

Liderem badań w dziedzinie bezpieczeństwa pożarowego od dawna jest amerykański Instytut Badań nad Bezpieczeństwem Strażaków (*UL Firefighter Safety Research Institute*). Wiele eksperymentów zostało poświęconych wzbogacaniu wiedzy na temat pożaru we współczesnej przestrzeni mieszkalnej oraz zapewnieniu strażakom danych niezbędnych do modyfikacji taktyki. W latach 2001-2011 w Stanach Zjednoczonych wskutek obrażeń odniesionych w związku ze służbą zginęło 1160 strażaków [1]. I chociaż roczna liczba zdarzeń śmiertelnych w ostatnich latach zmalała, to przypadki śmierci strażaków w pożarach obiektów zdarzają się częściej niż w latach 70. i 80., mimo spadku ogólnej liczby pożarów [2]. Trudno nie łączyć tych danych ze zmianami w technologii konstruowania obiektów, materiałach budowlanych, projektach domów i surowcach wykorzystywanych do budowy mebli – niosą one nowe zagrożenia w warunkach pożarowych. Wprawdzie pożary zawsze będą się wiązały z ryzykiem utraty życia, jednak badania UL FSRI stanowią istotny wkład w zredukowanie zagrożeń.

Poniżej omówione zostały niektóre z już zrealizowanych i wciąż trwających projektów badawczych związanych z bezpieczeństwem pożarowym.

Stabilność konstrukcyjna drewna budowlanego w warunkach pożaru

Lekkie konstrukcje kratownicowe i prefabrykaty z drewna wypierają konwencjonalne, solidne konstrukcje z legarów w podłogach i dachach obiektów mieszkalnych. Dane na temat wpływu tych materiałów na bezpieczeństwo strażaków były jednak niewystarczające. We współpracy z Departamentem Straży w Chicago (*Chicago Fire Department – CFD*), Uniwersytetem Stanu Michigan oraz Międzynarodowym Stowarzyszeniem Komendantów Straży Pożarnych (*International Association of Fire Chiefs*) specjaliści UL FSRI porównali zachowanie w warunkach pożaru solidnych legarów drewnianych z tymi o lżejszej konstrukcji. Badanie dowiodło, że wytrzymałość pożarowa konstrukcji wspartej na solidnych legarach była znacznie większa aniżeli konstrukcji wspartej na dwuteowniku z drewna konstrukcyjnego.

Ekspozycja strażaków na cząsteczki w dymie

W tych badaniach UL FSRI podjął współpracę z CFD i Uniwersyteckim Kolegium Medycyny w Cincinnati (*University of Cincinnati College of Medicine – UCCM*). Celem było zebranie danych na temat wpływu na zdrowie ratowników dymu i gazowych produktów lotnych, na które są narażeni podczas działań ratowniczo-gaśniczych oraz przy kontakcie z zanieczyszczonymi środ-

STEPHEN KERBER

Z nauką na ulicę

Badania pożarów w obiektach mieszkalnych mają kluczowe znaczenie dla ograniczenia zagrożeń, a także ochrony życia zarówno ich mieszkańców, jak i strażaków prowadzących działania gaśnicze.



kami ochrony indywidualnej. Projekt polegał na zbadaniu pożarów w trzech różnych skalach:

- 1) pożarów w obszarze metropolii Chicago,
- 2) pożarów wyposażenia pokoju mieszkalnego oraz samochodu osobowego,
- 3) testów z próbkami materiałów.

Badania wykazały, że płonące materiały wytwarzają substancje duszące, drażniące i kancerogenne. Owe uboczne produkty spalania znajdują się również w dymie na etapie gaszenia i dogaszania, a kancerogeny można wdychać z powietrza lub przedostają się one do organizmu przez skórę, podczas kontaktu z zanieczyszczonym wyposażeniem.

