



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

Metody obliczania wysokości płomienia

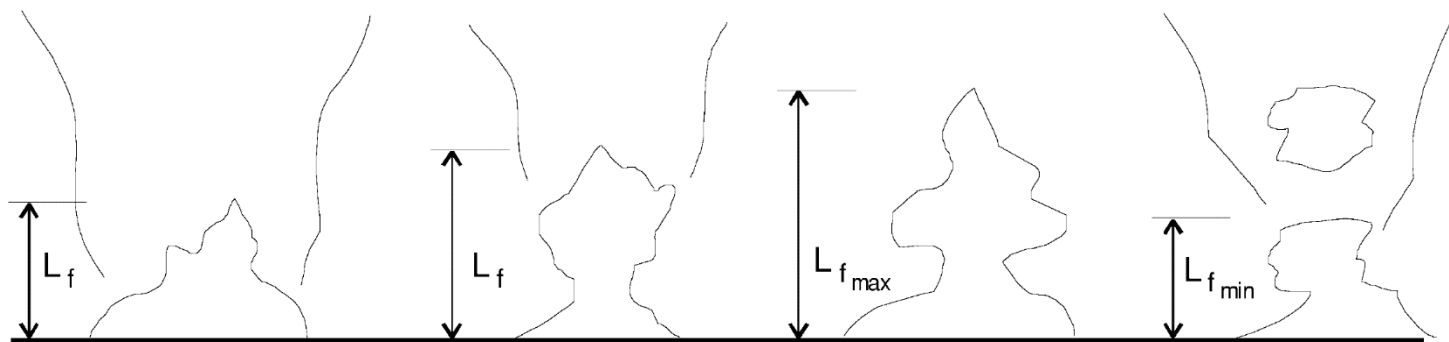
Teoria pożarów
ćwiczenia

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



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

Wysokość płomienia



$L_{f_{min}}$ – minimalna widoczna wysokość płomienia

$L_{f_{max}}$ – maksymalna widoczna wysokość płomienia

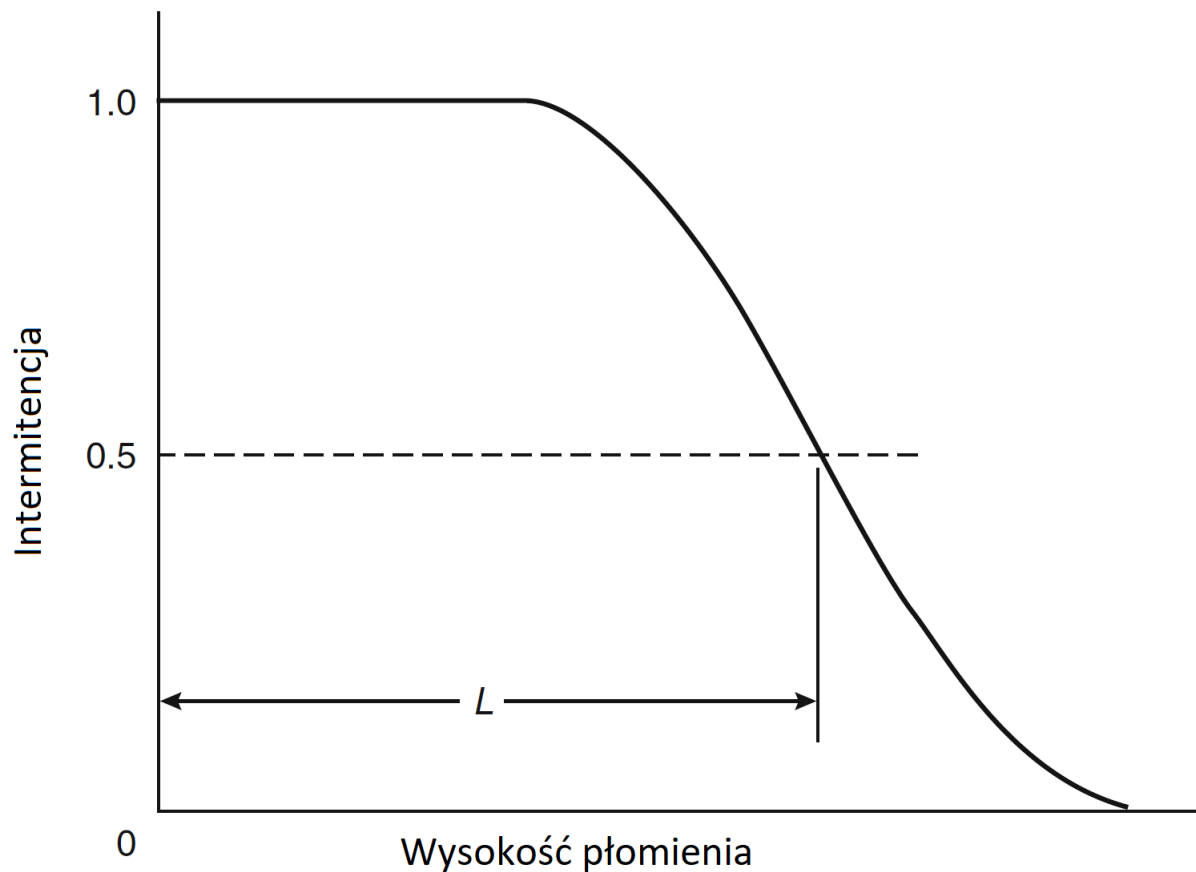
Źródło:

Bjorn Karlsson, James Quintiere, Enclosure Fire Dynamics, 2000



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

Średnia wysokość płomienia

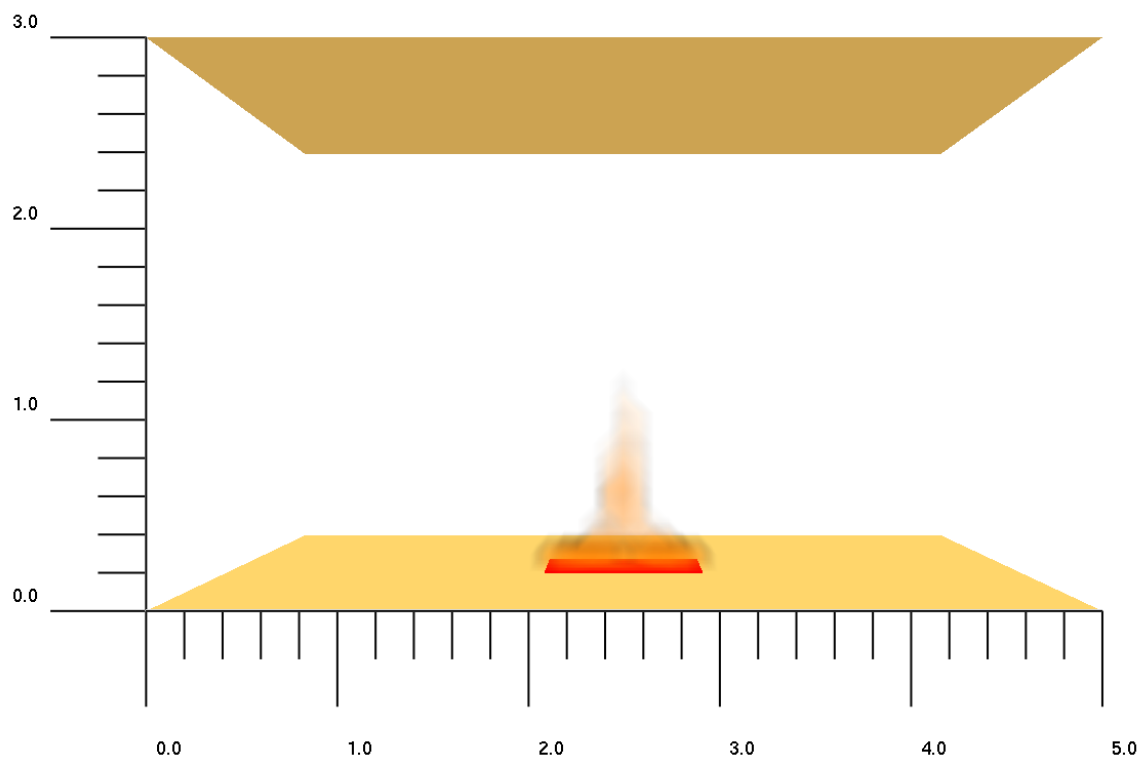


Źródło:
Gunnar Heskestad, Fire Plumes, Flame Height, and Air Entrainment, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

Średnia wysokość płomienia



Time: 7.002

Źródło:

Widok w programie Smokeview, z symulacji pożaru w programie FDS. Opracowanie własne.



