

mł. bryg. **mgr inż. Przemysław WYSOCZYŃSKI**

mł. bryg. **mgr inż. Aleksander ADAMSKI**

Szkoła Główna Służby Pożarniczej

## **METODY WYZNACZANIA WYDATKU GAŚNICZEGO**

### **Methods of calculating needed fire flow**

#### **Streszczenie**

W swoich działaniach strażak-ratownik dysponuje zbiorem aktywnych i pasywnych środków zmierzających do likwidacji pożaru. Do środków pasywnych zaliczyć można: techniczne środki ochrony indywidualnej, sprzęt asekuracyjny czy środki łączności. Te elementy spełniają wiele ważnych funkcji, niemniej nie służą do bezpośredniej likwidacji zdarzenia – mają charakter bierny. Aktywnymi elementami są środki gaśnicze oraz urządzenia do ich podawania, dzięki którym strażak podejmuje bezpośrednie działania gaśnicze. Dużym problemem podczas akcji gaśniczych, szczególnie podczas pożarów średnich, dużych i bardzo dużych, jest określenie sumarycznego zapotrzebowania na wodę. Woda podczas pożaru może być podawana w celu przeprowadzenia natarcia, opóźniania jego rozwoju, obrony sąsiednich obiektów lub obszarów czy też do osłony rot ratowniczych i ewakuacyjnych. Nie powinno się również lekceważyć obszarów ryzyka i niepewności, towarzyszących każdemu zdarzeniu. Częstym zjawiskiem jest występowanie, co najmniej dwóch form podawania środka gaśniczego jednocześnie. Odpowiedni margines w postaci zapasu (rezerwy wydatku) jest świadectwem profesjonalizmu i należytego przygotowania do realizacji zadań ratowniczo-gaśniczych. Przy skomplikowanej akcji gaśniczej wpływ na sumaryczny wydatek wody ma wiele czynników. Autorzy zadali sobie pytanie. Czy istnieją metody, które dają szansę KDR i pozwalają na wyznaczenie sumarycznego zapotrzebowania na wodę dla akcji gaśniczej? W artykule przedstawiono klasyfikacje metod, którą uszeregowano według koncepcji „od nauki do praktyki”. Żadna z nich nie jest jednak na tyle wiarygodna, żeby zdejmowała z kierującego akcją ciężar podejmowania decyzji i odpowiedzialności. Przedstawione metody wyznaczania zapotrzebowania na wodę do celów gaśniczych nie aspirują do miana doskonałych. Wyznaczenie optymalnej wartości wydatku gaśniczego zawsze będzie poważnym zadaniem dla kierującego akcją. Istniejące metody i rozwiązania są tylko narzędziem dającym wskazówki. Pod każdą metodą powinien znajdować się napis ostrzegawczy „Metoda nie daje żadnych gwarancji, nie zwalnia kierującego z trzeźwego myślenia, nadal jest on

wyłącznie odpowiedzialny za własne decyzje”. Poznawanie metod praktycznych i teoretycznych jest natomiast jak najbardziej właściwą drogą do poszerzania wiedzy i wyobraźni w tym temacie.

### **Summary**

In rescue operation firefighter have the class of active and passive agents aiming to the liquidation of the fire. The passive agents include personal protective and insurance equipment and communication equipment. These elements perform many important function, but do not provide to direct liquidation of the events – they have passive character. The active elements are extinguishing agents and equipment which give it to the fire, so a firefighter take a direct extinguishing operation. The large problem during extinguishing action, particularly during average, large and very large fire, is to define a water demand. Water during fire can be used to carry out the attack, delay its development, the defense neighborhood objects or area or also to protection of rescue and evacuation units. A common phenomenon is the occurrence of at least two forms of giving the extinguishing agents simultaneously. Adequate margin of water flow (water reserve) is the certificate of professionalism and appropriate preparedness for the rescue and firefighting tasks. During complicated firefighting action a lot of factors has influence on water flow. The authors asked themselves: Are there exist any methods that allow calculate a total water flow for extinguishing action? The article presents the classification of methods, which are ranked according to the concept “from science to practice”. None of them is so credible to takes off from commander the weight of decision-making and responsibility. The presented methods for calculating water supply for extinguishing purposes do not aspire to the name of perfect. Appointment of the optimum value of the water flow for extinguishing purposes will always be serious task for commander. Existing methods and solutions are only a tool that gives guidance. Under each method should be a warning inscription "method makes no warranty, does not relieve the commander from a sound mind, he still is exclusively responsible for own decisions." Exploring the practical and theoretical methods is the most appropriate way to increase knowledge and imagination in this topic.

