



WENTPO

WENTYLACJA POŻAROWA

WENTPO

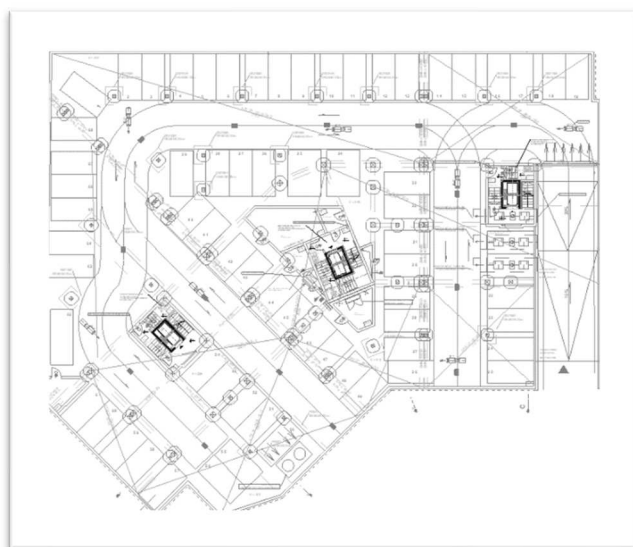
Damian Masłoń


Powroźnik 3D

33-370 Muszyna;

biuro@wentpo.pl

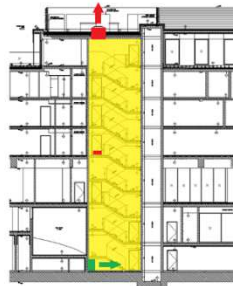
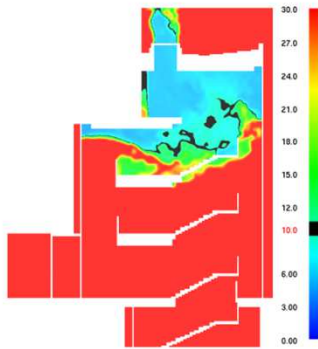
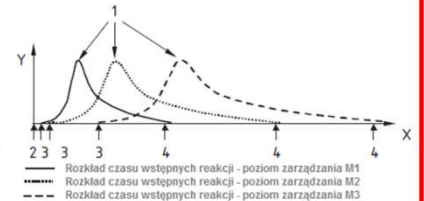
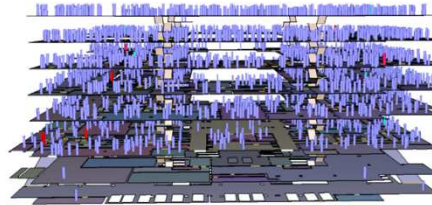
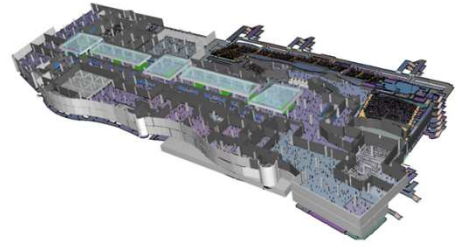
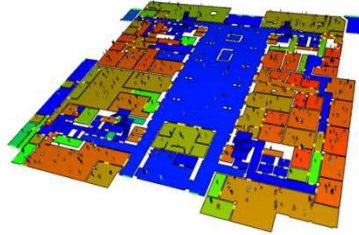
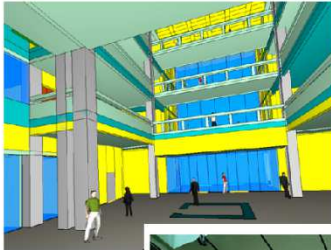
RAPORT Z ANALIZY DZIAŁANIA INSTALACJI WENTYLACJI ODDYMIAJĄCEJ W GARAŻU W BUDYNKU MIESZKALNYM WIELORODZINNYM PRZY UL. MIESZKA I W CHRZANOWIE



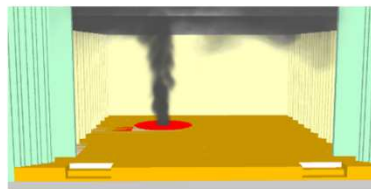
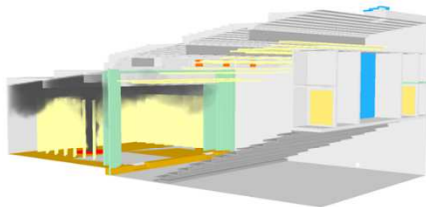
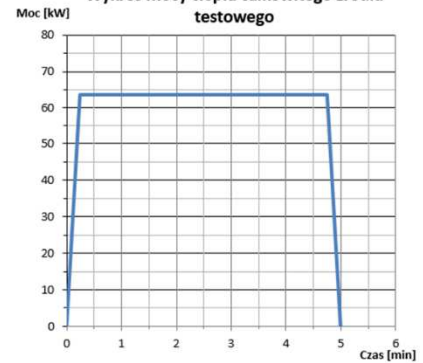
OBIEKT:	BUDOWA BUDYNKU MIESZKALNEGO WIELORODZINNEGO Z PODZIAŁEM NA TRZY SEGMENTY MIESZKALNE: A, B I C WRAZ Z WBUDOWANYMI LOKALAMI USŁUGOWO HANDLOWYMI W PARTERZE BUDYNKU, Z WBUDOWANYM GARAŻEM PODZIEMNYM WIELOSTANOWISKOWYM, (..); CHRZANÓW UL. MIESZKA I, NR DZIAŁKI 1156/545	
INWESTOR:	SIM ZAGŁĘBIE S P. Z O.O. Z SIEDZIBĄ W 41-208 SOSNOWIEC PRZY UL. WOJSKA POLSKIEGO 8 LOK. 2.21 41 – 208 SOSNOWIEC	
ZLECENIODAWCA:	FIRE & QUALITY SOLUTIONS KATARZYNA KRÓLIKOWSKA 40-748 KATOWICE UL. ZAOPUSTA 44	
OPRACOWUJĄCY:	Podpis:  Damian Masłoń	Uprawnienia: mgr inż. Damian Masłoń UPRAWNIENIA BUDOWLANE do projektowania bez ograniczeń w spec. instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń ciepłnych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych Nr ewid. MAP/0233/POOS/12

Powroźnik, Luty 2023

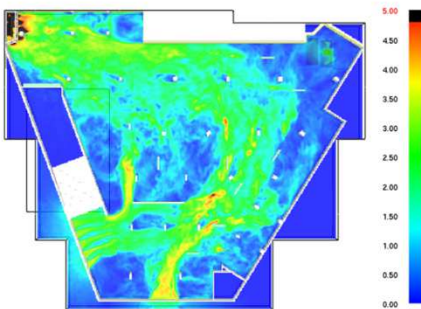
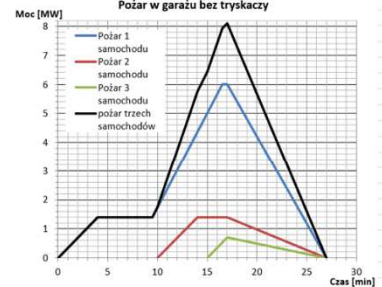
AUTOPROMOCJA:



Wykres mocy ciepła całkowitego źródła testowego



Pożar w garażu bez tryskaczy



Przestrzenie objęte analizami:

garaże, pomieszczenia podziemne, klatki schodowe, atria, korytarze, hale widowiskowo-sportowe, galerie handlowo-rozrywkowe, muzea, teatry i inne.

Zakres oferty:

- Analizy CFD oraz obliczenia ręczne instalacji oddymiającej
- Analizy CFD oraz obliczenia ręczne czasu ewakuacji
- Próby dymowe ciepłym nietoksycznym dymem
- Koncepcje do projektów instalacji oddymiającej i nadciśnieniowej



Spis treści

1. Podstawa, zakres i cel opracowania.....	2
1.1. Podstawa opracowania	2
1.2. Zakres opracowania.....	2
1.3. Cel opracowania	2
2. Dane ogólne.....	2
3. Zastosowany model komputerowy [1].....	4
3.1. Podstawowy opis założeń numerycznej mechaniki płynów.....	4
3.2. Metoda wielkich wirów LES	5
3.3. Dynamiczny model Smagorinskiego.....	6
3.4. Modelowanie procesu spalania.	6
3.5. Modelowanie promieniowania	7
3.6. Niepewność Modelu [3]	7
4. Założenia przyjęte do analizy numerycznej	8
4.1. Założenia podstawowe	8
4.2. Wyznaczenie czasu rozpoczęcia działań gaśniczych straży pożarnej	8
4.3. Krzywa mocy pożaru w garażu.....	9
4.4. Parametry pożaru - stanowiska standardowe (samochody EV)	10
4.5. Niektóre parametry przyjętego modelu FDS.....	10
4.6. Parametry instalacji oddymiającej	11
4.7. Kryteria funkcjonalne oceny instalacji oddymiającej:	13
4.8. Wyznaczenie czasu ewakuacji	14
4.9. Materiały budowlane użyte do budowy modelu	15
5. Wyniki analizy numerycznej	15
5.1. Slajdy: Pożar nr 1	15
5.2. Slajdy: Pożar nr 1	27
5.3. Temperatura na wyciągu	40
6. Wnioski i dyspozycje	41
7. Literatura	42
8. Załącznik.....	43

1. Podstawa, zakres i cel opracowania

Przedmiotem opracowania jest analiza działania instalacji wentylacji oddymiającej w garażu podziemnym, zamkniętym, jednopoziomowym w budynku mieszkalnym wielorodzinnym zlokalizowany przy ul. Mieszka I w Chrzanowie, którego Inwestorem jest SIM ZAGŁĘBIE S P. Z O.O. z siedzibą w Sosnowcu.

1.1. Podstawa opracowania

- zlecenie na wykonanie analizy numerycznej rozwoju pożaru od firmy FIRE & QUALITY SOLUTIONS Katarzyna Królikowska z Katowic. 26.12.2022,
- koncepcja instalacji oddymiającej i bytowej wypracowana wspólnie z firmą "STUDIO QUATTRO" arch. Hanna Kramarczyk-Leśniak z Katowic;
- NEN 6098:2012 Smoke control systems for powered smoke exhaust ventilators in car parks;
- uznana wiedza techniczna;
- Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie (Dz.U. 2022 poz. 1225).

1.2. Zakres opracowania

- Symulacja CFD pożaru w garażu zamkniętym;
- Nie jest w zakresie niniejszego opracowania analiza długości dróg ewakuacyjnych.

1.3. Cel opracowania

Celem opracowania jest sprawdzenie zaprojektowanej instalacji oddymiającej w garażu podziemnym, pod kątem spełnienia § 270. 1. (Dz.U. 2022 poz. 1225) Obwieszczenie Ministra Rozwoju i Technologii z dnia 15 kwietnia 2022 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie:

Instalacja wentylacji oddymiającej powinna:

1. usuwać dym z intensywnością zapewniającą, że w czasie potrzebnym do ewakuacji ludzi na chronionych przejściach i drogach ewakuacyjnych nie wystąpi zadymienie lub temperatura uniemożliwiająca bezpieczną ewakuację,
2. mieć stały dopływ powietrza zewnętrznego uzupełniającego braki tego powietrza w wyniku jego wypływu wraz z dymem.

Zapewnić bezpieczeństwo ekipom ratowniczym zgodnie z § 207. 1. (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z 2002 r.).

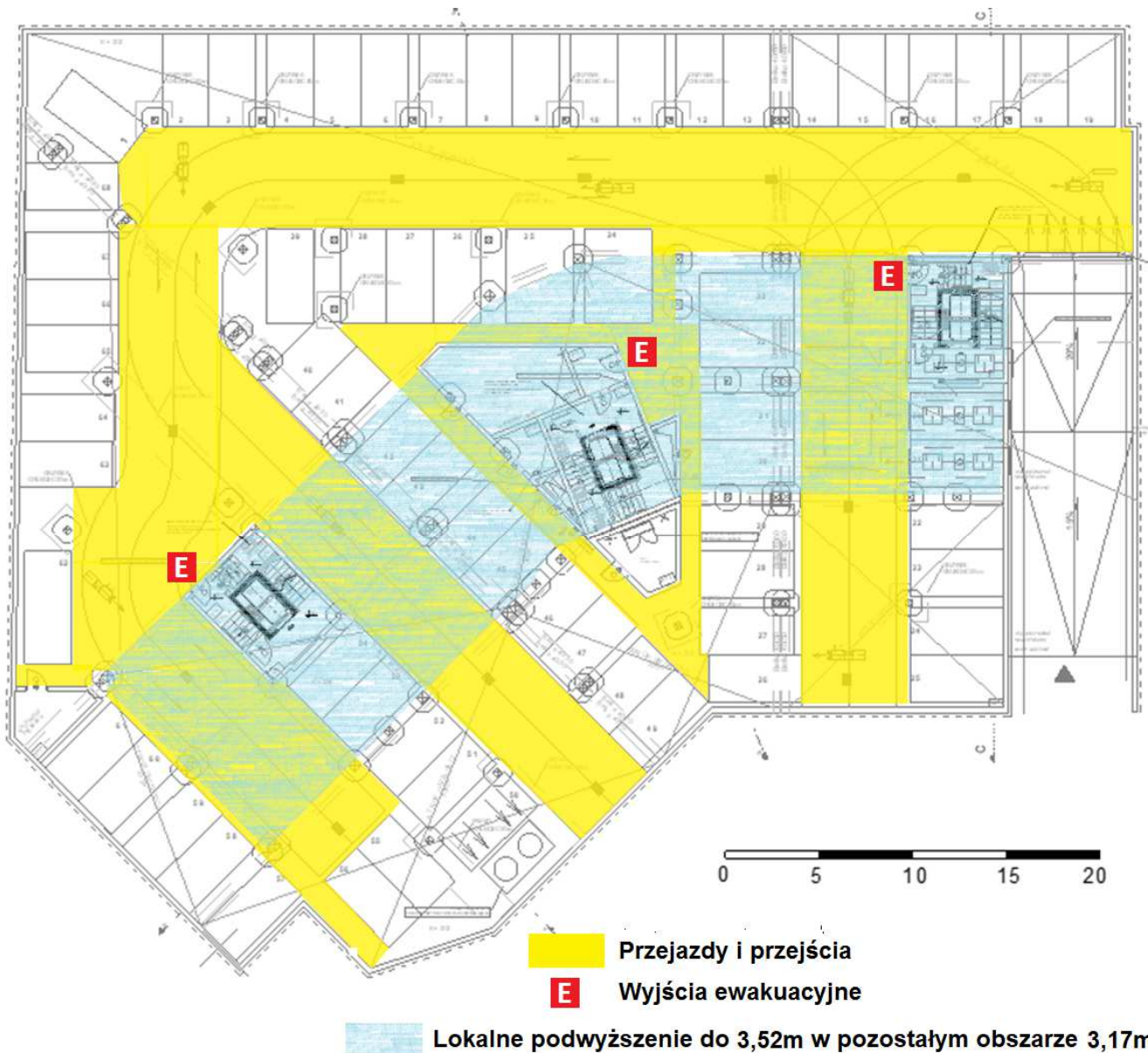
2. Dane ogólne

Przedmiotowy obiekt to nowobudowany budynek mieszkalny wielorodzinny. Garaż jest jednokondygnacyjny podziemny w którym znajdują się standardowe stanowiska

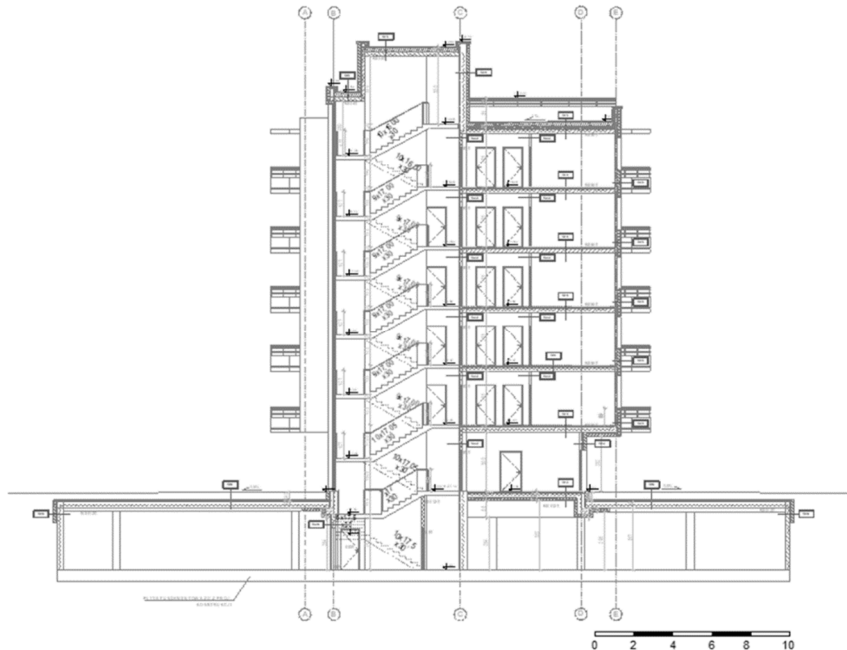
samochodowe. Kondygnacja garażowa stanowi jedną strefę pożarową i dymową. Z garażu są wyjścia do trzech klatek schodowych. W garażu brak jest instalacji tryskaczowej.

Powierzchnia garażu: 2.091m²,

Wysokość garażu: lokalne podwyższenie 3,52 oraz 3,17m (w programie przyjęto 3,6m i 3,2m).



Rys. 1. Rzut garażu.



Rys. 2. Przekrój przez garaż.

3. Zastosowany model komputerowy [1]

Do obliczeń numerycznych zastosowano Fire Dynamics, który oparty jest o metody obliczeniowe numerycznej dynamiki płynów (z ang. CFD - computational fluid dynamics). Program ten rozwiązuje numerycznie postać równań Naviera-Stokesa, odpowiednich dla niskiej prędkości, przepływu napędzanego termicznie, z naciskiem na dymu i transportu ciepła z pożarów. Smokeview to program do wizualizacji, który służy do wyświetlania wyników symulacji programu FDS.

Oba programy są darmowe, opracowane przez National Institute of Standards and Technology (NIST) z USA we współpracy z VTT Technical Research Centre z Finlandii. Więcej informacji można znaleźć na stronie: <https://pages.nist.gov/fds-smv/>.

Wersja programu użyta do niniejszego raportu to FDS_6.5.2.

3.1. Podstawowy opis założeń numerycznej mechaniki płynów

Równanie różniczkowe będące matematycznym zapisem praw zachowania masy, pędu i energii stanowi podstawę $\frac{\partial p}{\partial t} + \nabla \cdot (p\mathbf{u}) = 0$ wykorzystanej metody numerycznej. Równania te definiowane są dla przepływów płynów rozszerzalnych termicznie będących mieszaninami wieloskładnikowymi gazów idealnych. Do podstawowych równań zaliczyć należy wymienione poniżej.

Równanie ciągłości przepływu:

Równanie zachowania masy: $\frac{\partial}{\partial t} (pY_i) + \nabla \cdot pY_i\mathbf{u} = \nabla \cdot pD_i\nabla Y_i + \dot{m}_i'''$

Równanie zachowania masy, ze względu na założenie wyznaczania wielkości dla wieloskładnikowych gazów idealnych rozwiązywane jest dla każdego składnika będącego częścią mieszaniny ulegającej spalaniu. Oznacza to, iż dla rozwiązania niezbędne jest spełnienie dodatkowego warunku, które uwzględnia zachowanie spójności udziałów składowych poszczególnych składników masowych oraz spójności wytwarzanych składników mieszaniny dla poszczególnych komórek objętości: $\sum_{i=0}^N Y_i = 1; \sum_{i=0}^N pD_i\nabla Y_i = 0; \sum_{i=0}^N \dot{W}_i''' = 0$

$$\begin{aligned} \text{Równanie zachowania pędu:} & \quad p \left(\frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + (\mathbf{u} \cdot \nabla) \mathbf{u} \right) + \nabla p = p \mathbf{g} + \mathbf{f} + \nabla \cdot \boldsymbol{\tau} \\ \text{Równanie zachowania energii:} & \quad \frac{\partial}{\partial t} (p h) + \nabla \cdot p h \mathbf{u} = \frac{Dp}{Dt} - \nabla \mathbf{q}_r \cdot \mathbf{k} \nabla t + \sum_i \nabla \cdot h_i p D_i \nabla Y_i \end{aligned}$$

Wyżej wymienione podstawowe równania podlegają szeregu przekształceń uwzględniających specyfikę poszczególnych zjawisk oraz uproszczeń wprowadzonych do modeli. Tak na przykład równanie zachowania pędu zawierające tensor naprężeń określa poniższy wzór:

$$\boldsymbol{\tau} = \mu \left(2 \text{def} \mathbf{u} - \frac{2}{3} (\nabla \cdot \mathbf{u}) \mathbf{I} \right)$$

Ponadto równanie posiada dodatkowo wyznaczoną macierz jednostkową:

$$\text{def} \mathbf{u} = \frac{1}{2} [\nabla \mathbf{u} + (\nabla \mathbf{u})^t] = \begin{pmatrix} \frac{\partial u}{\partial x} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial x} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) & \frac{\partial v}{\partial y} & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial y} \right) \\ \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial z} \right) & \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) & \frac{\partial w}{\partial z} \end{pmatrix}$$

3.2. Metoda wielkich wirów LES

Zastosowanie metody symulacji wielkich wirów (ang. Large Eddy Simulation) do obliczeń numerycznych mechaniki płynów jest znakomitym rozwiązaniem. Łączy ze sobą powszechnie używaną metodę RANS (ang. Reynolds Average Navier Stokes) z DNS (ang. Direct Numerical Simulation). Metoda LES opiera się na zastosowaniu filtra do równania Navier'a-Stokes'a i wprowadzeniu rozdziału na zjawiska wielkoskalowe (wielkie wiry) oraz drobnoskalowe. Zjawiska wielkoskalowe są obliczane przez bezpośrednie rozwiązanie przefiltrowanych równań Navier'a-Stokes'a, natomiast drobnoskalowe są modelowane w skali pod siatkowej. Możliwe jest dzięki temu bezpośrednie obliczenie wirów dużych i wirów biorących udział w procesie kaskadowym przekazywania energii.

Zastosowanie metody LES przy wykorzystaniu siatki o stosunkowo dużych oczkach, wymaga wyznaczenie lepkości dynamicznej zgodnie z analizą Smagorinsky'ego w postaci równania:

$$\mu_{LES} = \rho (C_s \Delta)^2 \left(2 (\text{def} \mathbf{u}) \cdot (\text{def} \mathbf{u}) - \frac{2}{3} (\nabla \cdot \mathbf{u})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

Wprowadzenie uproszczenia i dopasowanie do określonego zakresu stosowania zaowocowało powstaniem uproszczonych równań opisujących powyższe zjawiska, których wykorzystanie w modelowaniu komputerowym z racji przyjęcia rozwiązań numerycznych dla przepływów o niskich wartościach liczby Mach'a stało się uzasadnione.

$$\text{Równanie zachowania masy - równanie ciągłości przepływu:} \quad \frac{\partial p}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla p = -p \nabla \cdot \mathbf{u}$$

$$\text{Równanie zachowania składowych mieszaniny:} \quad \frac{\partial p Y_i}{\partial t} + \mathbf{u} \cdot \nabla p Y_i = -p Y_i \nabla \cdot \mathbf{u} + \nabla \cdot p D \nabla Y_i + m_i'''$$

$$\text{Równanie zachowania pędu:} \quad \frac{\partial \mathbf{u}}{\partial t} + \mathbf{u} \times \boldsymbol{\omega} + \nabla H = \frac{1}{2} ((p - p_\infty) \mathbf{g} + \mathbf{f} + \nabla \cdot \boldsymbol{\tau})$$

$$\text{Równanie zachowania energii zostało opisane poprzez równanie stanu:} \quad p_0(t) = p_{TR} \sum_i \frac{Y_i}{M_i}$$

$$\begin{aligned} \text{Oraz Divergence Constraint:} \quad \nabla \cdot \mathbf{u} = & \frac{1}{\rho c_p T} \left(\nabla \cdot \mathbf{k} \nabla T + \nabla \cdot \sum_i \int c_{p_i} dT p D_i \nabla Y_i - \nabla \cdot \mathbf{q}_r + \dot{q}''' \right) \\ & + \left(\frac{1}{\rho c_p T} - \frac{1}{p_0} \right) \frac{dp_0}{dt} \end{aligned}$$

Modelowanie turbulencji charakterystycznej dla opisanego powyżej zjawiska polega na zamykaniu układu równań Reynoldsa i równaniu ciągłości przepływu dodatkowymi równaniami. Wymaga to przyjęcia hipotezy pozwalających wyznaczyć naprężenia turbulentne, które wpływają na kształt pola prędkości. Zespół równań i hipotez umożliwiających otrzymanie rozwiązania równań Reynoldsa określany jest mianem modeli turbulencji.

Numeryczne rozwiązanie może zawierać dwie ze znanych metod: DNS lub LES. Zastosowanie przedstawionych metod jest ściśle uwarunkowane możliwościami numerycznymi przyjętych modeli. W projekcie analizowany jest złożony proces spalania generujący ruch konwekcyjny wraz z silnymi wymuszeniami przepływowymi mechanicznej wentylacji oddymiającej. Ruch cząstek ma miejsce w dużej wieloprzestrzennej kubaturze o złożonej geometrii. Poszukiwanie rozwiązań metodą DNS jest praktycznie niemożliwe w sposób bezpośredni. W omawianym przypadku posłużono się metodą LES. Podejście to zakłada proces turbulentnego mieszania się paliwa z produktami spalania oraz otaczającym go powietrzem. Pozwala to na określenie dynamiki spalania wraz z opisem migracji dymu oraz produktów związanych z np. gorącymi gazami. Patrząc z numerycznego punktu widzenia to zjawisko mieszania się gazów i otaczającego źródła pożaru powietrza, generuje pojawienie się wirów na tyle dużych, że możliwy jest ich opis za pomocą równań mechaniki płynów. Opis wirów mniejszej skali jest pomijany lub obliczany ze znacznym przybliżeniem.

Uzupełnieniem modelu hydrodynamicznego jest grupa modeli opisująca zjawiska spalania, promieniowania cieplnego, przenikania ciepła przez elementy budowlane oraz modele pirolizy.

3.3. Dynamiczny model Smagorinskiego.

Na podstawie analizy Smagorinskiego, lepkość wirowa może być modelowana jako:

$$\mu_t = \rho (C_s \Delta)^2 |S| \quad ; \quad |S| = \left(2S_{ij}S_{ij} - \frac{2}{3}(\nabla \cdot \mathbf{u})^2 \right)^{\frac{1}{2}}$$

gdzie $C_s=0,2$ jest stałą, a $\Delta = (\delta_x \delta_y \delta_z)^{1/3}$ jest szerokością filtra. Model ten był stosowany w wersji FDS 1 do 5. W niniejszym opracowaniu opartym na wersji FDS 6 współczynnik C_s w powyższym równaniu nie jest traktowany jako stały, lecz obliczany na podstawie lokalnych warunków przepływu.

