

# **KURS STRAŻAKÓW RATOWNIKÓW OSP**

## **część II**

### **TEMAT 2: Rozwój pożaru**

**Autorzy: Ariadna Koniuch**  
**Daniel Małozieć**

# Procesy spalania materiałów palnych

- spalanie ciał stałych,
- spalanie cieczy,
- spalanie gazów.

## Wybuch fizyczny (dot. cieczy):

- wyrzut,
- wykipienie.

# Granice wybuchowości

- **dolna granica wybuchowości** - minimalna zawartość składnika palnego w mieszaninie z powietrzem, przy której zapłon jest już możliwy,
- **górna granica wybuchowości** - maksymalna zawartość składnika palnego w mieszaninie z powietrzem, przy której zapłon jest jeszcze możliwy.

# Granice wybuchowości



## Dolna i górna granica wybuchowości niektórych palnych gazów, par i cieczy

Palne pary cieczy i gazy	Granice wybuchowości w % obj.	
	dolna	górna
<b>Acetylen</b>	<b>2,3</b>	<b>82</b>
<b>Benzyna samochodowa</b>	<b>0,76</b>	<b>7,6</b>
<b>Benzyna ekstrakcyjna</b>	<b>1,1</b>	<b>1,5</b>
<b>Butan</b>	<b>1,5</b>	<b>8,5</b>
<b>Cyjanowodór</b>	<b>5,6</b>	<b>41</b>
<b>Dwusiarczek węgla</b>	<b>1</b>	<b>50</b>
<b>Gaz miejski</b>	<b>5,3</b>	<b>40</b>
<b>Gaz ziemny</b>	<b>4,3</b>	<b>15</b>
<b>Metan</b>	<b>4,9</b>	<b>15,4</b>
<b>Nafta</b>	<b>1,4</b>	<b>7,5</b>
<b>Olej napędowy</b>	<b>1,3</b>	<b>6,0</b>
<b>Wodór</b>	<b>4</b>	<b>75</b>

