

Skuteczne techniki gaśnicze

John McDonough (Sydney, Australia), Karel Lambert (Bruksela, Belgia)



Zdjęcie 1. Australijscy strażacy ćwiczą „chłodzenie gazów”.

Skąd mamy wiedzieć, czy nasze szkolenie jest skuteczne? Większość odpowie, że widać to po tym, jak spisujemy się na miejscu zdarzenia. Nasuwa się jednak pytanie: jak ocenić działania podczas akcji? Skąd się dowiedzieć, czy szkolenie rzeczywiście zwiększa umiejętności (czy wręcz przeciwnie)? A w szczególności – czy skuteczne jest zarówno szkolenie w zakresie operowania prądami gaśniczymi, jak i techniki wykorzystane do kontrolowania środowiska pożaru wewnętrznego i ostatecznie do jego ugaszenia?

Na tym nie koniec pytań. Jak stwierdzić, że zastęp był najskuteczniejszy, jak to tylko możliwe w danym zdarzeniu, biorąc pod uwagę okoliczności, w których działał i sprzęt który miał do dyspozycji? A jeśli wydaje się, że działał niesprawnie, to czy wypada powiedzieć, że był słabo wyszkolony, czy też że robił co mógł w określonych okolicznościach?

Podobnie jest z analizą działania strażaka. Czy został dobrze wyszkolony, ale nie działa najlepiej z powodu braku motywacji, wiedzy czy sprawności fizycznej? A może inny zastęp, po innym szkoleniu, miałby lepsze wyniki? Jakiej miary użyć do określenia, czy nasi strażacy byli skuteczni w 20, czy w 50 proc.? A może poszło im jeszcze lepiej? Albo może przyjąć wygodne założenie, że zawsze jesteśmy możliwie najskuteczniejsi?

Jedno jest pewne: jeśli chcemy mieć dobrze działających strażaków, musimy być w stanie zmierzyć ich skuteczność i postępy, zarówno podczas szkolenia, jak i podczas zdarzenia.

Czy można wykorzystać naukę?

Postaramy się odnaleźć naukowe podstawy odpowiedzi na niektóre z powyższych pytań. Na początku trzeba jednak podjąć próbę zmierzenia i zarejestrowania określonych zdarzeń z ogniem, zarówno poprzez badania laboratoryjne, jak i dzięki dużym ćwiczeniom prowadzonym w pozyskanych do tego celu obiektach. Dzięki temu można spróbować wyznaczyć wzorzec, pozwalający oceniać działania i przyczyny braku skuteczności – jeśli taki problem się pojawi.

Bez podstawy naukowej, kontroli i idącej za nią dyscypliny nasza zdolność do oceny skuteczności strażaków zawsze będzie niedoskonała, chociażby ze względu na osobiste odczucia i przyjmowanie niepotwierdzonych dowodów, co można byłoby określić mianem „doświadczenia”. Niestety, to może być różne – nawet dwóch strażaków biorących udział w tej samej akcji gaśniczej może zdobyć inne doświadczenia, uzależnione od własnego punktu widzenia. Nie dziwi więc to, że strażacy z różnych krajów mogą mieć inne zdanie co do tego, co jest najskuteczniejszą taktyką czy techniką.

Zmienne, zmienne i więcej zmiennych

Problem z zastosowaniem metody naukowej w pożarnictwie wynika z występowania bardzo wielu zmiennych. Dokładne i powtarzalne eksperymenty naukowe opierają się na zidentyfikowaniu i kontrolowaniu tych zmiennych. Jednak im więcej ich eliminujemy z eksperymentu, tym mniej realistyczny się on staje. W rezultacie staramy się wprowadzić kontrolę i porządek tam, gdzie ich zdecydowanie nie ma. Nic dziwnego, że u przeciętnego strażaka pojawia się pewne niedowierzanie, u niektórych nawet zdecydowany sprzeciw wobec wniosków z badań z laboratorium, które nie odpowiadają temu, czego osobiście doświadczył w kontakcie z pożarem. Prowadzi to nieuchronnie do komentarzy w stylu: „Owszem, tak może jest w eksperymencie, ale co będzie, jeśli...?” (tu można wstawić dowolną liczbę zmiennych, zarówno realnych, jak i wymyślonych).