3.4. Modelowanie procesu spalania.

Modelowanie procesu spalania uwzględnia mieszanie paliwa z tlenem. Zakłada on dokładne wyznaczenie wielkości wielkoskalowych zjawisk –konwekcji i promieniowania. Zjawiska o znacznie krótszym czasie trwania wyznaczane są ze znacznym przybliżeniem. Podstawowe równanie zaaplikowane, które wykorzystuje silnik obliczeniowy FDS przybiera postać:

$$v_F[F] + v_O[O] \rightarrow \sum_P v_P [P]$$

W konsekwencji ogólne parametry stechiometryczne paliwa w tlenie dają produkty spalania. Proces ten ograniczony jest zatem do mieszania się składników i zakładanie nieskończenie szybką reakcją paliwa z tlenem. Wyklucza to zatem możliwość występowania w mieszaninie jednocześnie paliwa i tlenu. W każdym elemencie przestrzennym występuje zatem zespół frakcyjny mieszaniny gazowej jako funkcja przestrzeni i czasu.

$$Z = \frac{sY_F - (Y_0 - Y_0^\infty)}{sY_F^\infty + Y_0^\infty} ; s = \frac{v_O M_O}{v_F M_F}$$

3.5. Modelowanie promieniowania

Modelowanie promieniowania cieplnego zostało dopasowane do ogólnego charakteru zakresu stosowania aplikacji. W programie wykorzystano opis ruchu ciepła na drodze promieniowania dla gazu rozpraszającego:

$$s \cdot \nabla I_{\lambda}(x, s) = -[\kappa(x, \lambda) + \sigma(x, \lambda)]I(x, s) + B(x, \lambda) + \frac{\sigma(x, \lambda)}{4\pi} \int_{4\pi} \phi(s, s') I_{\lambda}(x, s') d\Omega'$$

Ogólny opis uwzględnia napływ gazu z różnych kierunków. Jeżeli przyjmuje się brak rozprzestrzeniania się gazu, stosowane jest uproszczenie do postaci:

$$s \cdot \nabla I_{\lambda}(x, s) = \kappa(x, \lambda)[I_b(x) + I(x, s)]$$

3.6. Niepewność Modelu [3]

Tab. 1. Wyniki walidacji w postaci tabeli wartości niepewności modelu w programie FDS wersji 6

Wielkość wyjściowa	Współczynnik odchyłki pomiaru w modelu δ	Względne odchylenie standardowe modelu δ_M	Wartość zmierzona x	Krytyczna wartość x_c	Minimalne prawdopodobieństwo nie przekroczenia krytycznej wartości $P(x > x_c)$ 95%	Niepewność [%]
Przyrost temperatury warstwy dymu (Hot Gas Layer Temperature Rise) wentylacja wymuszona	1,14	0,20	172°C 86°C 52°C	200°C 100°C 60°C	TAK	14
Przyrost temperatury strumienia podsufitowego (Ceiling Jet Temperature Rise)	0,99	0,12	330°C	400°C	TAK	18
Stężenie dymu i widzialność (Smoke Concentration)	2,63	0,60	10m 5m	10m 5m	TAK	Zgodnie z [3] FDS przeszacowuje
Powierzchniowy strumień ciepła (Surface Heat Flux)	0,89	0,17	1,73 kW/m ²	2,5 kW/m ²	TAK	31

Dla wartości przyrostu M wyznaczonej w modelu, „prawdziwą” wartość przyjmuje się jako zmienną losową o rozkładzie normalnym ze średnią wartością: $\mu = M/\delta$, a odchylenie standardowe wynosi: $\sigma = \tilde{\sigma}_M(M/\delta)$. Używając tych wartości, prawdopodobieństwo przekroczenia krytycznej wielkości parametru x_c wyznacza się z zależności: $P(x > x_c) = \frac{1}{2} \operatorname{erfc}\left(\frac{x_c - \mu}{\sigma\sqrt{2}}\right)$

4. Założenia przyjęte do analizy numerycznej

4.1. Założenia podstawowe

Zakłada się pożary na stanowiskach postojowych (trzy samochody) w jednym miejscu na raz. Przyjęto alarmowanie dwustopniowe - zadziałanie dwóch czujek dymowych (koincydencja). W garażu znajduje się system strumieniowego oddymiania z dopływem powietrza kompensacyjnego dostarczanego naturalnie z bramy wjazdowej oraz mechanicznie trzema wentylatorami.

4.2. Wyznaczenie czasu rozpoczęcia działań gaśniczych straży pożarnej

Czas rozpoczęcia działań gaśniczych straży pożarnej został założony w oparciu o VDI 6019_1 [5].

Gdzie $t_c = t_a + t_b$

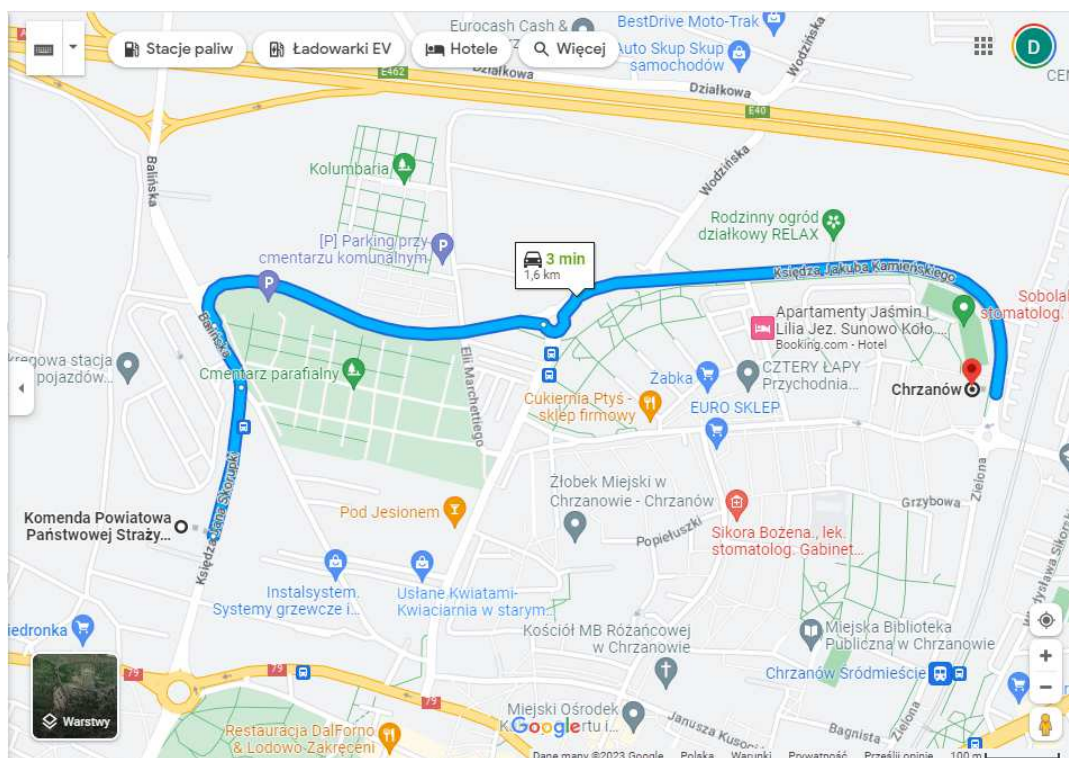
t_a - czas od powstania pożaru do przekazania alarmu do JRG = 120s;

t_b - czas od przekazania alarmu do JRG do interwencji straży pożarnej = 780s;

$t_c = 900s$

Na cele niniejszego opracowania, ten czas wydłużono do 1020s (17 min.)

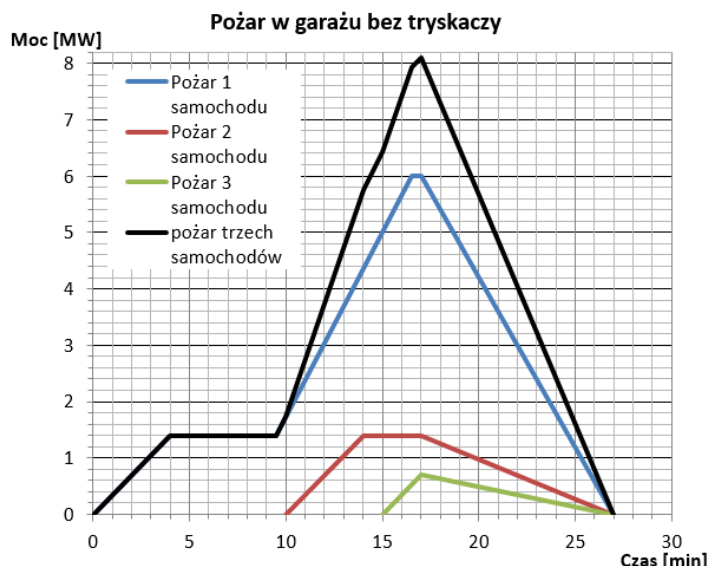
Alarm pożarowy wywołany przez system wykrywania pożaru – aktywacja przez czujki dymu (koincydencja dwóch czujek dymowych). Warunki normalne (obecność w pobliżu obiektu Państwowej Straży Pożarnej z dobrym dojazdem) dojazd do 1,6 km wg google.maps przy prędkości średniej 32 km/h.



Rys.3. Mapka trasy przejazdu straży pożarnej z Komenda Powiatowa Państwowej Straży Pożarnej, Księża Jana Skorupki 3, 32-500 Chrzanów, do obiektu.

4.3. Krzywa mocy pożaru w garażu

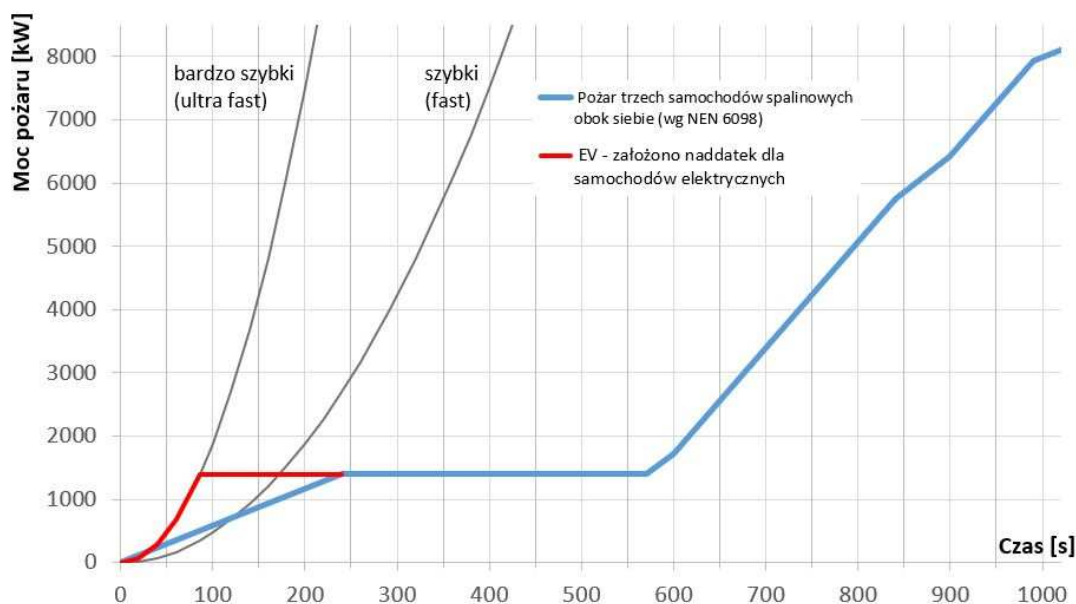
Przyjęto pożar w garażu w trzech lokalizacjach. Przedstawiono potencjalny pożar trzech samochodów na standardowych stanowiskach postojowych wg danych opracowanych przez instytut TNO w Holandii. Pożar będzie się rozwijał aż do momentu rozpoczęcia gaszenia przez Straż Pożarną – przyjęto 17min.



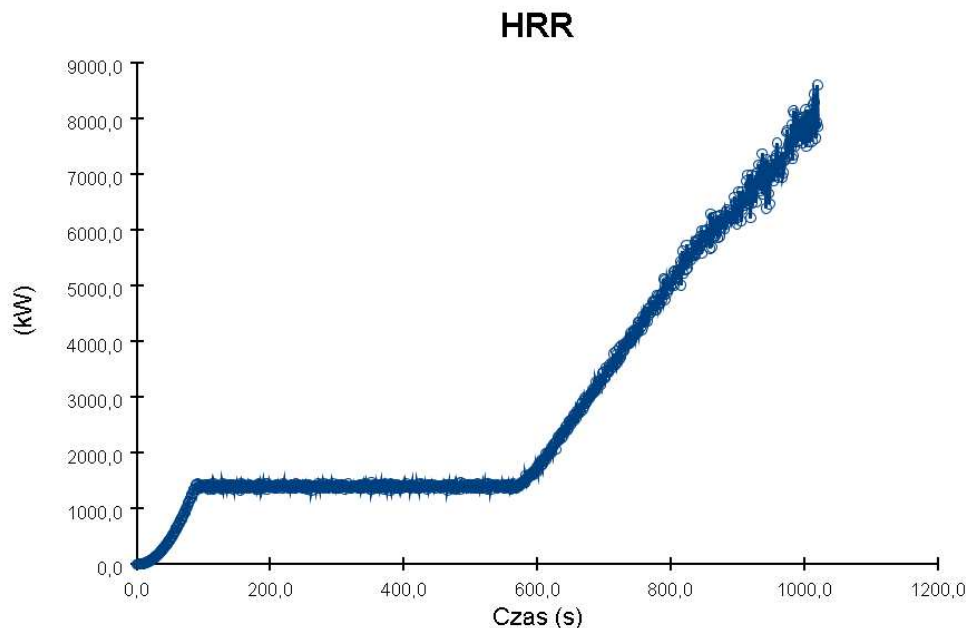
Rys. 4. Wykres mocy pożaru przyjętego do 17 minuty (1020s) w obliczeniach numerycznych.

Powyższy opis pożaru dotyczy samochodów spalinowych. Dla samochodów elektrycznych przewidziano naddatek w początkowej fazie pożaru, co jest odpowiedzią na obecnie dostępne informacje [6]. Ten naddatek to krzywa rozwoju pożaru o charakterystyce bardzo szybkiej (ultra fast). Z racji braku normowej krzywej mocy pożaru samochodów elektrycznych bazuje się na indywidualnie przyjętej (założonej) krzywej.

Krzywa mocy pożaru stanowisk samochodowych bez tryskaczy



Rys. 5. Wykres mocy pożaru przyjętego w obliczeniach numerycznych wraz z naddatkiem dla samochodów elektrycznych - Pożar nr 1.



Rys. 6. Wykres mocy wygenerowany przez program FDS z wizualizacją Pyrosim – poziom -1 (Pożar nr 1).

4.4. Parametry pożaru - stanowiska standardowe (samochody EV)

- ciepło spalania: 25 000 kJ/kg (zgodnie z NEN 6098:2012),
- współczynnik wytwarzania sadzy: 0,11 kg/kg (zgodnie z NEN 6098:2012),
- przyjęto skład chemiczny paliwa jak dla poliuretanu: $C_{6,3}H_{7,1}O_{2,1}N$ (źródło: NFPA Babrauskas),
- udział promieniowania: 30% (zgodnie z NEN 6098:2012),
- liczba palących się samochodów: 3szt (zgodnie z NEN 6098:2012),
- maksymalna moc pożaru: 8,0 MW (zgodnie z BS 7346-4:2013 I BS 7346-7:2013),
niejednoczesne odpalane samochodów, końcowa moc jest wynikiem nakładania się krzywych mocy pożaru poszczególnych samochodów,
- wymiar obudowy samochodu: 4,2m x 1,8m,
- wymiar płaszczyzny płonącej na samochodach: 4,2m x 1,8m,
- ilość uwalnianego ciepła (HRR) 793,65 kW/m²,
- liczba palących się samochodów: 3szt (zgodnie z NEN 6098:2012).

4.5. Niektóre parametry przyjętego modelu FDS

- wymiar komórki siatki: 0,20 x 0,20 x 0,20m w całym obszarze objętym analizą, wyбору dokonano na podstawie kalkulatora dostępnego na stronie: <http://www.koverholt.com/fds-mesh-size-calc/> oraz z własnego doświadczenia;
- liczba komórek siatki: 1 200 000,
- czas symulacji: 1020 s,
- typ symulacji: Metoda wielkich wirów (LES),
- model lepkości wirów – dynamiczny Smagorinski,
- temperatura otoczenia: 10°C.

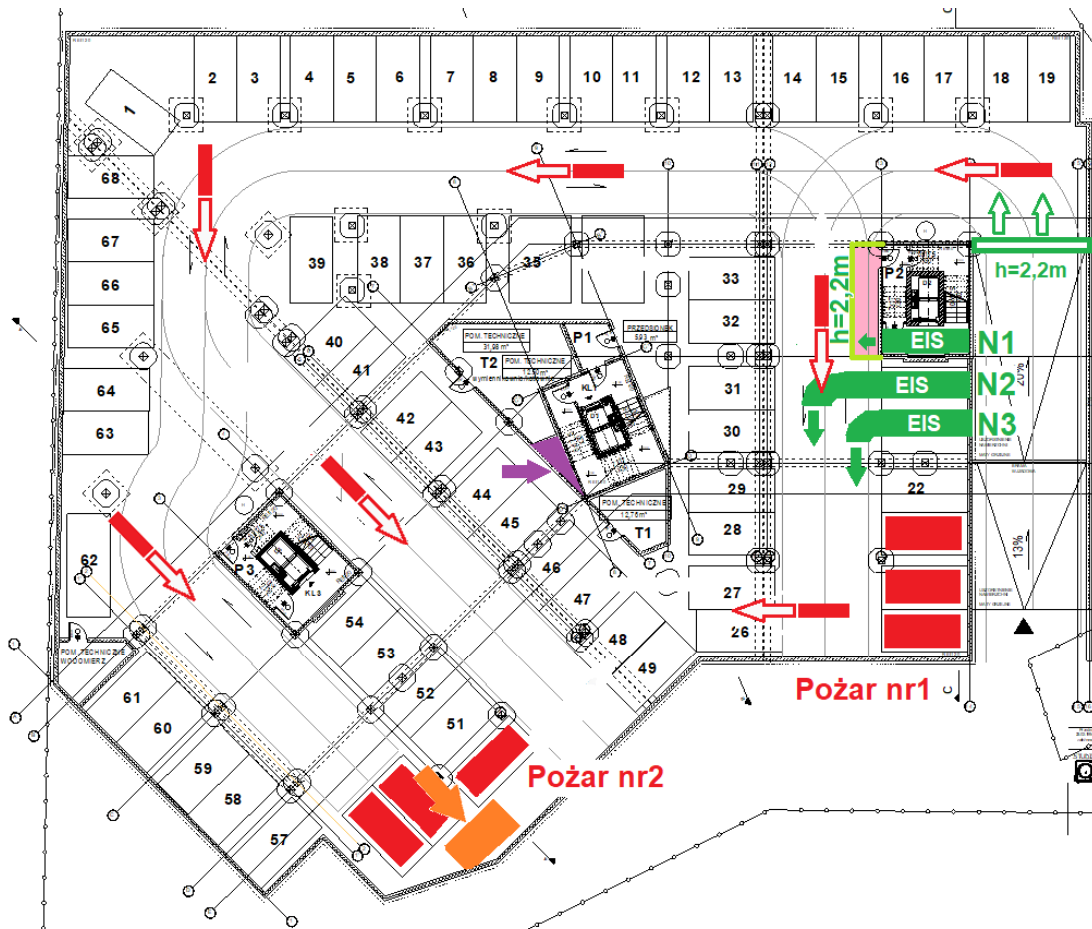
4.6. Parametry instalacji oddymiającej

Kondygnacja garażowa stanowi jedną strefę dymową. Wydajność instalacji oddymiającej założono zgodnie z projektem oddymiania o wartości 160.000 m³/h. Kompensacja mechaniczna wynosi 60.000m³/h, brakująca część poprzez kompensację naturalną z bramy wjazdowej:

- parametry wentylatorów strumieniowych przyjętych do analizy:
 - o przepływ 1,75 m³/s
 - o teoretyczna siła ciągu 38N
 - o średnica wentylatora 355mm
 - o odporność ogniowa F400;
- wysokość montażu wentylatorów strumieniowych:
 - o oś na wysokości 2,6m nad podłogą (niższy strop) i 3,0m nad podłogą (wyższy strop);
- użyto deflektorów, kierujących wypływ z jetfan-ów w dół pod kątem około 8°;
- czas uruchomienia wentylatorów zgodnie z poniższą tabelą:

Tab. 2. Zestawienie czasów pracy wentylatorów w czasie pożaru

Czas narastająco (w nawiasie czas od wykrycia pożaru) [s]	Wartość przepływu instalacji oddymiającej [m ³ /h]	Działanie
0	0	Rozpoczęcie pożaru
~40	0	I-szy stopień detekcji pożaru: Zadziałanie pierwszej czujki dymowej. Działanie: Aktywacja alarmu pożarowego, wyłączenie wentylacji bytowej, zamknięcie klap przeciwpożarowych odcinających.
40 (0)	0	II-gi stopień detekcji pożaru: Zadziałanie dwóch czujek dymowych – koincydencja. Działanie: Przewiercenie klap wentylacji pożarowej, otwarcie elementów czerpnych.
100 (60)	Wyciąg mechaniczny: 40.000 (25%) Nawiew mechaniczny Wentylator N1 20.000 (100%) Wentylator N2 0 (0%) Wentylator N3 0 (0%) reszta jako nawiew naturalny z bramy wjazdowej	Start rozruchu wentylatorów głównych wyciągowych i nawiewnych na pierwszym biegu. Czas rozruchu około 5s (rzeczywisty czas ustalony na budowie, możliwie najbliższy założonemu).
255 (215)	Wyciąg mechaniczny: 160.000 (100%) Nawiew mechaniczny Wentylator N1 20.000 (100%) Wentylator N2 20.000 (100%) Wentylator N3 20.000 (100%) reszta jako nawiew naturalny z bramy wjazdowej	Start rozruchu na drugim biegu wentylatorów głównych wyciągowych, nawiewnych oraz strumieniowych obsługujących daną strefę dymową. Czas rozruchu około 5s (rzeczywisty czas ustalony na budowie, możliwie najbliższy założonemu).



- ▬ Stała kurtyna dymowa o odporności ogniowej min. E30, spód na wysokości zgodnie z zapisem przy kurtynie
- ➔ Nawiew mechaniczny (60.000m³/h) np. 3x 20.000m³/h
- ⇨ Nawiew naturalny (100.000m³/h), max. wysokość góry otworu zgodnie zapisem na schemacie
Perforacja w bramie na cele bytowe, przykładowo dla 2 wymian/h (1,6m² pow. ef.)
- ➔ Wyciąg (160.000m³/h)
- ➔ Uruchomiony wentylator strumieniowy o odporności ogniowej F400
- ▭ Komora rozprężna do celów uśrednienia prędkości (np. z perforacją rozbijającą strugę powietrza)
- ▭ Lokalizacja pożaru

Rys. 7. Schemat garażu wraz z naniesionymi informacjami na temat pracy instalacji oddymiającej.

4.7. Kryteria funkcjonalne oceny instalacji oddymiającej:

Warunki ewakuacji:

- minimalna widoczność 10m (lub 5m dla małego zadymianego obszaru) dla krawędzi elementów budowlanych i fluorescencyjnych znaków ewakuacyjnych na wysokości 1,8 m - duże pomieszczenia i odległości do przemieszczenia
Niepewność modelu:
Ustawiając na wynikach znacznik na wartość 10m lub 5m uzyskujemy prawdopodobieństwo nie przekroczenia krytycznej wartości większe niż 95%; (w tym przypadku pozostawienie wartości znacznika na poziomie 10m lub 5m spowodowane jest tym, że FDS przeszacowuje koncentracje dymu kilkukrotnie);
- maksymalna temperatura 60°C na wysokości 1,8 m,
Niepewność modelu:
Ustawiając na wynikach znacznik na wartość 52°C uzyskujemy prawdopodobieństwo nie przekroczenia krytycznej wartości większe niż 95%;
- maksymalna temperatura 200°C na wysokości 2,6 m,
Niepewność modelu:
Ustawiając na wynikach znacznik na wartość 172°C uzyskujemy prawdopodobieństwo nie przekroczenia krytycznej wartości większe niż 95%;

Bezpieczeństwo ekip ratowniczych:

- temperatura powietrza w przewidywanym czasie podjęcia działań ratowniczo - gaśniczych na wysokości 1,8 m od poziomu posadzki w odległości do 15 m od źródła pożaru nie powinna przekraczać 100°C,
Niepewność modelu:
Ustawiając na wynikach znacznik na wartość 86°C uzyskujemy prawdopodobieństwo nie przekroczenia krytycznej wartości większe niż 95%;
- nie przekroczenie natężenia promieniowania o wartości 2,5 kW/m² w odległości 10m od źródła pożaru w szczytowej mocy pożaru.
Niepewność modelu:
Ustawiając na wynikach znacznik na wartość 1,73 kW/m² uzyskujemy prawdopodobieństwo nie przekroczenia krytycznej wartości większe niż 95%;

Temperatura pod stropem:

- temperatura powietrza w przewidywanym czasie podjęcia działań ratowniczo - gaśniczych pod stropem na wysokości montażu wentylatorów strumieniowych – przyjęto temperaturę graniczną 400°C,
Niepewność modelu:
Ustawiając na wynikach znacznik na wartość 330°C uzyskujemy prawdopodobieństwo nie przekroczenia krytycznej wartości większe niż 95%.

4.8. Wyznaczenie czasu ewakuacji

Wyznaczono czas ewakuacji dla przestrzeni objętej bezpośrednio pożarem w oparciu o normę PD 7974-6:2019:

Założenia do wyznaczenia czasu ewakuacji z garażu:

- przyjęta długość drogi ewakuacyjnej 40 m,
- prędkość ewakuujących się osób: 1,19 m/s,

Wybrano kategorię "A" wg PD 7974-6:2019:

- zakłada się użytkowników jako czujnych,
- użytkownicy są zaznajomieni z przestrzenią garażu,
- mała gęstość osób znajdujących się w garażu,
- ewakuujący się ludzie będą się poruszali po przejazdach;
- efektywność systemu określa się jako A1 (automatyczna detekcja i natychmiastowe uruchomienie alarmu we wszystkich częściach budynku)
- efekt złożoności budynku przyjmuje się jako B1 (jedna kondygnacja garażu),
- klasyfikacja systemu zarządzania bezpieczeństwem pożarowym przyjęto jako M2 (nie jest wymagana obecność przeszkolonego personelu),

Przyjęto: A: M2 B1 A1

Wymagany czas bezpiecznej ewakuacji wynosi:

- dla pierwszych kilku osób w garażu podejmujących ewakuację:

$$\Delta t_{RSET-1\%} = \Delta t_{det} + \Delta t_{alarm} + \Delta t_{pre(1\%)} + \Delta t_{przej}$$

- dla ostatnich użytkowników w garażu podejmujących ewakuację:

$$\Delta t_{RSET-99\%} = \Delta t_{det} + \Delta t_{alarm} + \Delta t_{pre(99\%)} + \Delta t_{przej}$$

Z racji założenia małej gęstości użytkowników w garażu, nie przewiduje się znaczących kolejek na wyjściach ewakuacyjnych.