Pozwoliły one także na dokonanie innych kluczowych ustaleń:

- stężenie produktów spalania w poszczególnych pożarach bardzo się różniło, zależnie od rozmiaru pożaru, składu chemicznego spalających się materiałów oraz warunków wentylacji,
- typ i liczba cząsteczek w dymie oraz wytwarzanych gazów zależą od składu chemicznego i fizycznej formy spalających się materiałów, jednakże materiały syntetyczne wytwarzały więcej dymu niż materiały naturalne,
- długoterminowa i powtarzalna ekspozycja może zwiększać ryzyko śmierci z przyczyn sercowo-naczyniowych, a także ryzyko zachowania

► rowania na miazdżycę i szybkiego postępu tej choroby.

Bezpieczeństwo strażaka a systemy fotowoltaiczne

Systemy paneli fotowoltaicznych (PV) wykorzystywanych do wytwarzania energii słonecznej stwarzają wyjątkowe zagrożenie pożarowe i ryzyko porażenia, jednak stan wiedzy strażaków na ten temat był niewielki. UL FSRI przeprowadził testy paneli fotowoltaicznych w swoich laboratoriach w Northbrook (Illinois) oraz w Ośrodku Szkolenia Służb Ratowniczych Hrabstwa Delaware (DCESTC). Ich celem było określenie zagrożeń ze strony takich instalacji w różnych scenariuszach pożarów. W testach zbadane zostały także zagrożenia związane z podawaniem wody na panele PV podczas działań gaśniczych oraz skuteczne metody rozładowywania napięcia. Badania te stworzyły podstawę do rozwoju współczesnych metod postępowania operacyjnego w przypadku takich działań.

Požary piwnic a stabilność konstrukcyjnych systemów podłogowych

Celem tych badań było zbadanie reakcji systemów podłogowych w obiektach mieszkalnych na pożary powstające w pomieszczeniach piwnicznych. Komponenty współczesnych systemów podłogowych oraz materiały pokryć podłogowych projektowane są tak, aby ograniczyć przepływ energii cieplnej. W rezultacie materiały od spodu podłogi (tj. od strony piwnicy) mogą ulegać spalaniu, a na jej wierzchu zauważymy jedynie nieznaczny wzrost temperatury. Badania przyniosły wiele wniosków taktycznych, które strażacy powinni rozważyć podczas podejmowania decyzji przy tego typu pożarach:

- czas do zawalenia się niechronionych drewnianych systemów podłogowych zawiera się w czasie operacyjnym reagowania straży pożarnych, niezależnie od czasu dojazdu,

- rozpoznanie powinno się skupić na stwierdzeniu dokładnej lokalizacji pożaru w piwnicy, jak również na stopniu wentylacji. Przypadki zawalenia się podłogi zawsze miały miejsce nad pożarem, a im większy był dopływ powietrza, tym krótszy czas zawalenia się podłogi,

- przed rozpoczęciem działań podłogę należy sprawdzić od spodu; sygnały ostrzegawcze zależą od użytej technologii, np. legary sprawdza się pod kątem nadpalenia, a dwuteowniki – oddzielenia od powierzchni podłogowej,

- opukiwanie podłogi nie jest miarodajną techniką sprawdzenia jej stabilności i powinno być stosowane w połączeniu z innymi metodami,

- kamery termowizyjne mogą być wykorzystane w celu stwierdzenia pożaru piwnicy, ale nie do rozpoznania stabilności podłogi od jej górnej strony,



- natarcie na pożar w piwnicy przez klatkę schodową naraża strażaków na duże zagrożenie, znajdują się bowiem na ścieżce wypływu gazów pożarowych, jak również pracują ponad pożarem na systemie podłogowym narażonym na zawalenie się po ekspozycji na pożar,

- uważano, że jeśli strażak zejdzie szybko po schodach, to na dole znajdzie się w strefie niższych temperatur, jednak eksperymenty wykazały, że temperatury we wspomnianym miejscu są często wyższe niż te panujące na szczycie schodów,

- koordynacja wentylacji ma ogromne znaczenie; wentylowanie piwnicy wytwarza ścieżkę wypływu gazów pożarowych w górę schodów i na zewnątrz przez drzwi frontowe do budynku, niemal dwukrotnie zwiększając prędkość gorących gazów i podnosząc ich temperaturę do poziomu mogącego spowodować u strażaka

w pełnym zabezpieczeniu obrażenia lub śmierć,

- ugięcie podłogi nie jest miarodajnym wskaźnikiem jej stabilności – bardzo trudno określić stopień odchylenia podłogi podczas przemieszczania się przez obiekt,