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

$$\dot{Q}^* = \frac{\dot{Q}}{\rho_{\infty} c_p T_{\infty} \sqrt{g D D^2}}$$

gdzie

\dot{Q} = całkowita moc pożaru, wyrażona jako iloczyn masowej szybkości spalania i ciepła spalania $\dot{m}_f H_c$

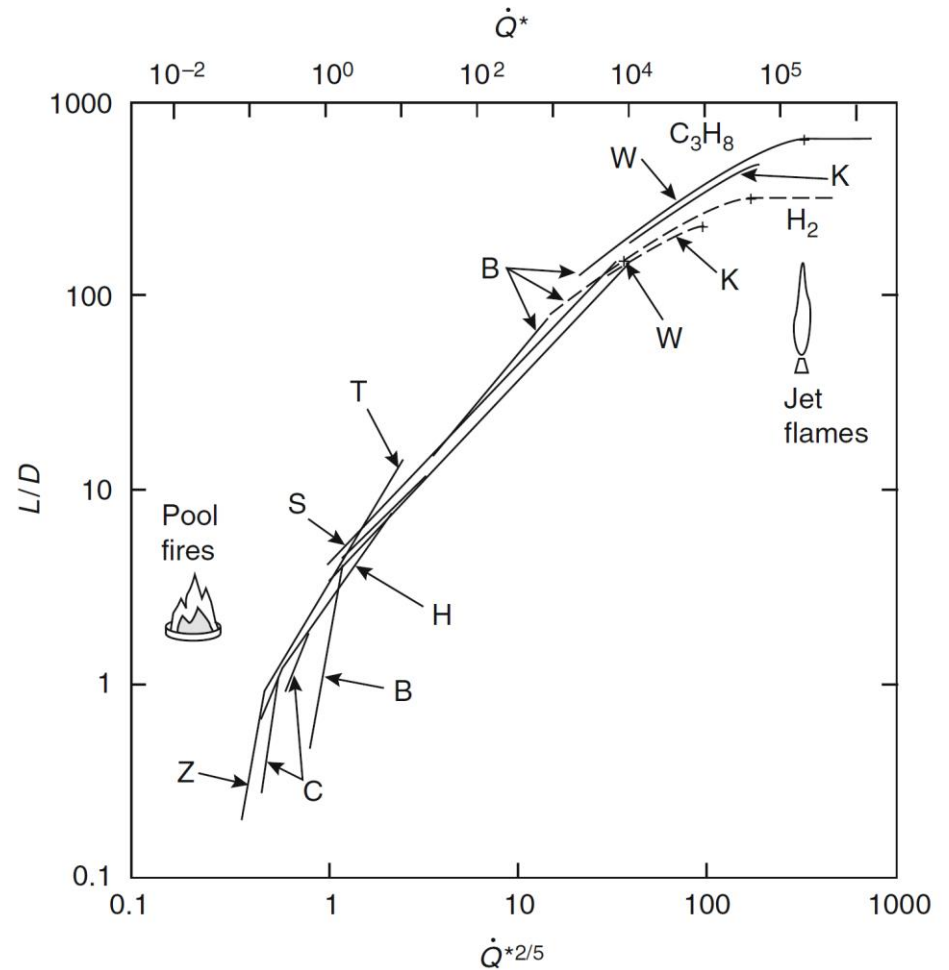
ρ_{∞} i T_{∞} = gęstość i temperatura otoczenia

c_p = ciepło właściwe powietrza przy stałym ciśnieniu

g = przyspieszenie ziemskie

D = średnica pożaru

Wyniki badań eksperymentalnych



Źródło:
Gunnar Heskestad, Fire Plumes, Flame Height, and Air Entrainment, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