Tab. 3. Zestawienie czasu ewakuacji z garażu.

Oznaczenia	Czas [s]	Opis
Δt_{det}	40	Czas detekcji
Δt_{alarm}	0	Czas alarmowania
Δt_{pre}	60	Czas do rozpoczęcia ucieczki użytkowników ze strefy dymowej w garażu
Δt_{przej}	35	Czas przemieszczania się

$$\Delta t_{RSET} = 40 + 0 + 60 + 35 = 135s$$

W przedmiotowym garażu, z uwagi na prosty układ architektoniczny, występowanie tylko jednej strefy dymowej, przyjmuje się jako czas do rozpoczęcia ucieczki użytkowników z garażu $\Delta t_{pre} = 60s$, a całkowity czas ewakuacji z garażu to 135s. W tym konkretnym przypadku zastosowanie $\Delta t_{RSET-99\%}$ nie znajduje uzasadnienia ponieważ dotyczy wielopomieszczeniowego obiektu (lub sąsiedniej strefy dymowej nie objętej pożarem) w którym użytkownicy mogą nawet nie mieć świadomości istnienia ognia i/lub ciepła oprócz dźwięku alarmu pożarowego co w przedmiotowym garażu nie ma miejsca.

4.9. Materiały budowlane użyte do budowy modelu

Tab. 4. Zestawienie materiałów budowlanych użytych do stworzenia modelu w FDS.

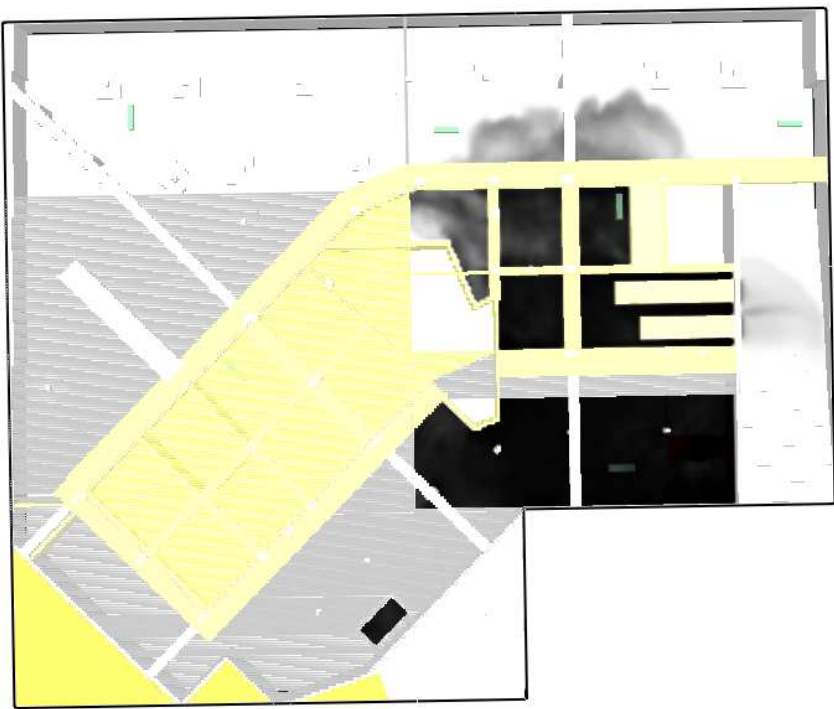
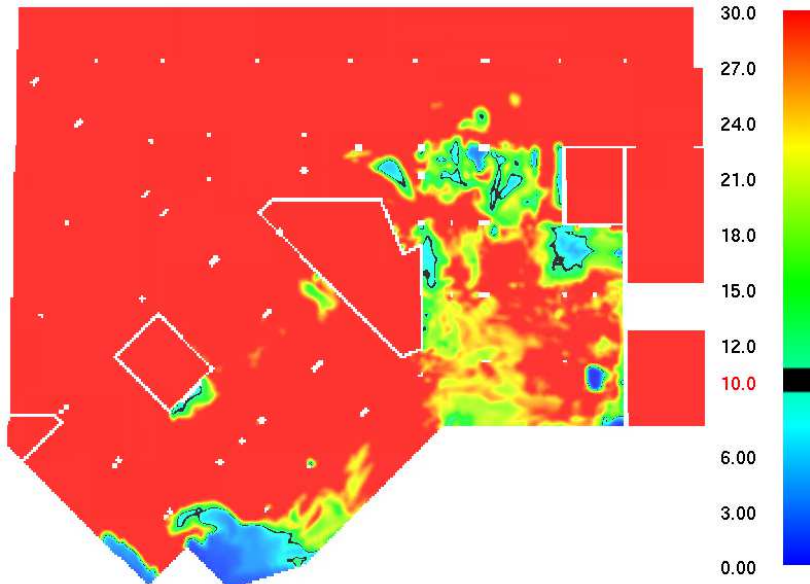
Materiał	Ciepło właściwe [kJ/kgK]	Współczynnik przewodzenia ciepła [W/mK]	Gęstość [kg/m ³]	Źródło
Żelbet	1,04	1,8	2280	NBSIR 88-3752 - ATF NIST Multi-Floor Validation
Gips	1,09	0,17	930,0	NBSIR 88-3752 - ATF NIST Multi-Floor Validation
Izolacja	przy 20°C 0.8 przy 677°C 2.0	przy 20°C 0.05 przy 377°C 0.10 przy 677°C 0.20	208	Isolatek BLAZE-SHIELD DC/F - WTC FDS5 Validation
Stal	0,46	45,8	7850	Drysdale, Intro to Fire Dynamics - ATF NIST Multi-Floor Validation

5. Wyniki analizy numerycznej

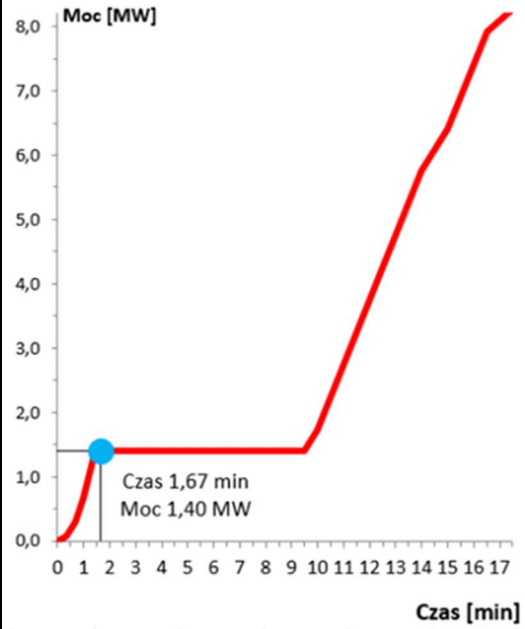
Przeanalizowano dwa scenariusze pożarowe (pożary samochodów elektrycznych o rozwoju zgodnie z przyjętą indywidualnie krzywą). Pożar nr 1 zlokalizowano w jednym z rogów garażu. Pożar nr 2 zlokalizowano blisko wyciągu. Są to reprezentatywne lokalizacje pożarów, które umożliwiają ocenę działania instalacji oddymiającej, pod kątem ewakuacji i działań ekip ratowniczych. Poddano analizie pożar 3-ech samochodów, ich moc szczytowa wynosi 8MW w rozpatrywanym czasie analizy tj. 1020s. Poniżej na slajdach przedstawiono wygląd modelu wygenerowanego w programie Smokeview oraz lokalizację pożaru w przestrzeni garażu. Na kolejnych slajdach przedstawiono wyniki obrazujące: widoczność na wysokości 1,8m, temperaturę na różnych wysokościach (1,8m, 2,6m), promieniowanie z podziałką odległości aby ułatwić odczyt odległości dojścia do pożaru (10m), prędkość i ciśnienie na wysokości 1,2m do celów poglądowych. Po prawej stronie obok slajdów przedstawiających wyniki dodano wykres mocy zamodelowanego pożaru, ułatwia to zorientowanie się w którym momencie pożaru i wielkości mocy jesteśmy.

5.1. Slajdy: Pożar nr 1

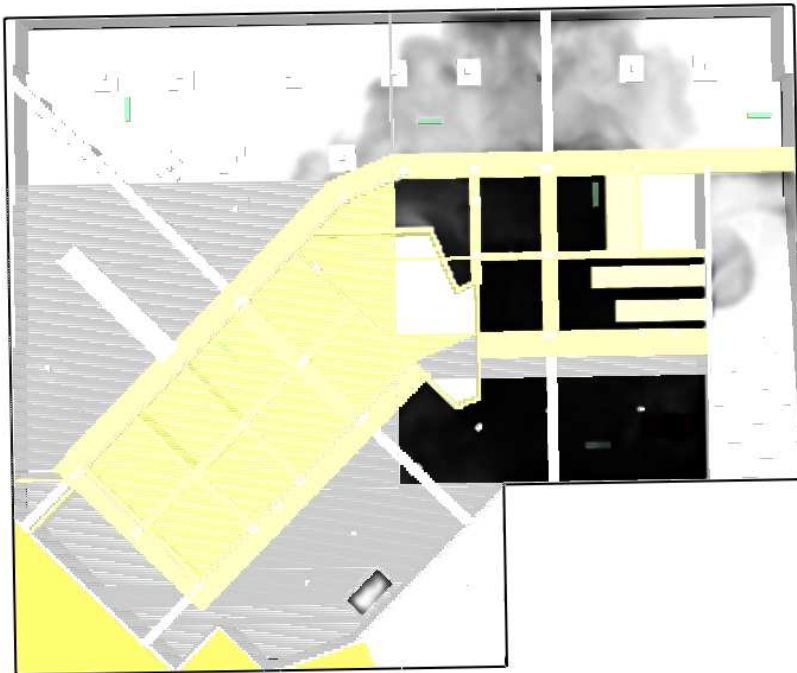
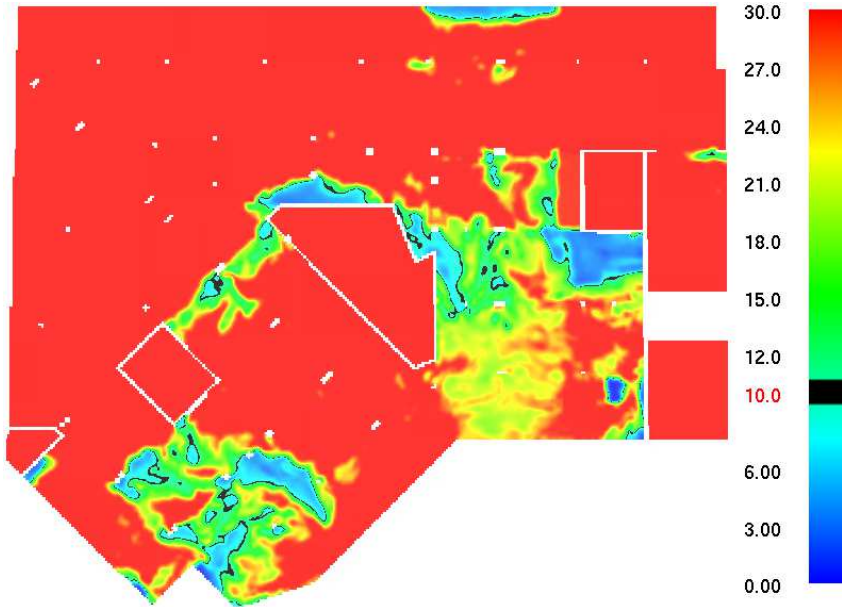




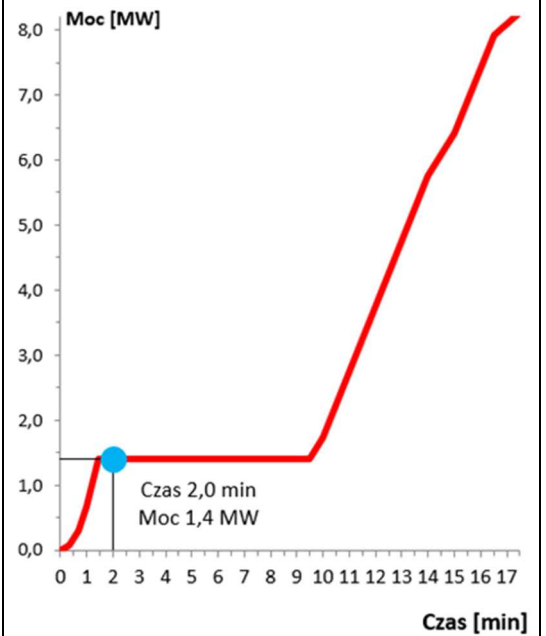
Pożar trzech samochodów elektrycznych bez tryskaczy



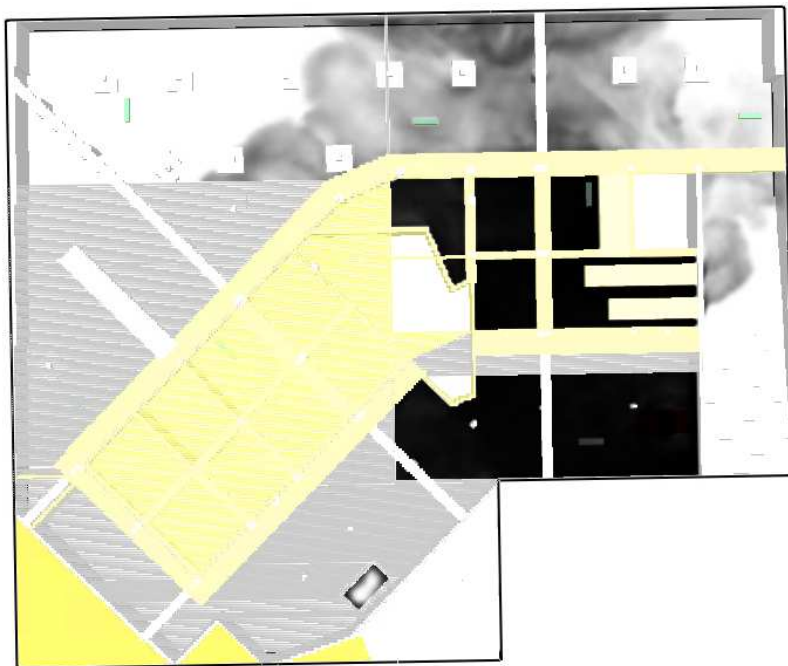
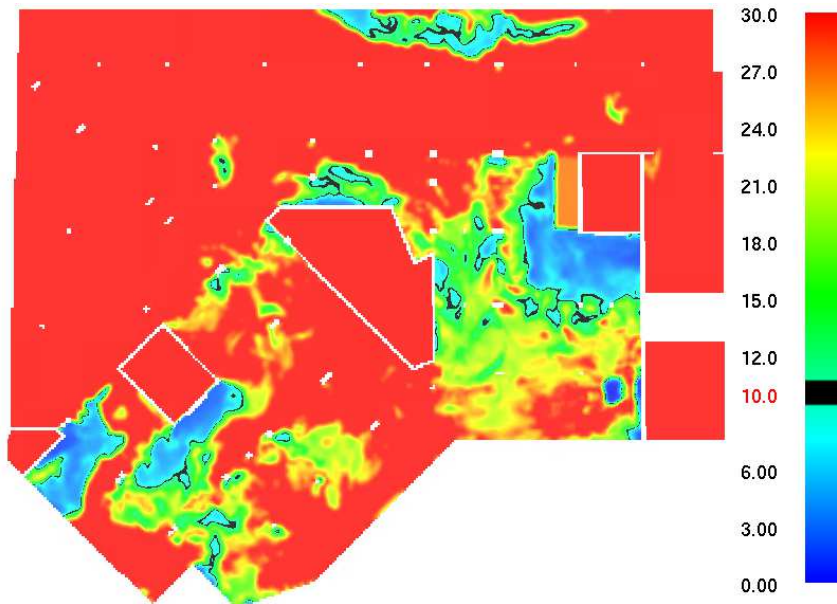
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	100[s]	1,7 [min]	1,4 [MW]



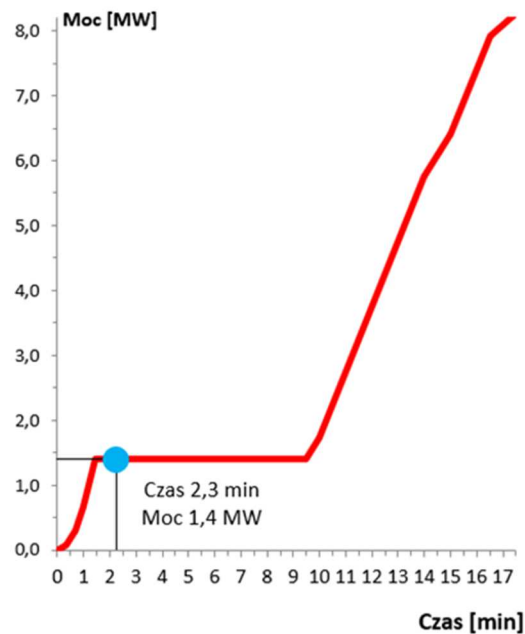
Pożar trzech samochodów elektrycznych bez tryskaczy



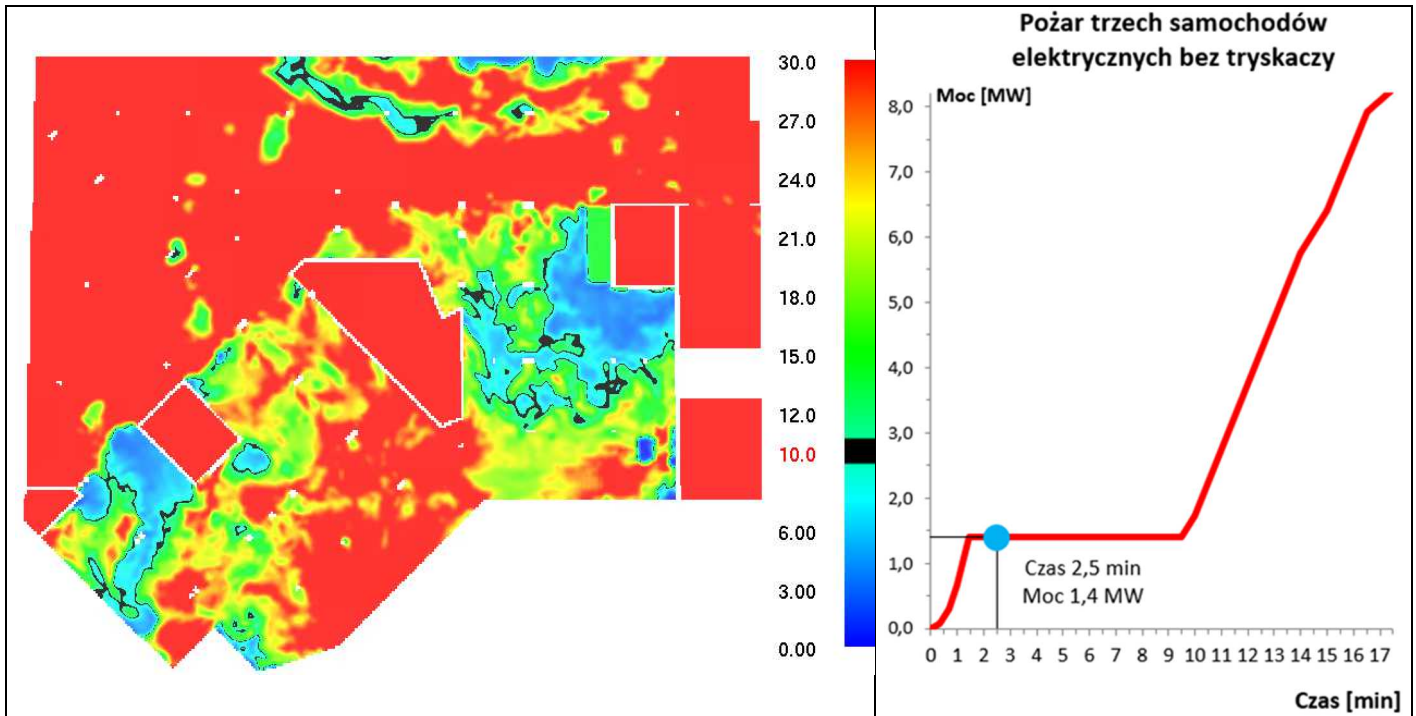
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	120[s]	2,0 [min]	1,4 [MW]



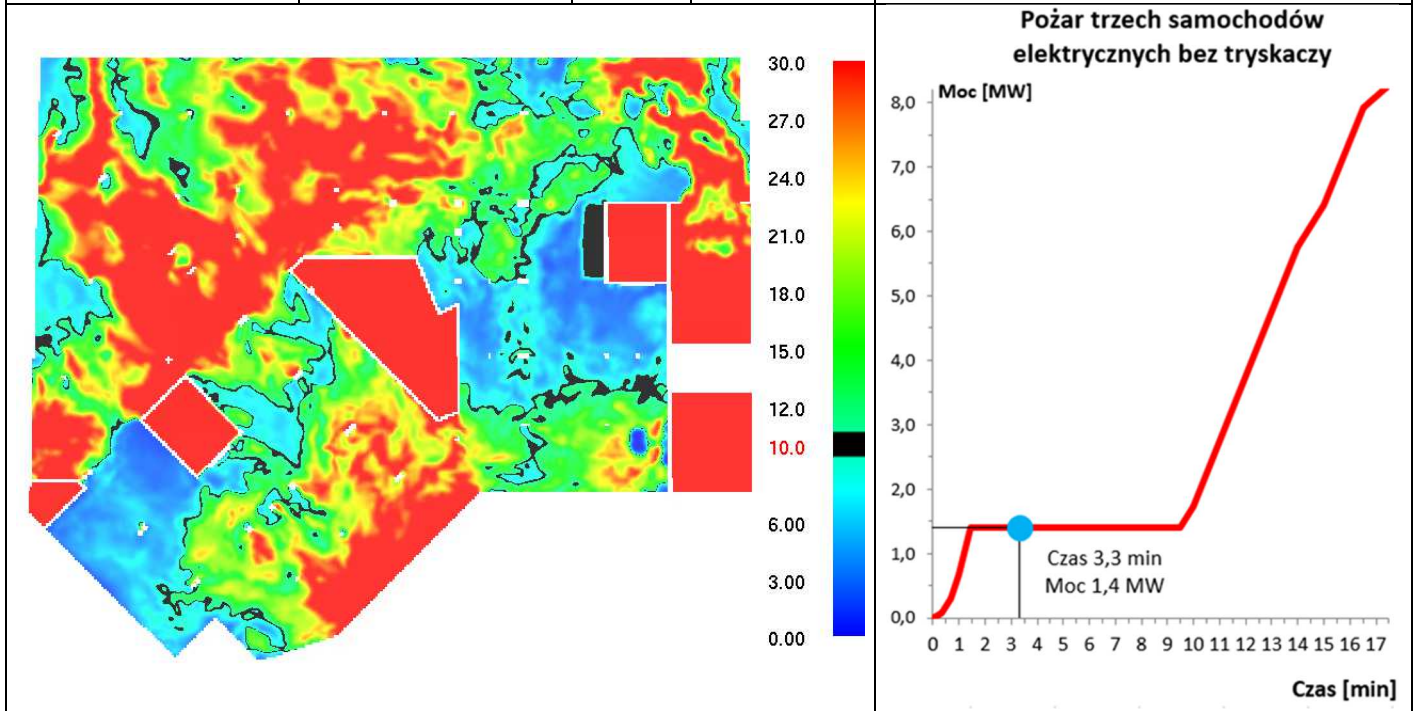
Pożar trzech samochodów elektrycznych bez tryskaczy



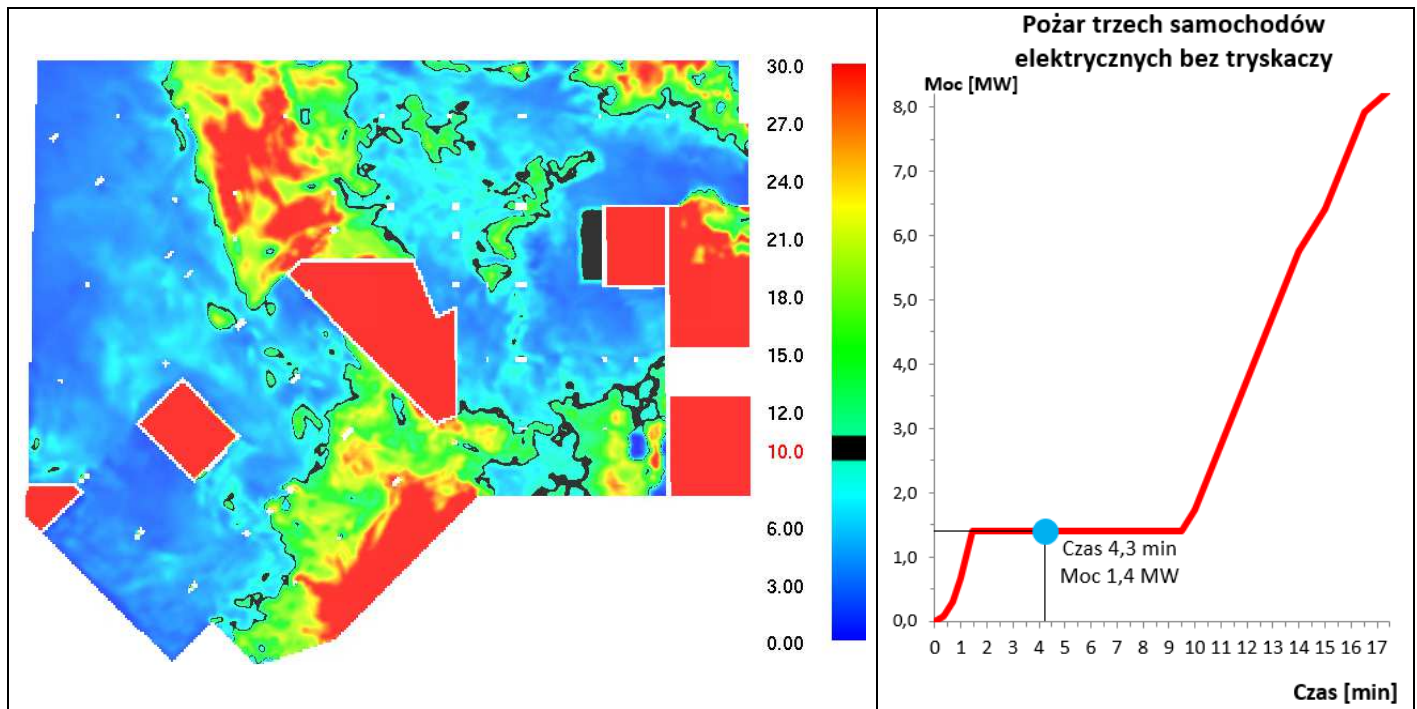
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	135[s]	2,3 [min]	1,4 [MW]