**Słowa kluczowe:** wydatek gaśniczy, zaopatrzenie wodne, dowodzenie;

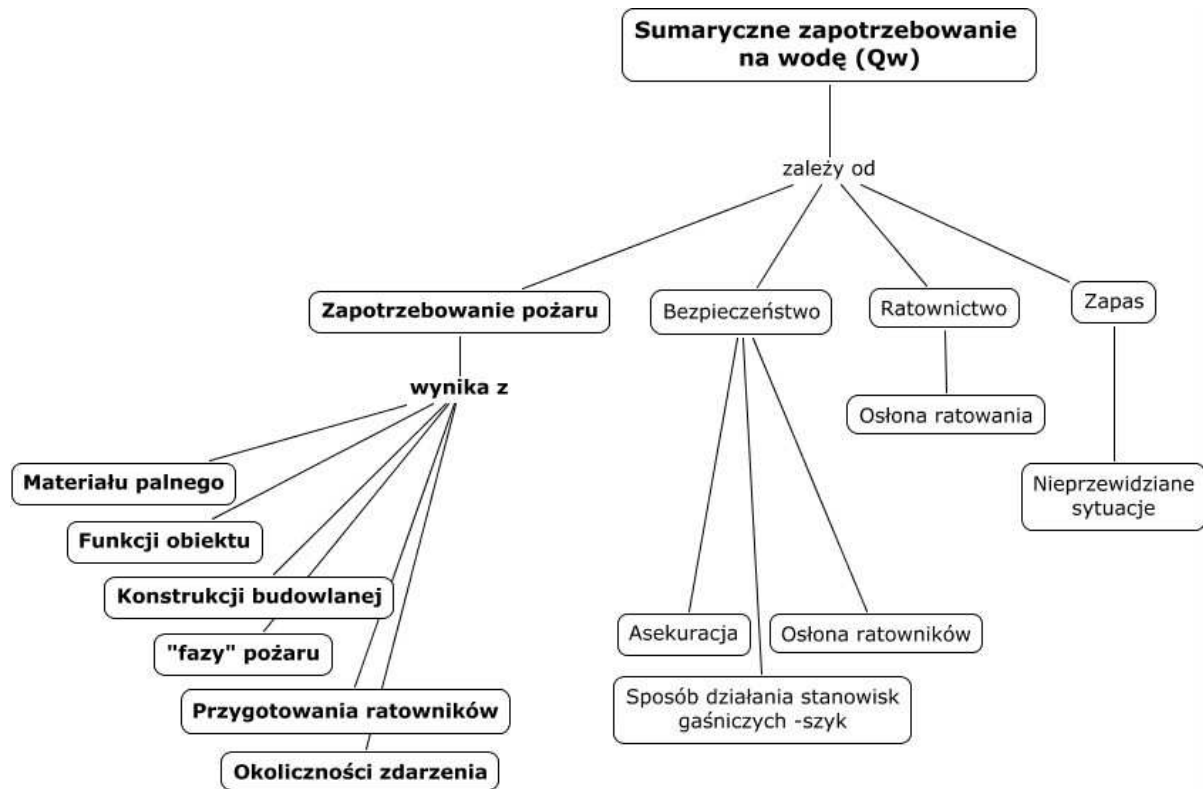
**Keywords:** fire flow, fire command, water supply;

## **1. Wprowadzenie**

W swoich działaniach strażak-ratownik dysponuje zbiorem aktywnych i pasywnych środków do realizacji jednego z głównych celów – likwidacji pożaru. Wśród środków pasywnych można wymienić: techniczne środki ochrony górnych dróg oddechowych oraz twarzy, ubranie ochronne, przyrządy pomiarowe i wykrywcze, sprzęt asekuracyjny, środki łączności. Te elementy spełniają wiele ważnych funkcji, niemniej nie służą do bezpośredniej likwidacji zdarzenia – mają charakter bierny. Aktywnymi elementami są środki gaśnicze oraz

urządzenia do ich podawania, dzięki którym strażak podejmuje bezpośrednie działania ratowniczo-gaśnicze.