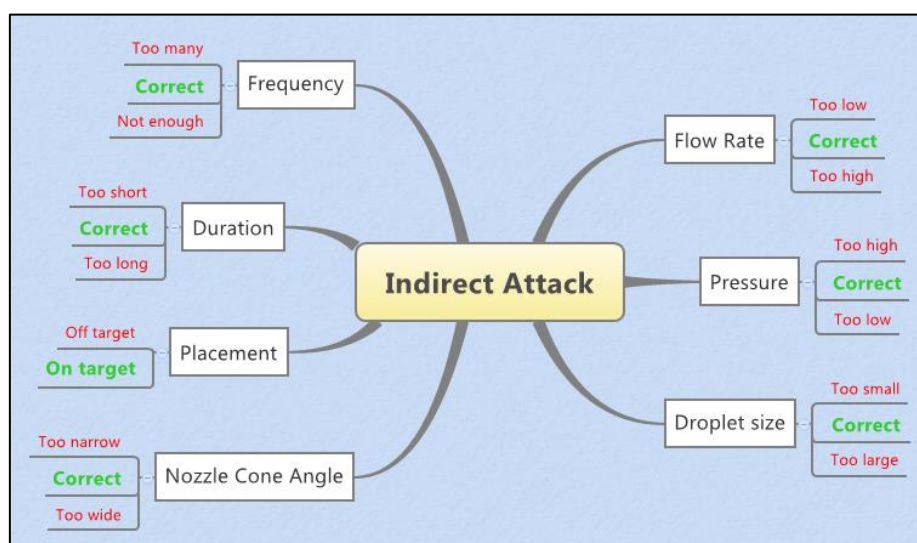
Nie oznacza to, że nauka nie ma znaczenia dla działań w strefie pożaru – oczywiście ma. Jest to najlepszy sposób na pogłębianie wiedzy i zrozumienie środowiska, w którym pracujemy. W przeszłości uznawano, że wiedza jest równoznaczna doświadczeniu – większe doświadczenie z założenia świadczyło o większej wiedzy. W rzeczywistości wielu zaczęło w to wierzyć i przyjmować, że strażak, który uczestniczył w większej liczbie akcji, z założenia wiedział więcej. Gdyby to było tak proste... Jednak gdy podczas pisania tego artykułu patrzę na sprawę racjonalnie, mam świadomość, że sam wpadam w taką pułapkę, sądząc, że moje doświadczenie i staż służby w straży czynią moją wiedzę większą, niż jest ona w rzeczywistości.

W strefie pożaru

Jeśli spojrzymy ogólnie na obszar objęty pożarem, dostrzeżemy wiele zmiennych, od których zależy nie tylko skuteczność naszych działań, lecz także podejmowanie określonych decyzji. Trzeba przecież odpowiedzieć na pytania: jak rozwinięty był pożar? czy obraliśmy właściwy zamiar taktyczny? czy sprawnie go wdrażaliśmy? Możemy mieć zastępy, które przyjechały późno, lecz obrały odpowiednią taktykę, i takie, które – choć przybyły wcześniej – działały niewłaściwie. Mogą być zastępy wykorzystujące odpowiednie techniki za pomocą nieodpowiedniego sprzętu lub odpowiedni sprzęt, ale złe techniki. Na miejscu mogą też pojawić się strażacy próbujący stosować właściwą taktykę przy niedoborze sił lub złą taktykę przy wystarczającej liczbie osób.

Jakby życie nie było wystarczająco skomplikowane, istnieją jeszcze zmienne wewnątrz zmiennych. Przyjrzyjmy się na przykład technikom operowania prądami gaśniczymi. Technika używana przez strażaków może być w danej sytuacji odpowiednia, bądź nie. Jeśli przyjmiemy, że jest właściwa, to może być wykonywana prawidłowo, bądź nie, co z kolei zależy od charakterystycznych dla niej samej zestawów zmiennych.

Grafika (rys. 1) pokazuje zmienne lub działania związane z natarciem pośrednim. Możliwe konfiguracje prowadzą do niemal tysiąca różnych możliwych rezultatów.