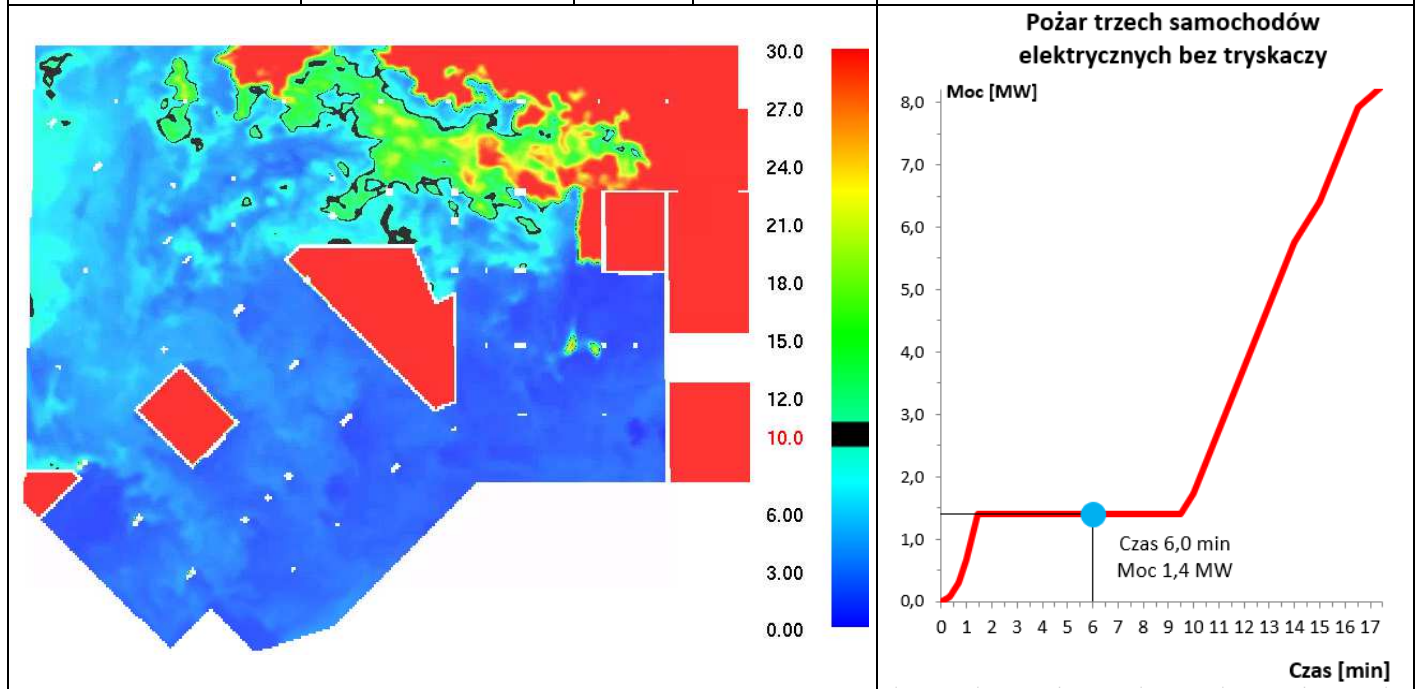
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	150[s]	2,5 [min]	1,4 [MW]



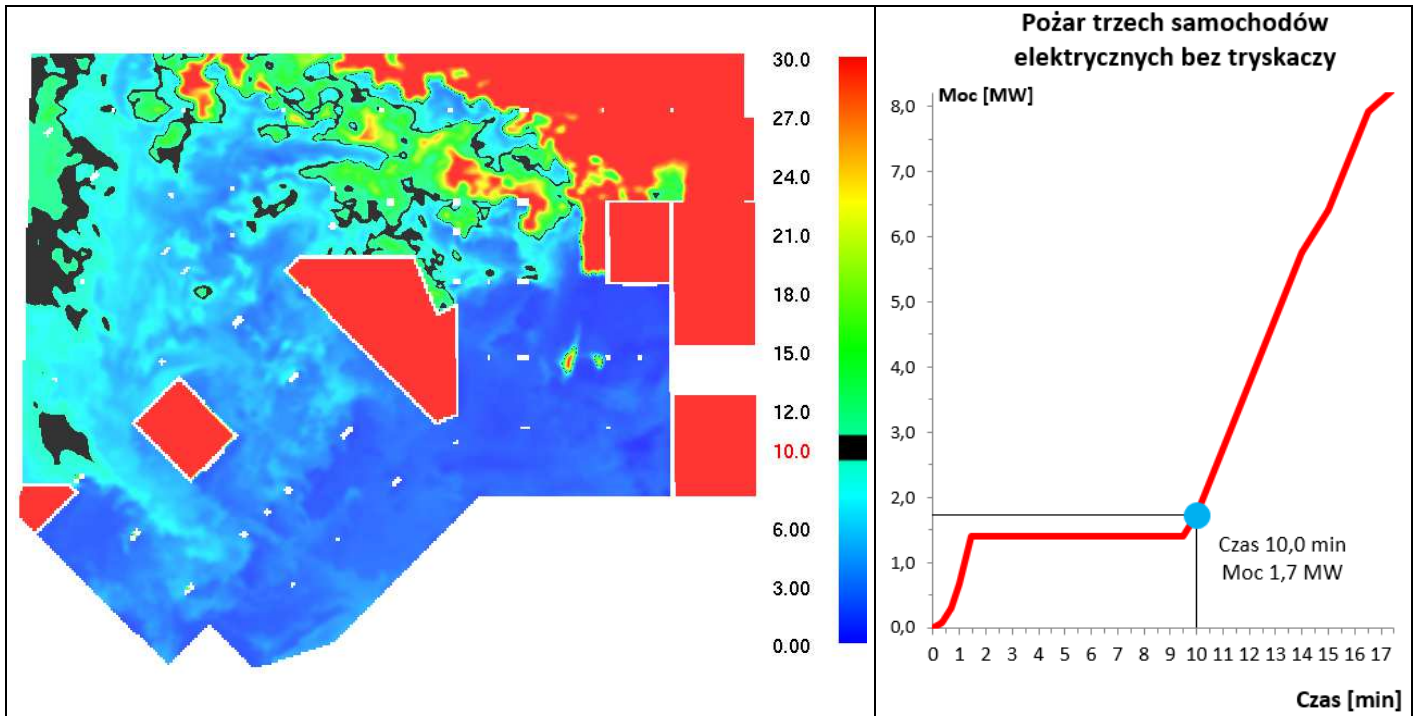
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	200[s]	3,3 [min]	1,4 [MW]



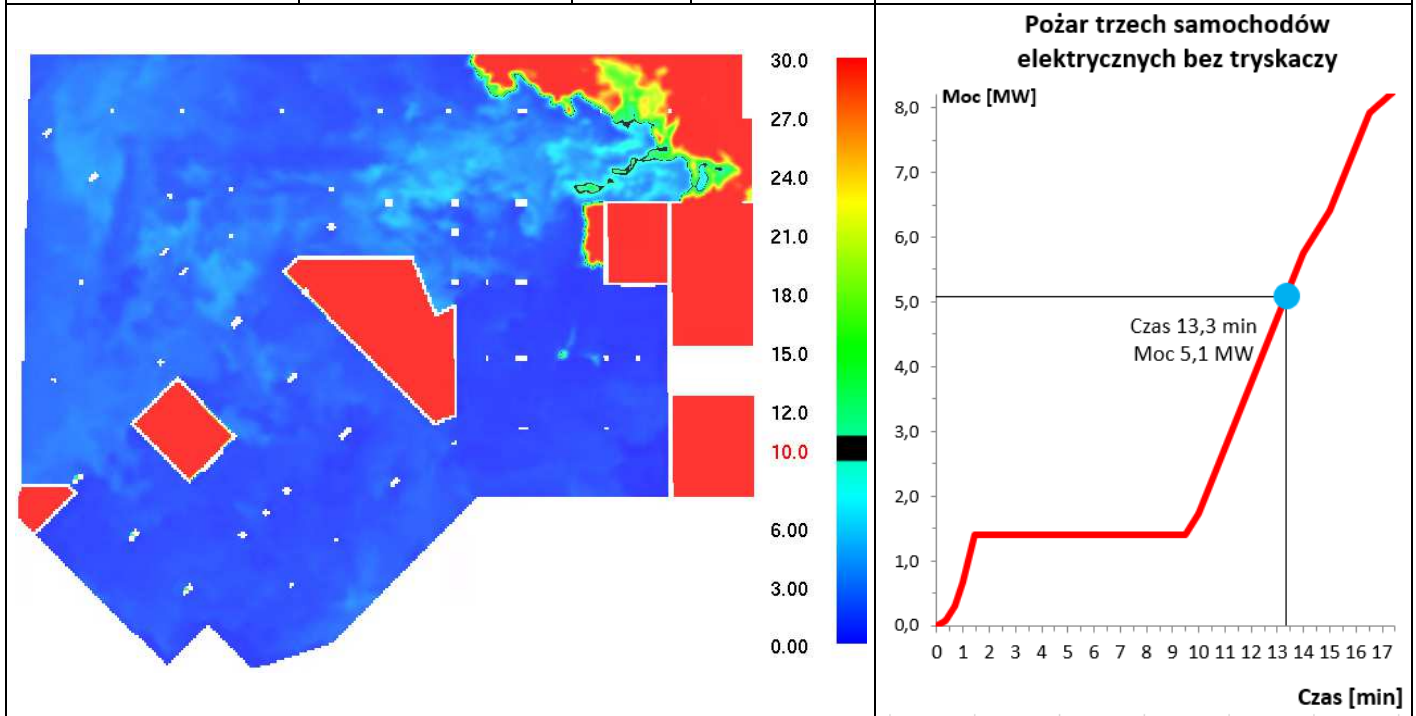
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	255[s]	4,3 [min]	1,4 [MW]



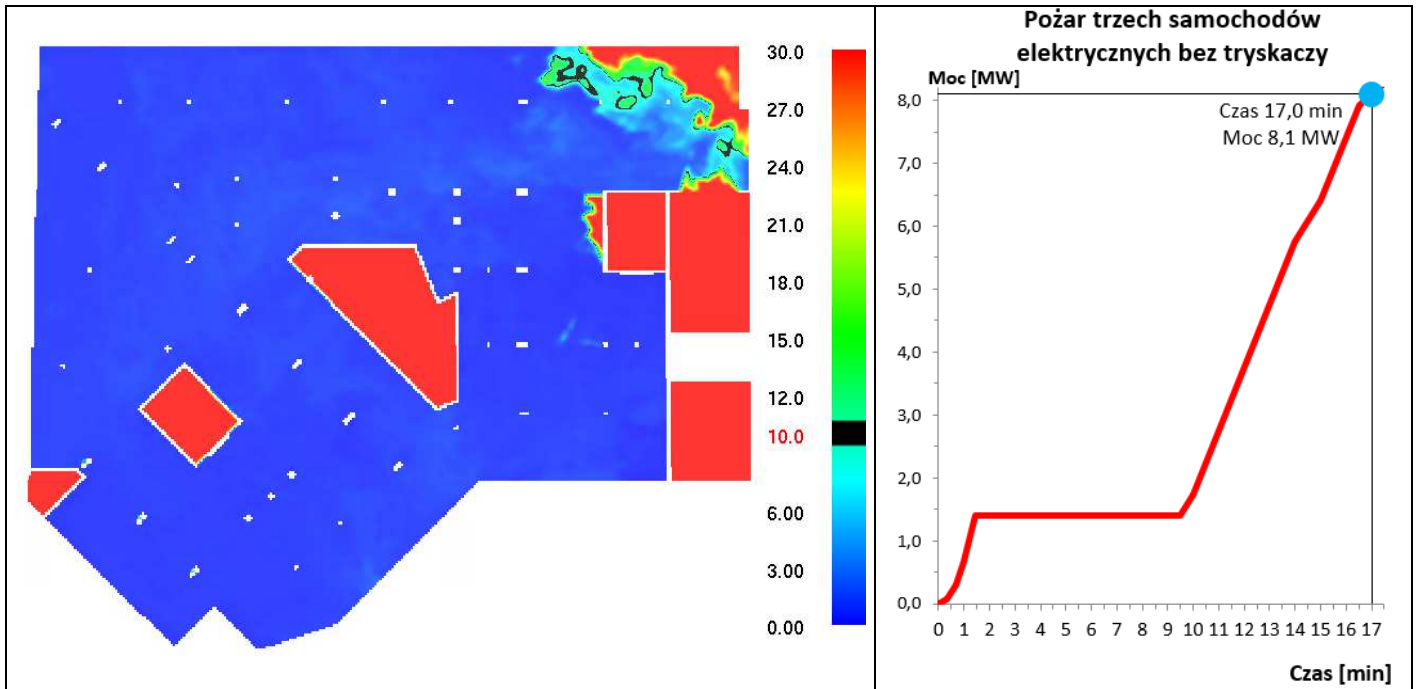
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	360[s]	6,0 [min]	1,4 [MW]



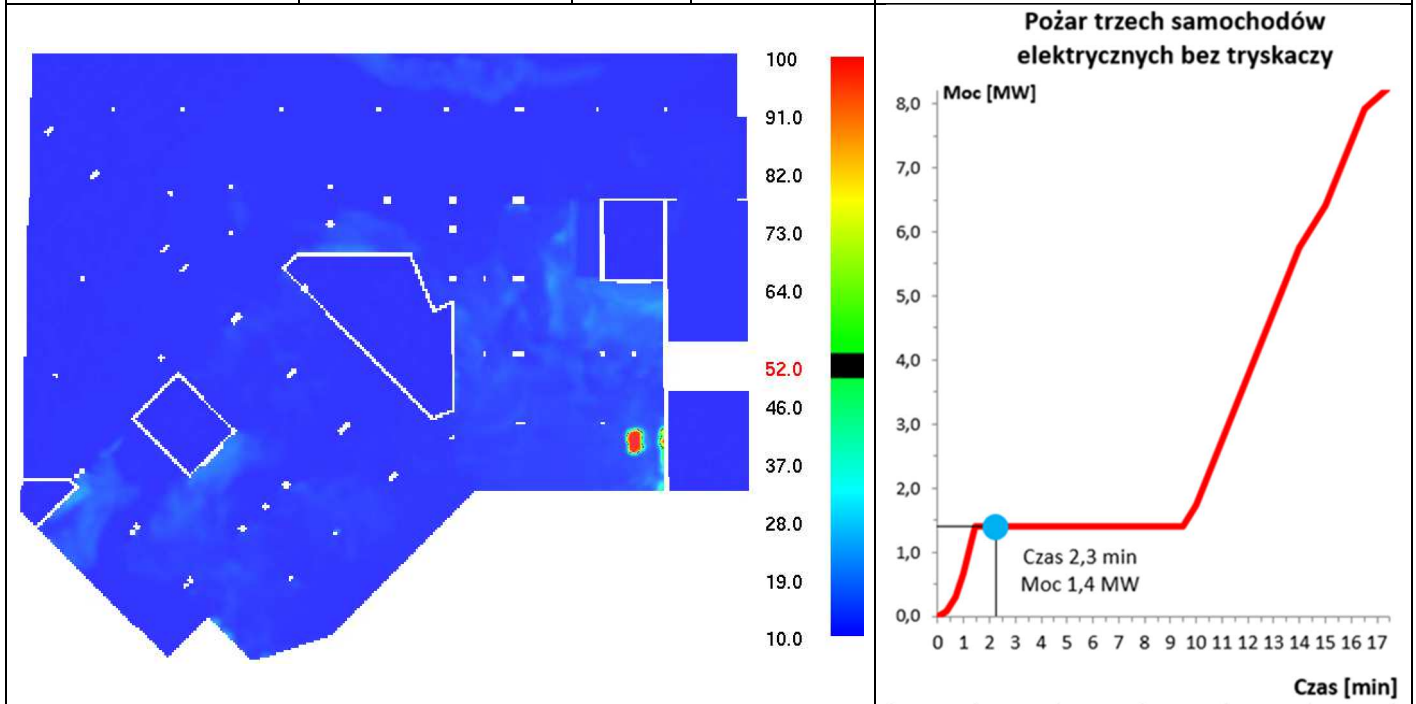
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	600[s]	10,0 [min]	1,7 [MW]



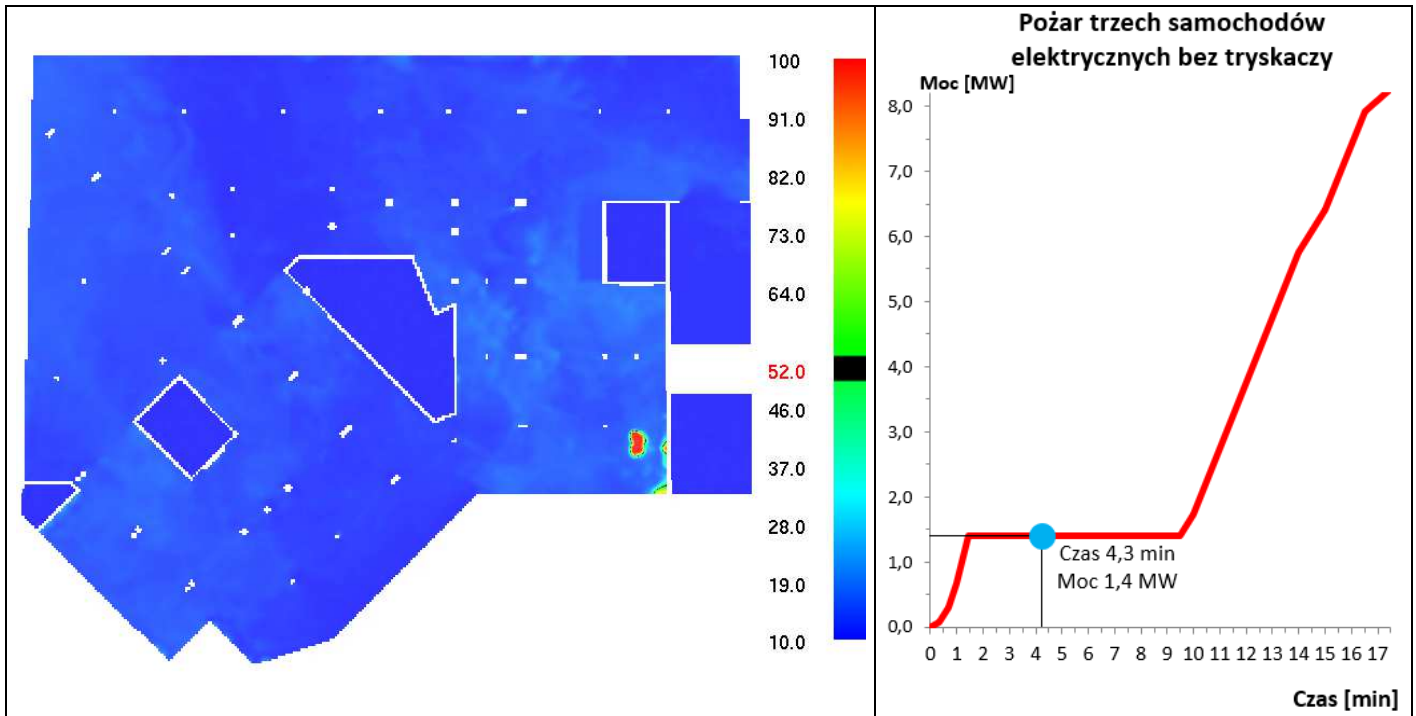
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	800[s]	13,3 [min]	5,1 [MW]



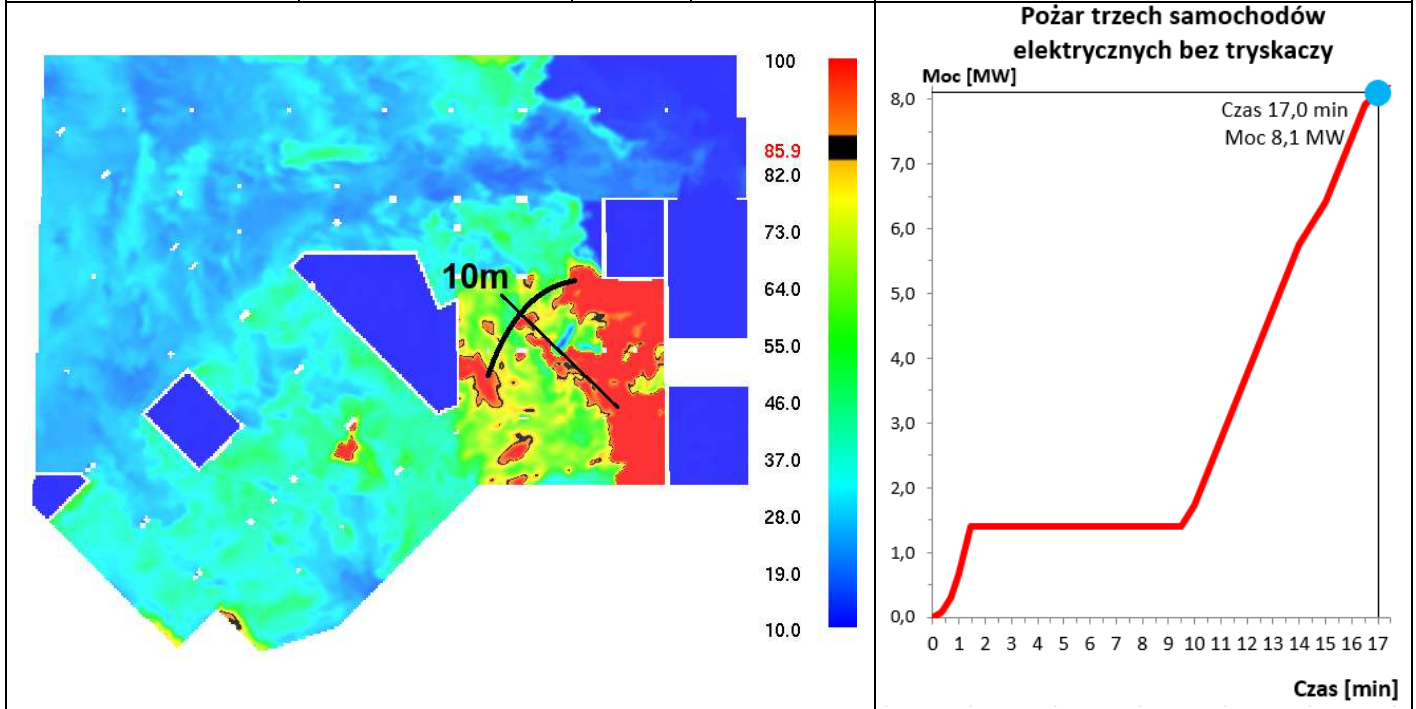
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	1020[s]	17 [min]	8,1 [MW]



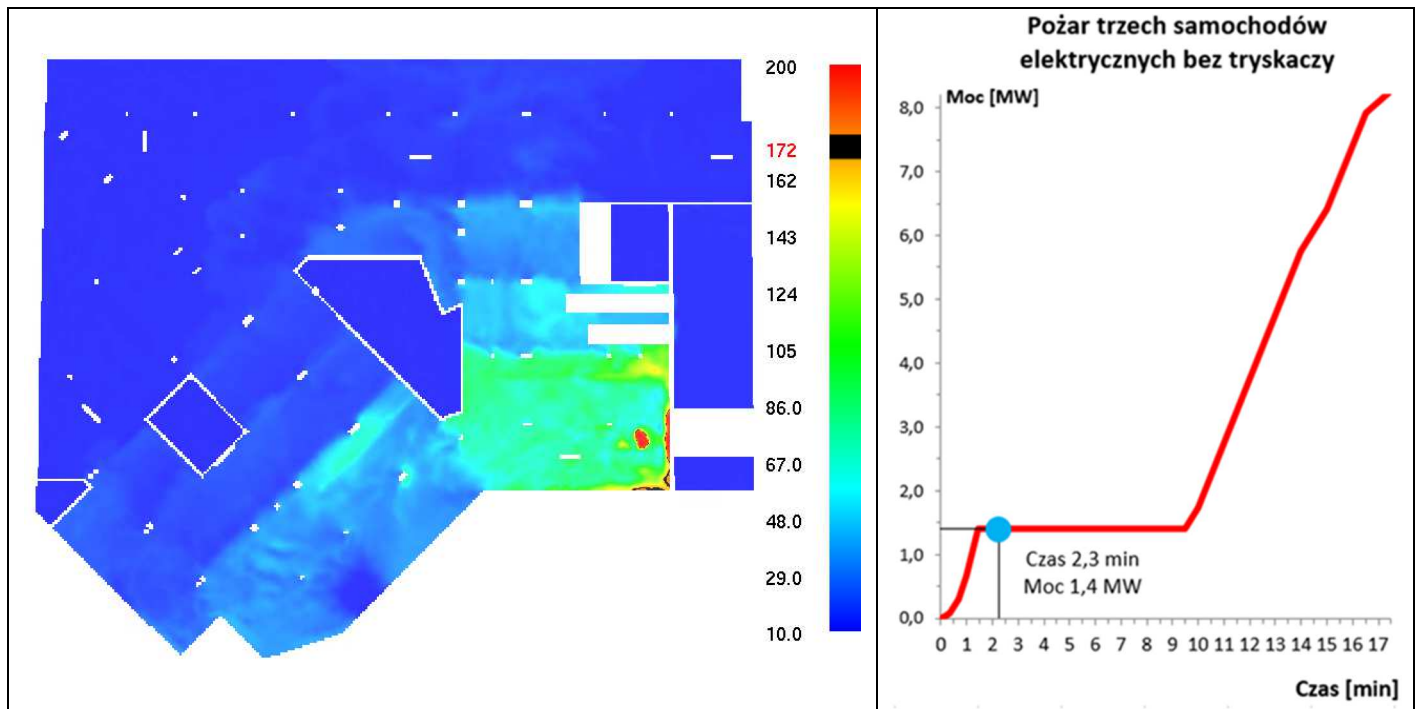
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Temperatura w [°C]	1,8 [m]	135[s]	2,3 [min]	1,4 [MW]