Dużym problemem jest określenie sumarycznego zapotrzebowania na wodę, będącą dominującym środkiem gaśniczym. Przy skomplikowanej akcji gaśniczej wpływ na sumaryczny wydatek wody ma wiele czynników które przedstawiono na rysunku nr 1. Poza czynnościami gaśniczymi, może zaistnieć realna potrzeba zastosowania prądów wodnych do zapewnienia szeroko pojętego bezpieczeństwa i ratownictwa. Nie powinno się również lekceważyć obszarów ryzyka i niepewności, towarzyszących każdemu zdarzeniu. Odpowiedni margines w postaci zapasu (rezerwy wydatku) jest świadectwem profesjonalizmu i odpowiedniego przygotowania do realizacji zadań ratowniczo-gaśniczych.



Ryc.1. Główne składniki sumarycznego zapotrzebowania na wodę podczas akcji ratowniczo – gaśniczej;

Fig. 1. The main components of a summary of water demand during fire fighting actions  
Źródło: Opracowanie własne

Każdy z powyższych pól schematu można rozbudować i bez większych problemów ujawnić elementy mające wpływ na wydatek gaśniczy takie jak:

- topień opanowania technik podawania,
- dobór i stan urządzeń do podawania,
- doświadczenie zawodowe ratowników,
- pogoda, pora dnia, pora roku,
- dostęp do ogniska pożaru,
- gęstość obciążenia ogniowego,
- wilgotność, stan skupienia, skład materiału palnego,
- skuteczność dowodzenia,

Praktycznie lista ta jest nieograniczona. W szczególnych okolicznościach, znaczenie pojedynczego elementu można zaważyć w postępkach całej akcji. Czy w takim razie istnieją metody, które dają szansę wybrnięcia z tego złożonego problemu i pozwalają na wyznaczenie sumarycznego zapotrzebowania na wodę dla akcji gaśniczej?

Odpowiedź na tak postawione pytanie jest następująca – istniejące metody wyznaczania zapotrzebowania na wodę nie aspirują do miana doskonałych. Można je pogrupować do następujących kategorii:

- a. naukowe – opierające się na fizykochemicznych modelach rozwoju pożaru, skupione na analizie bilansu masy, ciepła, wymiany gazowej;
- b. kalkulacyjne – metody rachunkowe, zawierające znaczne uproszczenia, opierające się najczęściej na podstawowych właściwościach fizycznych;
- c. operacyjne - skrajnie uproszczona kalkulacja, oparta na subiektywnej ocenie;
- d. wartości – najczęściej w formie tabelaryzowanej gotowe wielkości;
- e. prawne – regulacje obowiązujące w państwie, na podstawie których ustalana jest wielkość zaopatrzenia w wodę do celów przeciwpożarowych;
- f. specjalistyczne – metody o różnym stopniu złożoności, mające zastosowanie w wąskim zakresie, np. pożary gazów, cieczy, lasów, składowisk.

Żadna z nich nie jest jednak na tyle wiarygodna, żeby zdejmowała z kierującego akcją ciężar podejmowania decyzji i odpowiedzialności. Powyższa klasyfikacja metod jest uszeregowana według koncepcji „od nauki do praktyki”, z wyłączeniem podpunktów – e oraz f, które są

lokalną klasyfikacją i jako takie nie są tematem niniejszego artykułu. W tabeli nr 1 przedstawiono zestawienie cech poszczególnych grup.

Tabela 1

**Główne cechy metod wyznaczania zapotrzebowania na wodę do celów gaśniczych**

Tabel 1.

**The main features of methods for determining the demand for water for fire fighting;**

Źródło: Opracowanie własne.

Grupa	Metoda	Szybkość	Dokładność	Wykorzystanie
a)	Naukowe	Czasochłonna, wymaga przygotowania, danych,	Bardzo dokładna w obszarze objętym metodą, nie bywają kompleksowe	Rozwój nauki i wiedzy, dochodzenia, symulacje
b)	Kalkulacyjne	Kilkanaście minut, wymaga kilku danych	Przybliżone wyniki pozwalają na wystarczające określenie przedziału wartości, nie kompleksowe	Ograniczone operacyjnie do dużych zdarzeń, plany, analizy, wybrane kraje - prewencja
c)	Operacyjne	Bardzo szybka	Wartości orientacyjne, oparte na praktyce, w dużym zakresie kompleksowe	Proste narzędzie dla kierującego poziomu interwencyjnego
d)	Wartości	Błyskawiczna	bardziej wskazówka niż wartość	operacyjna „ściaga” skierowana głównie dla jednostek ochotniczych