- Frequency – częstotliwość (za duża, właściwa, za mała),
- Duration – czas trwania (za krótki, właściwy, za długi),
 - Placement – umiejscowienie (poza celem, w celu),
- Nozzle cone angle – kąt rozproszenia prądu (za wąski, właściwy, za szeroki),
 - Flow rate – wydajność (za niska, właściwa, za wysoka),
 - Pressure – ciśnienie (za wysokie, właściwe, za niskie),
 - Droplet size – rozmiar kropelek (za mały, właściwy, za duży)

Rysunek 1. Zmienne przy stosowaniu natarcia pośredniego

Tego rodzaju działania gaśnicze mogą być bardzo skuteczne, jeśli są odpowiednio stosowane, szczególnie jeśli dotyczą gaszenia pomieszczeń w całości objętych pożarem. Gaszenie odbywa się m.in. dzięki:

- 1) pochłanianiu ciepła – krople wody pochłaniają ciepło i zamieniają się w parę,
- 2) inertyzacji mieszaniny palnej i wypieraniu powietrza (tlenu).

Oba te zjawiska zależą od poprawnego wykonania kilku czynności. Na przykład aby osiągnąć należyty rozmiar kropelek (zakładając, że dysponujemy prądownicą zdolną do ich wytworzenia), musimy połączyć odpowiednią wydajność, ciśnienie oraz kąt rozproszenia. Czas trwania i częstotliwość podawania wody będą miały niewielkie znaczenie bez właściwego umiejscowienia. Aby przeprowadzić najskuteczniejsze natarcie, trzeba zadbać o poprawność zastosowania wszystkich czynników.

Gaszenie wodą

Warto przyjrzeć się temu, jak można wykorzystać wodę do kontrolowania i gaszenia pożaru. Jest ona podawana na pożar w formie ciekłej i zamieniana w parę. Pochłonięte ciepło składa się z kilku komponentów.

Ciepło właściwe wody

Do podgrzania pewnej ilości wody potrzebna jest określona ilość ciepła. Wartość ta znana jest jako ciepło właściwe wody. Oznacza się je literą c , a jego jednostką jest $J/(kg \times K)$. Wartość dla wody wynosi $4,186 J/kg K$.

Kiedy woda wykorzystywana jest do chłodzenia gazów pożarowych, krótkie strzały oddaje się w warstwę dymu. Dym będzie przekazywał energię chłodnym kropelkom wody aż do momentu, gdy osiągnie ona temperaturę $100^{\circ}C$ ($373 K$). Ilość energii obliczana jest poprzez wymnożenie masy (m) przez ciepło właściwe (c) oraz wzrost temperatury (ΔT). Można to zapisać równaniem:

$$Q = m \times c \times \Delta T \quad [J]$$

Utajone ciepło odparowania wody

Woda pochłonie jeszcze więcej energii na odparowanie. Ta wartość to utajone ciepło odparowania wody. Jego symbolem jest litera L , a jednostką kJ/kg . Wartość dla wody wynosi $2,260 kJ/kg$. Energia będzie przekazywana od dymu do gorących kropelek wody aż do całkowitego odparowania. Ilość energii obliczana jest poprzez pomnożenie masy (m) przez ciepło utajone (L):

$$Q = m \times L \quad [J]$$

Kiedy porównamy obie wartości (c oraz L), jasne będzie, że zamiana wody o temperaturze $100^{\circ}C$ w parę o temperaturze $100^{\circ}C$ pochłania sześć razy więcej energii niż ogrzewanie wody do osiągnięcia temperatury $100^{\circ}C$.

Ciepło właściwe pary

Kiedy para zostaje rozproszona w warstwie dymu, więcej energii będzie przekazane z dymu do pary wodnej. W konsekwencji wzrośnie temperatura pary, a proces ten będzie trwał aż do zrównoważenia obu temperatur.

Para ma inną wartość ciepła właściwego niż woda. Wartość ta zależy od temperatury pary, jednak aby dokonać obliczeń, przyjęto wartość średnią (2,080 J/kg K). Równanie jest takie samo, jak dla wody.

Różnica temperatur (ΔT) to różnica między końcową temperaturą pary i wartością 373 K. Aby dokonać obliczeń, trzeba założyć końcową temperaturę pary – przyjęto, że będzie to 300° C (573 K).