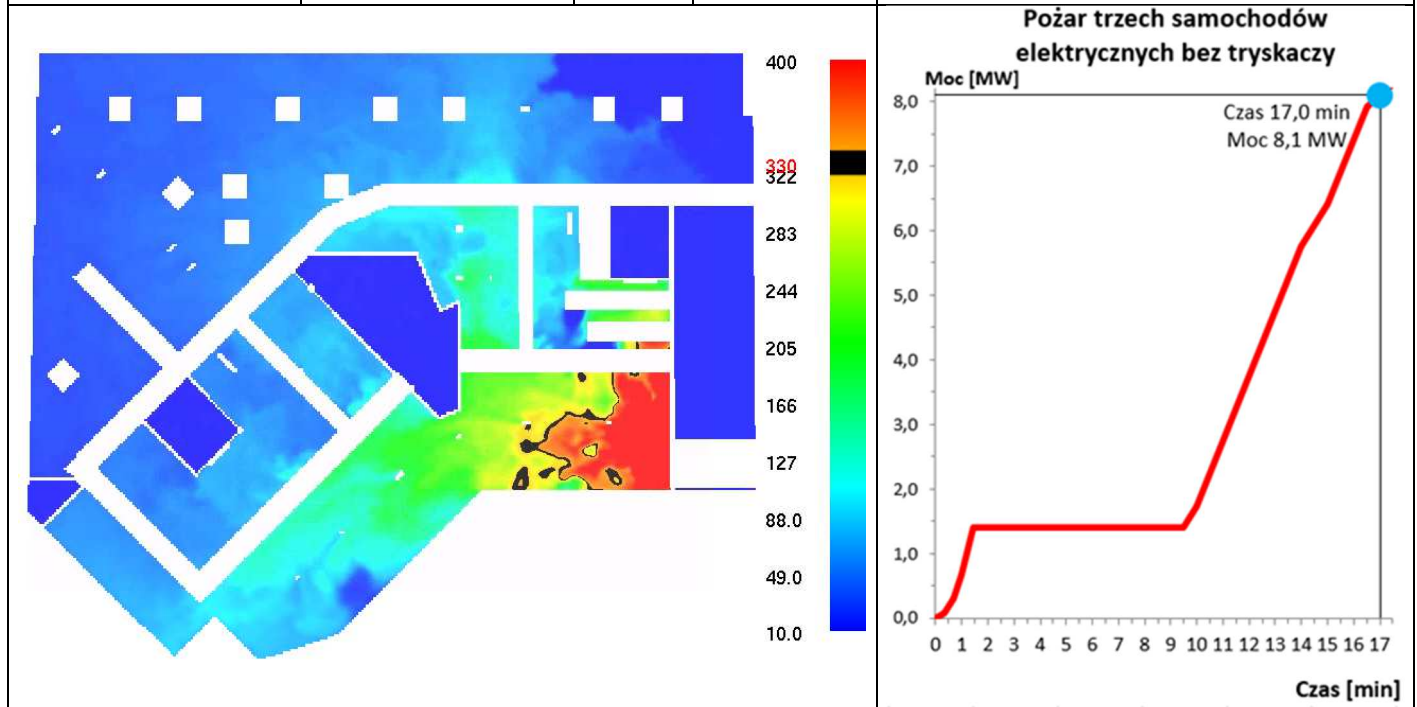
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Temperatura w [°C]	1,8 [m]	255[s]	4,3 [min]	1,4 [MW]



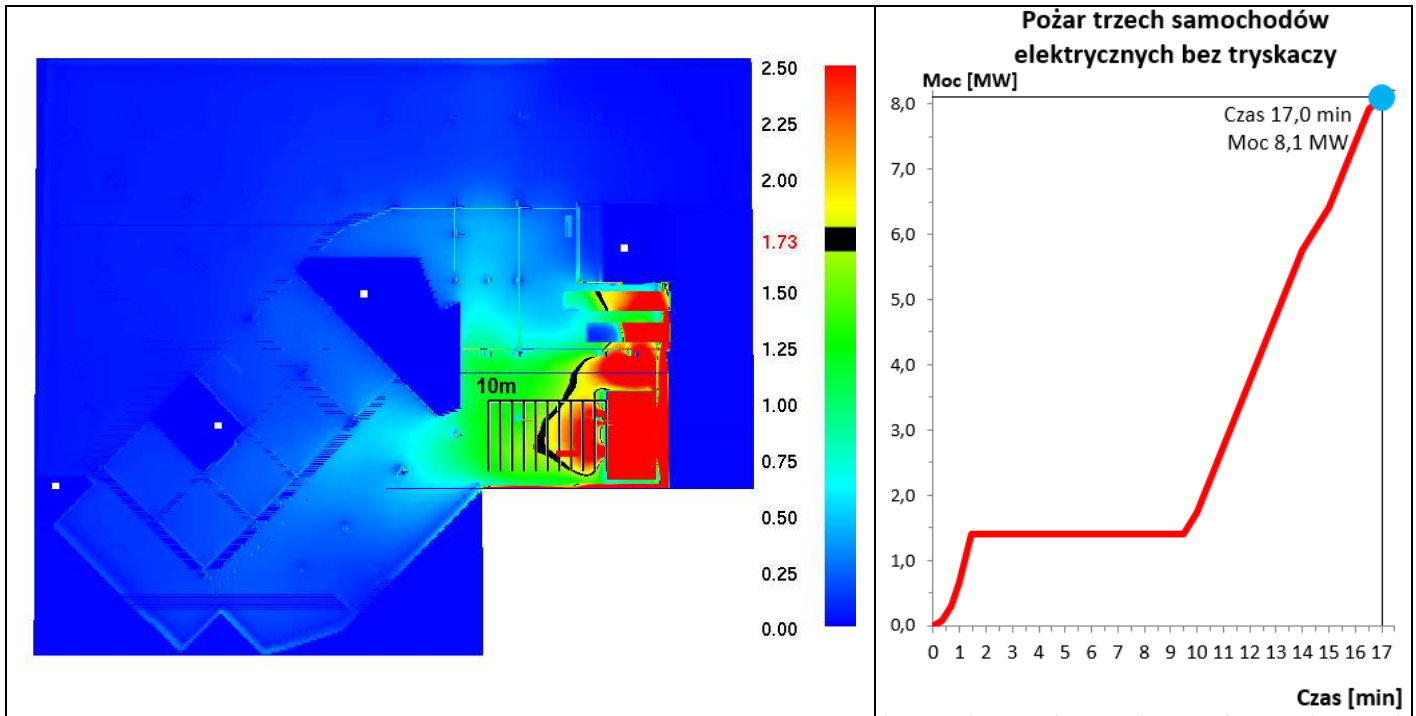
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Temperatura w [°C]	1,8 [m]	1020[s]	17 [min]	8,1 [MW]



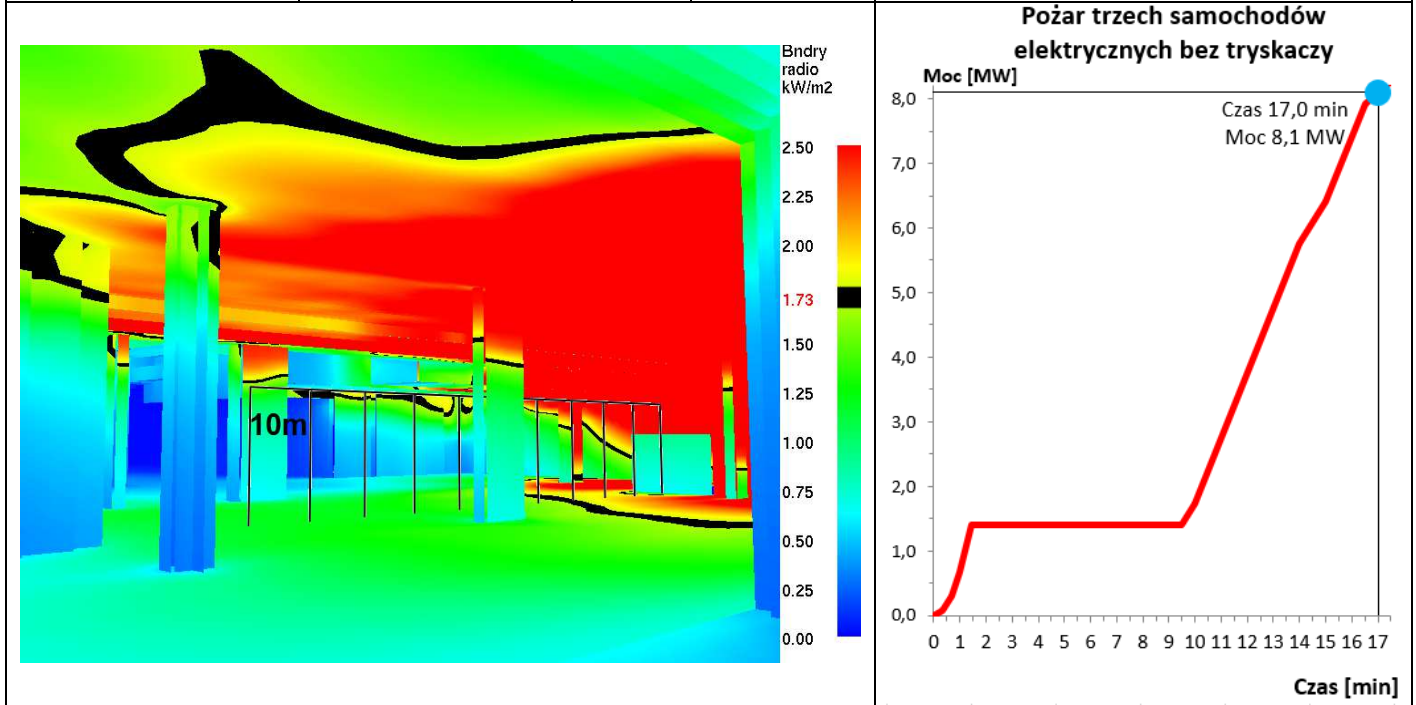
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Temperatura w [°C]	2,6 [m]	135[s]	2,3 [min]	1,4 [MW]



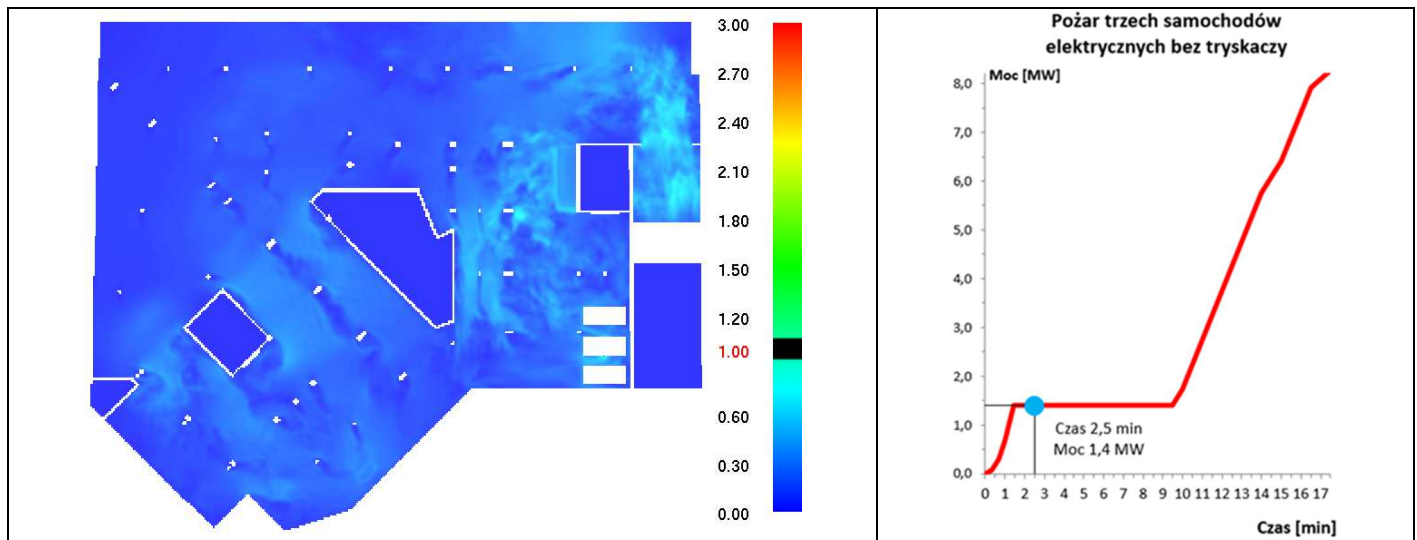
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Temperatura w [°C]	3,0 [m] (wierzch jefan-ów)	1020[s]	17,0 [min]	8,1 [MW]



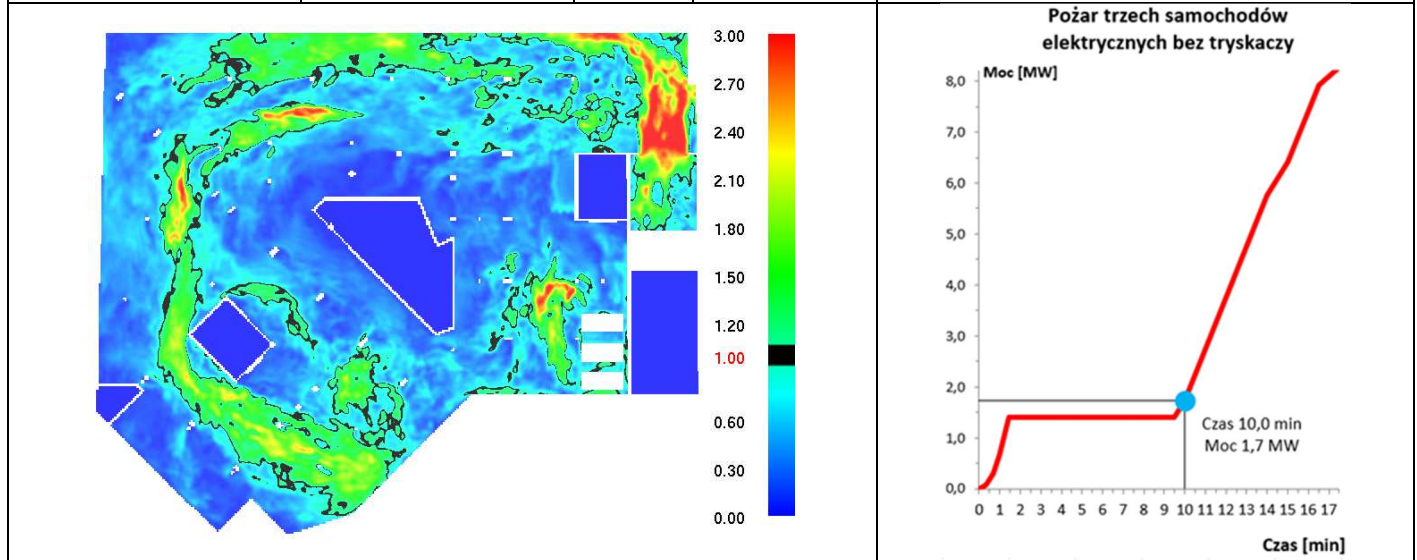
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Promieniowanie w [kW/m ²]	- [m]	1020[s]	17 [min]	8,1 [MW]



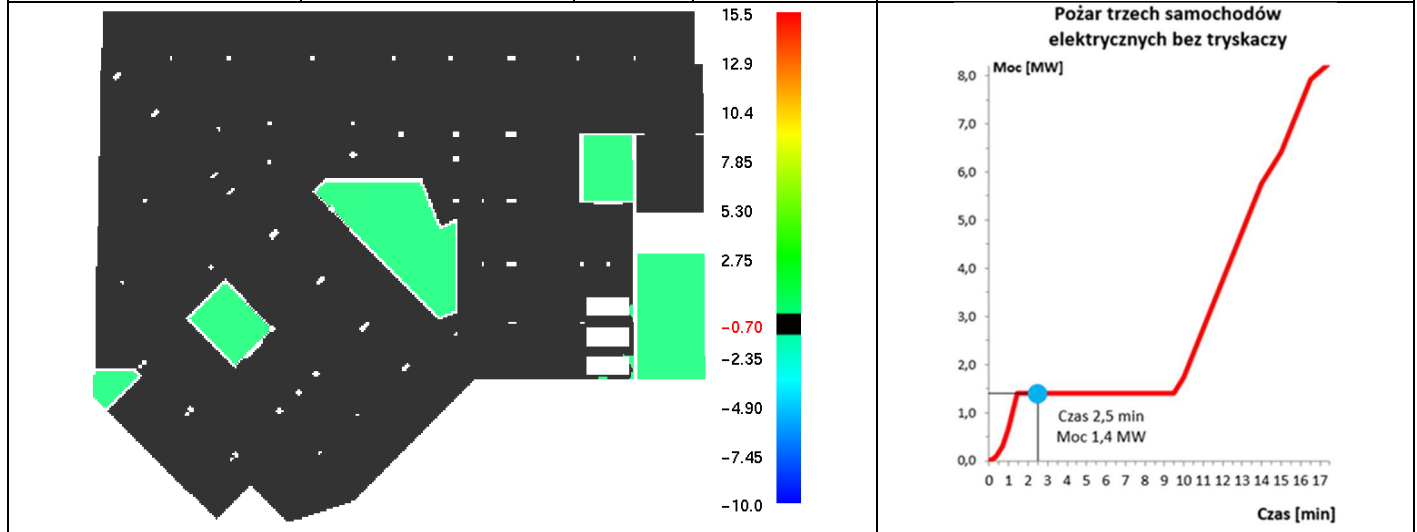
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Promieniowanie w [kW/m ²]	- [m]	1020[s]	17 [min]	8,1 [MW]



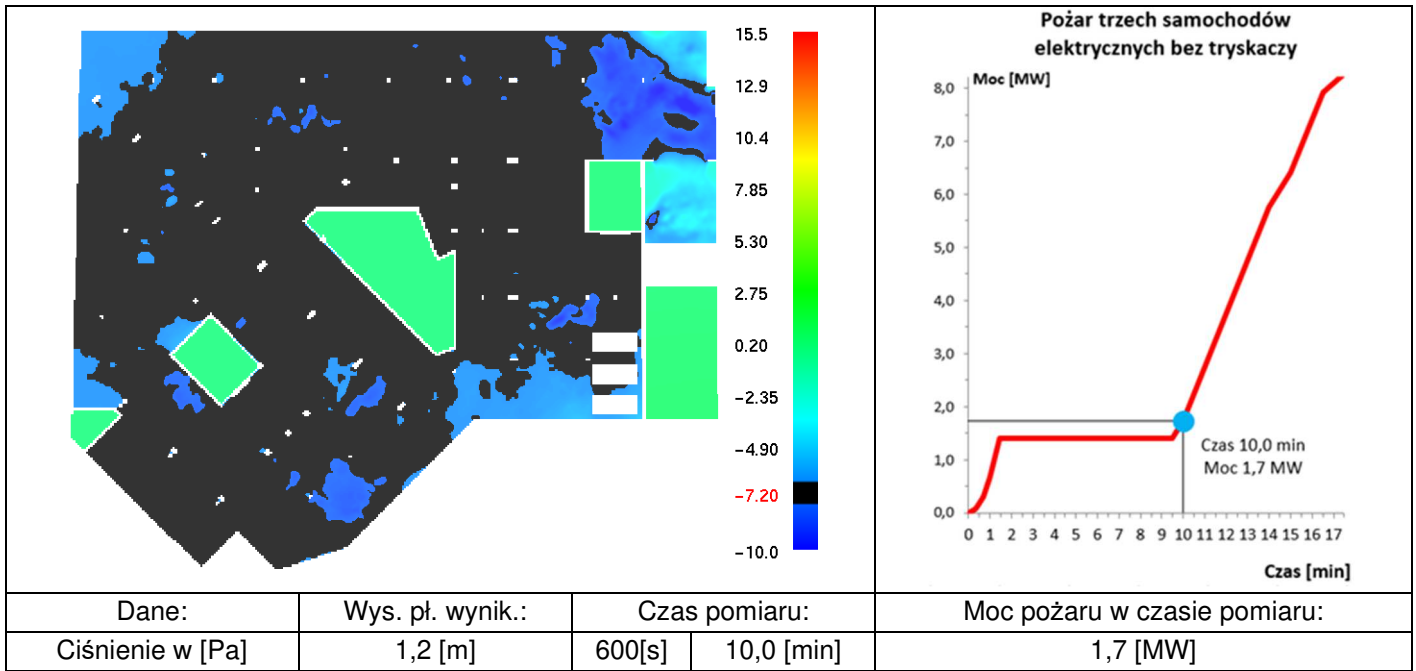
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Prędkość w [m/s]	1,2 [m]	150 [s]	2,5 [min]	1,4 [MW]



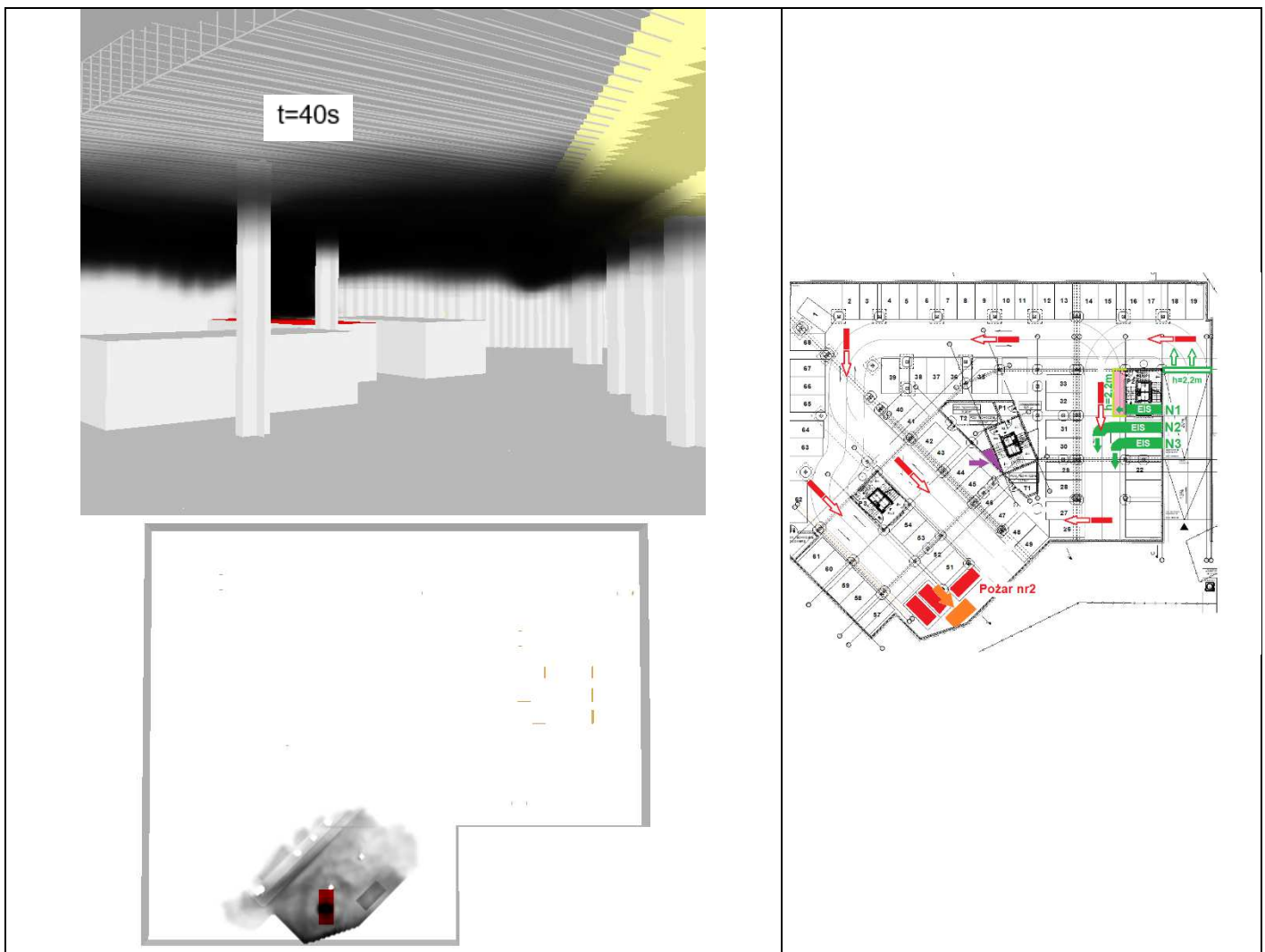
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Prędkość w [m/s]	1,2 [m]	600[s]	10,0 [min]	1,7 [MW]

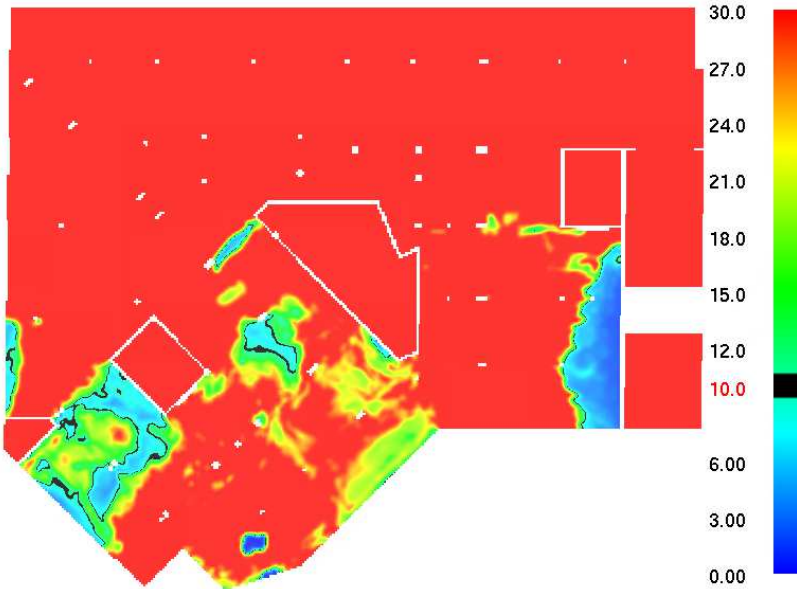


Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Ciśnienie w [Pa]	1,2 [m]	150[s]	2,5 [min]	1,4 [MW]