- temperatura gazów w pomieszczeniu ponad pożarem może być słabym wskaźnikiem tak warunków pożarowych poniżej, jak i stabilności konstrukcyjnej systemu podłogowego,

- przy inspekcji drewnianych systemów podłogowych należy mieć w gotowości do użycia nawodnione linie gaśnicze w celu natychmiastowego gaszenia stwierdzonych zarzewi pożaru i zapobiegania szybkiemu rozprzestrzenianiu się pożaru ukrytego.

Wpływ wentylacji poziomej (horyzontalnej)

W tych badaniach naukowcy przetestowali praktyki wentylacyjne stosowane przez stra-



wzmóc czujność strażaków w interpretowaniu warunków panujących wewnątrz płonącego pomieszczenia.

4. Jeśli zwiększymy dopływ powietrza do pożaru i nie podamy w odpowiednim czasie wody, pożar rozwinie się, zagrażając bezpieczeństwu ludzi. Przyjrzenie się czasowi upływającemu od chwili rozpoczęcia wentylacji do momentu wystąpienia warunków uniemożliwiających strażakom przeżycie pozwala przyjąć najlepszy scenariusz koordynacji natarcia. Analizując średni czas z każdego eksperymentu, można przyjąć, że w domu jednopiętrowym będzie to 100 s, a w dwupiętrowym – 200 s. W wielu eksperymentach od momentu wystąpienia tych warunków do rozgorzenia miało mniej niż 10 s. Czasy te należy traktować ostrożnie. Jeśli otwór wentylacyjny pojawił się wcześniej, bo np. właściciel domu zostawił otwarte okno lub drzwi, wówczas pożar będzie reagował na dodatkową wentylację szybciej, w budynku będą bowiem panowały wyższe temperatury. W dzisiejszym środowisku pożarowym koordynacja działań gaśniczych ma kluczowe znaczenie dla pozytywnego wyniku działań ratowniczych.

5. Po otwarciu drzwi należy zwrócić uwagę na przepływ przez nie powietrza. Jego nagły ruch lub powstanie tunelu może być oznaką pożaru kontrolowanego przez wentylację.

6. Jeśli zastosowana została technika VES (ang. *Vent Enter Search* – wentylacja, wejście, przeszukanie), niezwykle ważne jest zamknięcie drzwi do pomieszczenia. Wówczas otwarcie okna nie wpływa bezpośrednio na pożar, a dym z odizolowanego pomieszczenia może zostać skutecznie usunięty, co poprawia warunki zarówno dla poszkodowanych, jak i strażaków (technikę tę opisano w książce „Podstawy zabezpieczenia i ratowania strażaków podczas wewnętrznych działań gaśniczych” – przyp. tłum.).

7. Każdy nowy otwór wentylacyjny otwiera nową ścieżkę przepływu powietrza do pożaru i od niego. Może to tworzyć bardzo niebezpieczne warunki w przypadku pożaru z ograniczoną wentylacją.

8. Jaki zakres wentylacji będzie wystarczający? W eksperymentach, w których wykonano wiele otworów wentylacyjnych, niemożliwe okazało się doprowadzenie do pożaru kontrolowanego przez paliwo. Pożar reagował na każdą ilość dostarczanego powietrza. Oznacza to, że nawet przy otwartym otworze wentylacyjnym pożar nadal jest kontrolowany przez wentylację i będzie reagował równie szybko lub szybciej na każdą dodatkową ilość powietrza. Bardziej prawdopodobne jest, że zareaguje szybciej, ponieważ już istniejący otwór wentylacyjny pozwala utrzymywać wyższą temperaturę niż przy zamknięciu ▶

żaków oraz wpływ zmian w sposobie projektowania nowoczesnych domów na wentylację pożarową. Przeprowadzono w sumie 15 eksperymentów w dwóch domach skonstruowanych specjalnie do tych badań, przy zmiennej liczbie i lokalizacji otworów wentylacyjnych. Badania pokazały ogromne znaczenie koordynacji wzmoczonej wentylacji pożaru z podaniem wody lub innego rodzaju środka gaśniczego dla skuteczności działań gaśniczych. Potwierdziły też, że zwykle zamknięcie drzwi pomiędzy strażakiem a pożarem może zapewnić temperaturę i stężenie tlenu gwarantujące przeżycie.

