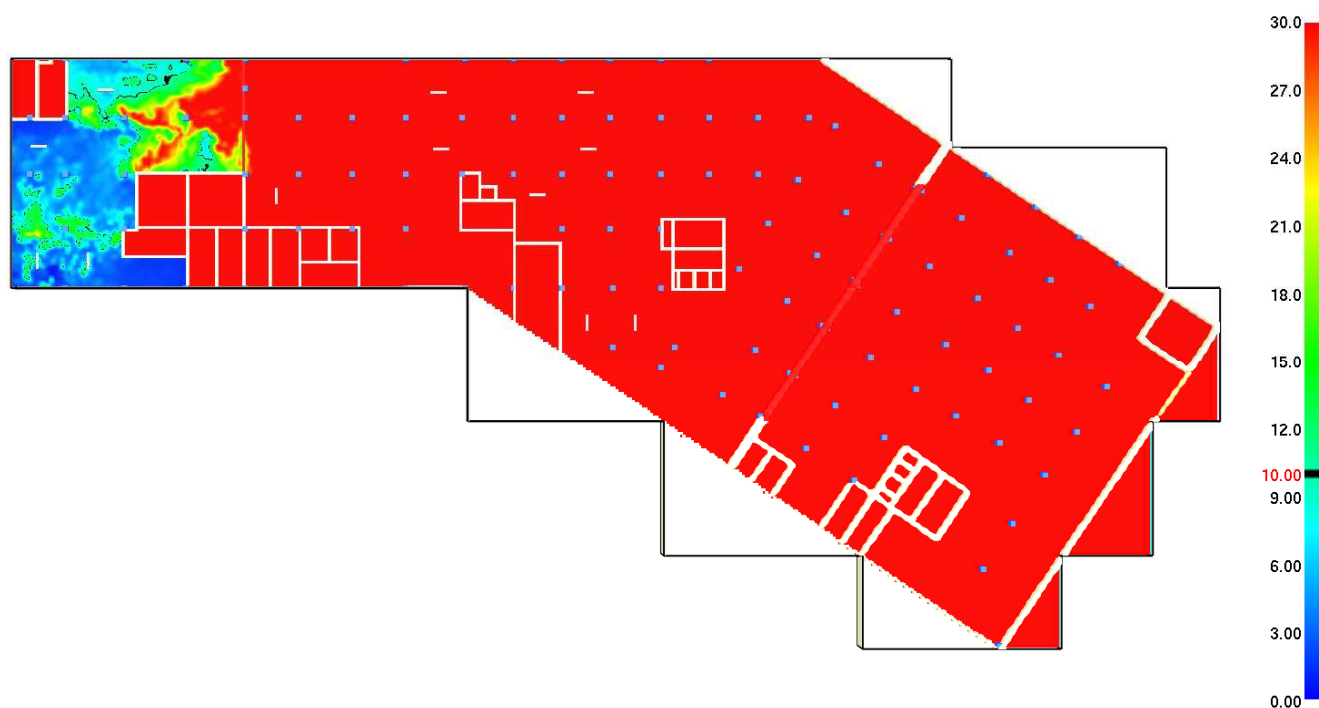
Rozkład temperatury w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 360s. Scenariusz 1.



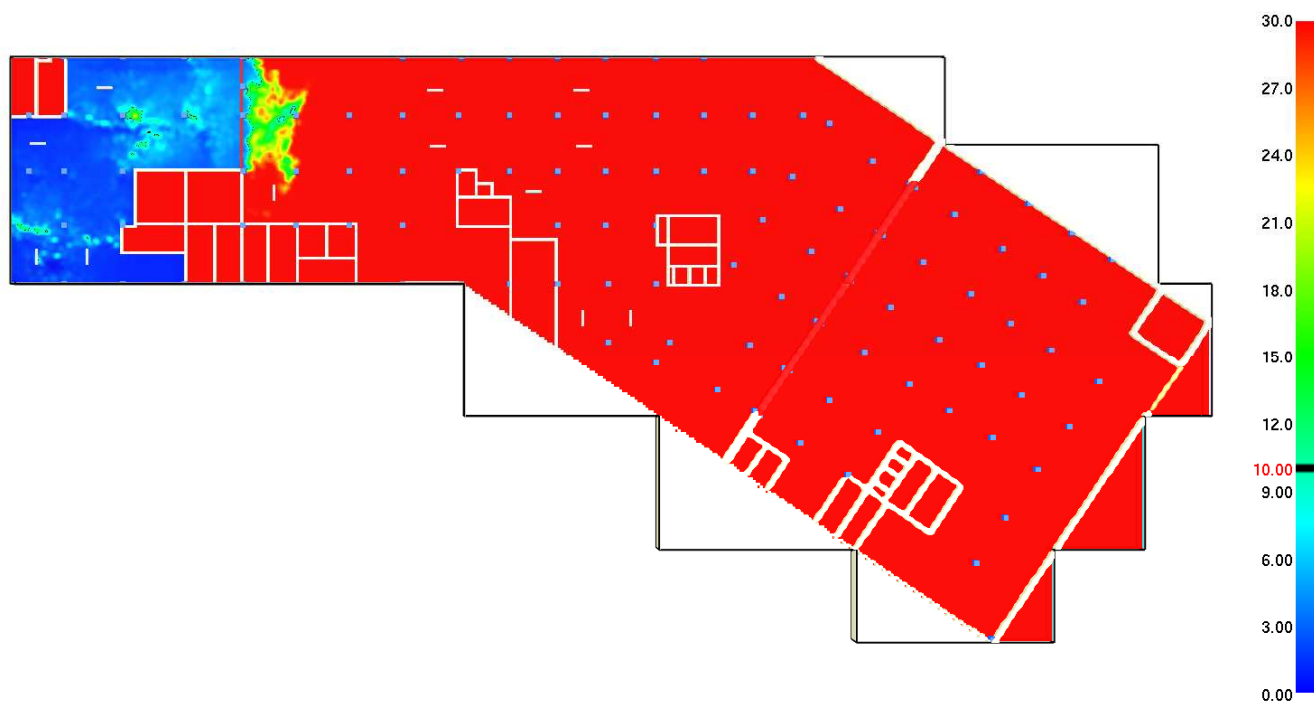
Rozkład temperatury w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 900s. Scenariusz 1.



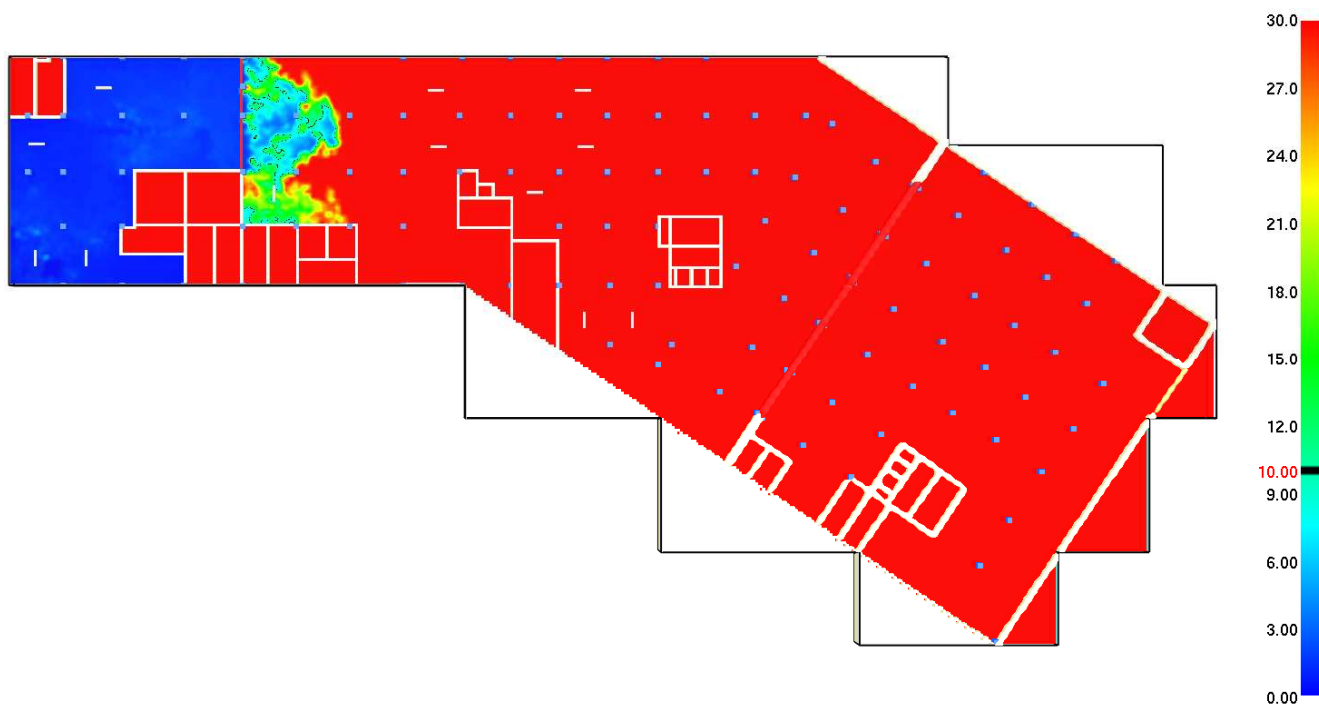
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 190s Scenariusz 1.