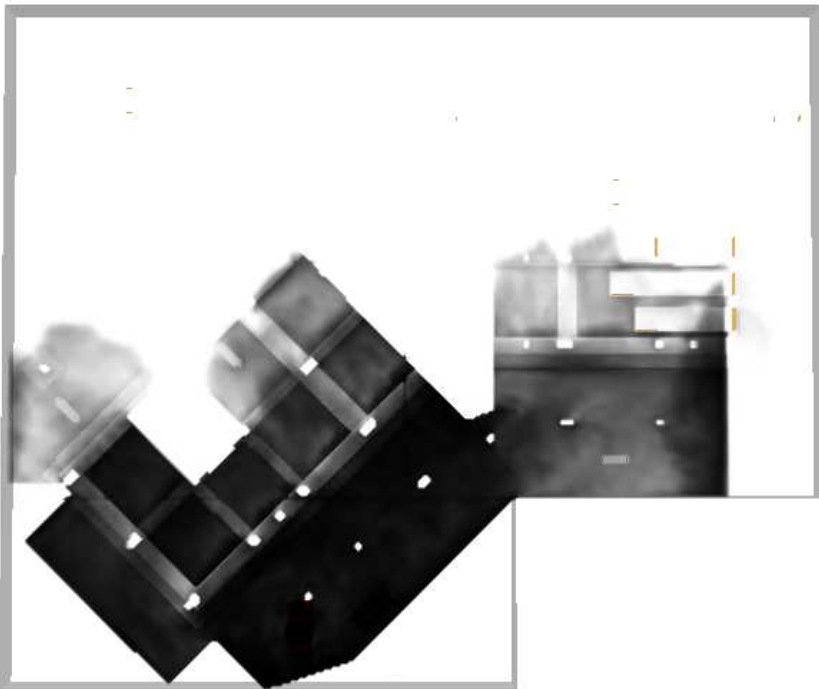
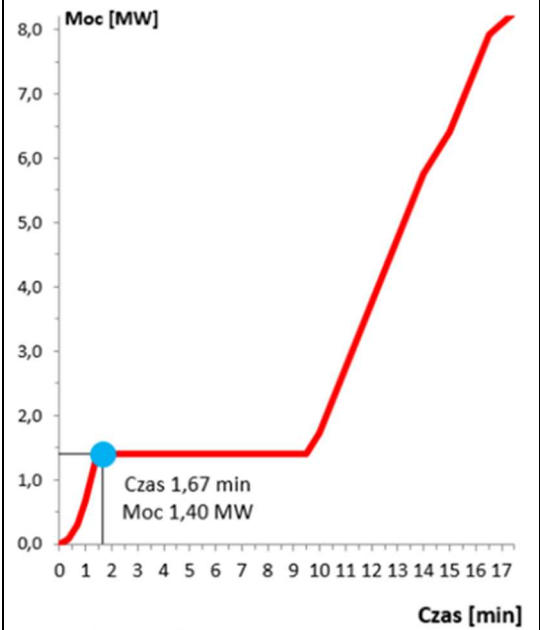


5.2. Slajdy: Pożar nr 1

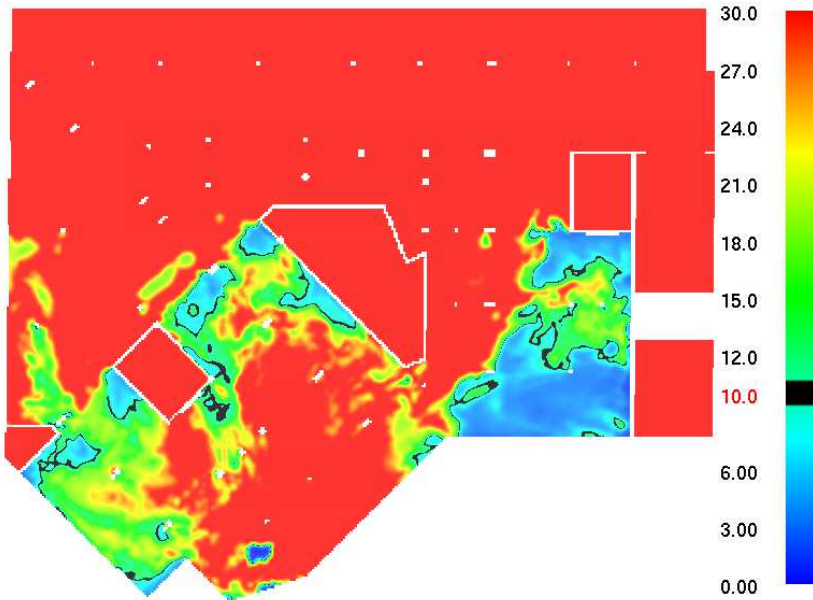




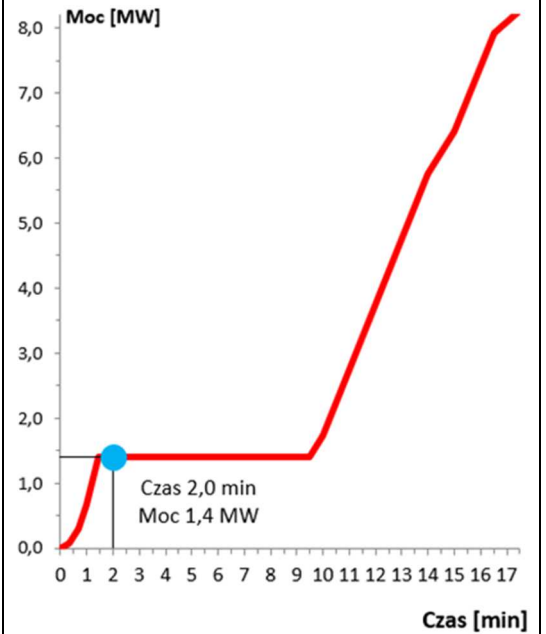
Pożar trzech samochodów elektrycznych bez tryskaczy



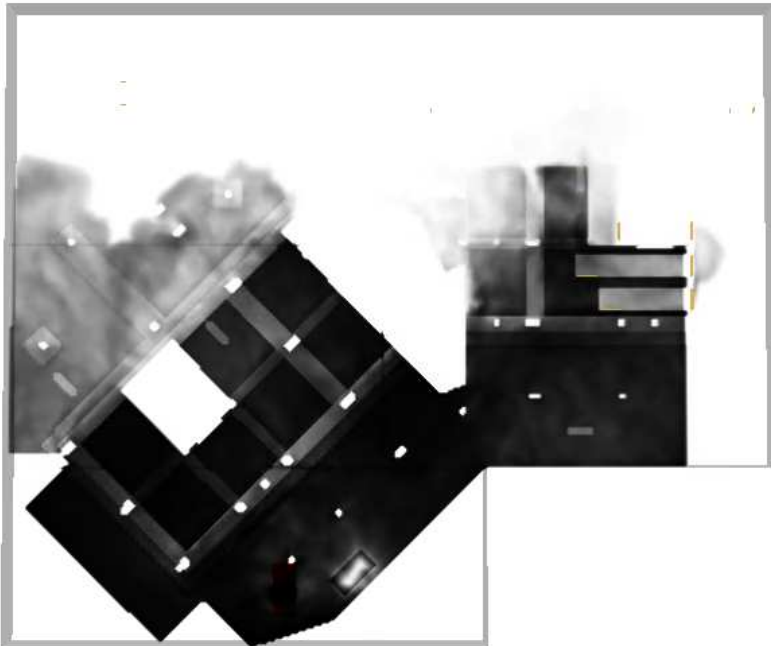
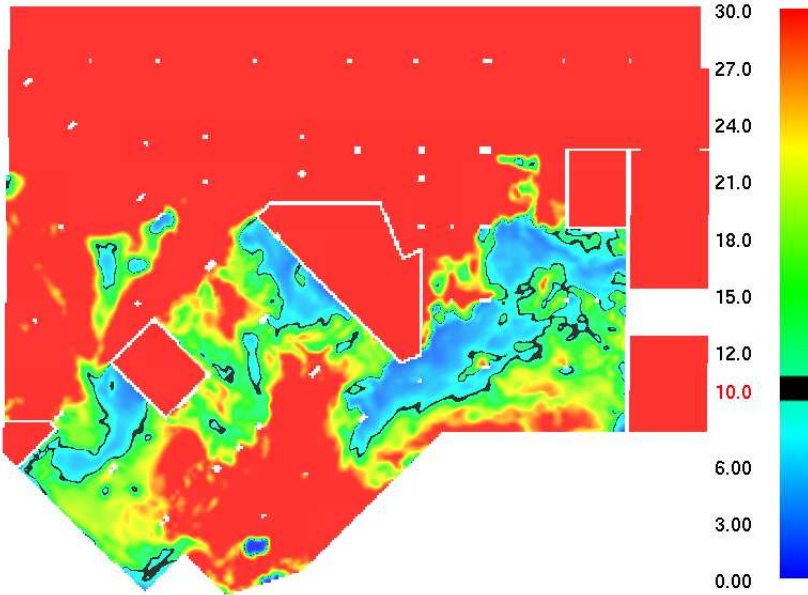
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	100[s]	1,7 [min]	1,4 [MW]



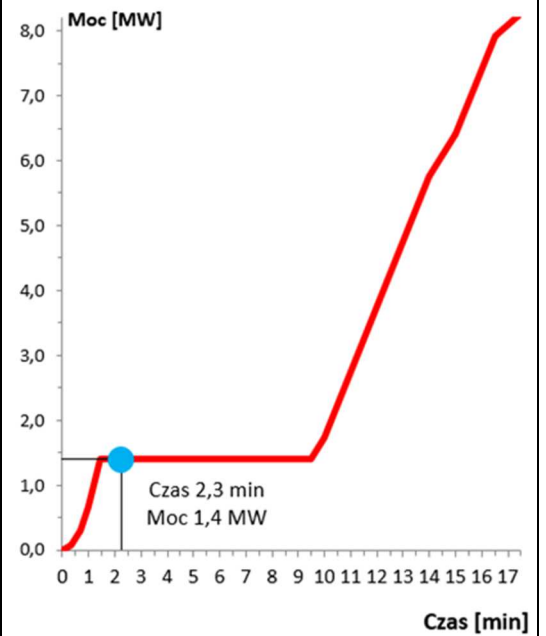
Pożar trzech samochodów elektrycznych bez tryskaczy



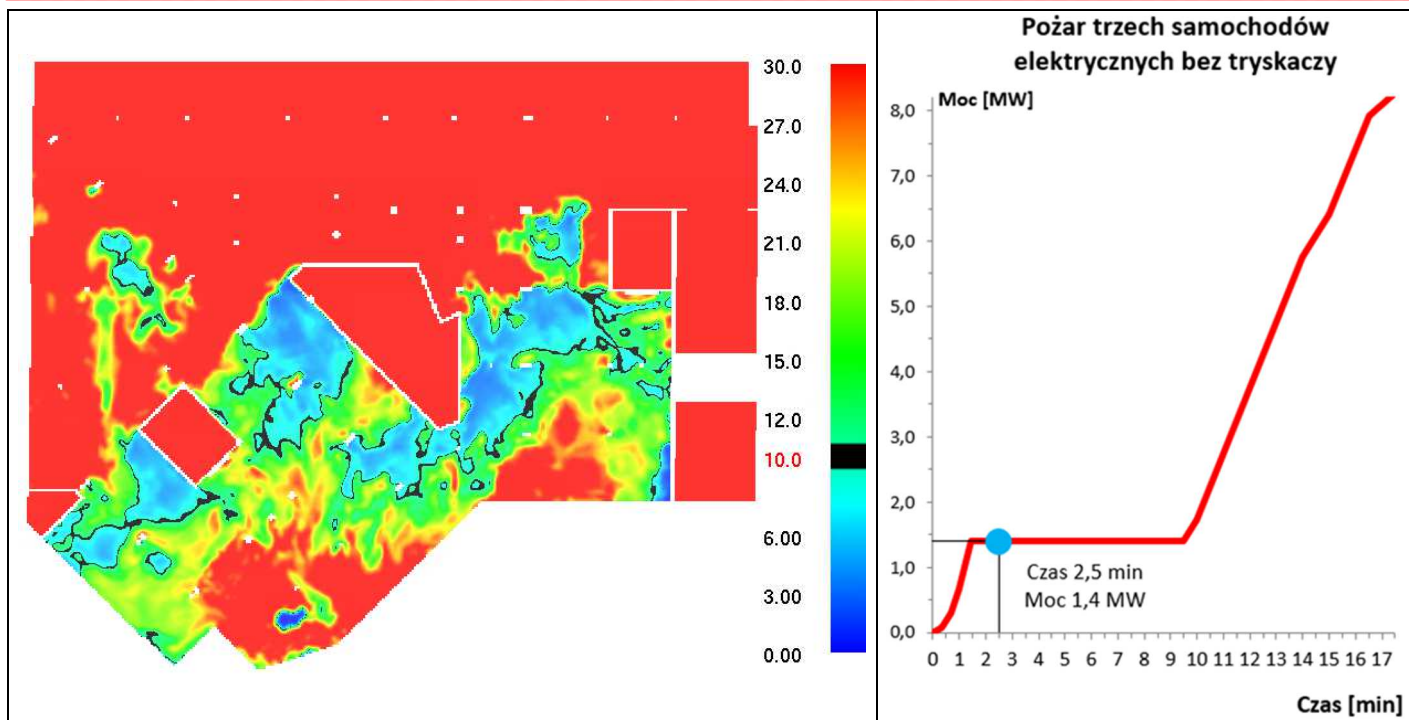
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	120[s]	2,0 [min]	1,4 [MW]



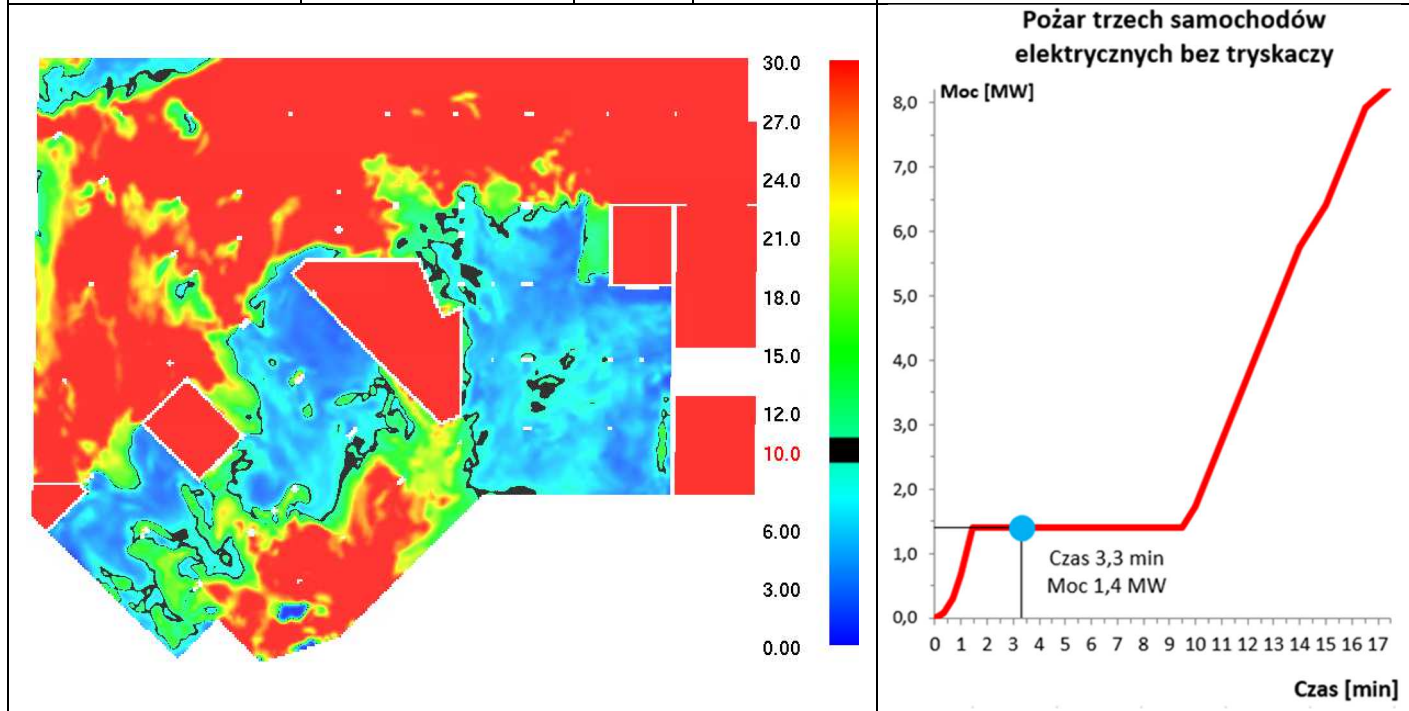
Pożar trzech samochodów elektrycznych bez tryskaczy



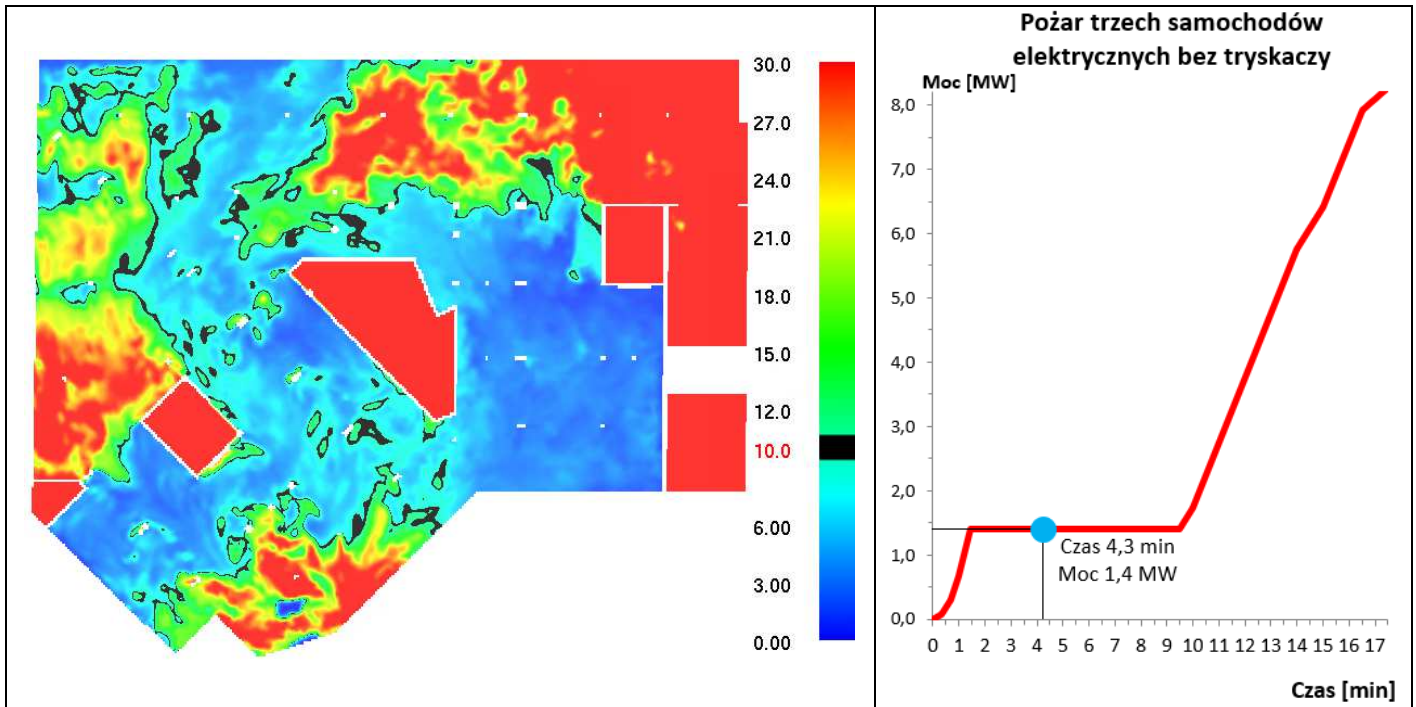
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	135[s]	2,3 [min]	1,4 [MW]



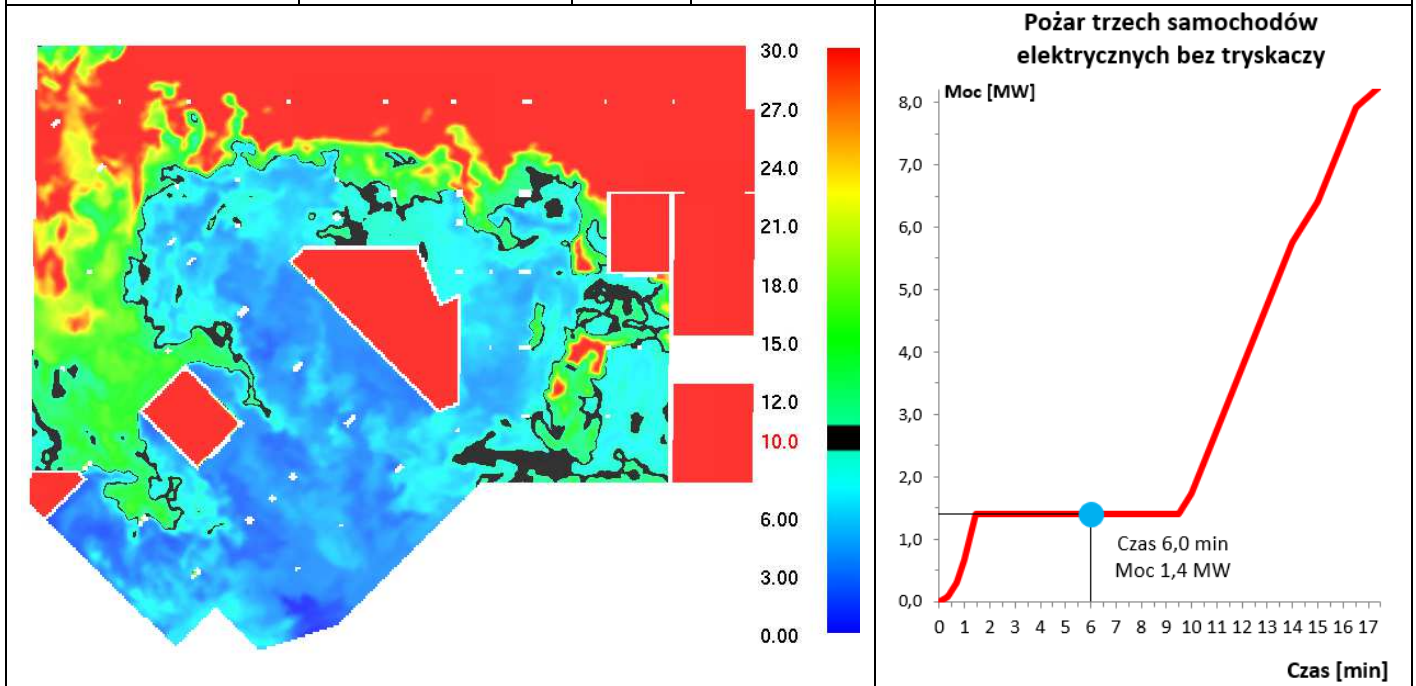
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	150[s]	2,5 [min]	1,4 [MW]



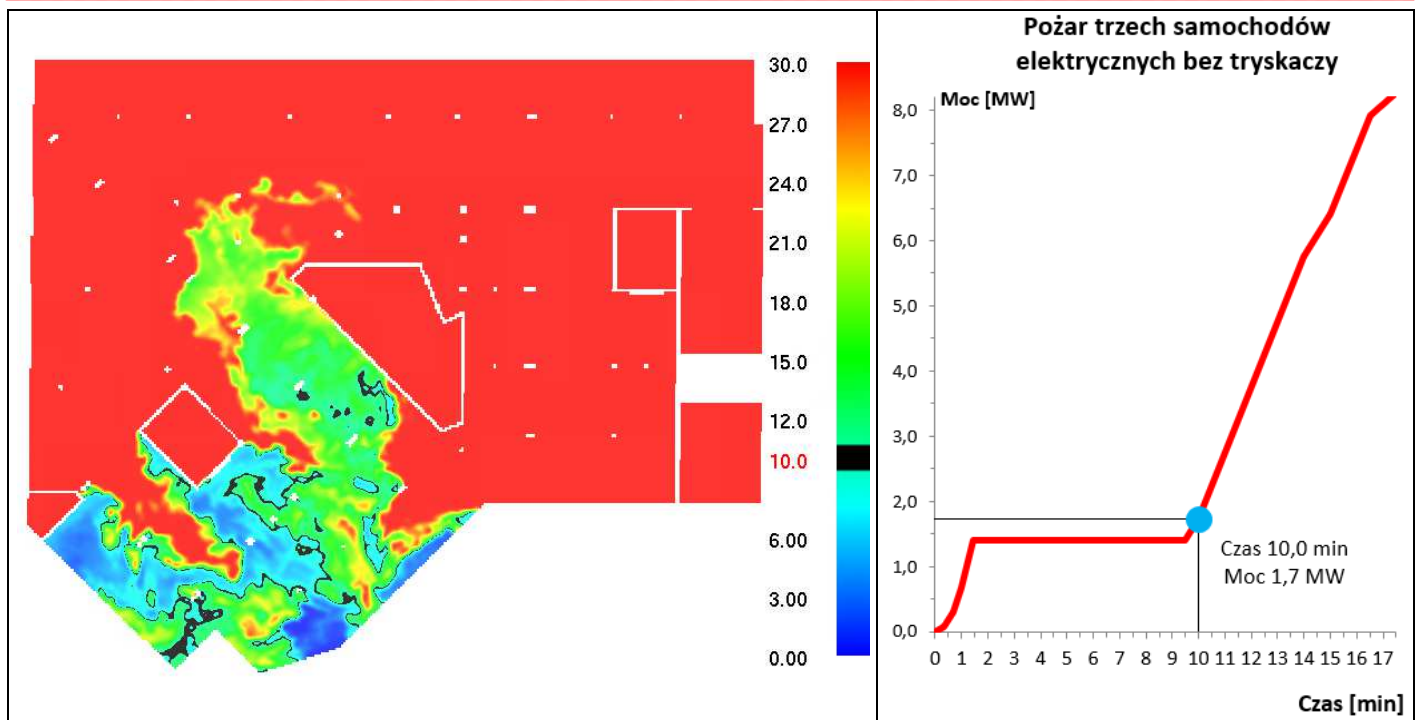
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	200[s]	3,3 [min]	1,4 [MW]



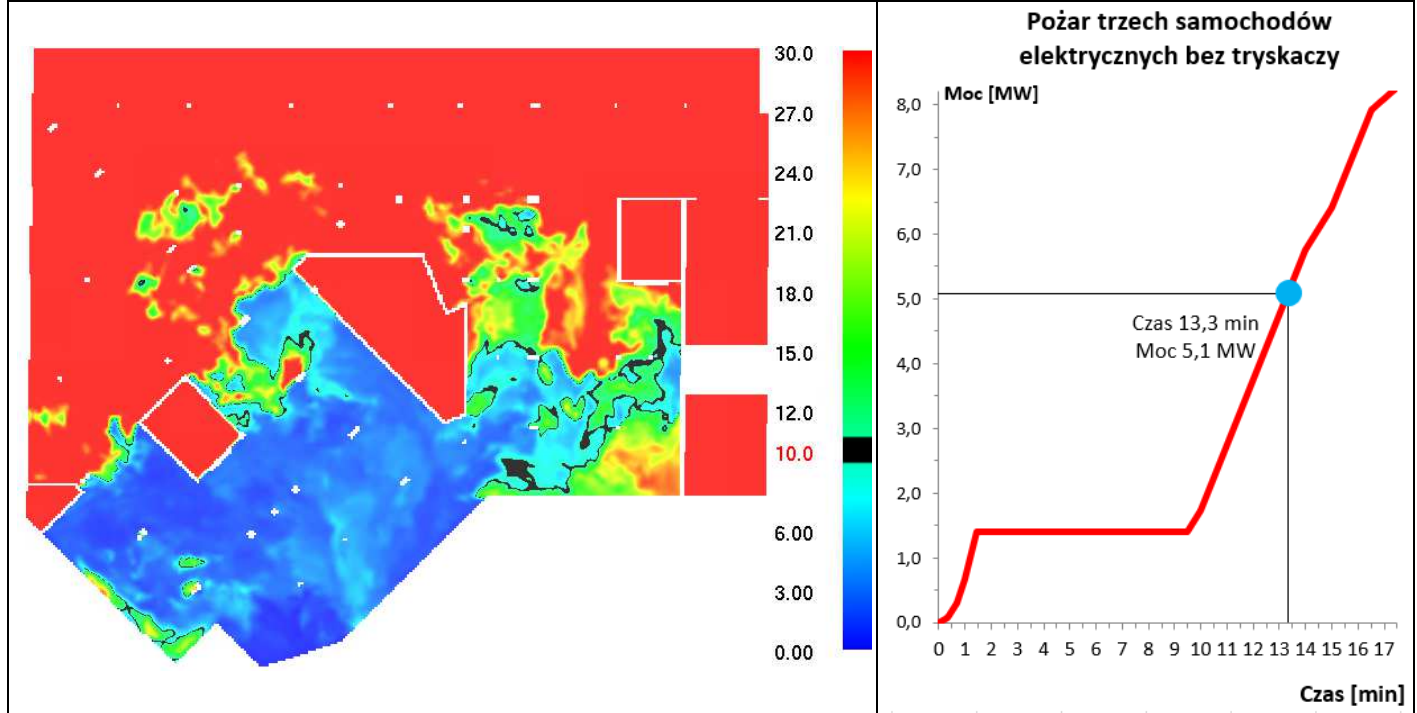
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	255[s]	4,3 [min]	1,4 [MW]