Całkowite pochłonięte ciepło

W sytuacji idealnej cała woda wykorzystywana do chłodzenia warstw dymu zamienia się w parę. Aby oszacować ilość pochłoniętej energii, należy zsumować te trzy ciepłne komponenty. Po dodaniu wpływu temperatury (wody z hydrantu) uzyskujemy następujące wyniki:

T (°C)	Q (MJ/kg)
10	3,05
15	3,03
20	3,01
25	2,99
30	2,97

Tabela 1. Całkowite pochłonięte ciepło na kg wody w zależności od temperatury wody w hydrancie

Można zauważyć, że wpływ początkowej temperatury wody jest ograniczony. Aby uprościć nasze obliczenia, będziemy wykorzystywać wartość 3 MJ/kg, jako wartość energii, którą jest w stanie pochłonąć 1 l wody. Gdy straż pożarna używa wody, to rzadko wartości są tak wysokie i nigdy nie jesteśmy w 100 proc. skuteczni.



Zdjęcie 2. Belgijski strażak ćwiczy techniki operowania prądem gaśniczym

Powstawanie pary

Kiedy woda zamieniana jest w parę, rozszerza się. Jeden litr wody będzie generował duże ilości pary. Można to obliczyć, wykorzystując równanie gazu idealnego:

$$p \times V = n \times R \times T$$

W równaniu p jest ciśnieniem w paskalach (Pa), V – objętością w m^3 , n – liczbą molową cząsteczek gazu, R – uniwersalną stałą gazową (8,314 J/kg K), a T – temperaturą w kelwinach (K). Kiedy równanie zostanie przekształcone dla obliczenia V , przyjmie postać:

$$V = \frac{n \times R \times T}{p} \quad [m^3]$$

Masa molowa wody wynosi 18 g/mol. Stąd w 1 kg (litrze) wody znajduje się 55,55 moli.

Końcowa temperatura wody określi ilość pary, jaka powstanie z jednego litra wody. Serię takich danych zawiera tabela 2.

T (°C)	V (m³)
100	1,70
200	2,16
300	2,61
400	3,07
500	3,52
600	3,98

Tabela 2. Objętość pary z 1 l wody w funkcji końcowej temperatury pary

Para jest gazem inertyzującym. Jest to ważnym czynnikiem w gaszeniu pożarów. Zakres palności gazów zmniejsza się, jeśli zostanie do nich dodana para wodna. W pewnym momencie mieszanina przestanie być palna, a zatem zostanie zinertyzowana.

Wpływ rozmiaru kropelek

Istotnym czynnikiem jest również rozmiar kropelek. Jeśli będą bardzo małe, odparują zbyt szybko i jedynie dym znajdujący się najbliżej strażaka zostanie schłodzony. Jeśli będą zbyt duże – przelecą przez dym i nie odparują całkowicie. Niektóre uderzą w sufit i dopiero tam odparują, odbierając z niego ciepło. Mogą także opaść na podłogę. Paul Grimwood sugeruje, że 0,3 mm to idealny rozmiar kropelek – powinny one być wystarczająco duże, aby spenetrować warstwę dymu i jednocześnie wystarczająco małe, by skutecznie odparować.

Zrozumienie naukowych podstaw użycia wody to pierwszy krok. Kolejnym jest połączenie tej wiedzy z bieżącą oceną skuteczności strażaków, do czego można wykorzystać pewną miarę. Ostatecznie może to stanowić podstawę do ustalenia minimalnych wartości wydajności, liczby prądów gaśniczych, liczebności zastępów oraz obranych celów i taktyki. Przyjrzyjmy się, jak można zaprezentować te nieco subiektywną ocenę działania strażaków na tle, które można nazwać podejściem naukowym.

Używanie i rozumienie matryc

Kluczem do oceny naszej skuteczności jest uświadomienie sobie, że istnieją pewne zmienne i zidentyfikowanie ich. Następnie można ustalić wartość każdej z nich, a dzięki temu porównać poziom wydajności działań. Do oceny można wykorzystać tzw. matryce, czyli tabele porównujące założone kryteria z wartością skuteczności, określoną w procentach bądź opisowo (odpowiednio, nieodpowiednio). Tabelę można także wykorzystać do zdefiniowania poziomu kompetencji (kompetentny lub jeszcze niekompetentny). Zawiera ona również opis (lub przykład) obrazujący ten poziom skuteczności. Matryce są dla strażaków doskonałym narzędziem służącym zrozumieniu elementów, które składają się na daną umiejętność lub technikę i osiągnięciu wysokiego poziomu skuteczności. Mogą też być wykorzystywane przez instruktorów do oceny wydajności.

Tabela 3 pokazuje matrycę oceny skuteczności chłodzenia gazów pożarowych za pomocą krótkiego strzału pulsacyjnego. Składa się ona z:

- 1) istotnych kryteriów uznawanych za niezbędne dla wykonania techniki,
- 2) standardu wydajności,
- 3) opisu różnych wskaźników wydajności.