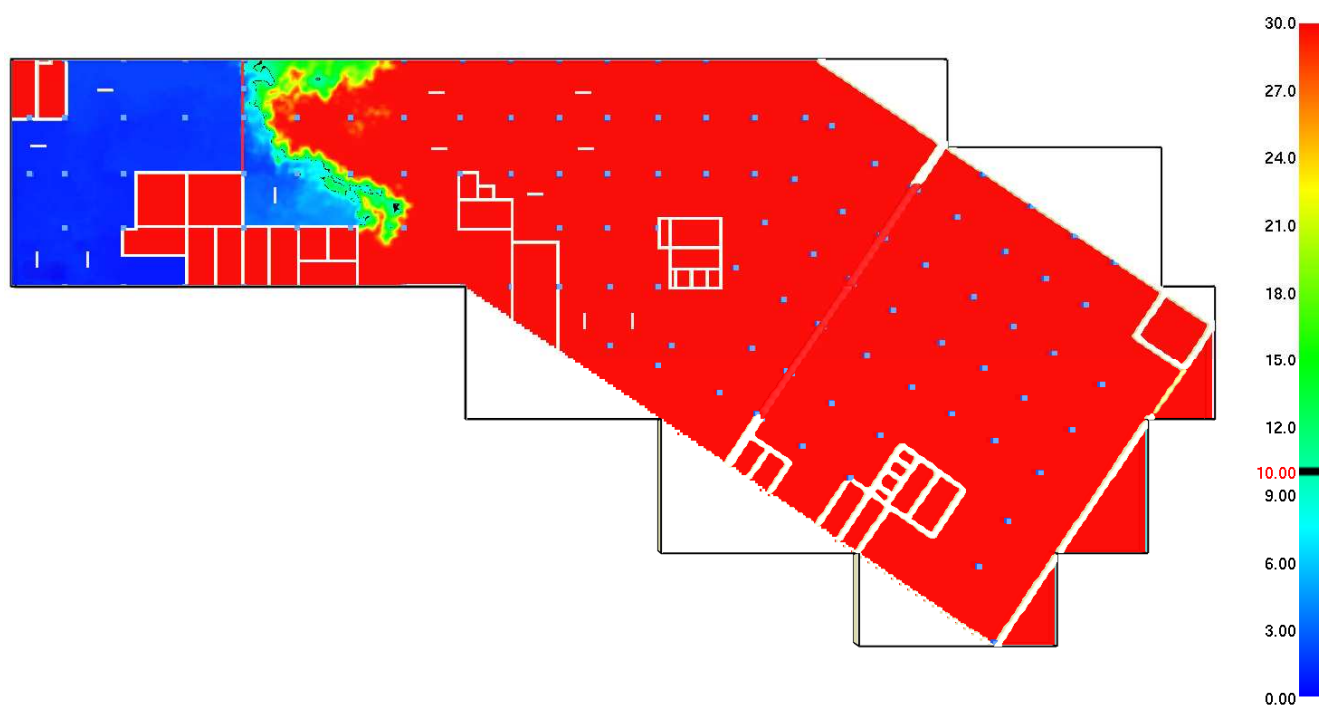
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 240s Scenariusz 1.



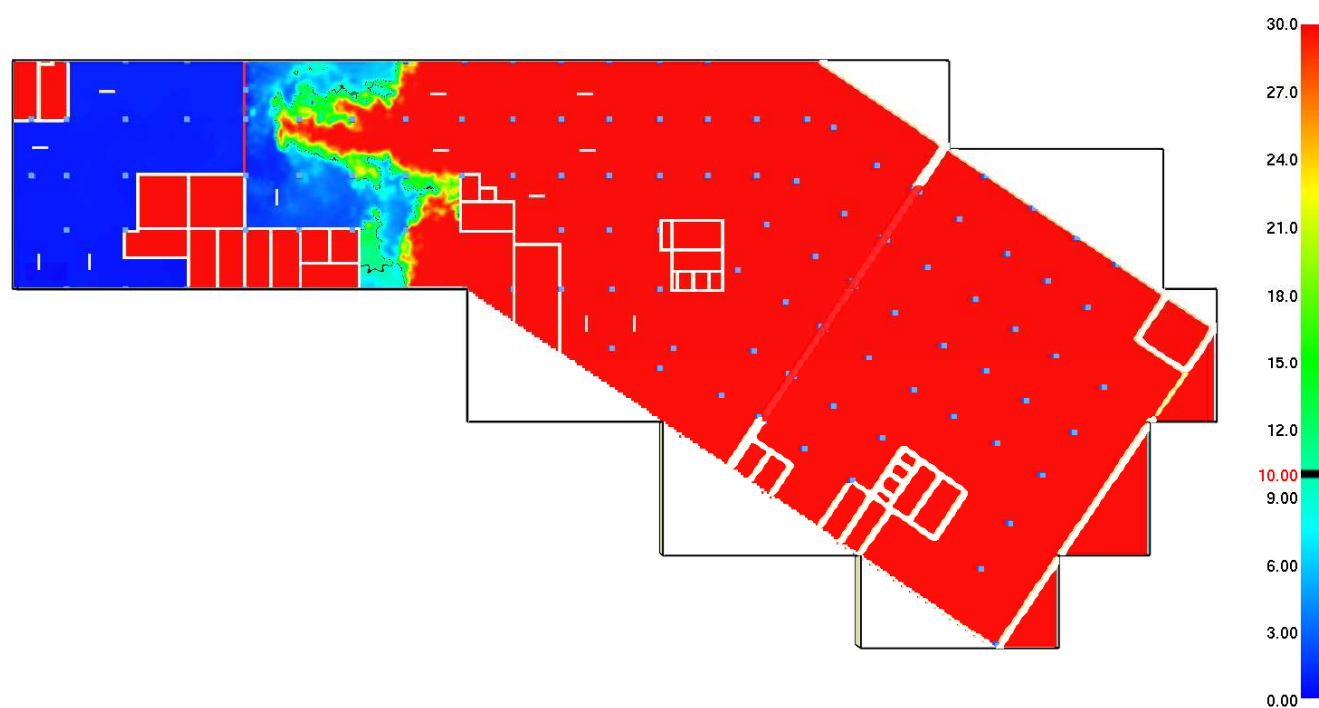
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 300s Scenariusz 1.