Z badań tych płyną ważne rozważenia wnioskowe taktyczne:

1. Fazy rozwoju pożaru ulegają zmianie, kiedy pożar przechodzi w stan ograniczonej wentylacji. W obecnym środowisku

pożarowym dość często zdarza się, że przed rozgorzeniem następuje okres stłumienia pożaru, co potwierdza znaczenie wentylacji.

2. Forsowanie drzwi stanowi formę wentylacji. Jest to czynność niezbędna do podjęcia walki z pożarem, jednak strażacy muszą mieć świadomość, że w ten sposób dostarczają powietrze i od chwili otwarcia drzwi szybko upływa czas do momentu, w którym albo pożar zostanie ugaszony, albo wystąpią warunki uniemożliwiające im przeżycie, zagrażające bezpieczeństwu wszystkich osób przebywających wewnątrz obiektu.

3. Podczas eksperymentów często zdarzało się, że po przejściu pożaru w stan niedotlenienia (kontrolowania przez wentylację) dym wydostający się z nieszczelności w znacznym stopniu zanikał lub zniknął w ogóle. Brak zewnętrznych oznak zadymienia powinien

fot. archiwum Stephena Keithera

► wszystkich otworów. W takich przypadkach nagłe rozprzestrzenienie się pożaru jest wysoce prawdopodobne, a skoordynowanie natarcia z wentylacją ma kluczowe znaczenie.

9. We wszystkich eksperymentach, w których drzwi do sypialni pozostawały zamknięte, wartości temperatury i stężenia tlenu utrzymywały się na poziomie niezagrażającym życiu. Oznacza to, że zamknięcie drzwi pomiędzy poszkodowanym czy strażakiem a pożarem może zwiększyć ich szanse na przeżycie. Jeśli podczas działań strażak przeszukuje pomieszczenie przed linią gaśniczą lub oddzieli się od reszty, a warunki ulegną pogorszeniu, dobrym wyborem będzie wejście do pomieszczenia i zamknięcie drzwi do czasu przygaszenia pożaru lub ucieczka przez okno, przy dłuższym czasie zapewnionym przez zamknięcie drzwi.

10. Istniejąca wentylacja może wpłynąć na czas do rozgorzenia. Wszystkie te eksperymenty zostały zaplanowane, aby zbadać pierwsze działania z zakresu wentylacji podejmowane przez strażaków w zdarzeniach, w których nie występują otwory wentylacyjne. Możliwe, że w wyniku pożaru wypadnie okno lub drzwi pozostaną otwarte po ucieczce z pożaru któregoś z mieszkańców. Ważne, aby pamiętać, że istniejące otwory zapewniają dopływ powietrza do pożaru, pozwalając na jego podtrzymanie lub rozwój.

11. Nie odnotowano skoków temperatury w żadnym z pomieszczeń, szczególnie w tych przyległych do miejsca ogniska pożaru, kiedy z zewnątrz obiektu podawana była woda. W większości przypadków podanie wody z zewnątrz spowalniało rozwój pożaru i nie miało to negatywnego wpływu na szanse przeżycia ludzi. O ile prąd rozproszony przepychał parę wodną wzdłuż toru wymiany gazowej, o tyle przemieszczanie się pożaru nie następowało.