## 2. Metody naukowe

Metody naukowe rozwijane są w postaci teoretycznych modeli, głównie na potrzeby oceny skuteczności stałych instalacji wykrywczych, wentylacyjnych i gaśniczych. Od pewnego czasu burzliwie rozwijane są symulacyjne narzędzia komputerowe. Dąży się do uwzględnienia coraz większej liczby zmiennych, do opisu zjawisk fizycznych, oraz badania coraz bardziej złożonych struktur, w których przebiega symulacja. Metody obejmują stosunkowo proste modele dwustrefowe, aż po analizę cząstek elementarnych, w której analizowaną przestrzeń wypełnia się milionami komputerowych obiektów symulujących cząsteczki gazów, par, ciał stałych, każda ze zdefiniowanymi właściwościami, które wzajemnie swobodnie oddziałują na siebie. Dzięki temu można przedstawiać skomplikowane

procesy i zjawiska, niemożliwe do uzyskania metodami tradycyjnych równań. Metody naukowe są silnie deterministyczne, dlatego najczęściej wykorzystuje się je do dowodzenia hipotez w znanym środowisku. Wykorzystanie wprost metod naukowych w działaniach interwencyjnych jest praktycznie niemożliwe, natomiast trzeba mieć świadomość, że postęp wielu obszarów techniki w zakresie środków gaśniczych, urządzeń do podawania, ochron osobistych ma podstawę w postaci dowodów naukowych.

### 3. Metody kalkulacyjne

Jest to najbardziej rozbudowana grupa metod. Uproszczenie sposobu prowadzenia obliczeń sprzyja ich upowszechnianiu i doskonaleniu. Kalkulacje podlegają specjalizacji. Są metody przeznaczone do sporządzania planów i wykorzystywane w prewencji. Do najbardziej popularnej należy NFPA 1231 „Standard on Water Supplies for Suburban and Rural Fire Fighting” (Norma przeciwpożarowego zaopatrzenia wodnego dla obszarów podmiejskich i wiejskich), wydana przez NFPA (The National Fire Protection Association). Popularna metoda, na której wzoruje się wiele krajów w swoich lokalnych regulacjach. Do 1999 roku wzór stosowany w tej normie był następujący:

$$\frac{V}{OHC} \times CCN \times EF = TWS$$

gdzie:

TWS – summaryczne zaopatrzenie wodne

V – objętość obiektu

OHC – współczynnik obciążenia ogniowego związany z funkcją obiektu

CCN – współczynnik konstrukcji

EF – współczynnik zwartości zabudowy

Większość współczynników została dla ułatwienia tabelaryzowana i opisana. Jak widać na wielkość zaopatrzenia wodnego – a z tego wynika także wydatku gaśniczego - wpływ mają czynniki funkcjonalne, konstrukcyjne i gabaryty obiektu. Ponadto dostrzega się problem zagrożenia pożarem dla sąsiadujących budynków. W Normie NFPA 1142 zastępującej NFPA 1231 sposób wyznaczania zaopatrzenia uległ zmianie, zrezygnowano z kompleksowego wzoru, choć składniki kalkulacji pozostały. Dodatkowo w załączniku do normy została przedstawiona alternatywna metoda, pochodząca z opracowania innej organizacji - ISO (Insurance Services Office), której podstawowy wzór wygląda następująco:

$$NFF = (C_i) (O_i) [(1.0+(X+P)_i]$$

gdzie:

NFF – wymagany wydatek wody

$C_i$  - współczynnik konstrukcji

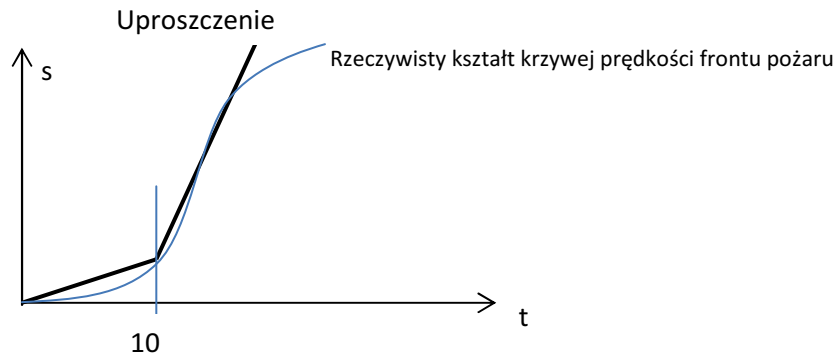
$O_i$  - współczynnik obciążenia ogniowego związany z funkcją obiektu