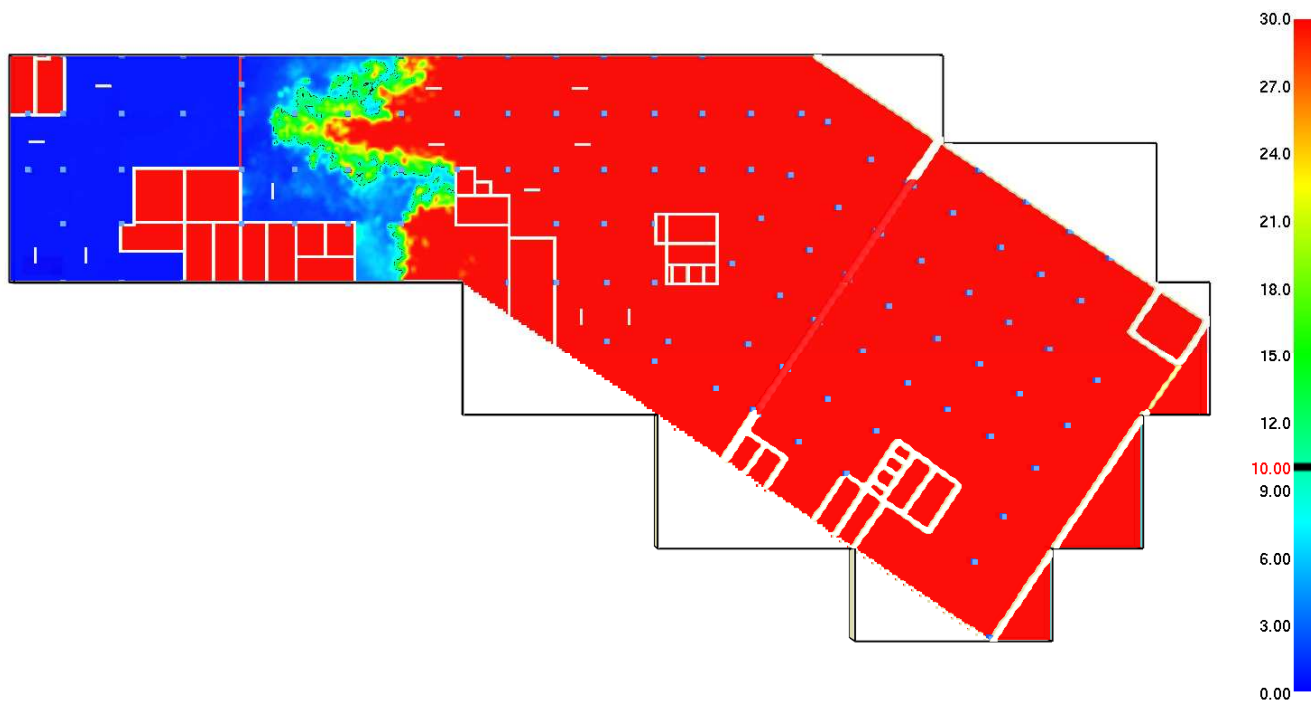
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 360s Scenariusz 1.



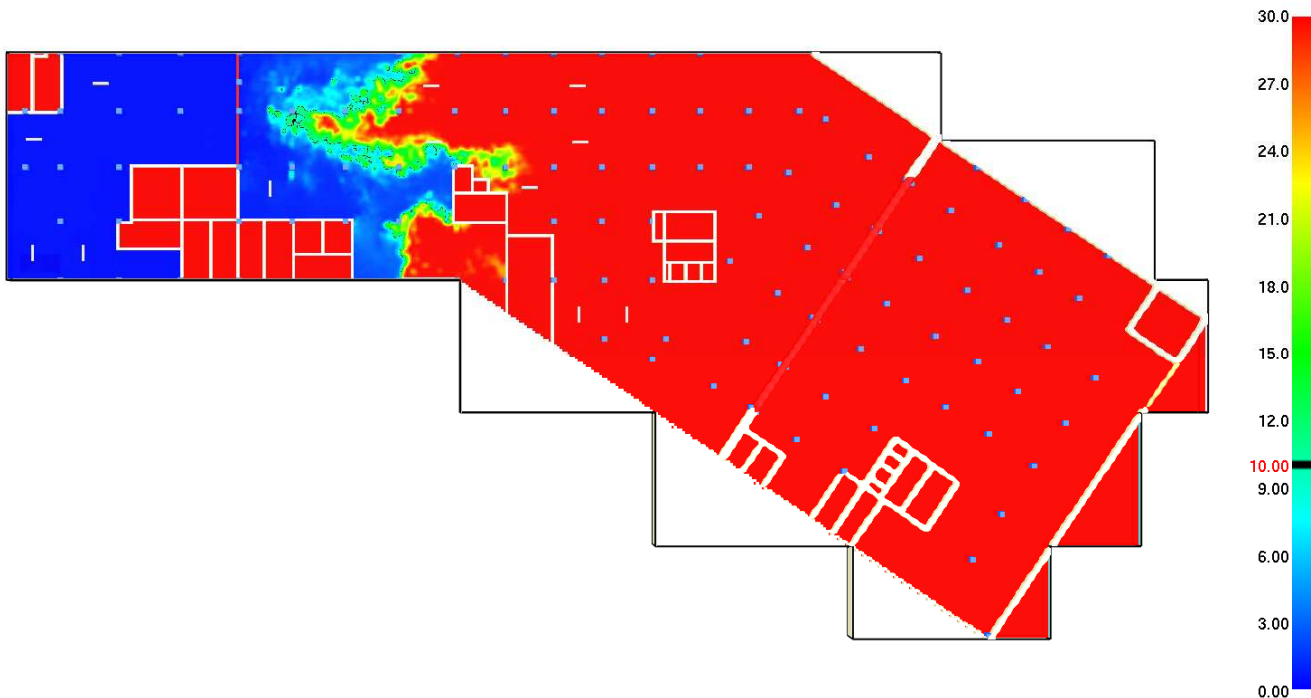
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 480s Scenariusz 1.



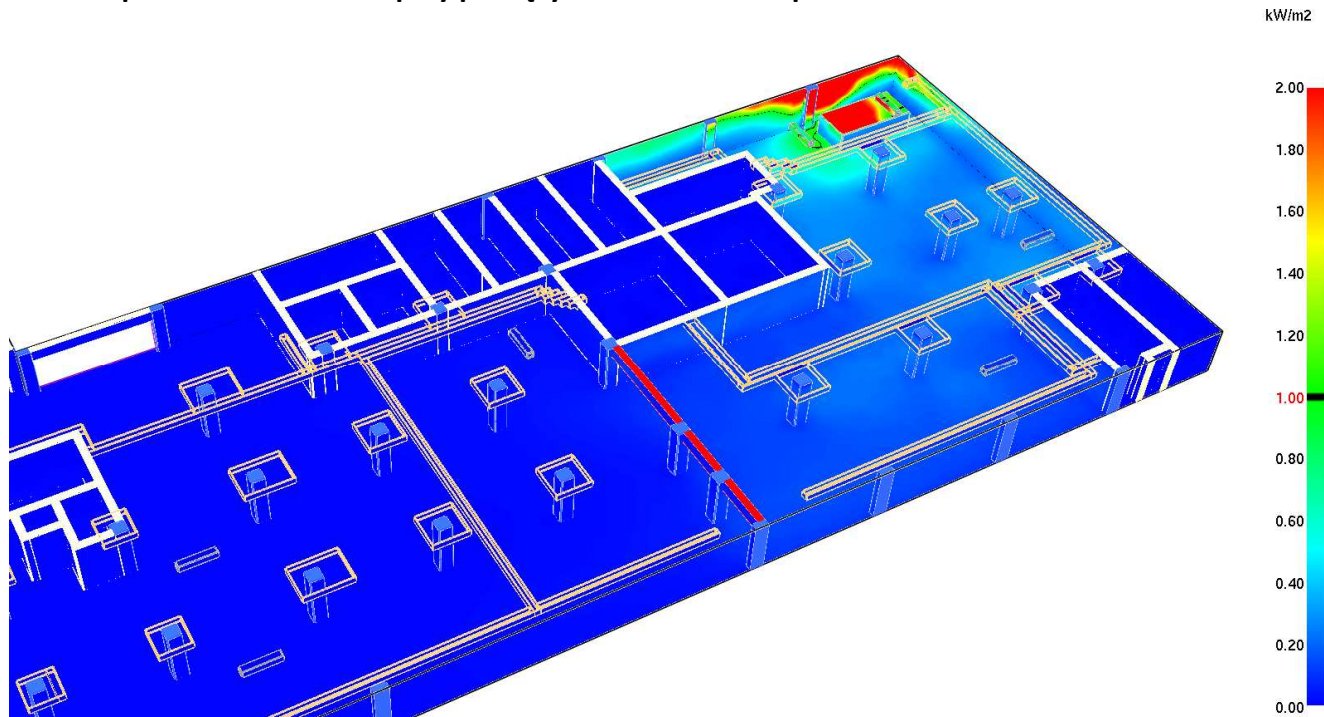
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 600s Scenariusz 1.



Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 900s Scenariusz 1.