# Pyły

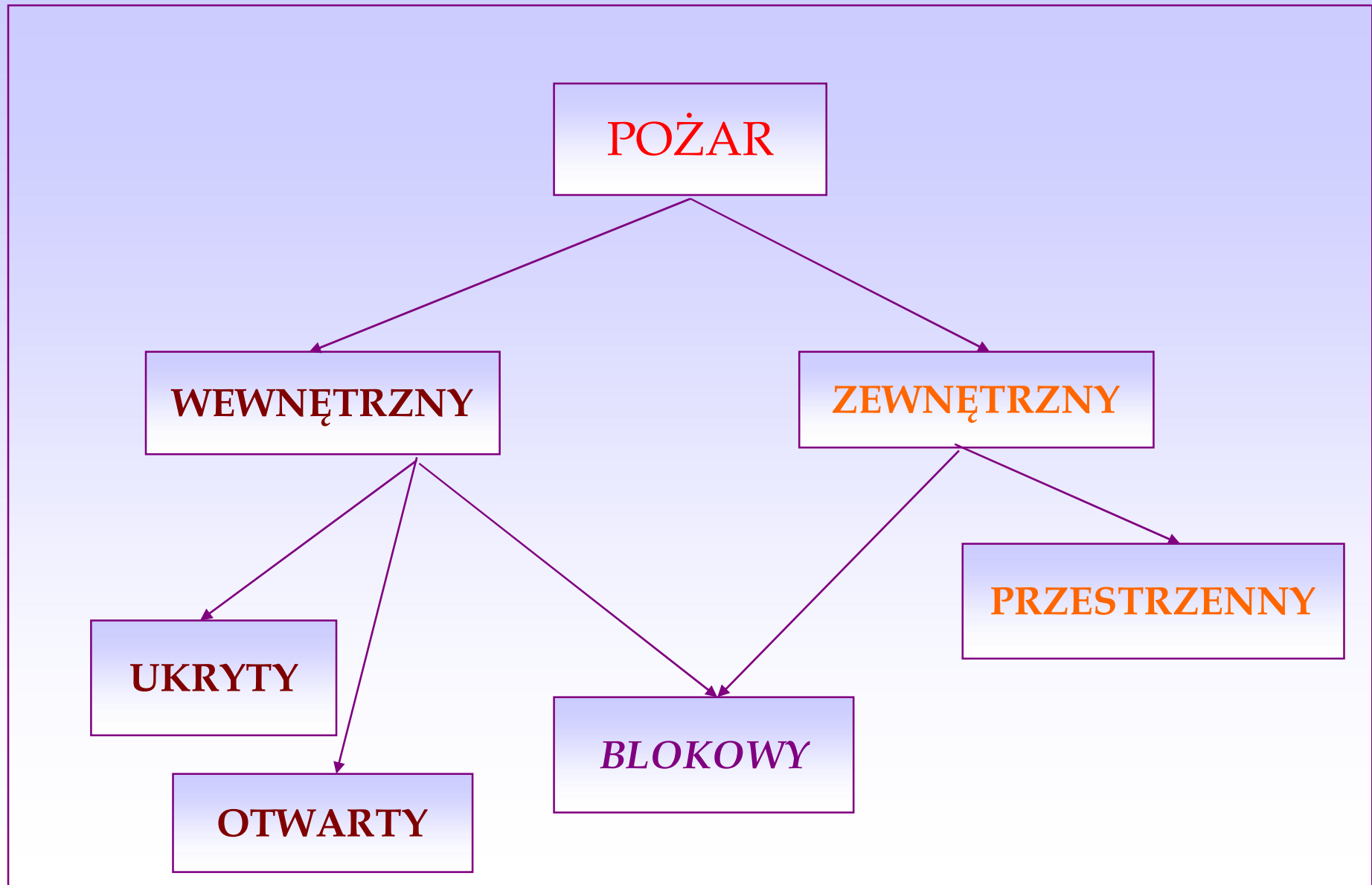
Nie tylko mieszaniny gazów i par palnych cieczy z powietrzem mogą wybuchać, ale również mieszaniny pyłów z powietrzem. Pyły stwarzają zarówno zagrożenie pożarowe jak i wybuchowe.

- Zagrożenie pożarowe – pyły osiadłe,
- Zagrożenie wybuchowe – chmury pyłowe.