$X$  - współczynnik zwartości zabudowy

$P$  – współczynnik układu stref przeciwpożarowych

Jak widać, zbiór parametrów jest zbliżony do wcześniejszej wersji normy NFPA. Należy podkreślić zgodę pomiędzy administracją, która przyjmuje na zasadzie dobrowolności całość albo część norm stowarzyszenia i nadaje im charakter krajowy, a jednostkami ochrony przeciwpożarowej, które swoje plany operacyjne również opierają na powyższych metodach. Dzieje się tak, ponieważ wyniki uzyskiwane w kalkulacji dają wiarygodne (operacyjnie) wielkości. Nie dochodzi do zachwiania równowagi pomiędzy sprzecznymi interesami ekonomicznymi (koszty budowy i utrzymania infrastruktury o odpowiednich parametrach) a wymaganiami realnych sytuacji pożarowych.

W Polsce także stosowana jest metoda kalkulacyjna, opracowana jeszcze w latach sześćdziesiątych w Związku Radzieckim, opierająca się na wyznaczaniu geometrycznego kształtu powierzchni pożaru w rzucie poziomym z uwzględnieniem liniowej prędkości rozwoju pożaru, charakterystyczna dla wybranych grup materiałów palnych lub obiektów. Jest to metoda posiadająca wiele uproszczeń, przede wszystkim zakłada prędkość przesuwania się frontu pożaru jako liniową, rozróżniając jedynie początkową fazę pierwszych dziesięciu minut, jako połowę docelowej prędkości. Takie podejście ma na celu oddanie dynamiki rozwoju pożaru w zarodku i w fazie rozgorzenia.



**Ryc. 1.** Prędkości frontu pożaru i uproszczenie metody kalkulacyjnej

**Fig. 2.** fire front speed and simplify the calculating method

Źródło: Opracowanie własne

Ponadto zakłada się, że kształt powierzchni pożaru można sprowadzić do prostych figur geometrycznych. Powyższe uproszczenia nie są dla metody kalkulacyjnej błędem. Uzyskiwane wyniki wydatków gaśniczych mieszczą się w przedziałach wartości uzyskiwanych w innych metodach. Ważniejsze jest to, że nie ma wystarczająco bogatego katalogu materiałów palnych scharakteryzowanych dla tej metody. Jest to istotna słabość tego rozwiązania. W myśl metody, każdy materiał palny posiada także intensywność gaśniczą (liniową i powierzchniową), przy której następuje efekt lokalizacji pożaru. W tabeli 2 przedstawiono wyniki metody geometrycznej dla pożaru przestrzeni biurowych i mieszkalnych, obliczone dla wartości prędkości liniowej  $V_l=1,2$  m/min, intensywności powierzchniowej  $I_p=4,8$  l/(min\*m<sup>2</sup>), liniowej  $I_l=9,8$  l/(min\*m), dla przykładowych czasów trwania pożaru w przedziale 15-25 minut.



Tabela 2.

**Przykładowe wyniki wydatku dla pożaru mieszkania**

Tabel 2.

**Sample results of the fire flow for apartment fire**

Źródło: opracowanie własne.

Czas [min]	Powierzchnia [m <sup>2</sup> ]	Długość linii frontu [m]	Q powierzchniowe [l/min]	Q front [l/min]
15	226,19	37,70	1085,73	904,78
16	273,70	41,47	1313,74	995,26
17	325,72	45,24	1563,46	1085,73
18	382,27	49,01	1834,89	1176,21
19	443,34	52,78	2128,04	1266,69
20	508,94	56,55	2442,90	1357,17
21	579,06	60,32	2779,48	1447,65
22	653,70	64,09	3137,77	1538,12
23	732,87	67,86	3517,78	1628,60
24	816,56	71,63	3919,50	1719,08
25	904,78	75,40	4342,94	1809,56

Jako sposób rozprzestrzeniania się pożaru w powyższym scenariuszu przyjęto półkole. Wielkość powierzchni i obwodu pożaru przyrastają w czasie zgodnie z regułami geometrii. W odniesieniu do konkretnego przypadku należy uwzględnić wpływ przegród budowlanych w postaci ścian z ich wartością odporności ogniowej.