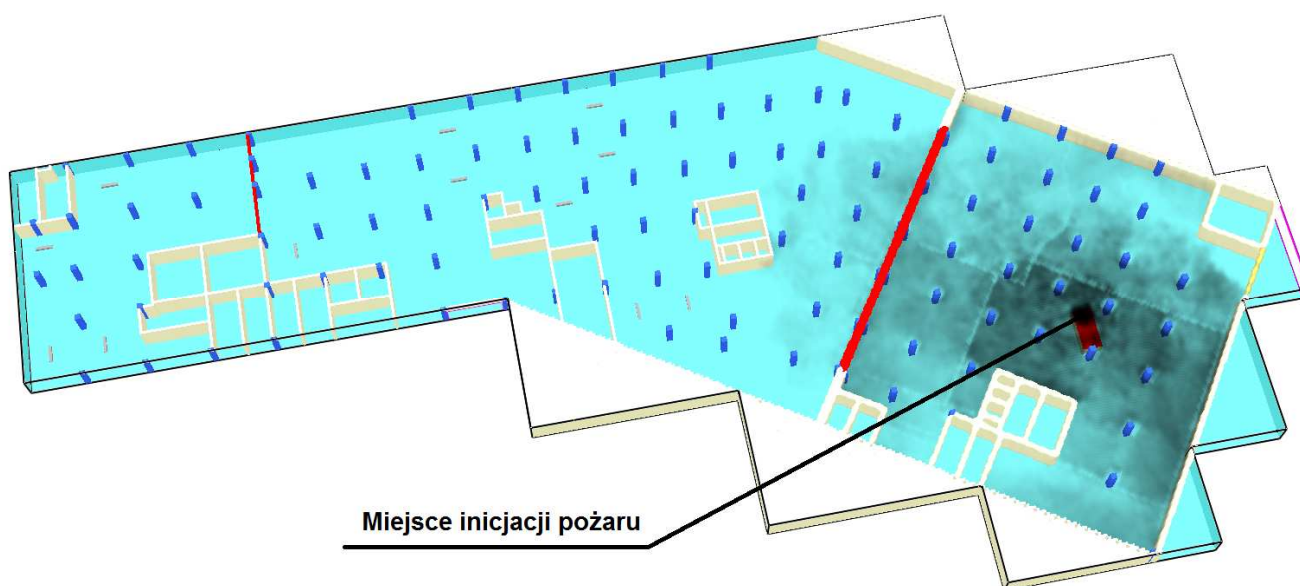


Rozkład promieniowania tuż przy płonących samochodach po czasie 900s. Scenariusz 1.



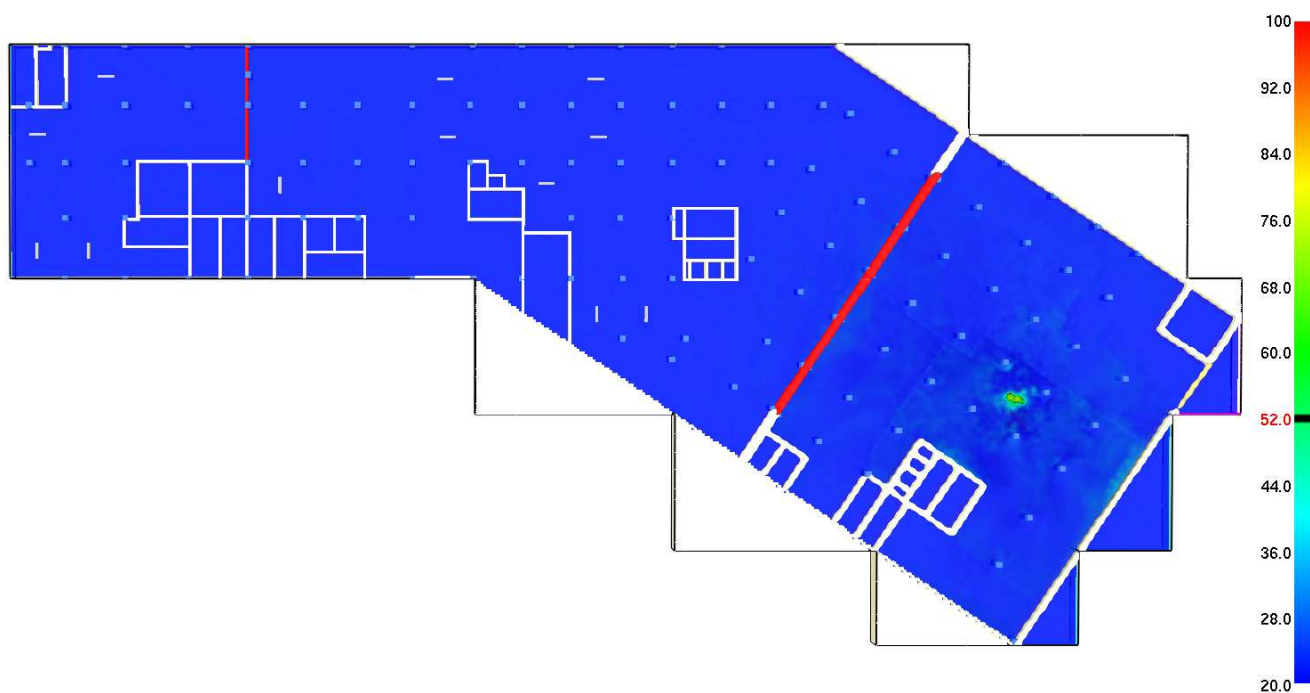
Przeprowadzono symulację scenariusza dla strefy dymowej B:

Scenariusz 2

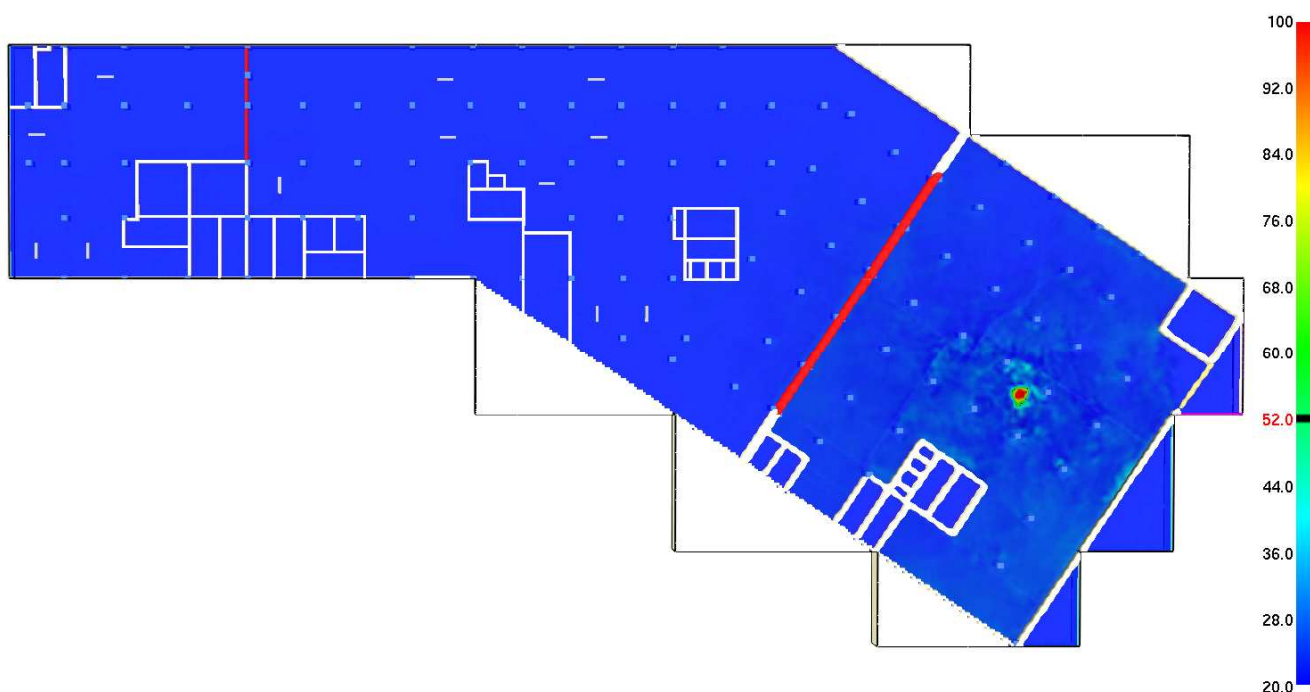


Poglądowy rysunek dla scenariusza 2. Na kondygnacji -1. Widoczne miejsce inicjacji pożaru

