



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

Wyznaczanie parametrów strumienia podsufitowego dymu

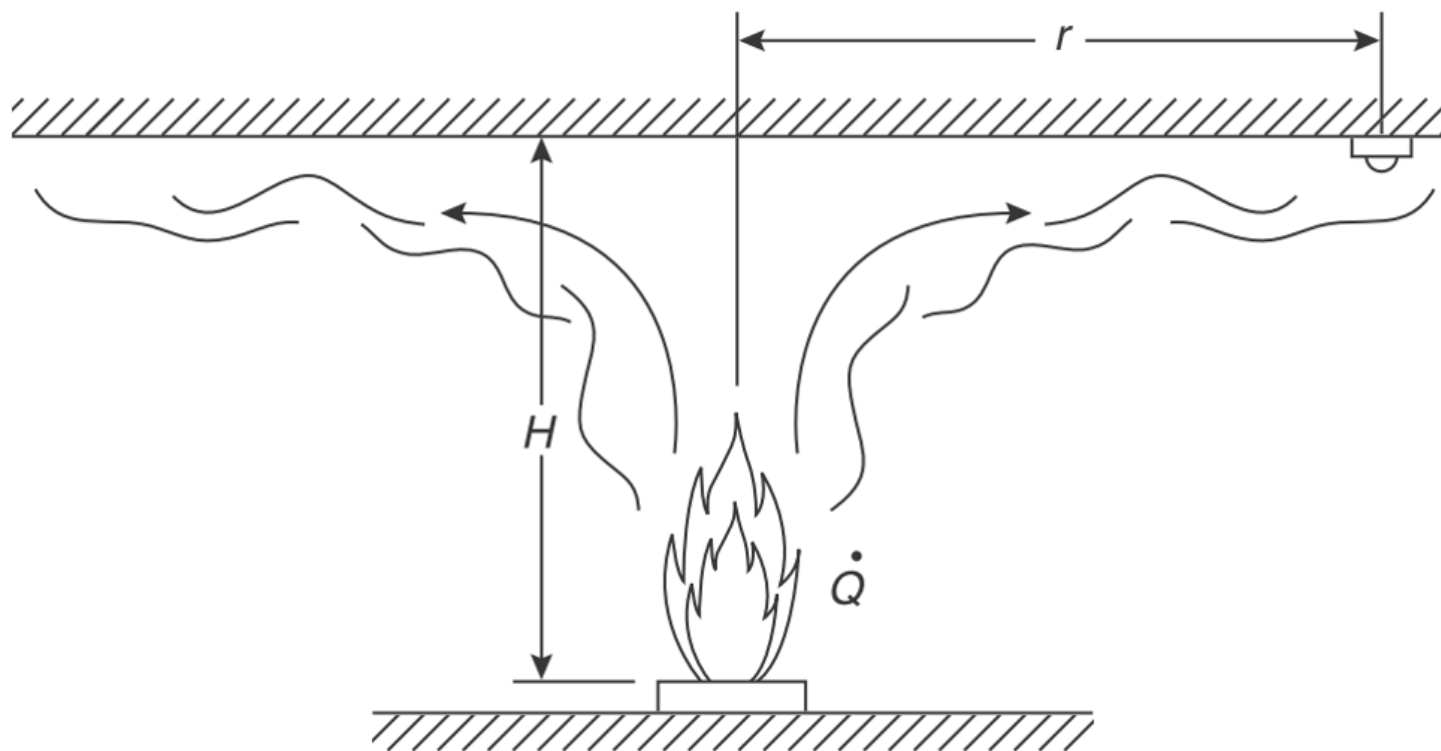
Teoria pożarów
ćwiczenia

st. kpt. mgr inż. Andrzej Krauze
akrauze@sgsp.edu.pl



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

PRZEPŁYW STRUMIENIA DYMU POD SUFITEM



Źródło:

Ronald L. Alpert, Ceiling Jet Flows, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



BADANIA PARAMETRÓW STRUMIENIA PODSUFITOWEGO

Szkoła Główna Służby Pożarniczej

- W latach siedemdziesiątych R.L. Alpert przeprowadził badania dotyczące parametrów strumienia podsufitowego.
- Spalano palety drewniane i plastikowe, puste kartony, materiały z plastyku umieszczone w kartonach oraz ciecze palne.
- Uzyskiwano moce pożaru w granicach od 600 kW do 98 MW.
- Wysokości pomieszczeń wahały się od 4,6 m do 18 m.
- Badania dotyczyły ustalonego przepływu gazów pożarowych pod poziomym stropem.
- Pomiaru dokonywano zazwyczaj w odległości dwa razy większej niż wysokość pomieszczenia.
- Mierzone parametry to: prędkość przepływu oraz temperatura gazów w określonej odległości od pożaru, a także głębokość strumienia podsufitowego.