# Charakterystyka pyłów pochodzenia organicznego

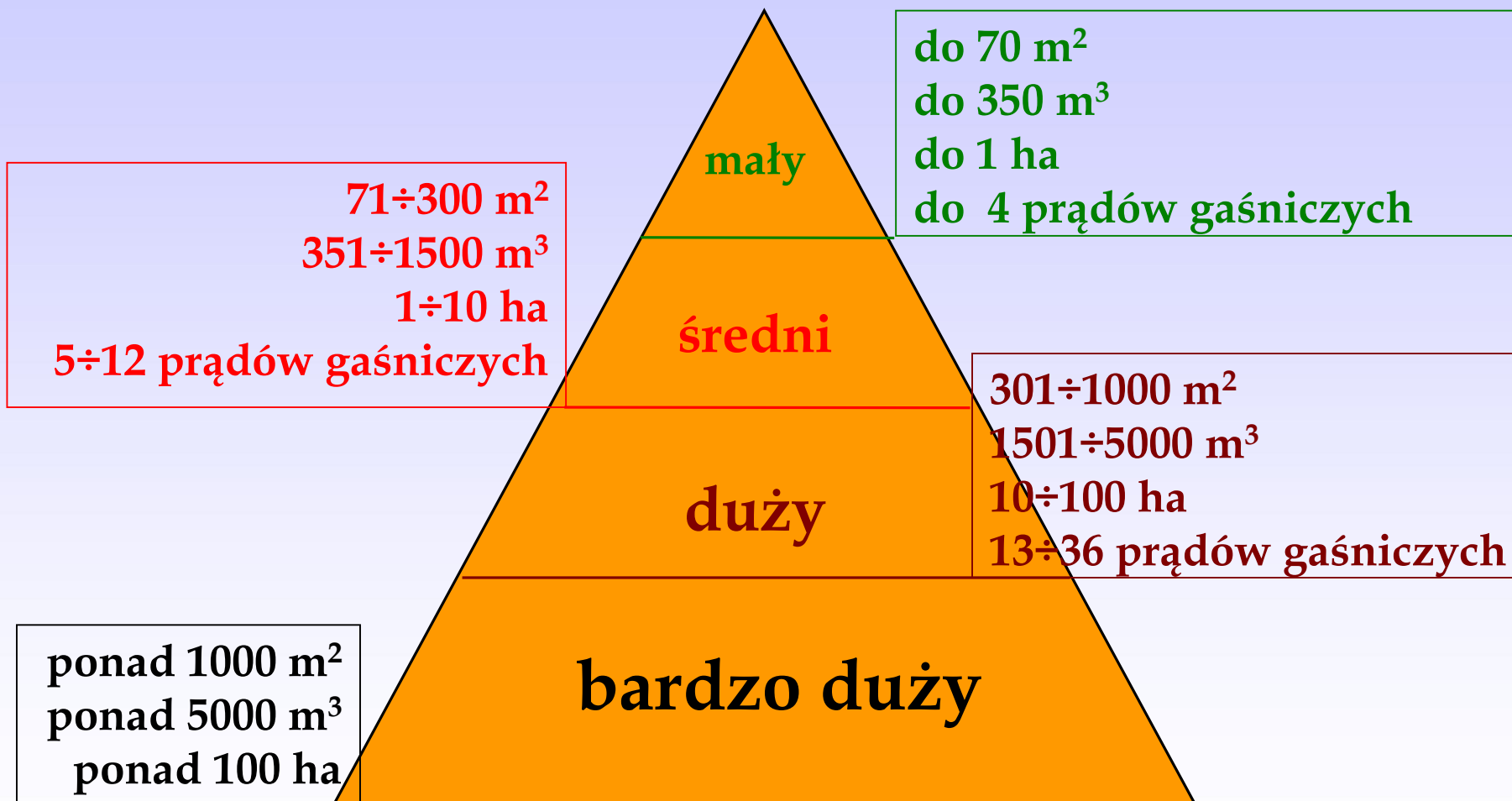
Nazwa materiału pyłącego	DGW [g/m <sup>3</sup> ]	P <sub>max</sub> [bar]	Szybkość wzrostu ciśnienia [bar/s]	E <sub>z</sub> [mJ]
<b>ZIEMNIAK</b>	<b>45</b>	<b>8,5</b>	<b>560</b>	<b>25</b>
<b>CUKIER</b>	<b>50</b>	<b>7,6</b>	<b>460</b>	<b>10</b>
<b>LIGNINA</b>	<b>40</b>	<b>7,1</b>	<b>350</b>	<b>30</b>
<b>KAKAO</b>	<b>35</b>	<b>8,0</b>	<b>290</b>	<b>80</b>
<b>MLEKO W PROSZKU</b>	<b>50</b>	<b>6,7</b>	<b>160</b>	<b>50</b>
<b>TYTOŃ</b>	<b>4000</b>	<b>3,7</b>	<b>28</b>	<b>2000</b>