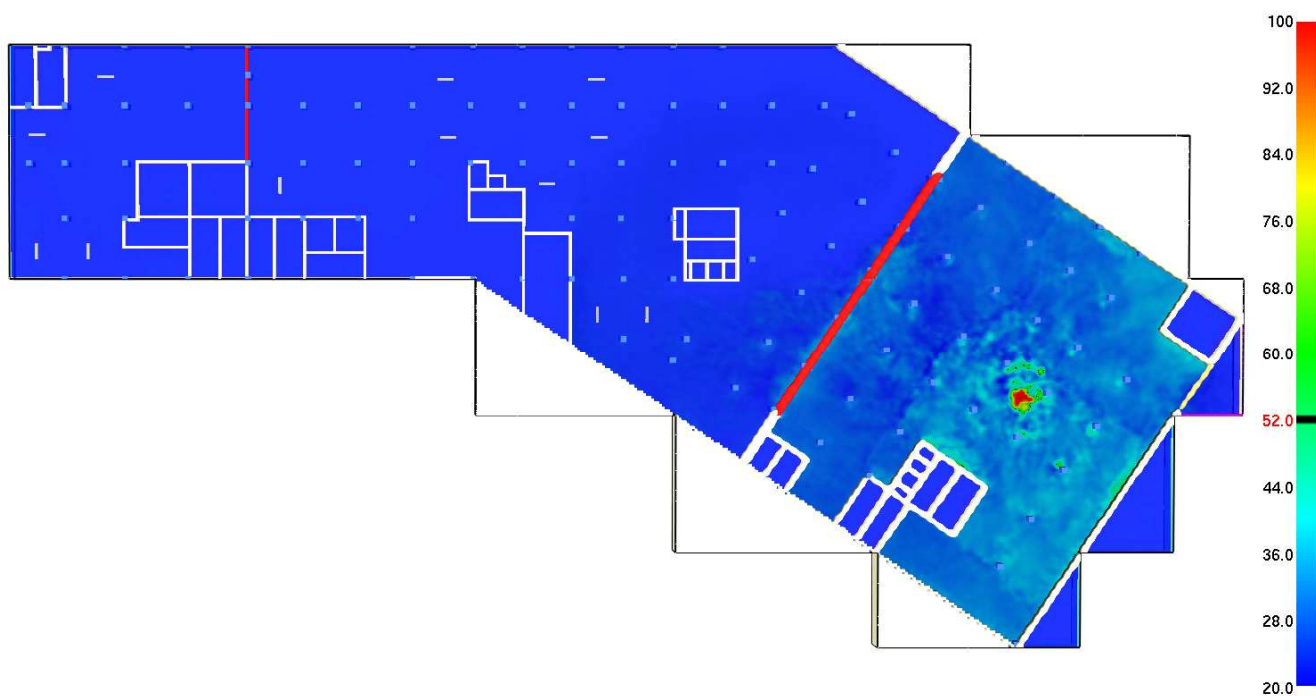
Rozkład temperatury w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 190s.Scenariusz 2.



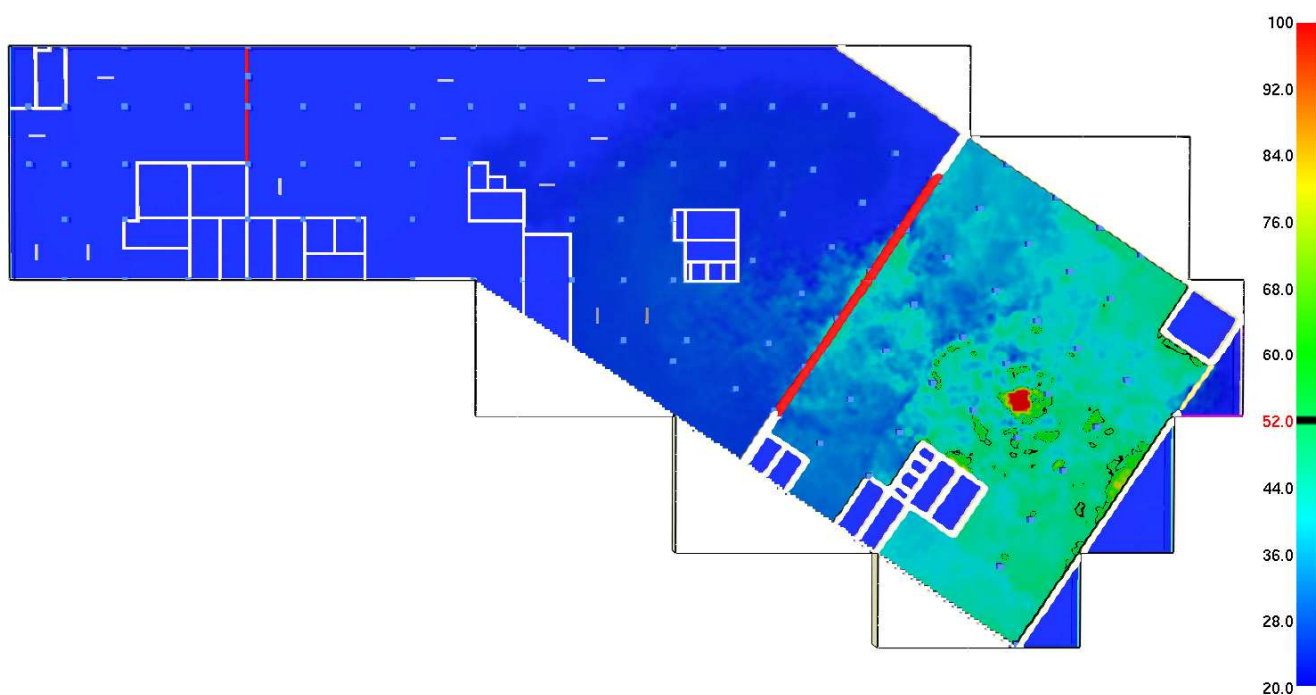
Rozkład temperatury w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 250s. Scenariusz 2.



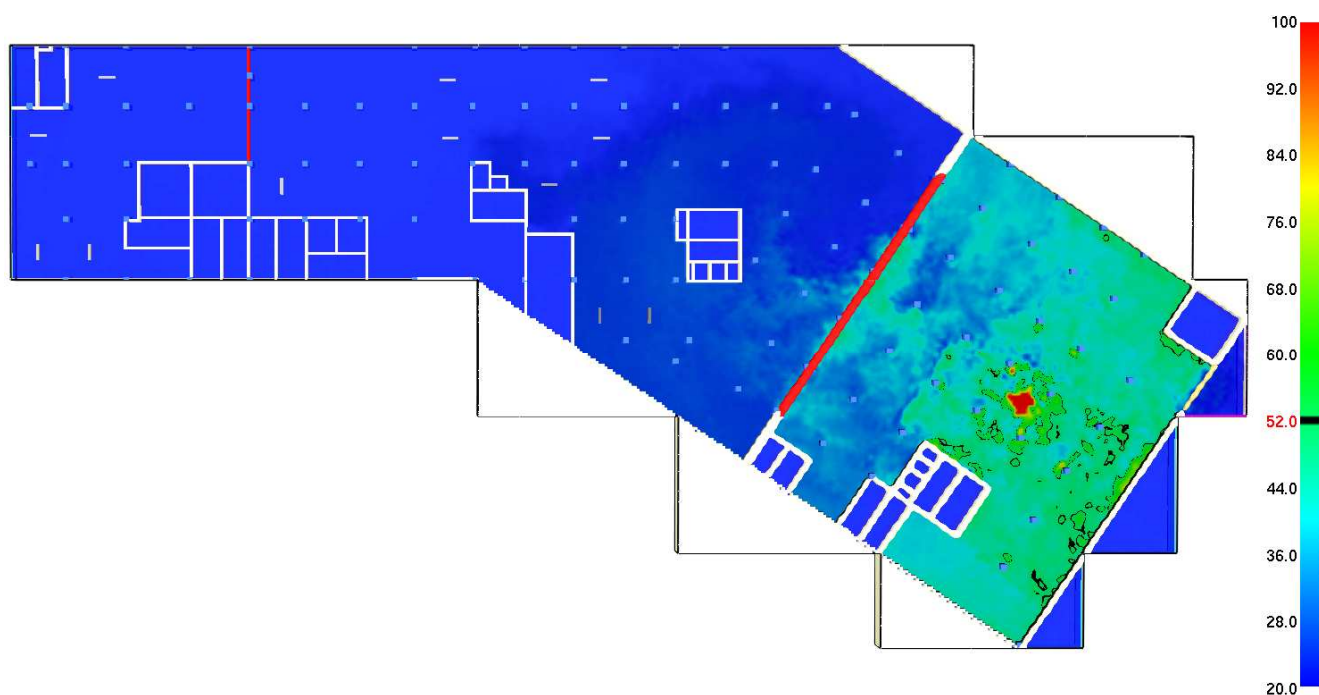
Rozkład temperatury w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 360s. Scenariusz 2.