12. W każdym z eksperymentów stwierdzono, że pożar (w salonie czy innym pokoju) rozwijał się do momentu spadku stężenia tlenu poniżej wartości zapewniającej podtrzymanie procesu spalania. Oznacza to, że pożar obniżał stężenie tlenu w całym domu poprzez zużywanie tlenu z sąsiednich pomieszczeń do chwili, w której spalanie nie było już możliwe. W większości przypadków w pomieszczeniach przyległych, jadalni czy kuchni, pożar nie występował nawet wtedy, gdy pomieszczenie z ogniskiem pożaru było w pełni objęte spalaniem i następowała wentylacja produktów na zewnątrz.

Wpływ wentylacji pionowej

Na podstawie badań wentylacji poziomej UL FSRI zbadał wpływ na rozwój i zachowanie się pożarów w budynkach mieszkalnych wentylacji pionowej (tj. przez dach). Dwuletni

projekt badawczy dostarczył empiryczne dane na temat wpływu różnych lokalizacji otworów wentylacyjnych i ich wielkości na pożar. Kwestia prowadzenia wentylacji pionowej jest szczególnie ważna, bo wymaga przebywania ponad pożarem i może szybko wpłynąć na wewnętrzne warunki pożarowe. Badano stare i nowe budynki mieszkalne, a dane z eksperymentów zostały rozpowszechnione wśród strażaków w celach edukacyjnych i doradczych. Pomagają one lepiej zrozumieć zależności pomiędzy wentylacją a działaniami gaśniczymi, pozwalając na zwiększenie bezpieczeństwa działań. W obiektach mieszkalnych na przestrzeni kilku ostatnich dekad obserwujemy stabilny trend: powstają większe domy z otwartymi przestrzeniami i wyposażeniem z materiałów syntetycznych.

Institut przeprowadził serię 17 pożarów w obiektach mieszkalnych w pełnej skali. Celem badań była analiza wpływu zmian w budownictwie oraz strażackich praktyk z zakresu wentylacji i działań gaśniczych na dynamikę rozwoju pożaru. Pakiety paliwowe pozyskane do eksperymentu były w stanie wytworzyć pożar o mocy około 9-10 MW, co wystarczyło do powstania niedoboru wentylacji. Sypialnia i salon miały ładunek paliwa od 2 do 4 funtów na stopę kwadratową (9,68-19,36 kg/m²), a kuchnie między 4 a 5 lb/ft² (19,36-24,2 kg/m²). Można to uznać za wartości niskie w porównaniu z warunkami rzeczywistymi (na ogół pomieszczenia te mają więcej wyposażenia). Mimo to udało się osiągnąć warunki niedoboru wentylacji, a większe obciążenie ogniowe wydłużyłoby jedynie czas trwania pożaru. Ponadto szybkość wydzielania się ciepła i całkowite ciepło wydzielone z pakietu paliwowego w salonie mieści się w granicach 10% różnicy względem wartości dla pakietów paliwowych wykorzystanych w badaniach nad wentylacją poziomą. Eksperymenty można zatem porównywać dla różnych scenariuszy wentylacji poziomej i pionowej. Podwojenie objętości pomieszczenia objętego pożarem poprzez podwyższenie sufitu przy zachowaniu tych samych warunków wentylacji nie wydłuża znacznie czasu do wystąpienia rozgorzenia z powodu nagłego przyrostu szybkości wydzielania się ciepła przed samym rozgorzeniem. W każdym eksperymencie stadium rozgorzenia w pomieszczeniu następowało po 5 min – 5 min 30 s od zainicjowania spalania.

Ograniczenie dostępu powietrza do pożaru okazało się ważnym czynnikiem w przypadku pożarów z niedoborem wentylacji. Eksperymenty, w których najpierw drzwi były otwarte, a następnie zamykano je na szerokość odcinka linii węzowej, pokazały, że takie postępowanie powoduje spowolnienie rozwoju pożaru – wewnętrzna temperatura była niższa,

a stężenia gazów korzystniejsze niż przy całkowicie otwartych drzwiach. Czyniło to pożar łatwiejszym do ugaszenia.