# Podział pożarów



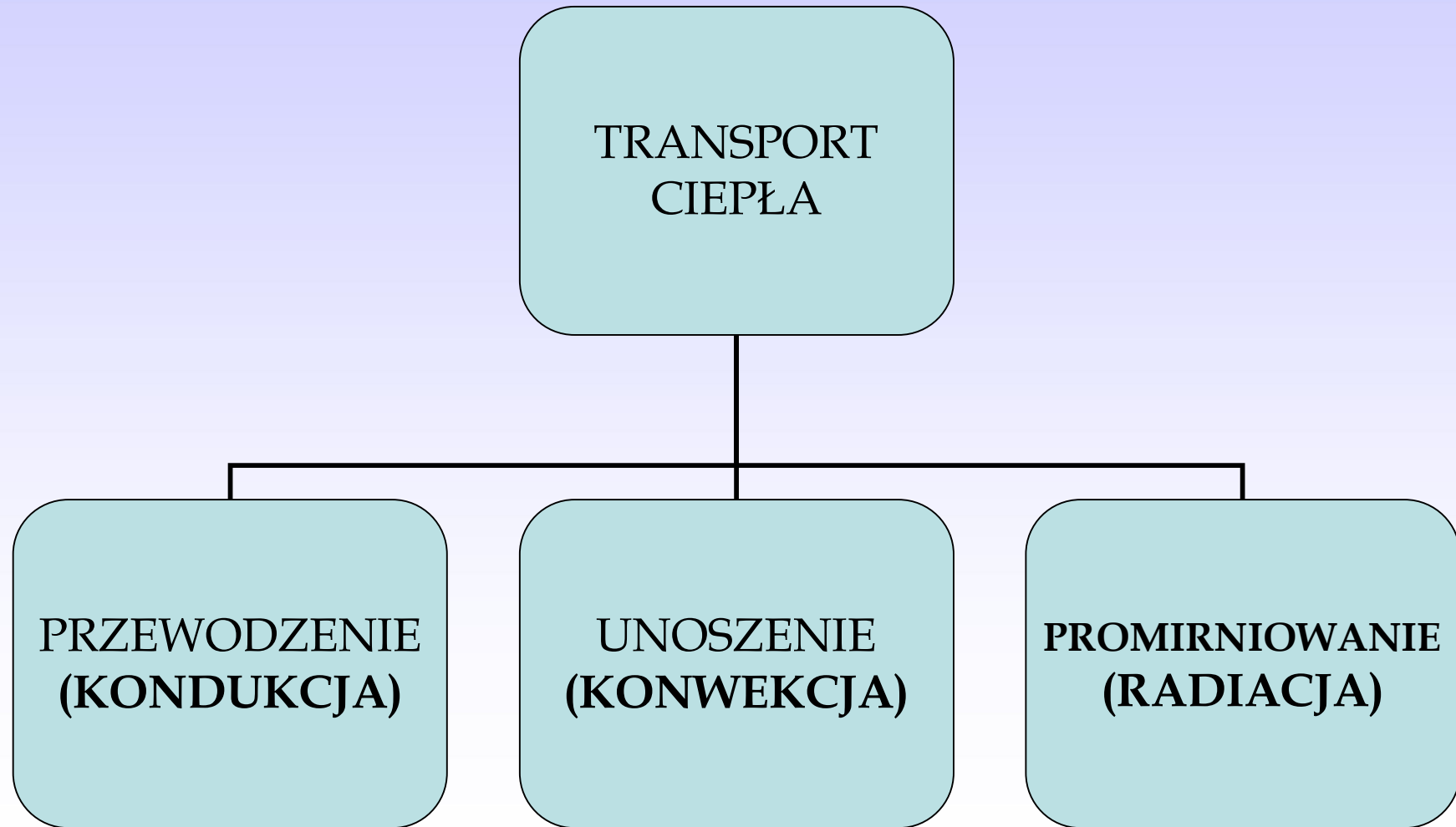


# Rodzaje pożarów



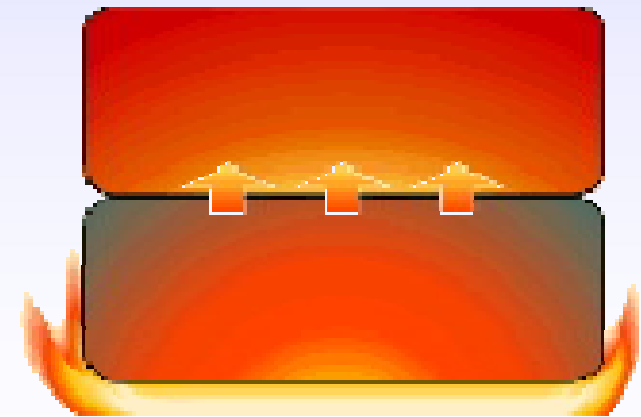
**POŻAR**

# Zjawiska towarzyszące rozwojowi pożaru wewnętrznego i zewnętrznego



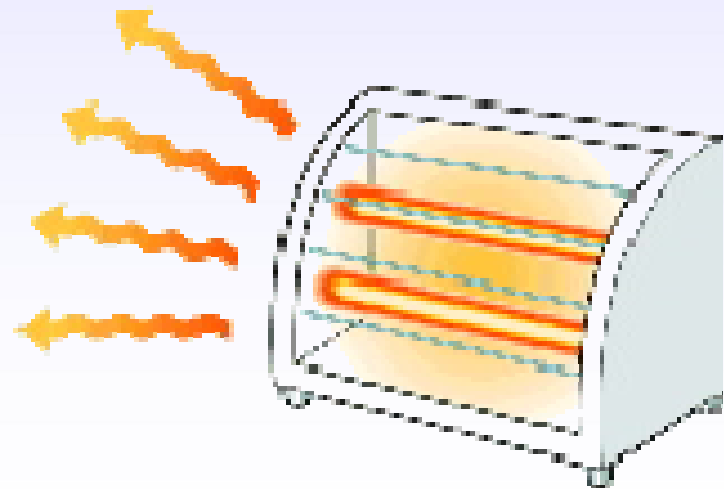
## Zjawiska towarzyszące rozwojowi pożaru wewnętrznego i zewnętrznego c.d.

