

dr inż. Rafał Porowski

Pracownia Usług Inżynierskich

S A F E C O N

biuro@safecon.pl

Scenariusze rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru w obiektach budowlanych

Formalne określenie „scenariusza rozwoju zdarzeń w czasie pożaru” wprowadzono do rozporządzenia MSWiA z dnia 16 czerwca 2003r. w sprawie uzgadniania projektu budowlanego pod względem ochrony przeciwpożarowej (Dz. U. Nr 121, poz. 1137 z późn. zm.). W jednym z 14 wymienionych danych niezbędnych w projekcie budowlanym, określonych oraz przedstawionych przez projektanta, zapisano:

- „11) dobór urządzeń przeciwpożarowych w obiekcie budowlanym, dostosowany do wymagań wynikających z przepisów ochrony przeciwpożarowej oraz przyjętego scenariusza rozwoju zdarzeń w czasie pożaru, a w szczególności stałych urządzeń gaśniczych, systemu sygnalizacji pożarowej, dźwiękowego systemu ostrzegawczego, instalacji wodociągowej przeciwpożarowej, urządzeń oddymiających, a także dźwigów przystosowanych do potrzeb ekip ratowniczych”.

Niestety nie określono jednak ani zakresu i treści, ani definicji tego scenariusza. Biorąc pod uwagę powyższe proponujemy zatem następującą rolę scenariusza rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru:

- zapewnienie właściwego doboru urządzeń przeciwpożarowych,
- możliwość bezpiecznej ewakuacji ludzi m.in. poprzez sterowanie urządzeniami przeciwpożarowymi,
- dobór odpowiednich materiałów i wyrobów budowlanych,
- zapewnienie właściwego szkolenia personelu,
- planowanie operacyjne na potrzeby działań ratowniczo-gaśniczych,
- analiza potencjalnych skutków pożaru dla ludzi i konstrukcji budynku.

Planowany do przeanalizowania scenariusz uwzględniający rozwój pożaru w pomieszczeniu i/lub obiekcie budowlanym powinien charakteryzować się następującymi parametrami:

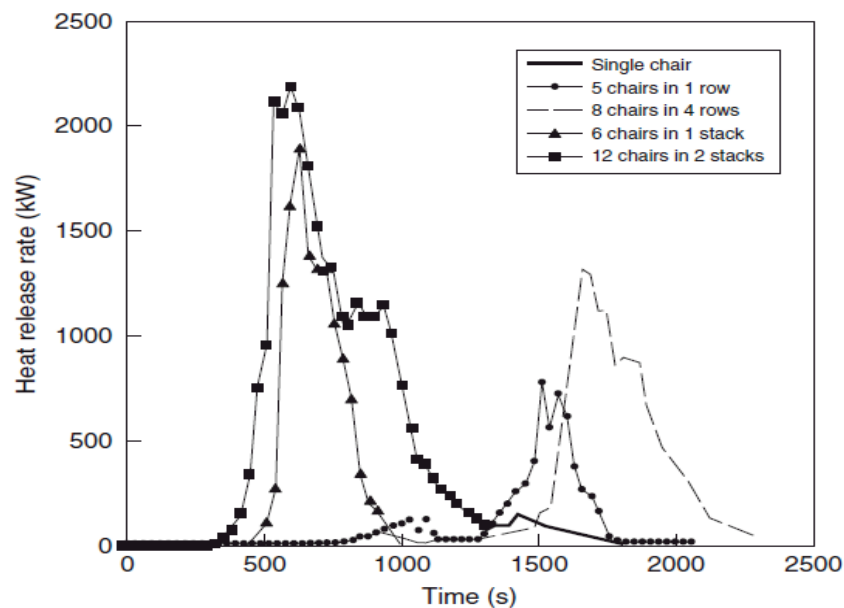
- moc pożaru,
- szybkość wydzielania się z pożaru toksycznych produktów spalania,
- szybkość wydzielania się dymu pożarowego,
- rozmiar pożaru,
- czas trwania pożaru,
- czas niezbędny do osiągnięcia kluczowych zdarzeń podczas scenariusza pożarowego (np. zjawiska flashover, czy backdraft).

Zasadniczym parametrem, na podstawie którego możemy odpowiedzieć na pytanie: „Jak duży jest pożar”? jest HRR – Heat Release Rate, co tłumaczymy jako szybkość wydzielania ciepła. Parametr HRR dla każdego palącego się przedmiotu mierzony jest eksperymentalnie w kW. HRR określa się jako szybkość, przy której reakcje spalania wydzielają ciepło. Bardzo często HRR mylnie definiuje się jako szybkość ubytku masy, mierzoną w kg/s. Nie jest to jednak to samo. Zależność HRR od szybkości ubytku masy przedstawia się następująco [1]:

$$HRR = \Delta h_c \dot{m}^*$$

Δh_c – ciepło spalania (MJ/kg),
 m^* - szybkość ubytku masy (kg/s).