#### 4. Metody operacyjne

Metody operacyjne są specyficzną kategorią. Nie mają wymiaru naukowego, natomiast są narzędziem praktycznego, interwencyjnego zastosowania. Wśród niewielkiej liczby prób określania takich metod, na pierwsze miejsce wysunęła się jedna, której obecnie można przyznać międzynarodowy zasięg. Autorem koncepcji jest niekwestionowany w środowisku pożarników praktyk angielski Paul Grimwood. Metoda polega na określeniu wydatku gaśniczego wzorem:

$$Q_w = 4 * P_p$$

gdzie:

$Q_w$  – wydatek gaśniczy [l/min]

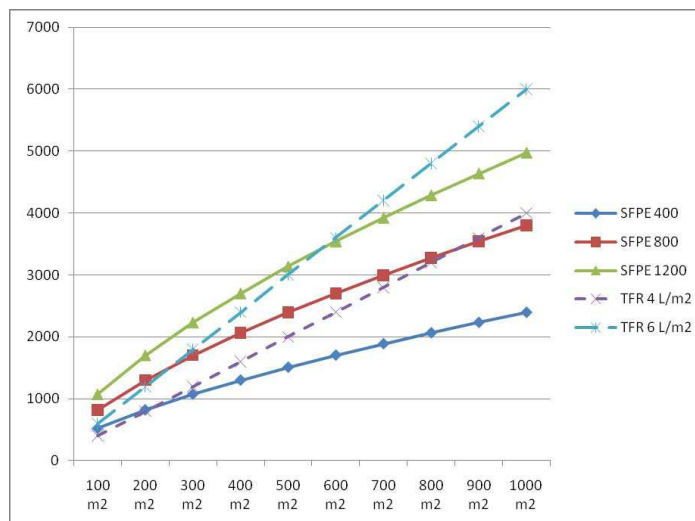
$P_p$  - pole powierzchni pożaru [m<sup>2</sup>]

Grimwood o swojej metodzie pisze wyczerpująco w licznych artykułach [9]. Przedstawia genezę jej powstania, ograniczenia i modyfikacje. Przede wszystkim powołuje się na wykonane w swojej czterdziestoletniej karierze zawodowej studium przypadków kilkuset dużych pożarów podczas pracy w różnych krajach. Wskazuje na określone przez doświadczenie minimum wydatku, wynoszące 2 l/min, jako krytyczną dolną granicę. Poniżej tej wartości więcej niż połowa analizowanych pożarów nie zakończyła się lokalizacją pożaru w trakcie interwencji straży pożarnej. Metody operacyjne nie mogą zawierać innych parametrów niż te uzyskane w wyniku oceny sytuacji, dostępne dla kierującego działaniami ratowniczo-gaśniczymi. Grimwood wskazuje na sens modyfikacji wzoru do postaci:

$$Q_w = 6 * P_p$$

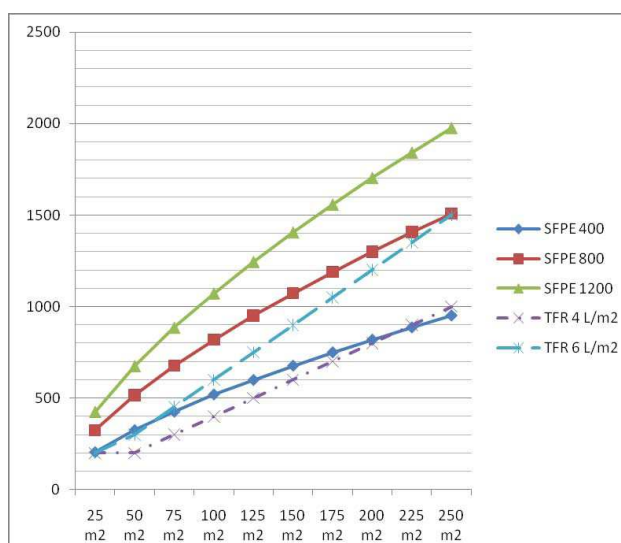
w przypadku pożarów „trudnych”. Pod tym pojęciem rozumie pożary kondygnacji budynków z pomieszczeniami o *dużych, otwartych* powierzchniach, w których pożar rozwija się szczególnie dynamicznie, z uwagi na brak barier budowlanych. Najczęściej są to hale produkcyjne, magazynowe, widownie teatralne, wystawy. Dodatkowo ważny w jego ocenie jest dostęp powietrza do pożaru. *Znaczne* przeszklenie powierzchni ścian jest w tu wskazówką zastosowania większego mnożnika. Zastosowana ocena pod postacią sformułowań „trudny”, „duża”, „znaczne” dla metod operacyjnych jest jak najbardziej do przyjęcia, większej precyzji nie można się domagać od osoby dokonującej oceny wzrokowo.