- **przewodzenie – kondukcja:** wymiana ciepła polegająca na przekazywaniu energii cieplnej między punktami ośrodka, np.: w szybie okiennej lub w ścianie budynku.



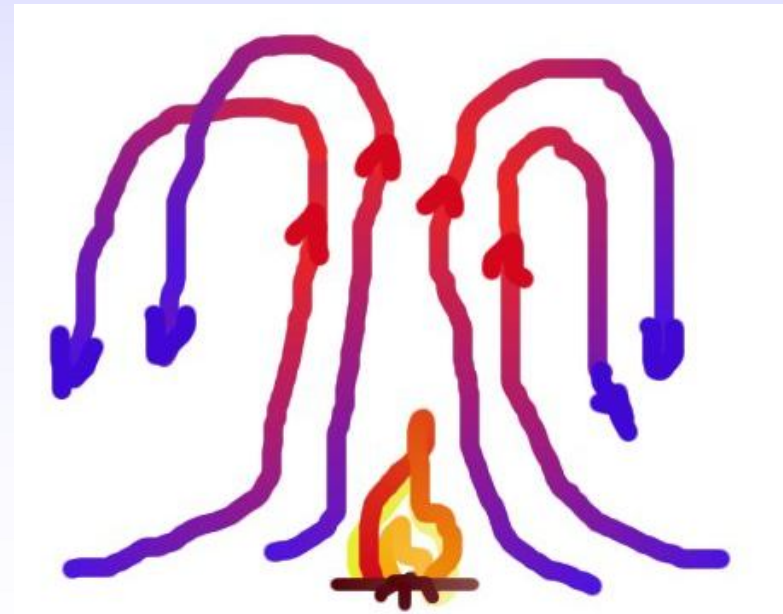
## Zjawiska towarzyszące rozwojowi pożaru wewnętrznego i zewnętrznego c.d.

- **unoszenie – konwekcja:** wymiana ciepła polegająca na przepływie ciepła spowodowanym naturalnym lub wymuszonym przemieszczaniu się m.in. gazu.