Parametr HRR jest bardzo istotny podczas rozwoju pożarów, gdy dopływ powietrza wymaganego do podtrzymania procesów spalania jest dość duży, a charakterystyka pożarowa materiału palnego wpływa na szybkość spalania. Podczas tej fazy rozwoju pożaru wartość HRR rośnie w czasie. Dla wielu materiałów i wyrobów budowlanych wartość HRR jest mierzona w laboratoriach badawczych i ogólnie dostępna [2].



Rysunek 1. Wyniki badań doświadczalnych mocy pożaru podczas spalania różnych rodzajów krzeseł [1].

Jednym z kluczowych elementów w każdym scenariuszu rozwoju zdarzeń w obiektach budowlanych jest możliwość wystąpienia zjawiska flashover, czyli rozgorzenia. Flashover jest to jednoczesne zapalenie się wszystkich materiałów palnych w analizowanym pomieszczeniu. Warunki kryterialne stanowiące o początku rozgorzenia to [2]:

- średnia temperatura górnej warstwy gazów – 600°C ,
- strumień ciepła na poziomie podłogi – 20 kW/m^2 .

Projektowany scenariusz może zakładać pożar o tzw. stanie ustalonym, w którym wydzielana jest stała ilość ciepła, albo pożar, którego rozwój uzależniony jest od czasu. Scenariusze pożarowe w funkcji czasu są powszechnie stosowane do szacowania pewnych kluczowych zdarzeń w teorii rozwoju pożarów, takich jak zjawisko flashover, czas zadziałania systemu sygnalizacji pożarowej, utrata odporności ogniowej danego elementu konstrukcji, itp. Z kolei, założenie w scenariuszu ustalonego stanu pożaru pozwala na pozostawienie pewnego marginesu bezpieczeństwa w doborze urządzeń przeciwpożarowych, ze szczególnym uwzględnieniem systemów oddymiania. Charakterystyka scenariusza pożarowego ma ogromny wpływ na projektowanie urządzeń przeciwpożarowych w budynku, a tym samym na odpowiedni poziom bezpieczeństwa pożarowego. Należy zwrócić uwagę, że dla danego obiektu może okazać się konieczne poddanie analizie kilku scenariuszy pożarowych. Należy również zadbać o to, aby wspomniane scenariusze odnosiły się do warunków najbardziej niekorzystnych, jakie mogą wystąpić w danym obiekcie.

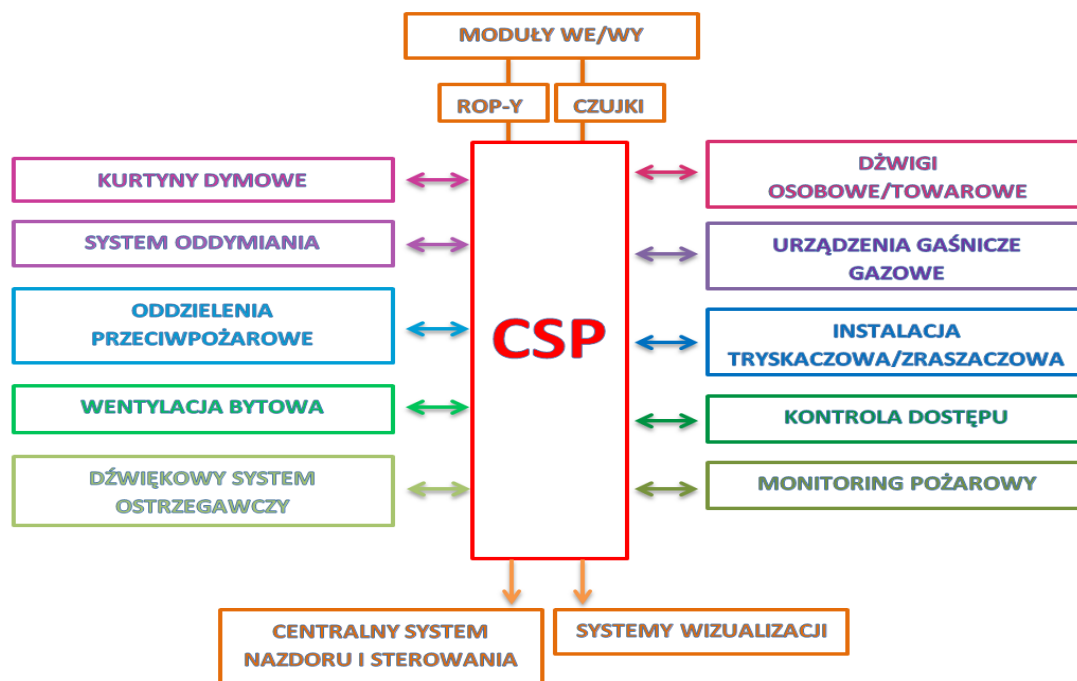
Projektowany scenariusz rozwoju zdarzeń w czasie pożaru powinien dążyć do zapewnienia warunków bezpiecznej ewakuacji ludzi oraz wydzielenia strefy objętej pożarem. Osiągnięcie bezpiecznej ewakuacji będzie zatem możliwe przede wszystkim poprzez zapewnienie odpowiedniego sterowania urządzeniami przeciwpożarowymi, jak również właściwego przeszkolenia personelu. Kryterium bezpiecznej ewakuacji uznaje się za spełnione jeżeli [2]:

$$DCBE > WCBE + \text{margines bezpieczeństwa}$$

Margines bezpieczeństwa powinien być oceniany indywidualnie dla danego obiektu, mając na uwadze liczbę użytkowników budynku, jego funkcję, uwarunkowania konstrukcyjne, wyposażenie (np. nagromadzenia materiałów palnych) oraz szacowane ryzyko dla życia. Aby jednak projektowany scenariusz rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru zapewniał możliwość bezpiecznej ewakuacji ludzi, należy spełnić określone warunki brzegowe odnoszące się do parametrów pożaru i rozprzestrzenienia dymu w obiekcie budowlanym, w tym m.in. [3, 7]:

- Temperatura gazów pożarowych (warstwy dymu) na wysokości powyżej 2 m od poziomu drogi ewakuacyjnej poniżej 200°C. Jeżeli obliczenia pożaru projektowego są oparte na obniżającej się warstwie górnej gorącego dymu w pomieszczeniu lub na drogach ewakuacyjnych przy minimalnie czystej przestrzeni do 2 m (modele strefowe i korelacje inżynierskie).
- Temperatura powietrza w przestrzeni drogi ewakuacyjnej do wysokości 1,8 m poniżej 60°C.
- Zasięg widzialności znaków ewakuacyjnych i elementów konstrukcyjnych budynku na wysokości 1,8 m od poziomu podłogi drogi ewakuacyjnej nie mniejszy niż 10 m.
- Gęstość strumienia promieniowania cieplnego na wysokości 1,8 m od poziomu posadzki nie większa niż 2,5 kW/m² w czasie niezbędnym na ewakuację.
- Przyjmuje się, że podczas spalania standardowych materiałów palnych toksyczność dymu nie jest parametrem krytycznym, jeżeli zachowana jest parametr widzialności powyżej 5 m.

Przystępując do tworzenia poszczególnych scenariuszy rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru należy gruntownie przeanalizować funkcje, sposób działania i możliwe skutki uboczne zadziałania urządzeń przeciwpożarowych. Nie bez znaczenia jest też dylemat stosowania systemu integrującego do sterowania urządzeniami bezpieczeństwa. Konieczne jest również przemyślenie możliwych reakcji użytkowników obiektu, które mogą mieć wpływ na uruchomienie alarmowania i proces ewakuacji. W systemach sygnalizacji pożarowej możliwe jest automatyczne, zależne od miejsca detekcji pożaru i zaprogramowanych zależności czasowo-zdarzeniowych, wysterowanie wind, zamknięcie drzwi i bram pożarowych, zamknięcie klap pożarowych w wentylacji bytowej, otwarcie klap nawiewnych oraz wyciągowych wentylacji oddymiającej, otwarcie klap wentylacji grawitacyjnej, otwarcie drzwi na drogach ewakuacyjnych, wysterowanie instalacji gaszenia, odcięcie dopływu gazu, zatrzymanie wentylacji i procesów przemysłowych oraz inne reakcje i sterowania, wykonywane zgodnie ze scenariuszem pożarowym dla obiektu [5].



Rysunek 2. Możliwe do sterowania urządzenia przeciwpożarowe i inne poprzez system sygnalizacji pożaru [5].

Ostatecznie należy pamiętać również o bardzo istotnym aspekcie znaczenia scenariusza rozwoju zdarzeń na wypadek pożaru dla bezpieczeństwa ekip ratowniczych. W tym zakresie konieczne jest, aby projektowany scenariusz uwzględniał zapewnienie w obiekcie spełnienia następujących parametrów krytycznych mogących wystąpić w czasie trwania pożaru [6]:

- temperatura powietrza w przewidywanym czasie podjęcia działań ratowniczo-gaśniczych na wysokości 1,75 m od poziomu posadzki w odległości do 15 m od źródła pożaru nie powinna przekraczać 120 °C
- widzialność wyjścia ewakuacyjnego – droga ucieczki.

Bibliografia

1. SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Society of Fire Protection Engineers, 2008.
2. PD 7974-1:2003, Application of fire safety engineering principles to the design of buildings – Part 1: Initiation and development of fire within the enclosure of origin, British Standards.
3. PD 7974-2:2003, Application of fire safety engineering principles to the design of buildings – Part 2: Spread of smoke and toxic gases within and beyond the enclosure of origin, British Standards.
4. PD 7974-3:2003, Application of fire safety engineering principles to the design of buildings – Part 3: Structural response and fire spread beyond the enclosure of origin, British Standards.
5. PD 7974-4:2003, Application of fire safety engineering principles to the design of buildings – Part 4: Detection of fire and activation of fire protection systems, British Standards.
6. PD 7974-5:2003, Application of fire safety engineering principles to the design of buildings – Part 5: Fire service intervention, British Standards.

7. PD 7974-6:2003, Application of fire safety engineering principles to the design of buildings – Part 6: Human factors: Life safety strategies – Occupant evacuation, behavior and condition, British Standards.