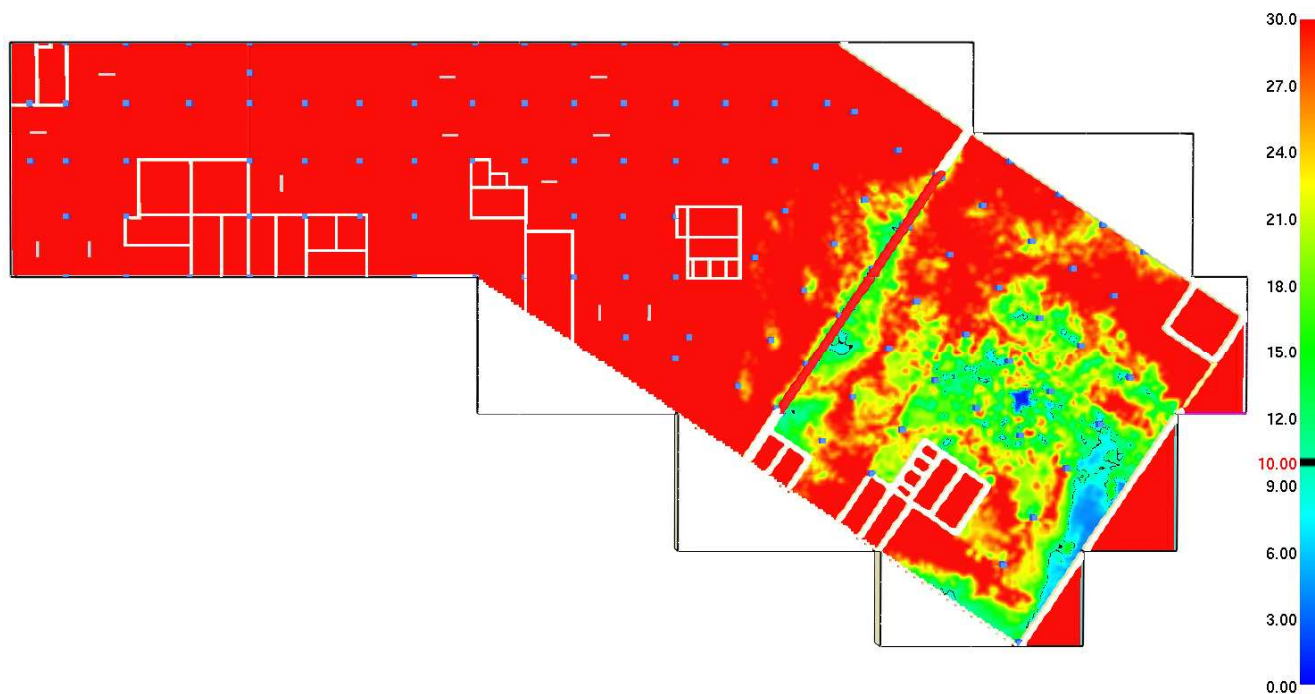
Rozkład temperatury w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 600s. Scenariusz 2.



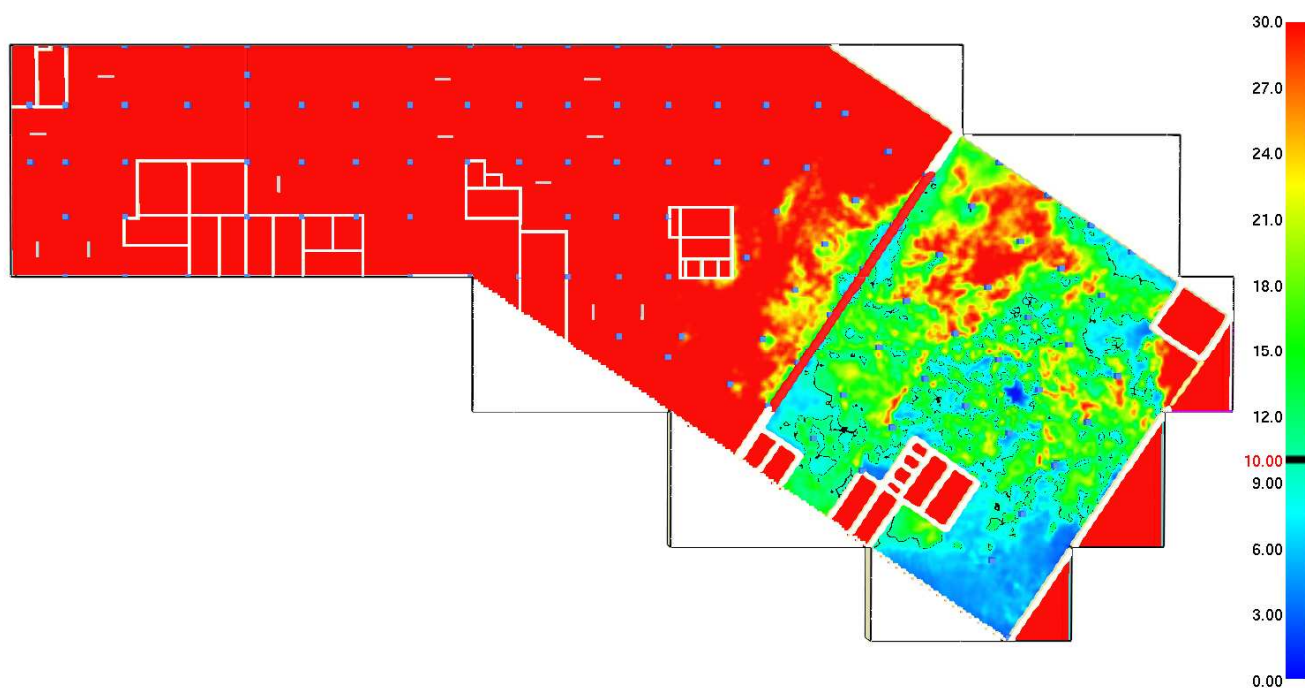
Rozkład temperatury w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 900s. Scenariusz 2.



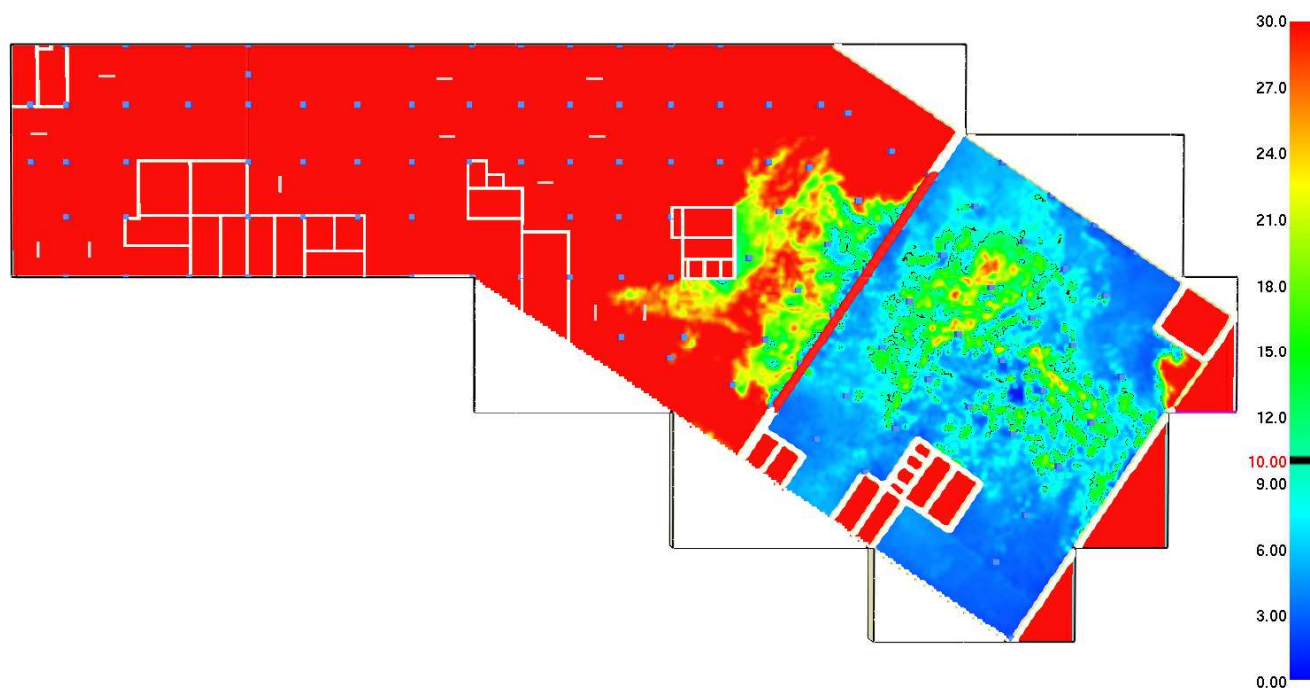
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 200s Scenariusz 2.