Tabeli można używać na wiele sposobów. Po pierwsze możemy oceniać kryteria indywidualne, na przykład kąt nachylenia prądownicy – czyli kąt, pod jakim prądownica trzymana jest względem podłogi. Jest to niezwykle istotne z uwagi na umiejscowienie kropelek wody. Jak pokazuje obrazek,

jeśli prądownica jest ustawiona pod kątem ok. 45°, to wszystkie kropelki znajdują się w gazach pożarowych, co da skuteczność wyższą niż 75 proc. Jeżeli kąt ten wyniesie jedynie 25°, to większość kropelek zamiast chłodzić gazy, trafi na podłogę, a to przełoży się na skuteczność poniżej 25 proc. Podobne zależności można wskazać dla innych kryteriów, takich jak rozmiar kropelek czy kąt rozproszenia.

Matryca pozwala na ogólniejszą interpretację niż tylko analiza poszczególnych kryteriów oddzielnie. Jeśli mamy optymalny rozmiar kropelek, kąt rozproszenia i kąt nachylenia, to możemy się spodziewać co najmniej 75 proc. skuteczności. Jeśli jednak rozmiar kropelek będzie odpowiedni, ale kąt nachylenia już nie, to skuteczność zmaleje. Niektóre z kryteriów są ściśle powiązane, na przykład kąt rozproszenia i rozmiar kropelek. Nie jest możliwe uzyskanie prawidłowego rozmiaru kropelek (a nawet uzyskanie kropelek w ogóle), jeśli kąt rozproszenia będzie zbyt mały lub przy prądzie zwartym. Rozmiar kropelek i kąt rozproszenia pozostają jednak niezależne od kąta nachylenia.

Analizując całościowo tabelę dla jakiejś techniki, trzeba mieć świadomość wzajemnych powiązań niektórych kryteriów.









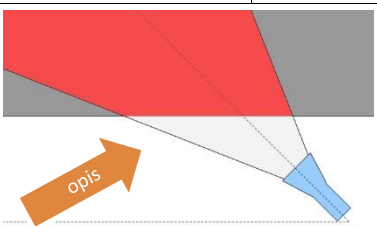
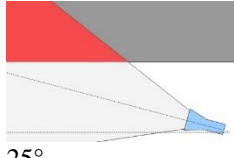
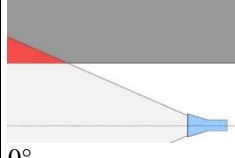
Chłodzenie gazów - krótkie	Skuteczne: więcej niż 75%	Dostateczne: 75% do 50%	Nieskuteczne: 50% do 25%	Słabe: mniej niż 25%
Rozmiar kropelek (średni) <i>skuteczność</i>	 0,3 mm	 0 2 mm lub 0 4 mm	 0 1 mm lub 0 5 mm	 < 0 1 mm lub > 0 5 mm
Kąt rozproszenia	 45°	 30°	 90°	 120°
Kąt nachylenia (od poziomu) <i>kryteria</i>	 45° plus <i>opis</i>		 25°	 0°
	KOMPETENTNIE		JESZCZE NIE KOMPETENTNIE	

Tabela 3. Matryca chłodzenia gazów krótkim strzałem pulsacyjnym



Zdjęcie 3. Kąt rozproszenia a kąt nachylenia

Znaczenie nauki

Tabela ma jeszcze jedno ważne zastosowanie. Korzyścią jej tworzenia dla każdej techniki operowania prądem gaśniczym jest także możliwość określenia poziomu skuteczności działania strażaków ze względu na użycie prądów gaśniczych. Czy to idealne rozwiązanie? Nie, ale może pomóc wyciągnąć wnioski z naukowych podstaw dotyczących gaszenia wodą. Istotną zmienną w równaniu jest skuteczność wyrażona w procentach. Tę wartość można zaczerpnąć z matrycy. Przyjrzyjmy się ponownie technice gaszenia przy wykorzystaniu natarcia pośredniego.

Natarcie pośrednie działa na dwa sposoby:

- ciepło jest usuwane z pomieszczenia,
- para wodna inertyzuje środowisko, ponieważ usuwa z niego tlen.