Źródło:

Ronald L. Alpert, Ceiling Jet Flows, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

WZORY ALPERTA

$$T - T_{\infty} = 16.9 \frac{\dot{Q}^{2/3}}{H^{5/3}} \quad \text{for } r/H \leq 0.18$$

$$T - T_{\infty} = 5.38 \frac{\dot{Q}^{2/3} / H^{5/3}}{(r/H)^{2/3}} \quad \text{for } r/H > 0.18$$

$$U = 0.947 \left(\frac{\dot{Q}}{H} \right)^{1/3} \quad \text{for } r/H \leq 0.15$$

$$U = 0.197 \frac{(\dot{Q}/H)^{1/3}}{(r/H)^{5/6}} \quad \text{for } r/H > 0.15$$

\dot{Q} - całkowita moc pożaru [kW]

T_{∞} - temperatura otoczenia [°C]

H - wysokość (mierzona od podstawy strefy spalania do sufitu) [m]

Warunki stosowania wzorów:

1. Płomienie nie mogą sięgać sufitu.
2. Przepływ strumienia gazów pożarowych, nie jest zaburzony przez belki podstropowe, ściany itp.
3. Jeżeli pożar znajduje się przy ścianie, do wzoru wstawiamy wartość $2 \cdot \dot{Q}$.
4. Jeżeli pożar znajduje się w narożu pomieszczenia, do wzoru wstawiamy wartość $4 \cdot \dot{Q}$.

Źródło:

Ronald L. Alpert, Ceiling Jet Flows, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



ZASTOSOWANIE WZORÓW – PRZYKŁAD NR 1

Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

W pomieszczeniu o wysokości 10 m spala się niewielka ilość materiałów, które znajdują się na posadzce. Moc pożaru wynosi 1 MW. Przyrost temperatury pod sufitem, w bliskiej odległości od osi pożaru może być obliczony następująco:

$$\begin{aligned} T - T_{\infty} &= \frac{16.9(1000)^{2/3}}{10^{5/3}} \\ &= \frac{16.9(100)}{46.42} \\ \Delta T &= 36.4^{\circ}\text{C} \end{aligned}$$

Źródło:

Ronald L. Alpert, Ceiling Jet Flows, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



ZASTOSOWANIE WZORÓW – PRZYKŁAD NR 2

**Szkoła Główna
Służby Pożarniczej**

W narożu pomieszczenia pali się pewna ilość materiałów. Podstawa strefy spalania znajduje się na posadzce, a wysokość pomieszczenia wynosi 12 m. Moc pożaru, która spowoduje pod stropem przyrost temperatury o 50 °C, mierzonej w odległości 5 m od naroża pomieszczenia, może być obliczona następująco:

$$T - T_{\infty} = 5.38 \frac{(4\dot{Q})^{2/3} / H^{5/3}}{(r/H)^{2/3}}$$

$$50 = 5.38 \frac{(4\dot{Q})^{2/3}}{12^{5/3} (5/12)^{2/3}}$$

$$\dot{Q} = \frac{5}{4} \left[\frac{50(12)}{5.38} \right]^{3/2}$$

$$\dot{Q} = 1472 \text{ kW} = 1.472 \text{ MW}$$

Źródło:

Ronald L. Alpert, Ceiling Jet Flows, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

ZASTOSOWANIE WZORÓW – PRZYKŁAD NR 2

Dla tego samego przypadku, maksymalna prędkość strumienia podsufitowego dymu może być obliczona w następujący sposób:

$$\begin{aligned}U &= 0.197 \frac{(4\dot{Q}/H)^{1/3}}{(r/H)^{5/6}} \\ &= \frac{0.197(5888)^{1/3}}{(5/12)^{5/6} 12^{1/3}} \\ U &= 3.2 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Źródło:

Ronald L. Alpert, Ceiling Jet Flows, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



**Szkoła Główna
Służby Pożarniczej**

ZADANIA DO WYKONANIA – CZĘŚĆ NR 1

Zadanie nr 1:

Oblicz prędkość i temperaturę maksymalną w strumieniu podsufitowym w odległości $r = 5$ m od osi kolumny konwekcyjnej, w pomieszczeniu o wysokości $H = 3$ m. Szybkość wydzielania ciepła w strefie spalania znajdującej na środku pomieszczenia wynosi 1000 kW. Temperatura otoczenia 20 °C. Podstawa strefy spalania znajduje się na posadzce.

Zadanie nr 2:

Oblicz prędkość i temperaturę maksymalną w strumieniu podsufitowym w odległości $r = 5,5$ m od osi kolumny konwekcyjnej, w pomieszczeniu o wysokości $H = 4$ m. Szybkość wydzielania ciepła w strefie spalania znajdującej się pod ścianą pomieszczenia wynosi 1000 kW. Temperatura otoczenia 20 °C. Podstawa strefy spalania znajduje się 0,5 m powyżej posadzki pomieszczenia.

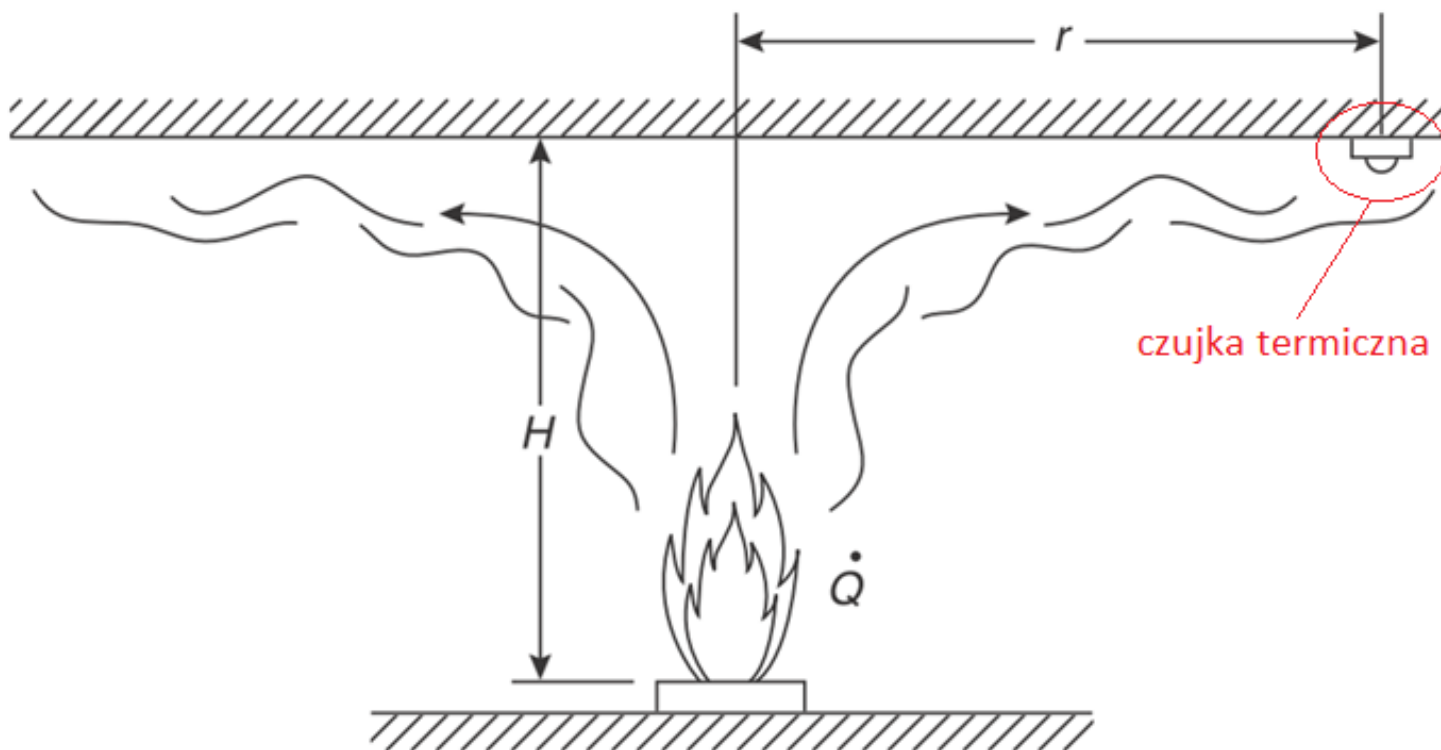
Zadanie nr 3:

W budynku przemysłowym o wysokości 7 m, zapłonowi uległ rozlany na posadzce olej transformatorowy. Średnica pożaru wynosi 1,6 m, a konwekcyjna moc pożaru wynosi 2,69 MW. Oblicz wysokość płomienia i upewnij się, że płomienie nie sięgają sufitu. Moc konwekcyjna stanowi 70 % mocy całkowitej. Najbliższe tryskacze znajdują się w odległości 4 m od osi kolumny konwekcyjnej. Oblicz prędkość i temperaturę strumienia podsufitowego w miejscu tryskacza.



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

WYZNACZANIE CZASU ZADZIAŁANIA ELEMENTU TERMOCZUŁEGO



Źródło:

Ronald L. Alpert, Ceiling Jet Flows, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



WZÓR NA CZAS ZADZIAŁANIA ELEMENTU TERMOCZUŁEGO

**Szkoła Główna
Służby Pożarniczej**

$$t_o = \frac{RTI}{\sqrt{u_{\max}}} \ln \left(\frac{T_{\max} - T_{\infty}}{T_{\max} - T_o} \right)$$

gdzie:

RTI – indeks szybkości zadziałania elementu termoczulego [$m^{1/2}s^{1/2}$],

u_{max} – prędkość maksymalna przepływu gazów w strumieniu podsufitowym określona ze wzoru Alperta [m/s],

T_{max} – temperatura maksymalna gorących gazów w strumieniu podsufitowym określona ze wzoru Alperta [K],

T_∞ – temperatura otoczenia [K],

T_o – temperatura zadziałania elementu termoczulego [K].

Źródło:

R.P. Schifiliti, Heat Detection, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



**Szkoła Główna
Służby Pożarniczej**

RTI (RESPONSE TIME INDEX)

- RTI, czyli indeks szybkości zadziałania elementu termoczułego.
- Parametr RTI przyjmuje zazwyczaj wartości od 35 do 250 $m^{1/2}s^{1/2}$.
- Niskie wartości RTI oznaczają szybkie zadziałanie.
- W warunkach standardowego badania element termoczuły o temperaturze zadziałania 68°C, wystawiony na działanie gazu o temperaturze 135°C, przepływającego z prędkością 2,5 m/s, zareaguje w czasie od 7 do 33 sekund, w zależności od wartości parametru RTI.



**Szkoła Główna
Służby Pożarniczej**

ZADANIA DO ROZWIĄZANIA – CZĘŚĆ NR 2

Zadanie nr 4:

Palą się meble umiejscowione w środku pomieszczenia o wysokości $H = 6$ m. Założenia: $Q = 2600$ kW. Temperatura początkowa w pomieszczeniu $T_{\infty} = 30$ °C. Dane czujki termicznej: $RTI = 200$ (ms)^{1/2} oraz $T_0 = 74$ °C. Czujka odległa jest o $r = 4,5$ m od osi kolumny konwekcyjnej. Oblicz czas uruchomienia czujki, przy uproszczonym założeniu stałej mocy pożaru.

Zadanie nr 5:

Mebel pali się w narożu pomieszczenia o wysokości $H = 5$ m. Założenia: $Q = 500$ kW. Temperatura początkowa w pomieszczeniu $T_{\infty} = 25$ °C. Dane czujki termicznej: $RTI = 80$ (ms)^{1/2} oraz $T_0 = 68$ °C. Czujka odległa jest o $r = 3,5$ m od osi kolumny konwekcyjnej. Oblicz czas uruchomienia czujki, przy uproszczonym założeniu stałej mocy pożaru.



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

Dziękuję za uwagę !

Życzę owocnej pracy !



„A THIEF, though taking everything away, at least four walls shall allow to stay, but the FIRE itself shall leave nothing behind...”