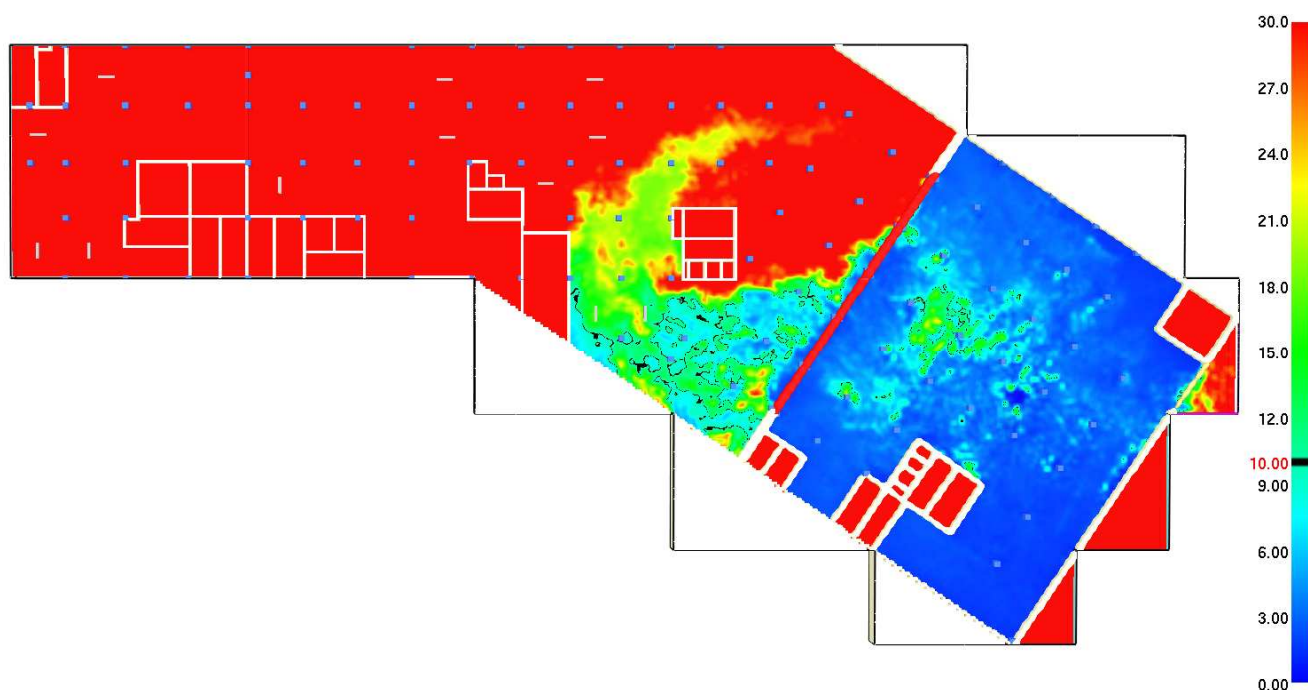
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 250s Scenariusz 2.



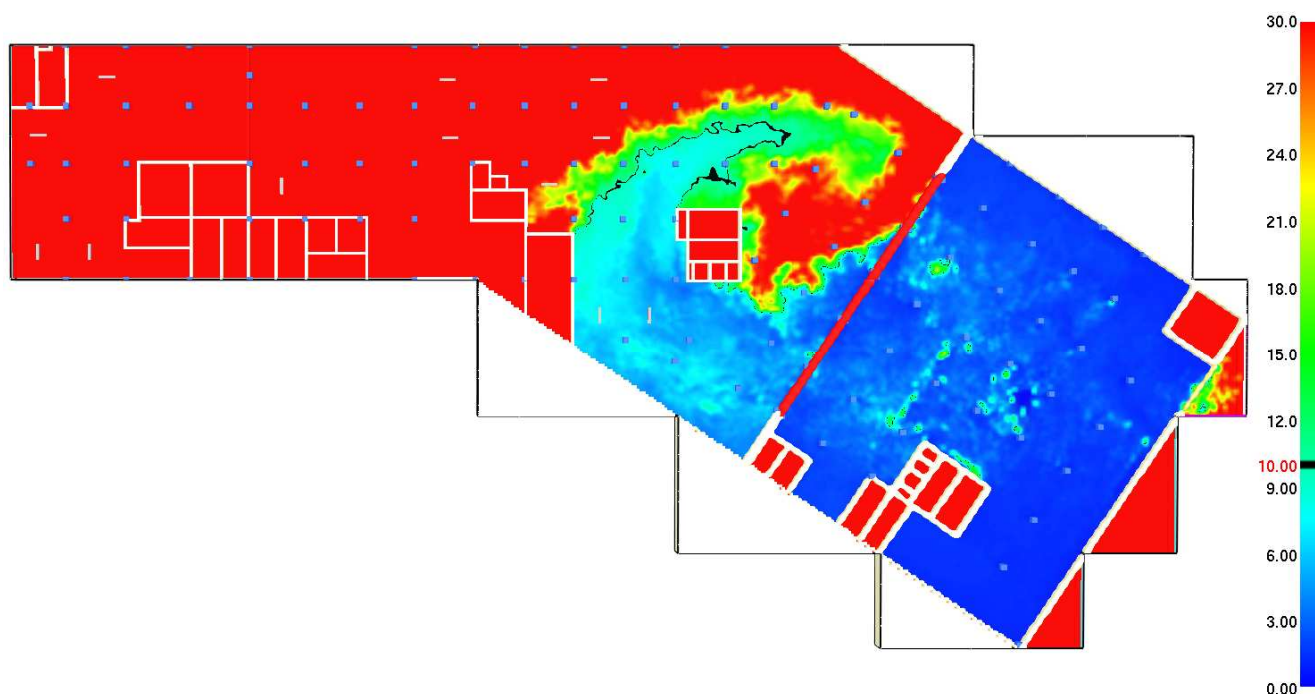
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 300s Scenariusz 2.



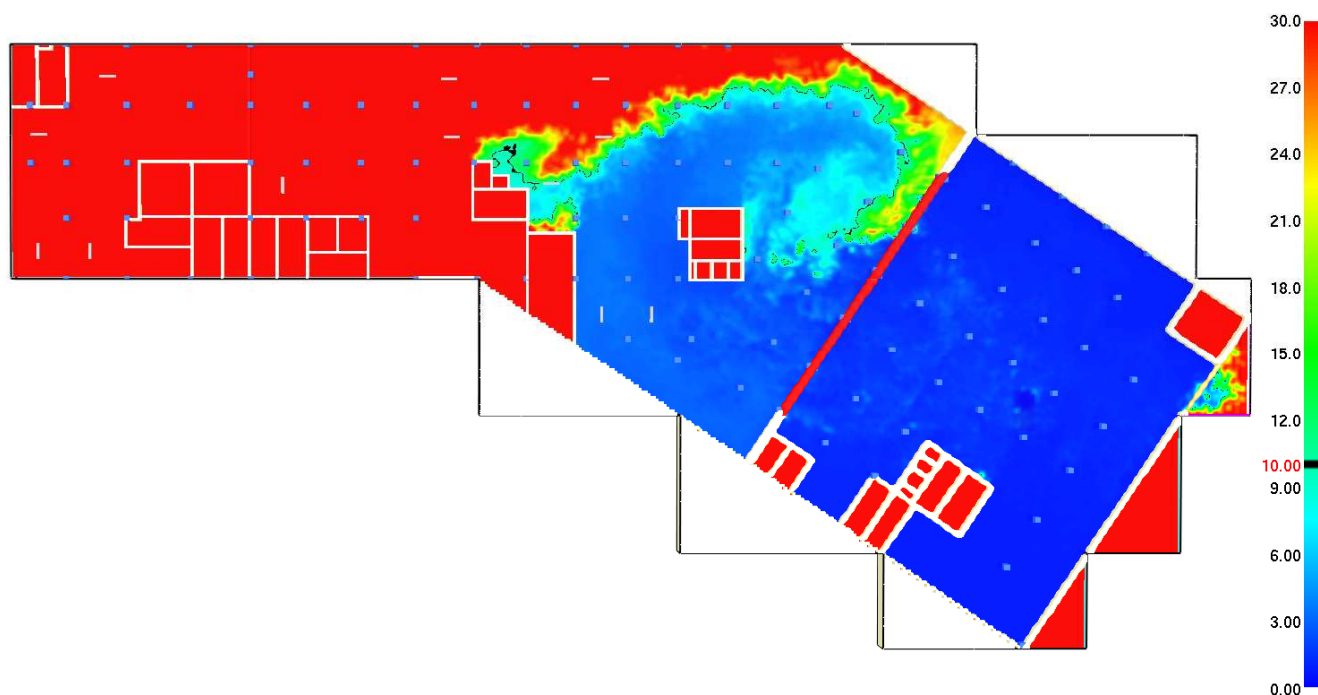
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 360s Scenariusz 2.