Żaden z wykorzystywanych w eksperymentach otworów wentylacyjnych (1,2 m x 1,2 m lub 1,2 m x 2,4 m) nie spowodował spowolnienia rozwoju pożaru. Przyczynił się natomiast do szybszego wystąpienia rozgorzenia i pożaru w pełni rozwiniętego. Po podaniu wody na ognisko pożaru zaobserwowano jednak prawidłowość: im większy był otwór wentylacyjny i im bliżej ogniska pożaru się znajdował, tym więcej wydostawało się przez niego produktów spalania, co przyczyniało się do obniżenia temperatury i poprawy widoczności.

Wentylacja nad pożarem to najlepszy wybór, jeśli natarcie jest skoordynowane. Jeśli do pożaru z niedoborem wentylacji doprowadzimy powietrze, powiększy on swoje rozmiary. Ponadto trzeba pamiętać, że im bliżej ogniska pożaru znajduje się źródło powietrza, tym szybszy przyrost rozmiarów pożaru. Jeśli wentylacja skoordynowana jest z natarciem (linia węzowa odbiera więcej energii, niż wytwarza pożar), to nie ma znaczenia, gdzie wykonamy otwór. Jednak jeśli znajduje się on bliżej ogniska pożaru, szybciej usunie ciepło i dym, co poprawi warunki w pozostałej fazie działań.

Wentylacja w punkcie oddalonym od ognia będzie skuteczna w pewnych okolicznościach. Jeśli mamy pożar w pomieszczeniu połączonym z resztą domu drzwiami, wentylacja dachu poza pomieszczeniem objętym pożarem może pozwolić na usunięcie dymu z pozostałych obszarów domu. Jednakże w miarę zasysania powietrza do pomieszczenia pożar będzie przyrastał, przy możliwej poprawie widoczności na ścieżce przemieszczania się świeżego powietrza od wlotu do pomieszczenia objętego pożarem. Pożar nie przyrasta w sposób niekontrolowany, bo utrzymują go w ryzach drzwi wewnętrzne. Kiedy zapali się paliwo na zewnątrz tych drzwi (np. pożar sypialni rozprzestrzeni się na wyposażenie salonu), szybkość wydzielania się ciepła może wzrosnąć bardzo dynamicznie i przewyżżyć chwilową korzyść, którą daje oddalony otwór. Zatem wentylacja pionowa w oddaleniu od pożaru może poprawiać widoczność, ale i pożar, i temperatura w jego otoczeniu rosną.

Dla zrozumienia dynamiki pożaru oraz wpływu taktyki działań strażaków ważne są zagadnienia toru przepływu i zgrania czasowego. Im bliżej powietrze doprowadzane jest do ogniska pożaru, tym szybciej wzrasta intensywność żywiołu. Wiele eksperymentów wykazało, że zewnętrzne oznaki ognia nie oznaczają wystąpienia dostatecznej wentylacji – są znakiem, że wentylacja cały czas trwa, a pożar nadal charakteryzowany jest jej niedo-

borem. W każdym z eksperymentów spalanie miało miejsce nie w obiekcie, a poza oknem lub poza otworem wentylacyjnym w dachu, w środku nie było bowiem powietrza niezbędnego do procesu spalania. Nie można wnioskować o skuteczności wentylacji bez uwzględnienia czynnika czasu i zrozumienia, że im dłużej musi wędrować świeże powietrze, tym wolniej pożar na nie zareaguje. Jednakże im większy tor przepływu, w którym mogą znaleźć się strażacy (trasa od miejsca dostępu świeżego powietrza do ogniska pożaru do miejsca, w którym następuje wylot w kierunku obszaru niskiego ciśnienia za strażakami), tym większe prawdopodobieństwo, że nagle zmiana może skutkować negatywnym rezultatem.