## Zjawiska towarzyszące rozwojowi pożaru wewnętrznego i zewnętrznego c.d.

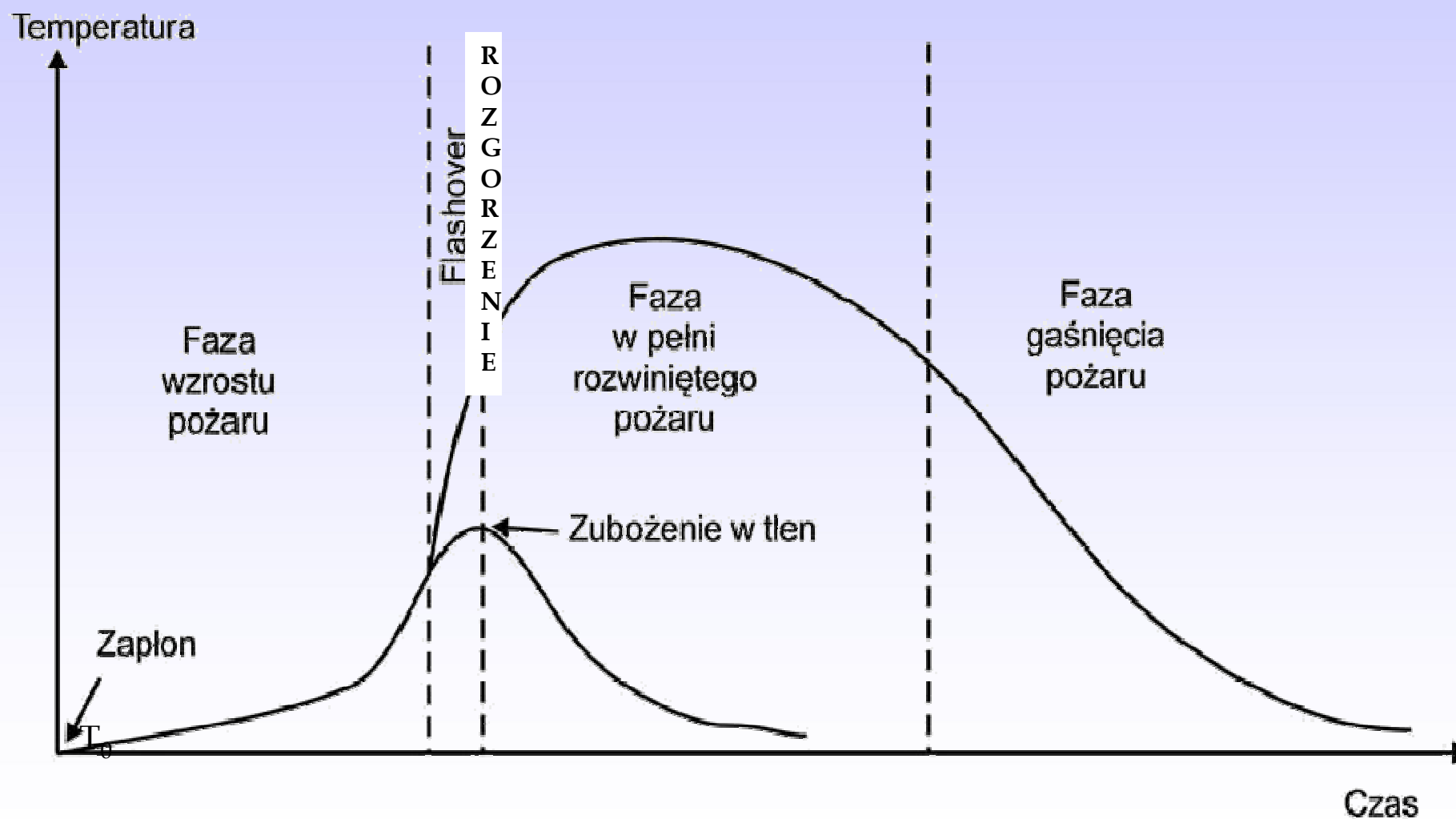
- **promieniowanie – radiacja:** jest dominującym sposobem przenoszenia ciepła przy pożarach.