Pochłanianie ciepła

Ogień wytwarza ciepło, szybkość jego wydzielania (HRR) przesądza o tym, jak intensywny jest pożar. HRR, wyrażone w kW (lub MW), określa ilość energii wydzielającej się w jednostce czasu.

Przykład:

Pożar o mocy 3 MW generuje 3 MJ na sekundę. Jeśli trwa 10 min, wówczas całkowita ilość wygenerowanego ciepła wynosi 1800 MJ (lub 1,8 GJ):

$$Q = HRR \times \Delta T \\ = 3 \text{ MJ/s} \times 600 \text{ s} = 1800 \text{ MJ}$$

Aby obliczyć skuteczność chłodzenia prądem gaśniczym, jego wydajność (q , w kg/s) musi być pomnożona przez ciepło całkowite pochłonięte przez 1 kg wody:

$$\dot{Q} = Q \times q \quad [MW]$$

Jak już zostało wspomniane, wartość ta będzie prawdziwa jedynie wtedy, gdy skuteczność wyniesie 100 proc. W rzeczywistości jednak skuteczność strażaków rzadko osiągnie taką wartość, o wiele bardziej prawdopodobne jest 50 czy 25 proc. (zobacz tabelę). Niższe skuteczności spowodowane są odpływaniem wody, zanim zamieni się w parę oraz wydostawaniem się pary z pomieszczenia, zanim ogrzeje się do 300°C. Mniej skutecznym strażakom może dość poważnie brakować umiejętności działania!

Skuteczność (%)	\dot{Q} (MW)
100	11.49
75	8.62
50	5.75
25	2.87

Tabela 4. Zdolność chłodzenia prądu o wydajności 230 l/min w zależności od skuteczności strażaka

Pożar zostanie ugaszony, gdy zdolność prądu gaśniczego do pochłaniania ciepła przewyższy wartość ciepła powstającego w pożarze. Ciepło z pożaru odbierane przez wodę nie może dalej powodować pirolizy i podsycać ognia. Tabela pokazuje, że ugaszenie pożaru jest możliwe przy 50 proc. skuteczności strażaka. Jeśli jednak ta wartość spadnie do 25 proc, to będzie miał on spore trudności w walce z ogniem – będzie potrzebował więcej czasu i wody. Trzeba oczywiście brać pod uwagę także ograniczenia przestrzenne. Pożar może występować w wielu pomieszczeniach mieszkania, a jednoczesne podawanie wody w każdym z nich za pomocą jednej prądownicy będzie niemożliwe. Kolejnym przykładem jest pożar w hali. Fizycznie niemożliwe jest rozproszenie kropelek wody na całej jej powierzchni w jednej sekundzie. W takich przypadkach rozwiązaniem problemu mogą być kolejne linie gaśnicze .

Efekt inertyzujący

Całkowita ilość pary może zostać obliczona poprzez pomnożenie ilości powstającej z litra wody przez wydajność prądu:

$$\dot{V} = V \times q \quad [m^3/s]$$

W równaniu V oznacza objętość pary generowanej z 1 litra wody (m³/kg) a q jest wydatkiem wodnym (kg/s).

Prąd gaśniczy nigdy nie będzie w 100 proc. skuteczny. Część pary wypłynie z obiektu przez okna i drzwi. Z drugiej strony nie trzeba wypełnić całej przestrzeni parą, aby zgasić pożar.

Bardzo ważne jest, by mieć świadomość, że para wodna w dużym stopniu tworzy efekt gaśniczy. Natarcie pośrednie jest w stanie ugasić pożary o wartości HRR wyższej niż ilość ciepła, którą może odebrać dany prąd gaśniczy z uwagi na zdolność chłodzenia. Podczas natarcia pośredniego dwa efekty (chłodzenie i inertyzacja/rozrzedzenie) odgrywają istotną rolę. Oczywiście artykuł zawiera pewne uproszczenia – połączone działanie obu mechanizmów jest o wiele bardziej złożone.