Wielkości wydatków wynikające ze wzorów operacyjnych Grimwooda zostały porównane przez Cliffa Barnetta, fizyka z Nowej Zelandii, specjalizującego się w zagadnieniach bilansu cieplnego, autora metod naukowych z zakresu pożarnictwa. Zestawienie wyników porównawczych w postaci wykresów przedstawia **rysunek 3 i 4**.



**Ryc. 2.** Porównanie w układzie wydatek-powierzchnia pożaru wyników metody Grimwooda (TFR4 i TFR6) z krzywymi modelu teoretycznego Barnetta dla wartości obciążenia ogniowego 400, 800, 1200 MJ/m<sup>2</sup>, dla pożarów do 1000m<sup>2</sup>;

**Fig. 3.** the flow rate curves for SFPE (NZ) TP 2004/1 compared with the TFR fire ground „rule of thumb” formulae by Grimwood for fires ranging between 100-1000m<sup>2</sup>; *Biuletyn techniczny, Firesafetyengineer.com, FSE/1/200.*



**Ryc. 3.** Porównanie w układzie wydatek-powierzchnia pożaru wyników metody Grimwooda (TFR4 i TFR6) z krzywymi modelu teoretycznego Barnetta dla wartości obciążenia ogniowego 400, 800, 1200 MJ/m<sup>2</sup>, dla pożarów do 250m<sup>2</sup>;

**Fig. 4.** The flow rate curves for SFPE (NZ) TP 2004/1 compared with the TFR fireground „rule of thumb” formulae by Grimwood. The theory curves of TP 2004/1 conform closely with the empirical curves of TFR 1989/1. The vertical axis displays LPM requirements for control and suppression of building and enclosure fires, prior to reaching the decay stages of the fire development curve; *Biuletyn techniczny, Firesafetyengineer.com, FSE/1/2009*

Z uwagi na empiryczny charakter badań, zakres wyników rekomendowanych do stosowania wzorów Griwooda określono dla pożarów do 600 m<sup>2</sup> powierzchni pożaru. Mimo wszystko jest to obecnie jedyna, prosta, mająca umocowanie w praktyce i w dużym zakresie potwierdzalna teoretycznie metoda operacyjna do wyznaczania wydatku gaśniczego.

## 5. Wartości

Przygotowane wartości są najprostszą z form dostarczenia kierującemu działaniami ratowniczo-gaśniczymi informacji o przewidywanym wydatku gaśniczym. Jest to sposób praktykowany we wielu krajach. Funkcjonuje na zasadzie niewielkiej tabeli z zestawieniem najbardziej popularnych obiektów, z przypisaną im wielkością wydatku gaśniczego. Nie jest to w rzeczywistości metoda, a wartość praktyczna tego rozwiązania jest dyskusyjna. Jednak tam, gdzie się stosuje to rozwiązanie, jest doceniane z innego powodu. Chodzi przede wszystkim o unikanie grubych błędów, przez strażaków w głównej mierze ochotników, którzy w wielu przypadkach są pierwsi na miejscu zdarzenia, podejmują istotne decyzje i wielokrotnie biorą na siebie odpowiedzialność za skuteczność i efektywność prowadzonych działań. Dla tych osób, mając na uwadze różny poziom wiedzy i doświadczenia, tworzy się proste wytyczne, funkcjonujące na zasadzie „ściągi” przechowywanej w kieszeni ubrania, aby dysponowali orientacyjną wartością.