Zmiany w charakterystyce materiałów wyposażenia wnętrz (popularność syntetyków) przyczyniły się do wzrostu szybkości wydzielania się ciepła podczas pożaru. To przyspiesza fazy rozwoju pożaru i zwiększa ryzyko zaistnienia warunków niedoboru wentylacji przed przybyciem strażaków. W przeprowadzonych eksperymentach wystarczyło 5 min, aby w domu jednopiętrowym pożar współczesnych paliw spowodował warunki niedoboru wentylacji, w domu dwupiętrowym było to około 18 min. W takich warunkach rozwoju pożaru taktyka wentylacji nabiera szczególnego znaczenia. Co ważne, czas między wentylacją a rozgorzeniem wynosi dziś 2 min, przed laty było to ponad 8 min. Dawniejsze pożary można opisać jako łagodnie reagujące na wentylację, więc strażacy mieli czas, aby nadrobić źle zgraną technikę wentylacji lub nieskoordynowane natarcie. Obecnie czas na naprawę błędów to około 2 min. Warunki do przeżycia w pomieszczeniu z ogniskiem pożaru w momencie przyjazdu strażaków na miejsce zdarzenia nie występowały w żadnym z eksperymentów. Wyjątek stanowił eksperyment sprzed lat w domu jednopiętrowym. Najbardziej prawdopodobnym miejscem odnalezienia osoby mającej szansę na uratowanie jest obszar za zamkniętymi drzwiami. W każdym eksperymencie występowała jedna zamknięta sypialnia w sąsiedztwie otwartej sypialni. W zamkniętym pokoju uszkodzony miał warunki do przeżycia i mógł normalnie funkcjonować przez cały czas trwania eksperymentu, a nawet długo po przyjeździe strażaków. W otwartej sypialni sytuacja byłaby zupełnie inna. Większość uszkodzonych byłaby już nieprzytomna, jeśli w ogóle przeżyłaby, zanim straż pojawiłaby się na miejscu zdarzenia. Średni czas utrzymywania się warunków do przeżycia w otwartej sypialni wynosił 7 min 30 s, a w zamkniętej sypialni niebezpieczna temperatura i stężenia tlenu węgla nie pojawiły się nawet po pewnym czasie od

przybycia strażaków na miejsce zdarzenia (brano pod uwagę średnie statystyczne czasy dojazdu).

W każdym z eksperymentów podawano wodę z zewnątrz (przez drzwi lub okno) przez około 15 s, w łącznej ilości około 25 galonów (95 l). Porównując temperaturę bezpośrednio przed podaniem wody do temperatury, która panowała w minutę po zaprzestaniu jej podawania stwierdzono średni spadek temperatur na poziomie 40% w pomieszczeniach objętych pożarem i 22% w pomieszczeniach sąsiednich. Niemal w każdym eksperymencie po podaniu wody poprawiały się warunki przeżycia w całym obiekcie, nawet w miejscach znajdujących się na drodze wypływu gazów pożarowych. Dane z badania wykazały potencjalne korzyści z tzw. zmiękczenia celu, czyli podania wody z zewnątrz przed wejściem do obiektu, brak możliwości przepchnięcia pożaru (jako że w żadnym przypadku nie został on rozprzestrzeniony z jednego pomieszczenia na drugie przy użyciu linii gaśniczej), a także korzyści płynące z podania wody na ognisko pożaru w dużych otwartych przestrzeniach.

Eksperymenty na wyspie Governors

UL FSRI we współpracy z NIST (*National Institute of Standards and Technology* – Narodowy Instytut Standaryzacji i Technologii), FDNY (*Fire Department of the City of New York* – Departament Straży Nowego Jorku) oraz Korporacją Ochrony i Edukacji Wyspy Governors (*Governors Island Preservation and Education Corporation* – GIPEC) przygotował i przeprowadził na wyspie Governors w Nowym Jorku serię eksperymentalnych pożarów testowych, odzwierciedlających warunki panujące we współczesnych domach. Testy miały na celu zweryfikowanie i opisanie za pomocą danych liczbowych teorii na temat tego, jak zmieniały się dzisiaj pożary, głównie za sprawą nowych sposobów budowania obiektów oraz zmiany składu materiałów stosowanych do produkcji mebli i innych przedmiotów – niegdyś tworzonych z materiałów naturalnych, jak drewno czy wełna, a dziś zawierających duże ilości produktów wytwarzanych z nafty oraz syntetyków, spalających się szybciej i wydzielających więcej ciepła. W 20 eksperymentach pożarów piwnic, pożarów na parterze oraz na dwóch kolejnych piętrach w domach miejskich zostały poddane analizie wentylacji i techniki gaśnicze.