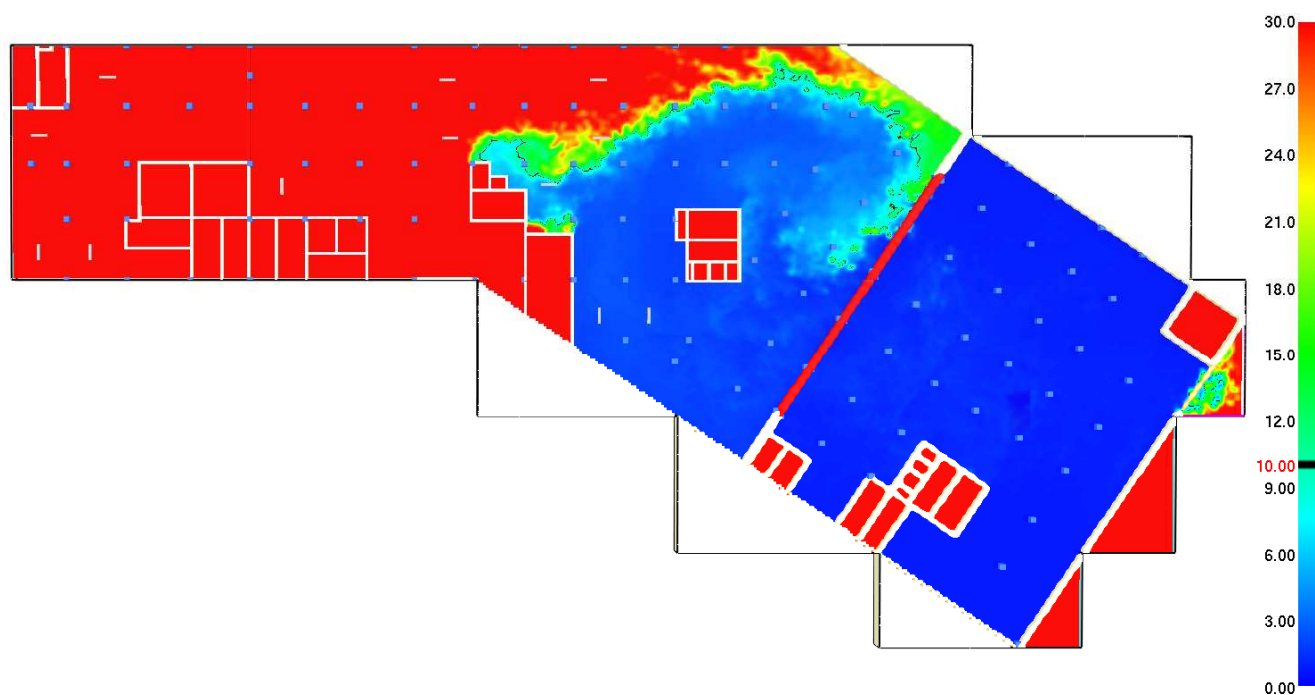
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 420s Scenariusz 2.



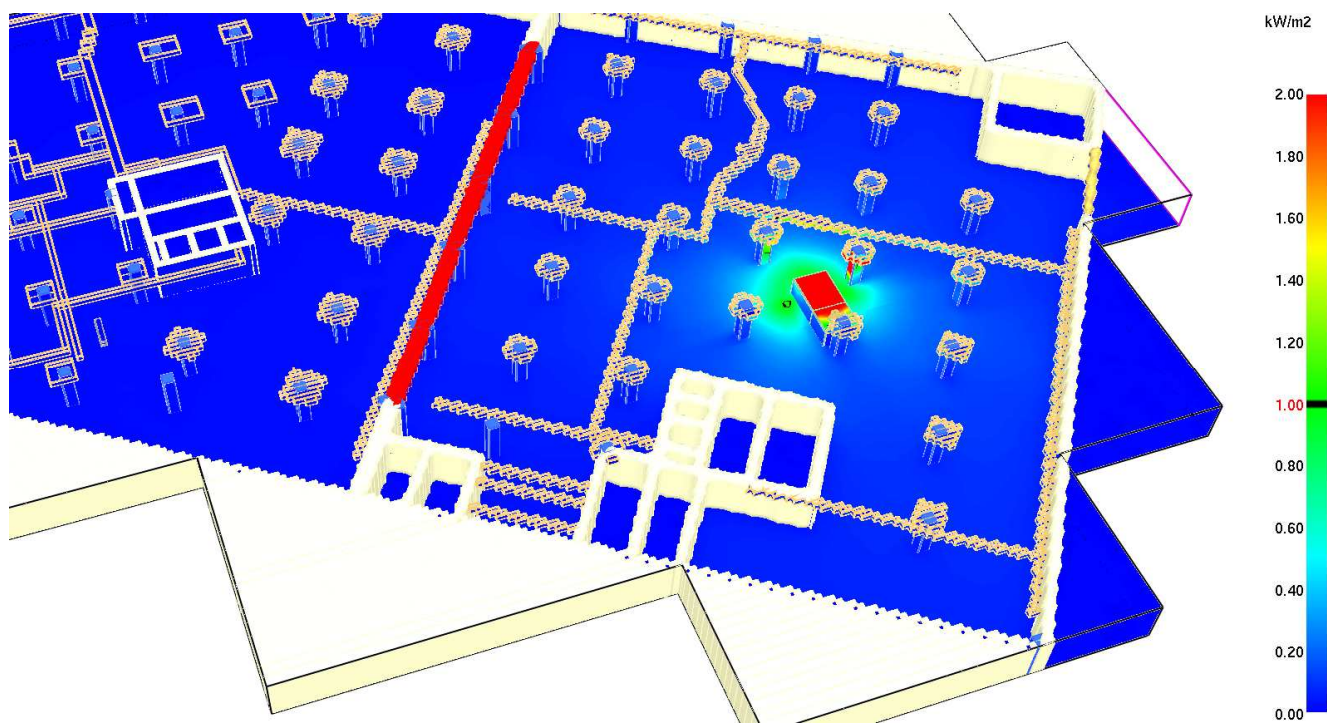
Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 600s Scenariusz 2.



Rozkład widzialności w płaszczyźnie wynikowej na wysokości 1,8 m od posadzki garażu po czasie 900s Scenariusz 2.



Rozkład promieniowania tuż przy płonących samochodach po czasie 900s. Scenariusz 2.



10. Wnioski

Przedstawiona symulacja opiera się na uproszczonym modelu z wykorzystaniem założeń z analizy CFD na podstawie której został sporządzony projekt wykonawczy systemu, oraz sieci o boku 30 cm. Standard firmy SMAY to modele zbudowane na sieciach 15x15x15cm. Firma SMAY wykona szczegółową analizę systemu z wykorzystaniem sieci 15x15x15 cm która z uwagi na długość czasu i pracochłonność analizy, zostanie dostarczona po zamówieniu całego systemu.

Wszelkie warunki brzegowe takie jak:

- Parametry pożaru takie jak dymotwórczość ciepło spalania itp.
- Krzywa rozwoju pożaru
- Analizowane parametry (widzialność znaków ewakuacyjnych emitujących własne światło itp. Analiza temperatury w pobliżu went strumieniowych)
- Dokładna analiza czasu ewakuacji
- Lokalizacja znaków ewakuacyjnych
- Wyznaczenie dokładnych lokalizacji wentylatorów strumieniowych

Zostaną dokładnie określone i uszczegółowione w analizie końcowej uzgodnionej z rzeczoznawcą d.s. z. p.poż.

Wykonanie :

mgr inż. Tomasz Burdzy

Burdzy Tomasz

Zatwierdził

inż. Jarosław Wiche

J. Wiche