Tabela 1.

### Przykłady metody “wartości”

Tabela 2.

### Examples of methods of "values";

Źródło: Opracowanie własne

Obiekt	Wskazówka
Domy mieszkalne	1-2 kondygnacji – 500 l/min Więcej – do 2100 l/min
Warsztaty, garaże, parkingi, stacje obsługi	1500 l/min
Zakłady przemysłowe	Do 1 ha – 1200 l/min Od 1 do 2 ha – 2100 l/min Od 2 do 3 ha – 3000 l/min Powyżej 3 ha – 4500l/min Pozostałe wysokiego ryzyka - indywidualnie
Sklepy, biura, wypoczynek, rekreacja	Od 1200 do 4500 l/min (w zależności od obiektu)
Szkoła, przychodnia, szpital, kino, teatr, sale widowiskowe	Parterowe – 900 l/min
Szkoły podstawowe, parterowe przychodnie	1200 l/min
Uczelnie, pozostałe szkoły, szpitale itd.	2100 l/min

## 6. Zakończenie

Wyznaczenie optymalnej wartości wydatku gaśniczego zawsze będzie poważnym zadaniem kierującego akcją. Istniejące metody i rozwiązania są tylko narzędziem dającym wskazówki. Pod każdą metodą powinien znajdować się napis ostrzegawczy „Metoda nie daje żadnych gwarancji, nie zwalnia kierującego z trzeźwego myślenia, nadal jest on wyłącznie odpowiedzialny za własne decyzje”. Poznawanie metod praktycznych i teoretycznych jest natomiast jak najbardziej właściwą drogą do poszerzania wiedzy i wyobraźni w tym temacie.

## Literatura

1. Fangrat J., *Rozwój pożaru w pomieszczeniach. Rozprzestrzenianie płomienia przez okładziny ścienne i sufitowe*, Politechnika Krakowska, Kraków 2001;
2. Adamski A., *Naliczanie sił i środków – warianty taktyczne*, Skuteczne ratownictwo, praca zbiorowa, Wyd. Verlag Dashöfer Sp. z o.o., Warszawa 2007;
3. Brunacini A., *Fire Command*, NFPA, 2002;
4. Carter H., Murnane L.: *Fire fighting strategy and tactics*. Oklahoma, 1998;
5. *Essential of firefighting*, 4th Ed., IFSTA1998.
6. Eckman W. F., *The fire department water supply handbook*, Fire Engineering Books&Video, NJ 1994;
7. Konecki M., *Kilka uwag na temat dynamiki & modelowania pożarów*, WIBP, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, [www.sgsp.edu.pl/uczelnia/wyklady/wyklad\\_prof\\_konecki.pdf](http://www.sgsp.edu.pl/uczelnia/wyklady/wyklad_prof_konecki.pdf)
8. *Guide for determination of needed fire flow*; [www.isomitigation.com/downloads/ppc3001.pdf](http://www.isomitigation.com/downloads/ppc3001.pdf), edition 05-2008
9. [www.euro-firefighter.com/topics.htm](http://www.euro-firefighter.com/topics.htm)

**bryg. mgr inż. Aleksander ADAMSKI** starszy wykładowca w Zakładzie Działań Gaśniczych; Katedry Działań Ratowniczych w SGSP. Absolwent SGSP z 1992r., specjalizacja taktyczno-dowódcza. Pracę zawodową rozpoczynał w JRG gdzie awansował do stanowiska dowódcy zmiany. W roku 1997 przeszedł do pionu dydaktycznego gdzie pracuje do dnia dzisiejszego. Specjalizuje się w zagadnieniach z zakresu dowodzenia i taktyki pododdziałów gaśniczych.

**mł. bryg. mgr inż. Przemysław WYSOCZYŃSKI** kierownik Pracowni Działań Gaśniczych w Zakładzie Działań Gaśniczych; Katedry Działań Ratowniczych w SGSP. Absolwent SGSP

z 1997r. Informatyk i specjalista programowania. Od roku 2005 związany z pionem dydaktycznym gdzie pracuje do dnia dzisiejszego. Specjalizuje się w zagadnieniach z zakresu dowodzenia i taktyki pododdziałów gaśniczych.

**Recenzenci**

**st. bryg. mgr inż. Tadeusz Jopek**

**bryg. mgr inż. Tomasz Krasowski**