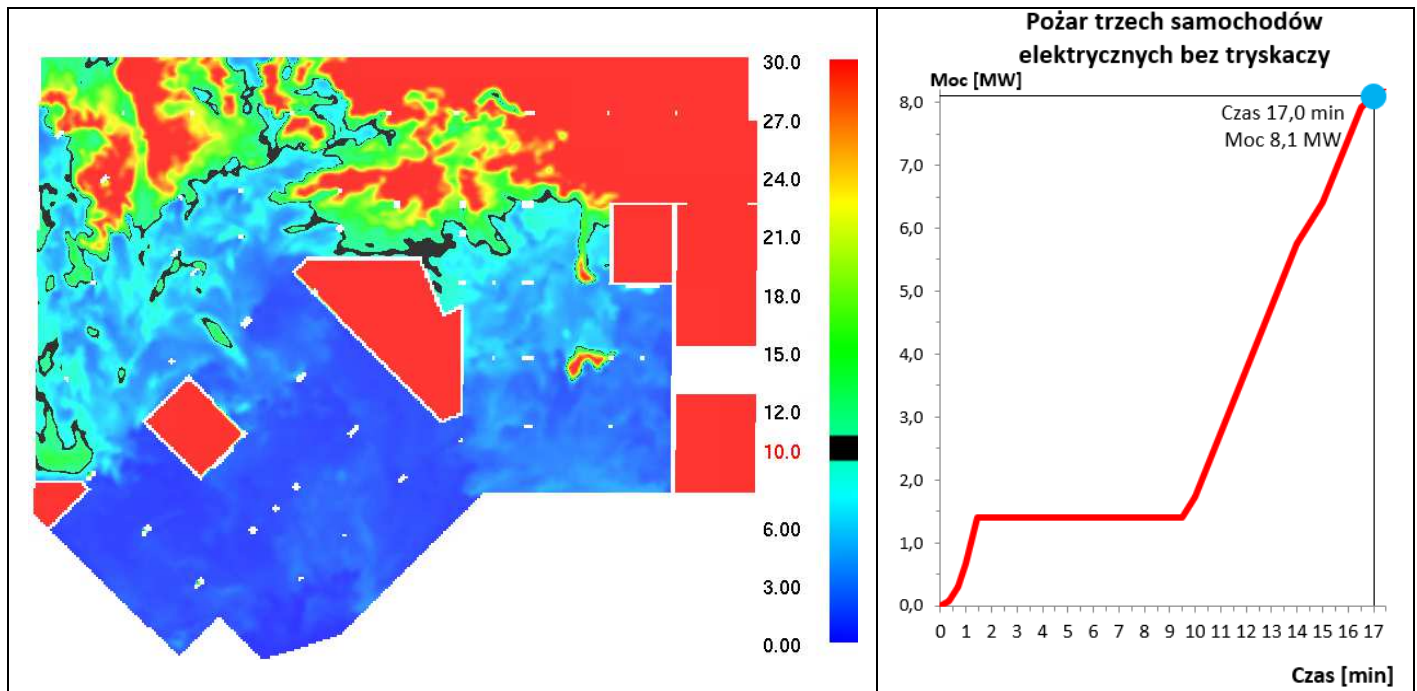
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	360[s]	6,0 [min]	1,4 [MW]



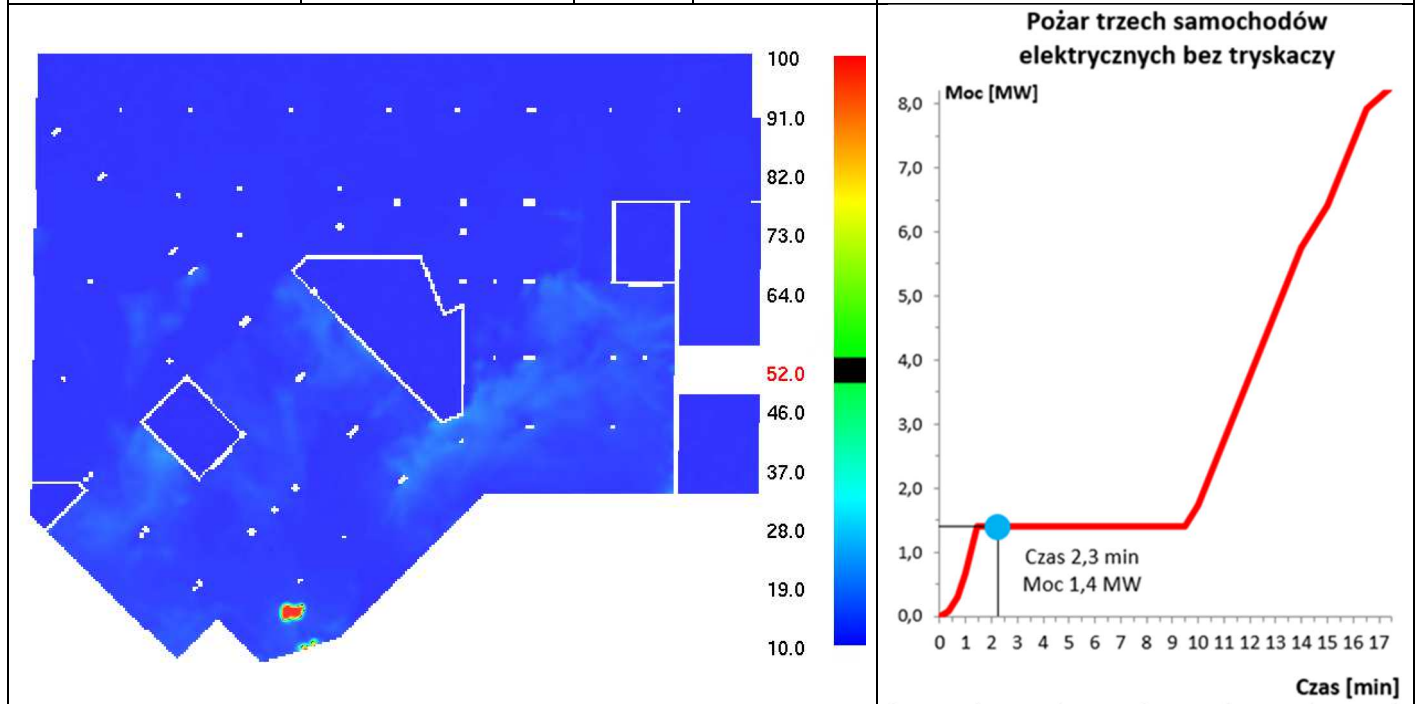
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	600[s]	10,0 [min]	1,7 [MW]



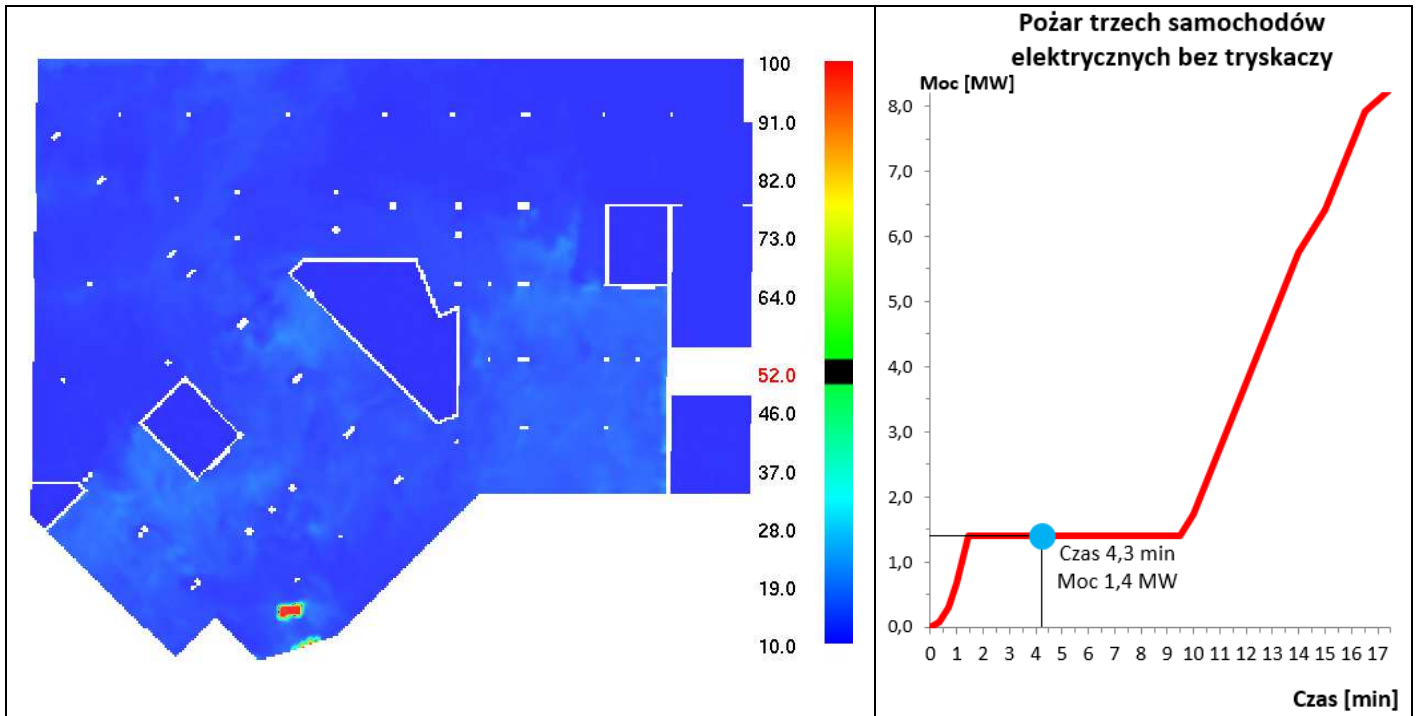
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	800[s]	13,3 [min]	5,1 [MW]



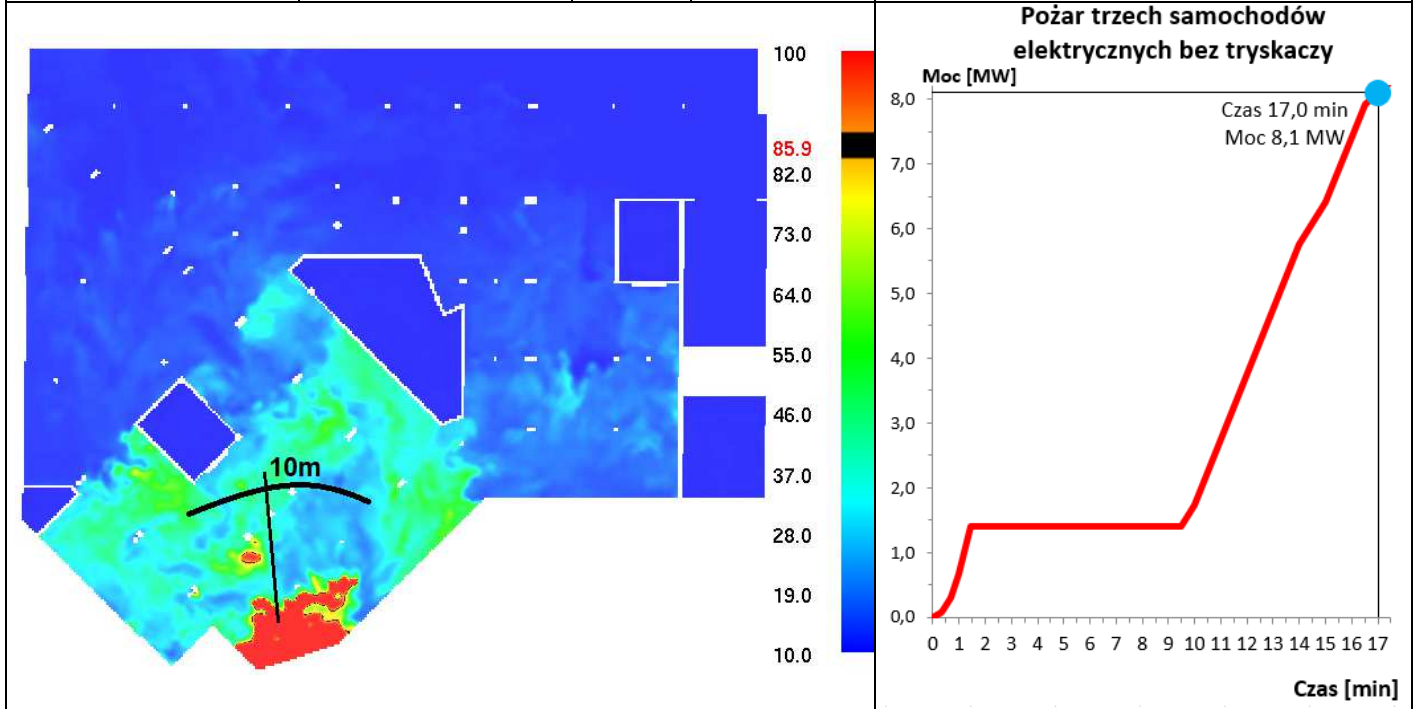
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Widoczność w [m]	1,8 [m]	1020[s]	17 [min]	8,1 [MW]



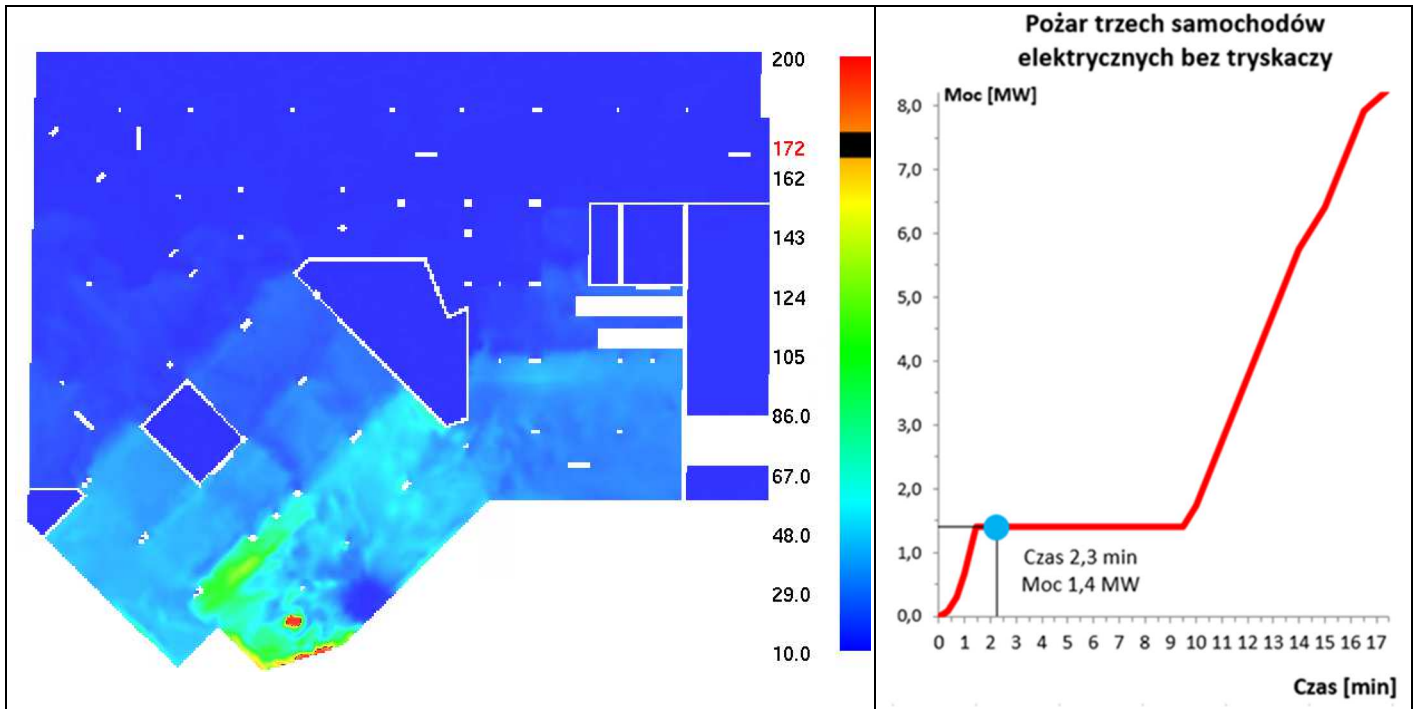
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Temperatura w [°C]	1,8 [m]	135[s]	2,3 [min]	1,4 [MW]



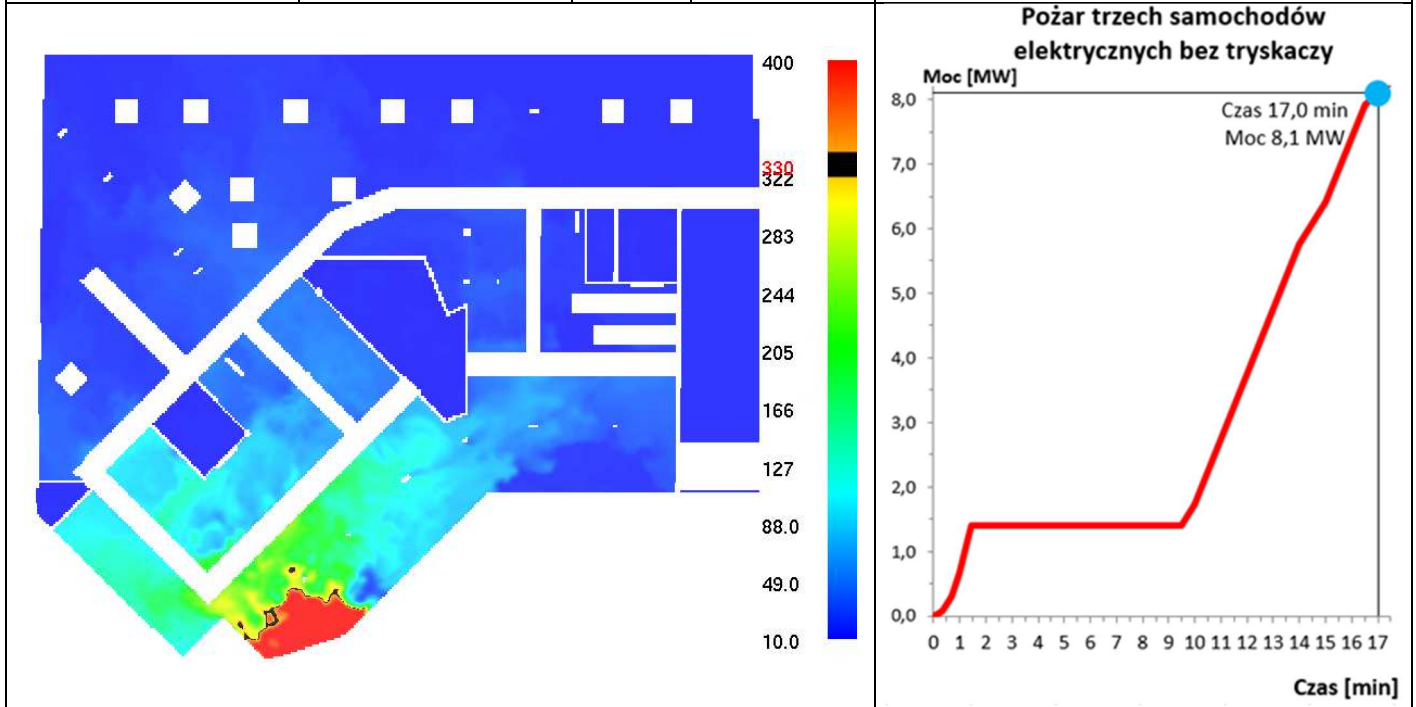
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Temperatura w [°C]	1,8 [m]	255[s]	4,3 [min]	1,4 [MW]



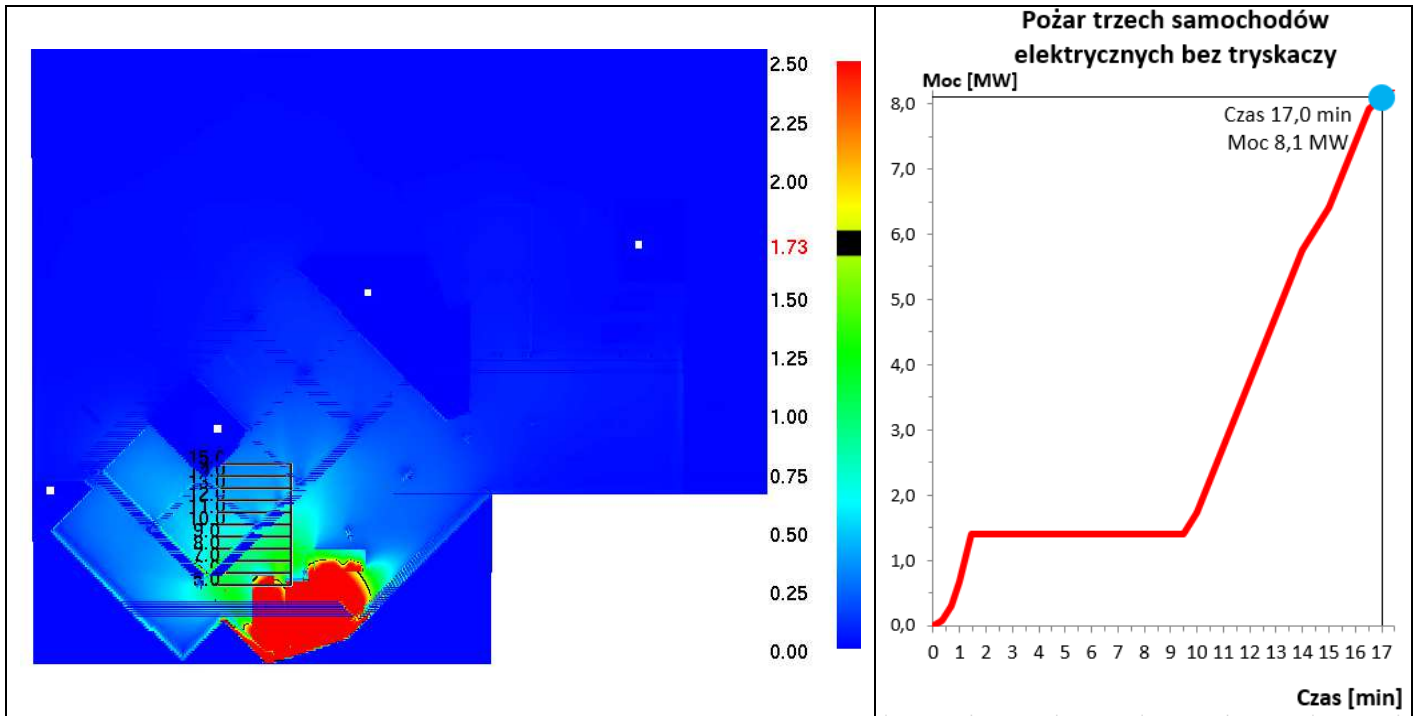
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Temperatura w [°C]	1,8 [m]	1020[s]	17 [min]	8,1 [MW]



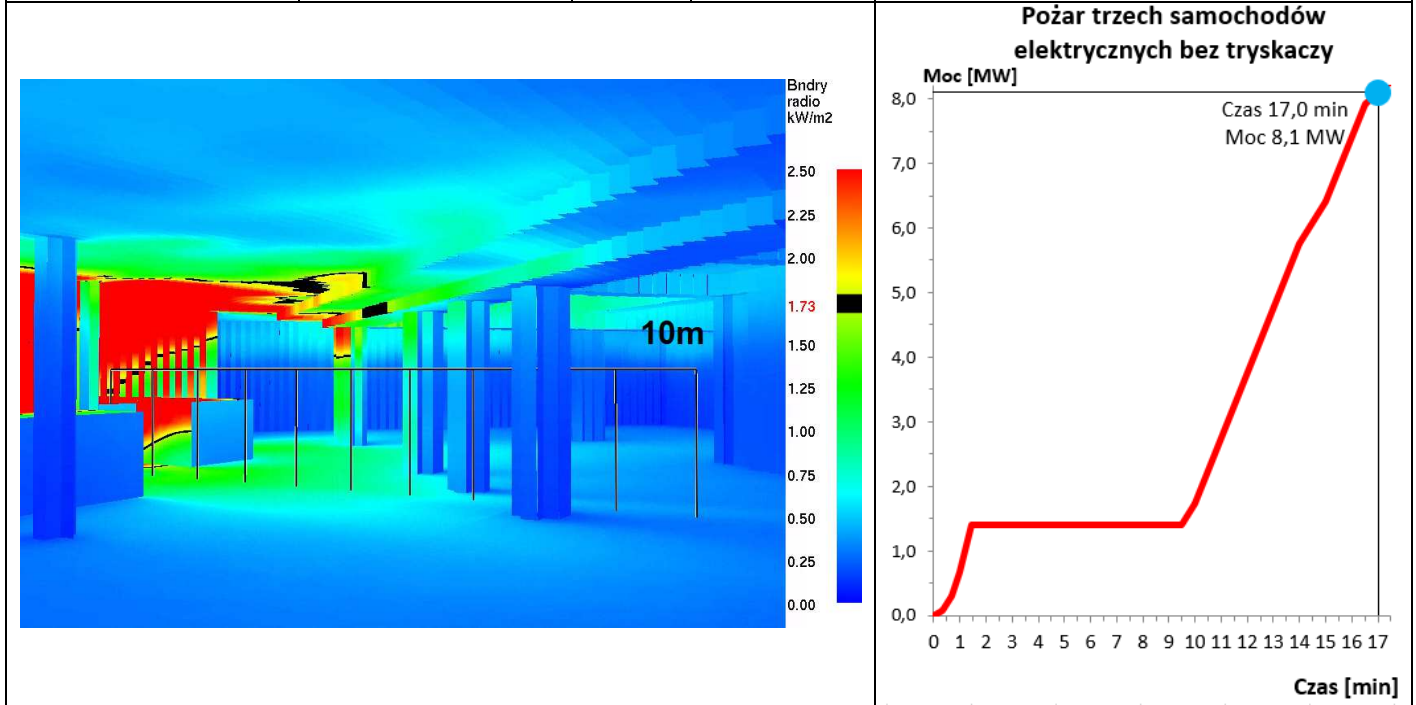
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Temperatura w [°C]	2,6 [m]	135[s]	2,3 [min]	1,4 [MW]