Wzór na wysokość płomienia

$$L = -1.02D + A\dot{Q}^{2/5}$$

gdzie

L – obliczeniowa wysokość płomienia mierzona od podstawy źródła pożaru [m]

D – średnica pożaru [m]

Q – całkowita moc pożaru [kW]

A – wartość zależna od właściwości spalanego paliwa i warunków atmosferycznych

Źródło:

Gunnar Heskestad, Fire Plumes, Flame Height, and Air Entrainment, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

Współczynnik A

$$A = 15.6 \left[\frac{c_p T_\infty}{g \rho_\infty^2 (H_c / r)^3} \right]^{1/5}$$

gdzie

c_p – ciepło właściwe powietrza w stałym ciśnieniu [kJ/kg*K]

T_∞ – temperatura otoczenia [K]

g – przyspieszenie grawitacyjne równe 9,81 [m/s²]

ρ_∞ – gęstość powietrza [kg/m³]

H_c – rzeczywiste ciepło spalania [kJ/kg]

r – rzeczywisty stosunek masy powietrza do par paliwa

Źródło:

Gunnar Heskestad, Fire Plumes, Flame Height, and Air Entrainment, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



Szkoła Główna
Służby Pożarniczej

Wzór na wysokość płomienia

Dla większości płynnych i gazowych paliw, w normalnych warunkach atmosferycznych:

$$L = -1.02D + 0.235\dot{Q}^{2/5}$$

gdzie

L – obliczeniowa wysokość płomienia mierzona od podstawy źródła pożaru [m]

D – średnica pożaru [m]

Q – całkowita moc pożaru [kW]

Źródło:

Gunnar Heskestad, Fire Plumes, Flame Height, and Air Entrainment, SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, 5th edition, 2016.



**Szkoła Główna
Służby Pożarniczej**

Zadanie nr 1

Spala się ciecz palna. Całkowita moc pożaru wynosi 1,69 [MW], a pożar ma średnicę 1,6 [m]. Występują warunki normalne otoczenia.

Jaka jest obliczeniowa wysokość płomienia ?



**Szkoła Główna
Służby Pożarniczej**

Zadanie nr 2

Pali się stos o wysokości 1,2 [m], złożony z palet drewnianych o wymiarach 1,07 [m] x 1,07 [m]. Całkowita moc pożaru wynosi 2600 [kW]. Panują normalne warunki atmosferyczne.

Oszacuj średnicę strefy spalania na podstawie powierzchni palety. Z uwagi trudność w oszacowaniu efektywności spalania drewna, dopuszcza się przyjęcie typowej wartości $A = 0,235$.

Jaka jest obliczeniowa wysokość płomienia, liczona od podstawy stosu palet ?



**Szkoła Główna
Służby Pożarniczej**

Zadanie nr 3

W okrągłej tacy o średnicy 1,5 [m] spala się alkohol metylowy. Intensywność wydzielania ciepła wyrażona jako gęstość mocy pożaru wynosi 500 [kW/m²]. Ciepło spalania ma wartość 21100 [kJ/kg], a współczynnik stechiometryczny r wynosi 6,48. Panują warunki normalne, czyli temperatura 20 [°C] i ciśnienie 1 [atm]. W warunkach normalnych ciepło właściwe powietrza c_p wynosi 1 [kJ/kg*K], natomiast gęstość jest równa 1,2 [kg/m³].

Jaka jest obliczeniowa wysokość płomienia ?



**Szkoła Główna
Służby Pożarniczej**

Zadanie nr 4

Zmiana warunków ciśnienia i temperatury wpływa na gęstość gazu. Rozważ przypadek z poprzedniego zadania (nr 3), ale w innych warunkach atmosferycznych. Ciśnienie wynosi 83993 [Pa], a temperatura 310 [K].

Jak zmieniła się wysokość płomienia w porównaniu do warunków normalnych ?



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...”