Nauka w praktyce

Woda pochodząca z hydrantu ma temperaturę 10°C, odpowiada to wartości 283 K. Kropelki wody będą ogrzane do 100°C (373 K). Różnica temperatury wynosi 90 K. Użyty zostaje 1 l wody, co odpowiada 1 kg.

$$\begin{aligned} Q &= m \times c \times \Delta T \\ &= 1 \times 4,186 \times (373 - 283) \\ &= 376,740 \text{ J} = 376.74 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Ilość energii potrzebnej do zamiany wody w parę wynosi:

$$\begin{aligned} Q &= m \times L \\ &= 1 \times 2,260,000 \\ &= 2,260,000 \text{ J} = 2,260 \text{ kJ} = 2.26 \text{ MJ} \end{aligned}$$

W powyższy przykładzie 376 kJ użyte jest do ogrzania wody, a 2,260 kJ do jej przemiany w parę. Oznacza to, że aby zmienić wodę w parę, potrzeba sześć razy więcej energii, niż byłoby potrzebne do ogrzania wody. Para będzie ogrzana do 300°C (573 K). Różnica temperatur wynosi 200 K:

$$\begin{aligned} Q &= m \times c \times \Delta T \\ &= 1 \times 2,080 \times (573 - 373) \\ &= 416,000 \text{ J} = 416 \text{ kJ} \end{aligned}$$

Woda z hydrantu została podgrzana do temperatury 100°C i zmieniona w parę o temperaturze 300°C:

$$\begin{aligned} Q &= Q_1 + Q_2 + Q_3 \\ &= 376.74 + 2,260 + 416 \text{ kJ} \\ &= 3,052.74 \text{ kJ} = 3.05 \text{ M} \end{aligned}$$

W powyższych obliczeniach końcowa temperatura pary to 300 °C (573 K). Prowadzi to do następującej ilości pary:

$$V = \frac{55.55 \times 8.314 \times 573}{101,325} = 2.612 \text{ m}^3 = 2612 \text{ l}$$

Kalkulacja wykonana dla obliczenia efektu natarcia pośredniego:

Strażak wykorzystuje prądownicę niskociśnieniową o wydajności 230 l/min. Wydajność w kg/s oblicza się następująco:

$$230 \text{ l/min} = 3,830 \text{ lps} = 3,830 \text{ kg/s}$$

$$\begin{aligned} \dot{Q} &= Q \times q \\ &= 3 \text{ MJ/kg} \times 3.83 \text{ kg/s} \end{aligned}$$

$$= 11,49 \text{ MJ/s} = 11,49 \text{ MW}$$

Zdolność chłodnicza 11,49 MW oznacza, że w każdej sekundzie ciepło o takiej wartości może zostać pochłonięte. Przy pracy ze 100 proc. skutecznością wytwarzana jest następująca ilość pary:

$$\dot{V} = 2.61 \times 3.83 = 10 \text{ m}^3/\text{s}$$

W przypadku pożaru w pomieszczeniu strażacy prowadzą natarcie za pomocą prądu gaśniczego o wydajności 230 l/min. Rozmiary pomieszczenia to 4 m x 5 m x 2,5 m. Kubatura wynosi 50 m³. Kiedy prąd jest w 100 proc. skuteczny, to 50 m³ pary wodnej wytworzy się po 5 s podawania. W konsekwencji pożar zostanie ugaszony – para wyprze cały tlen.

Trzeba robić dobrze proste rzeczy

Nauka pokazuje nam, że jest znacząca różnica między strażakami, którzy potrafią podawać wodę w odpowiedniej formie, w odpowiednie miejsce i w odpowiednim czasie, a tymi, którzy tego nie potrafią. Niewprawne oko dostrzeże jedynie nieznaczną różnicę w kącie rozproszenia, kącie nachylenia czy rozmiarze kropelek, choć efekt końcowy bardzo się różni – woda nie trafia tam, gdzie powinna. Z mniejszą zdolnością gaszenia słabo działające zastępy wystawiają się na większe ryzyko, a ich działania trwają dłużej.

Matryce oceny mogą stanowić dla strażaków narzędzie, dzięki któremu będą w stanie dostrzec faktyczny poziom swoich umiejętności i zidentyfikować obszary wymagające poprawy. Poprzez żmudne ćwiczenia i naukę wykonywania podstawowych technik operowania prądami nie tylko sami mogą być bezpieczniejsi, ale też zapewniają lepszą ochronę społeczeństwu.

Źródła:

- [1] Karel Lambert, Siemco Baaij, *Brandverloop: Technisch bekeken, tactisch toegepast*, 2011.
- [2] Stefan Särndqvist, *Water and other extinguishing media*, 2002.
- [3] Paul Grimwood, Ed Hartin, John McDonough, Shan Raffel, *3D Firefighting, Training, Techniques & Tactics*, 2005.