Rozprzestrzenianie się pożarów na zewnątrz oraz pożary poddaszy (projekt trwający)

Administracja Pożarnicza Stanów Zjednoczonych (USFA) szacuje, że corocznie do straży pożarnych zgłaszanych jest 10 tys. przypadków pożarów poddaszy w budynkach miesz-

kalnych, przynoszących średnio 30 ofiar śmiertelnych, 125 osób rannych oraz 477 mln dolarów strat. Pożary te stanowią dla strażaków spore wyzwanie. Celem tego dwuletniego (bieżącego) projektu badawczego jest zdobycie wiedzy na temat dynamiki pożarów poddaszy, rozprzestrzeniania się ognia po elewacji, wpływu skoordynowanych działań gaśniczych na rozwój żywiołu, a także zbadanie zagrożeń dla strażaków wynikających ze zmieniających się praktyk budowlanych oraz charakterystyki współczesnego środowiska pożaru w obiektach mieszkalnych. Testy gaśnicze zostaną przeprowadzone w rzeczywistej skali w realistycznych obiektach mieszkalnych.

Wentylacja nadciśnieniowa (projekt trwający)

Celem tych badań jest zwiększenie bezpieczeństwa strażaków poprzez dostarczenie im sprawdzonych informacji naukowych na temat działania wentylatorów do wentylacji nadciśnieniowej podczas natarcia na pożar. Dane zostaną pozyskane z testów pożarowych przeprowadzonych w rzeczywistej skali w reprezentatywnych współczesnych domach jednorodzinnych. Zmiany w budownictwie i wyposażeniu wnętrz na przestrzeni ostatnich 30 lat przyczyniły się do zmiany dynamiki pożarów w obiektach mieszkalnych, zwiększając naszą niewiedzę o wpływie wentylacji na zachowanie się pożaru. Wentylatory do wentylacji nadciśnieniowej zostały wprowadzone jako technologia mająca zwiększyć bezpieczeństwo strażaków poprzez kontrolowanie wentylacji. Jednakże nie są dostępne odpowiednie naukowe dane, aby wentylacja nadciśnieniowa była używana bez potęgowania zagrożeń dla strażaków.

Jak dowodzą przytoczone badania, Underwriters Laboratories wnosi duży wkład w zrozumienie charakterystyki współczesnych pożarów wewnętrznych. Dostarcza strażom pożarnym istotnych taktycznych wskazówek mogących redukować zagrożenia i zwiększać bezpieczeństwo strażaków.

Pełne raporty na temat zakończonych badań oraz niektóre moduły szkoleniowe poświęcone ich wynikom dostępne są na stronie UL Instytutu Badań nad Bezpieczeństwem Strażaków pod adresem www.ulfirefightersafety.com. ■

Przypisy

- [1] *Firefighter casualties, 2001-2011*, U.S. Fire Administration, Federal Emergency Management Administration, <http://www.usfa.fema.gov/fireservice/fatalities/statistics/casualties.shtm>, 10 września 2012 r. Statystyka ta nie dotyczy nowojorskich strażaków, którzy zginęli po zamachu terrorystycznym na WTC 11 września 2001 r.
- [2] *Firefighter fatalities in the United States, 2011*, National Fire Protection Association, <http://www.nfpa.org/assets/files/pdf/osfff.pdf>, str. 13, (dostęp: 18 września 2012 r.).

Mats Rosander i Krister Gisselson ze Szwecji około 1983 r. zaczęli używać pulsacyjnych prądów rozproszonych, wprowadzając zmiany w technice zwalczania pożaru. Nie spodziewali się, że wywołają prawdziwą rewolucję. Niedługo potem Anders Lauren – oficer straży ze Sztokholmu zaczął ćwiczyć zastosowanie nowych technik, wykorzystując kontenery do transportu morskiego. Dziś niemal w każdym zakątku świata powstają stanowiska do ćwiczeń zbudowane w kontenerach, a trening taki jest nieodzowny w szkoleniu pożarniczym – zarówno rekrutów, jak i doświadczonych strażaków.