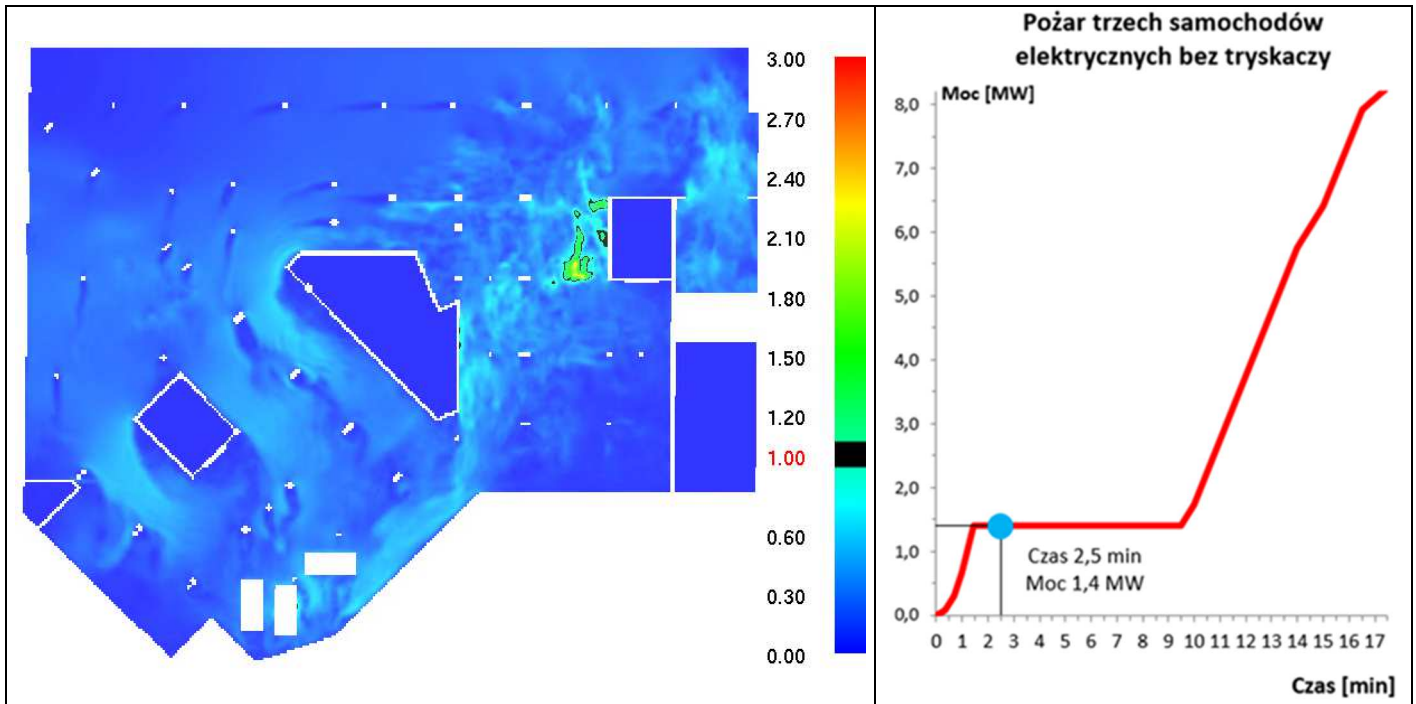
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Temperatura w [°C]	3,0 [m] (wierzch jefan-ów)	1020[s]	17,0 [min]	8,1 [MW]



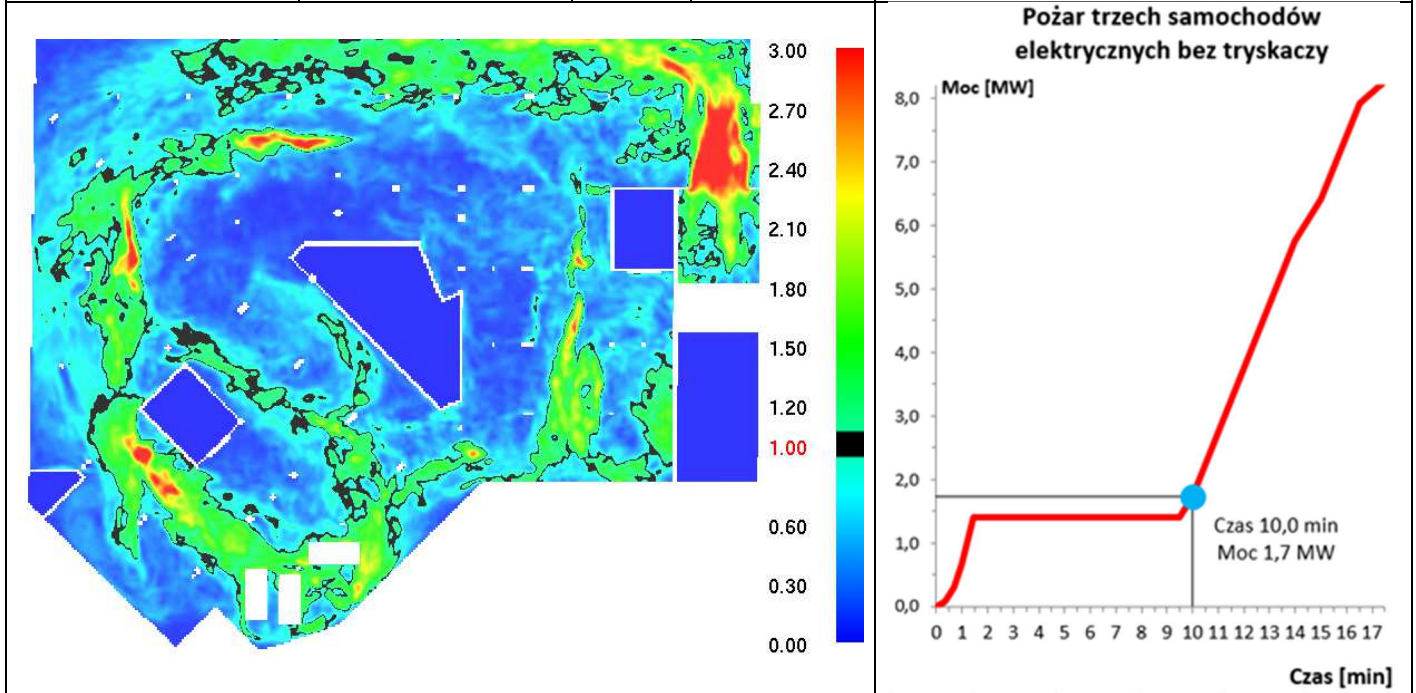
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Promieniowanie w [kW/m ²]	- [m]	1020[s]	17 [min]	8,1 [MW]



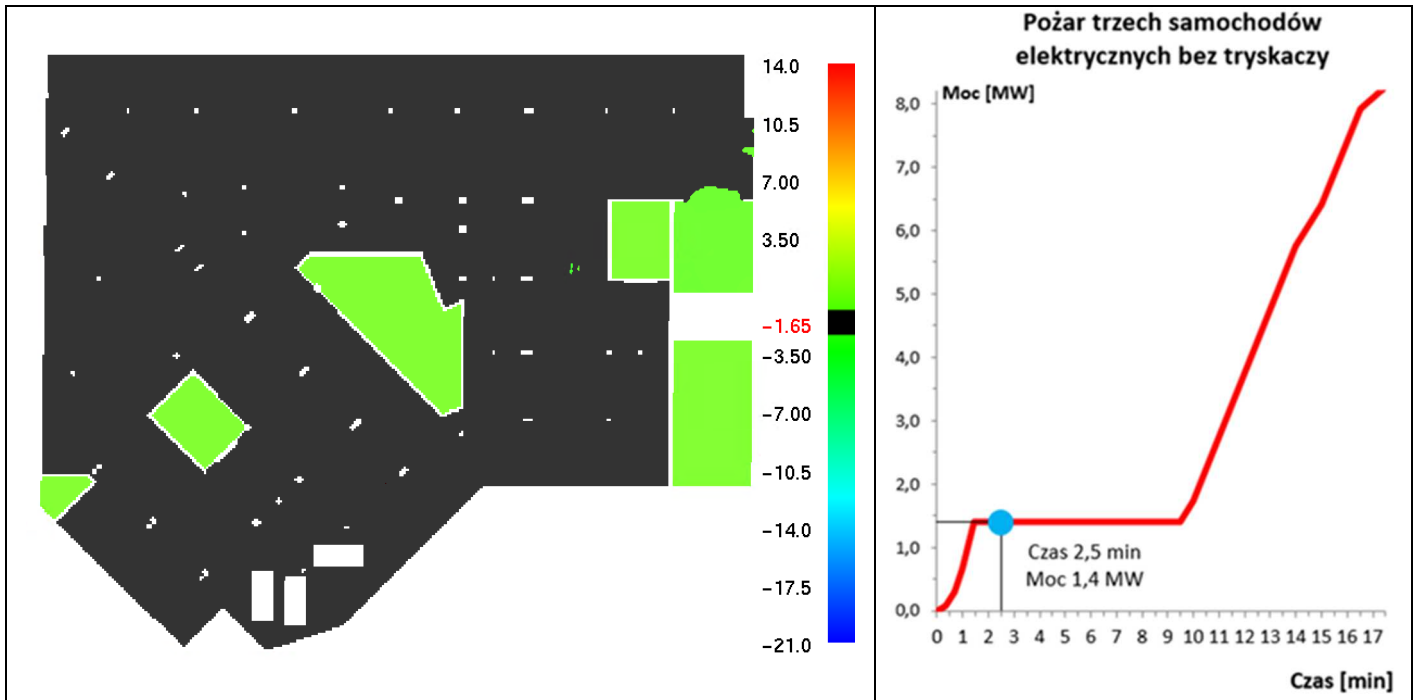
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Promieniowanie w [kW/m ²]	- [m]	1020[s]	17 [min]	8,1 [MW]



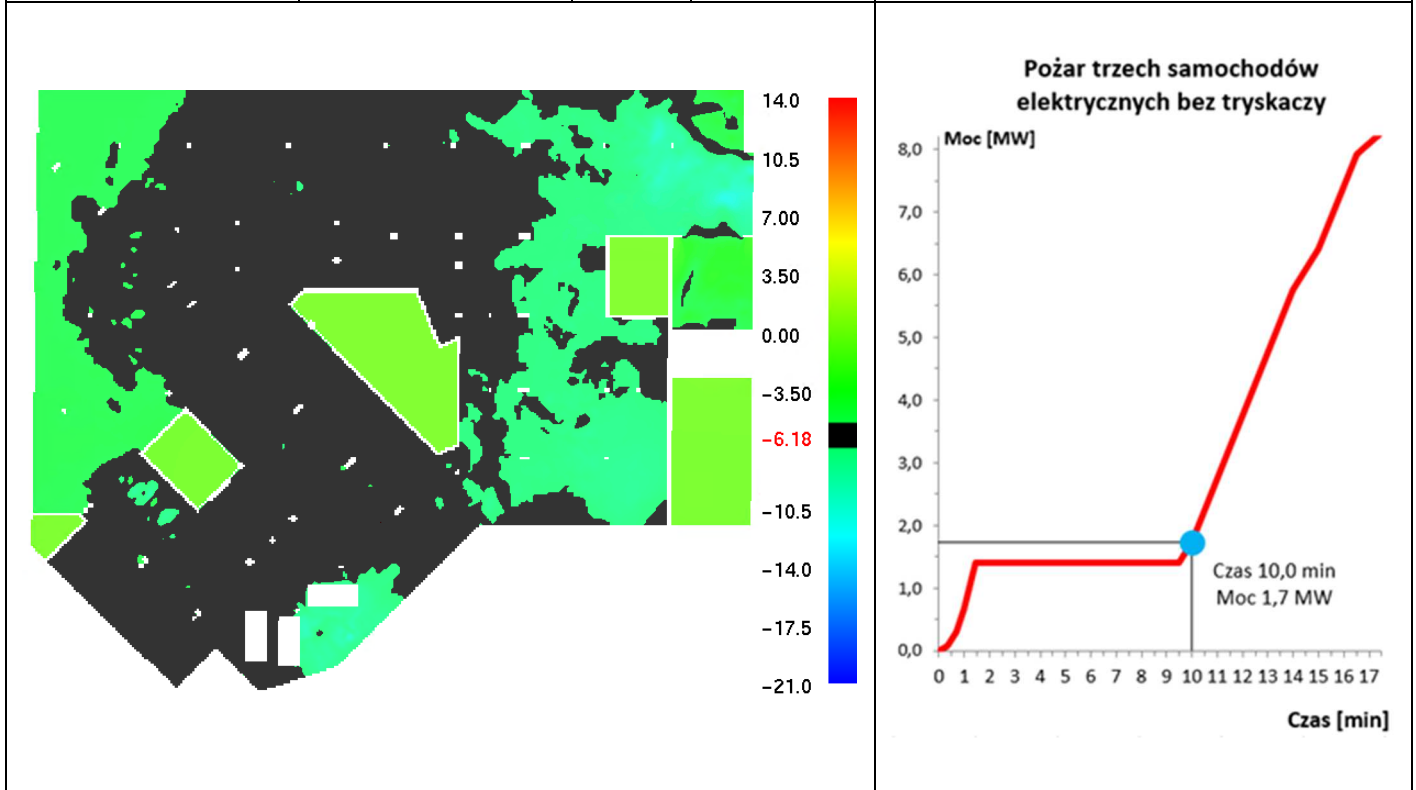
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Prędkość w [m/s]	1,2 [m]	150 [s]	2,5 [min]	1,4 [MW]



Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Prędkość w [m/s]	1,2 [m]	600[s]	10,0 [min]	1,7 [MW]



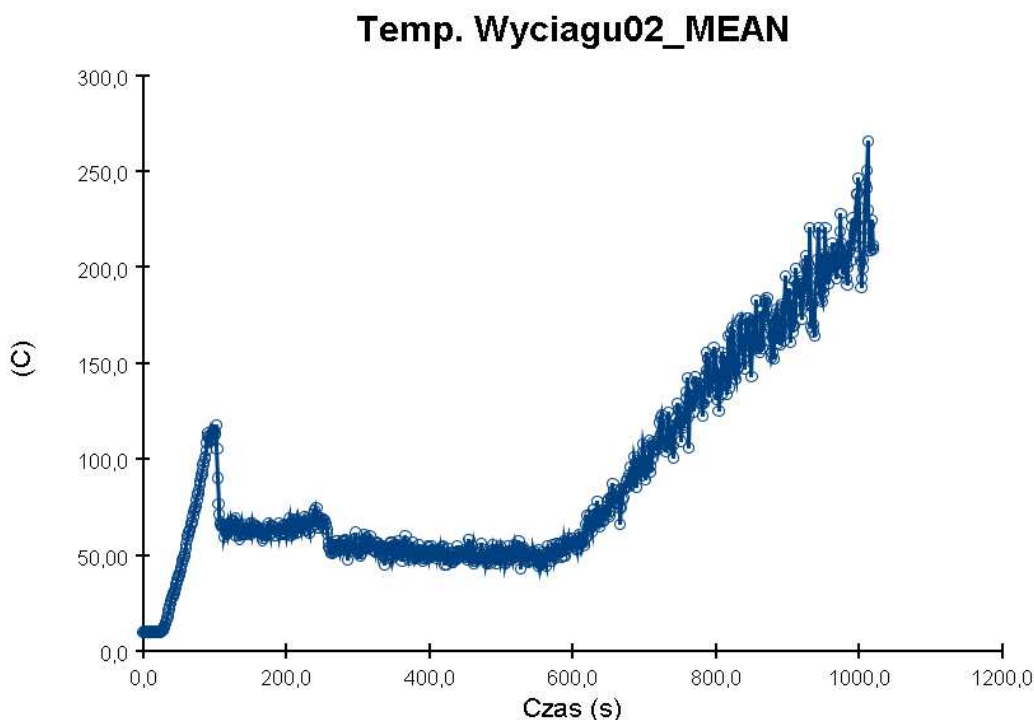
Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Ciśnienie w [Pa]	1,2 [m]	150[s]	2,5 [min]	1,4 [MW]



Dane:	Wys. pł. wynik.:	Czas pomiaru:		Moc pożaru w czasie pomiaru:
Ciśnienie w [Pa]	1,2 [m]	600[s]	10,0 [min]	1,7 [MW]

5.3. Temperatura na wyciągu

Na poniższym wykresie przedstawiono średni rozkład temperatury jaka zaistniała w pobliżu wlotu do szachtu dla pożaru nr 2 w garażu. Wykorzystano funkcję *Statystyki* wartość *MEAN*.



Rys. 8. Krzywa zmiany średniej temperatury w pobliżu wlotu do szachtu dla Pożaru nr 2.

W poniższej tabeli przedstawiono średnie temperatury jakie zaistniały w pobliżu wlotów do szachtów wyciągowych w końcowej fazie pożarów dla Scenariuszy nr 1 i 2. Wykorzystano funkcję *Statystyki* wartość *MEAN*.

Tab. 5. Zestawienie temperatur na wlotach do szachtów wyciągowych.

	Temperatura w pobliżu wlotu do szachtu wyciągowego Pożar nr 1 [°C]	Temperatura w pobliżu wlotu do szachtu wyciągowego Pożar nr 2 [°C]
Wlot do szachtu	60	190
Uwzględniając niepewność modelu (przyjmując tę wartość uzyskujemy prawdopodobieństwo nie przekroczenia otrzymanej wartości większe niż 95%)	73	235

Średnia temperatura w pobliżu wlotu do szachtu wyciągowego w końcowej fazie rozpatrywanego pożaru wynosi 190°C, a po uwzględnieniu niepewności modelu temperatura ta nie powinna być większa niż 235°C (przyjmując te wyniki uzyskujemy prawdopodobieństwo nie przekroczenia otrzymanej wartości większe niż 95%).

Powyższy pożar może nie przedstawiać reprezentatywnego pożaru pod kątem oddziaływania na wentylatory główne wyciągowe. Dlatego należy posłużyć się zależnością pomiędzy mocą pożaru, a wydajnością wentylatorów wyciągowych (zaczepnięto z NEN 6098:2012 „Systemy kontroli dymu dla mechanicznie wentylowanych parkingów krytych”) w celu wykazania minimalnej wydajności wyciągu aby nie przekroczyć danej klasy ogniowej wentylatorów:

$$V = \frac{Q * T}{353 * C_p * DT}$$

gdzie:

V – wydajność oddymiania [m³/h];

Q – szczytowa konwekcyjna moc pożaru 5,6 [MW]

T – temperatura dymu [K]

DT – przyrost temperatury [°C]

C_p – ciepło właściwe 1000 [J/kgK]

$$V = \frac{5,6 * 10^6 * 683}{353 * 1000 * 400} * 3600 \approx 98\,000 \left[\frac{m^3}{h} \right]$$

Przyjmując powyższe dane w tym nie przekroczenia temperatury 400°C jak dla klasy ogniowej F400, minimalna wydajność oddymiania powinna wynosić 98 000 [m³/h], co zostało spełnione. Ważnym aspektem jest aby wentylatory główne wyciągowe nie były wystawione na bezpośrednie oddziaływanie pożaru (przy kolumnie konwekcyjnej), co w przedmiotowym garażu również zastało zapewnione.

6. Wnioski i dyspozycje

Zaprojektowana instalacja oddymiająca jest poprawna gdyż w czasie poddanym analizie na chronionych przejściach i drogach ewakuacyjnych na czas ewakuacji nie wystąpiło zadymienie lub temperatura uniemożliwiająca bezpieczną ewakuację oprócz miejsc blisko pożaru.

Zachowano również wymagania odnośnie bezpieczeństwa ekip ratowniczych, tj. nie przekroczenie granicznej temperatury i promieniowania.

Do poprawnego działania systemu oddymiania wentylatory główne oddymiające oraz wentylatory strumieniowe należy zastosować o klasie ogniowej min. F400.

Należy dążyć do jak najbliższego odwzorowania przyjętych założeń niniejszej analizy. Wszelkie znaczące odstępstwa od założeń tej analizy powinny być skonsultowane.

7. Literatura

- [1] Rozdział zaczerpnięty z B. Mizieliński, J. Wolanin, Kondygnacyjny System Oddymiania Budynków, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2006, s. 116,
- [2] Redakcja Piotr Guzowski, Dariusz Wróblewski, Daniel Małozieć „Czerwona Księga Pożarów”, Józefów 2014
- [3] M. H. Salley, A. Lindeman, "Verification and Validation of Selected Fire Models for Nuclear Power Plant Applications" NUREG-1824 Supplement 1 FINAL REPORT November 2016; U.S. Nuclear Regulatory Commission Office of Nuclear Regulatory Research (RES) Washington, D.C. 20555-0001; Electric Power Research Institute (EPRI) 3420 Hillview Avenue Palo Alto, CA 94304-1338;
- [5] mł.bryg. dr inż. Rafał Porowski „Rola i znaczenie scenariuszy rozwoju zdarzeń w ochronie przeciwpożarowej” Poznań, 11.03.2015 (prezentacja);
- [6] „Comparison of the fire consequences of an electricvehicle and an internal combustion engine vehicle” Amandine Lecocq, Marie Bertana, Benjamin Truchot, Guy Marlair; wrzesień 2012, Chicago,
- NEN 6098:2012 Smoke control systems for powered smoke exhaust ventilators in car parks;
- BS 7346-4:2013 – Components for smoke and heat control systems. Functional recommendations and calculation methods for smoke and heat exhaust ventilation systems, employing steady-state design fires. Code of practice,
- BS 7346-7:2013 – Components for smoke and heat control systems. Code of practice on functional recommendations and calculation methods for smoke and heat control systems for covered car parks,
- PD-7974-6: 2004 The application of fire safety engineering principles to fire safety design of buildings. Human factors. Life safety strategies. Occupant evacuation, behaviour and condition (Sub-system 6),
- NFPA 92, Systemy ochrony przed zadymieniem, Edycja 2012,
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury w sprawie warunków technicznych, jakim powinny odpowiadać budynki i ich usytuowanie, (Dz. U. Nr 75, poz. 690 z 2002 r.) wraz ze zmianami.
- KOMENDA GŁÓWNA PAŃSTWOWEJ STRAŻY POŻARNEJ Biuro Rozpoznawania Zagrożeń „PROCEDURY organizacyjno-techniczne w sprawie spełnienia wymagań w zakresie bezpieczeństwa pożarowego w inny sposób niż to określono w przepisach techniczno-budowlanych, w przypadkach wskazanych w tych przepisach, oraz stosowania rozwiązań zamiennych, zapewniających niepogorszenie warunków ochrony przeciwpożarowej, w przypadkach wskazanych w przepisach przeciwpożarowych.” Warszawa, październik 2008 r.
- Kevin McGrattan, Simo Hostikka "NIST Special Publication 1018-1 **Sixth Edition**, Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 1: Mathematical Model";
- Kevin McGrattan, Simo Hostikka "NIST Special Publication 1019 **Sixth Edition**, Fire Dynamics Simulator User's Guide";
- Kevin McGrattan, Simo Hostikka "NIST Special Publication 1018-3 **Sixth Edition**, Fire Dynamics Simulator Technical Reference Guide Volume 3: Validation"

8. Załącznik



MAŁOPOLSKA
OKRĘGOWA
IZBA
INŻYNIERÓW
BUDOWNICTWA

Kraków, dnia 26 czerwca 2012 r.

MAP OIIB/KK/0054-0289/12

DECYZJA

Na podstawie art.24 ust. 1 pkt 2 ustawy z dnia 15 grudnia 2000 r. o samorządach zawodowych architektów, inżynierów budownictwa oraz urbanistów (*Dz. U. z 2001 r. Nr 5 poz. 42, z późn. zm.*), art. 12 ust. 1 pkt 1 i 5, art. 12 ust. 3, art. 13 ust. 1 pkt 1 oraz art. 13 ust. 4, art. 14 ust. 1 pkt 4 ustawy z dnia 7 lipca 1994 r. Prawo budowlane (*tekst jednolity: Dz. U. z 2010 r. Nr 243 poz. 1623 z późn. zm.*), § 11 ust. 1 pkt 1, § 15 i § 23 ust. 1 rozporządzenia Ministra Transportu i Budownictwa z dnia 28 kwietnia 2006 r. w sprawie samodzielnych funkcji technicznych w budownictwie (*Dz. U. z 2006 r. Nr 83 poz. 578 z późn. zm.*) oraz art. 104 ustawy z dnia 14 czerwca 1960 r. Kodeks postępowania administracyjnego (*tekst jednolity: Dz. U. z 2000 r. Nr 98, poz. 1071 z późn. zm.*).

Małopolska Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna stwierdza, że

Pan mgr inż. **Damian Marcin Masłoń**
urodzony dnia 15.10.1982r. w Dąbrowie Tarnowskiej
uzyskał

UPRAWNIENIA BUDOWLANE

numer ewidencyjny MAP/0233/POOS/12

do projektowania bez ograniczeń
w specjalności instalacyjnej w zakresie sieci, instalacji i urządzeń
ciepłych, wentylacyjnych, gazowych, wodociągowych i kanalizacyjnych.

UZASADNIENIE

Okręgowa Komisja Kwalifikacyjna Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie na podstawie protokołów z postępowania kwalifikacyjnego oraz z przeprowadzonego egzaminu, stwierdziła, że Pan Damian Masłoń posiada wymagane prawem wykształcenie i praktykę zawodową konieczną do uzyskania uprawnień budowlanych w wyżej wymienionej specjalności i uzyskał pozytywny wynik egzaminu na uprawnienia budowlane. Szczegółowy zakres nadanych uprawnień budowlanych wskazano na odwołanie decyzji.

POUCZENIE

Od niniejszej decyzji służy odwołanie do Krajowej Komisji Kwalifikacyjnej Polskiej Izby Inżynierów Budownictwa w Warszawie, za pośrednictwem Małopolskiej Okręgowej Izby Inżynierów Budownictwa w Krakowie w terminie 14 dni od daty jej doręczenia.

Skład Orzekający
Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej:

1. Przewodniczący Okręgowej Komisji Kwalifikacyjnej
dr inż. Zygmunt Rawicki
2. Członek Składu Orzekającego
inż. Stanisław Chrobak
3. Członek Składu Orzekającego
mgr inż. Maria Duma

.....
.....
.....