# Pożar pomieszczenia

- Pożar występujący w **zamkniętej objętości** (pomieszczeniu) lub podobnej przestrzeni **ograniczonej przegrodami budowlanymi**.
- Ograniczenie przestrzeni powoduje gromadzenie się w górnej części pomieszczenia gorących produktów rozkładu termicznego powodując powiększanie się gorącej podsufitowej warstwy gazów.
- Prowadzi to do zwiększenia strumienia energii zwróconej do materiałów palnych.
- Następnie dochodzi do wzrostu szybkości wydzielania lotnych produktów rozkładu, które ulegając spalaniu tworzą coraz większe ilości gorących produktów spalania, w postaci dymu i związków toksycznych.

# Przebieg zmian temperatury w czasie trwania pożaru pomieszczenia



$T_0$  - temperatura otoczenia

# Fazy pożaru pomieszczenia

- faza wzrostu pożaru,
- faza w pełni rozwiniętego pożaru,
- faza gaśnięcia pożaru.



## Fazy pożaru pomieszczenia c.d.

- **Faza wzrostu pożaru:** charakteryzuje się wzrostem temperatury i wielkości pożaru w funkcji czasu.

Wzrost ten zależy przede wszystkim od:

- **typu paliwa znajdującego się w pomieszczeniu,**
- **typu konstrukcji budynku (pomieszczenia),**
- **sposobu spalania się materiałów,**
- **dostępu tlenu.**

## Fazy pożaru pomieszczenia c.d.

- Palne gazy i pary, wydzielające się ze wszystkich elementów wyeksponowanych na działanie promieniowania cieplnego, mieszają się z powietrzem tworząc palną mieszaninę. Gdy temperatura gazów w strefie podsufitowej osiągnie temperaturę ich samozapłonu, wymieszane z powietrzem gazy zapalają się. Efekt ten ma początkowo miejsce tylko w małych objętościach, co objawia się obecnością języków ognia nazywanych „ognistymi aniołami”. Pojawienie się ich stanowi ostatnie **ostrzeżenie przed nadchodzącym rozgorzeniem.**

## Fazy pożaru pomieszczenia c.d.

- Płonąca strefa podsufitowa wypromieniowuje dużą porcję energii. Skutkiem tego promieniowania jest dalszy wzrost temperatury w pobliżu palnych elementów. Wzrost temperatury do wartości temperatury zapłonu i zapalenie się wszystkich palnych materiałów w pomieszczeniu powoduje, że przedmioty te zaczynają płonąć. **Zjawisko takie nazywamy rozgorzeniem.**

## Fazy pożaru pomieszczenia c.d.



- **Rozgorzenie (flashover)** określa się jako moment przejścia z etapu wzrostu pożaru do etapu pożaru w pełni rozwiniętego.

## Fazy pożaru pomieszczenia c.d.

- W momencie **wystąpienia rozgorzenia** dochodzi do zapalenia wszystkich palnych materiałów w pomieszczeniu, co z kolei prowadzi do wzrostu temperatury nawet do 1100 °C. Z faktem tym związane jest podstawowe niebezpieczeństwo dla strażaka: narażenie na działanie wysokiej temperatury. W takiej sytuacji ucieczka z pomieszczenia, w którym doszło do rozgorzenia, jest praktycznie niemożliwa.

# Rozgorzenie (film)

**NIST**

**National Institute of Standards  
and Technology  
Technology Administration  
U.S. Department of Commerce**

# Wsteczny ciąg płomieni (Backdraft)



## Fazy pożaru pomieszczenia c.d.

- **Etap w pełni rozwiniętego pożaru** jest to okres czasu, w którym szybkość wydzielania ciepła osiąga wartość maksymalną. W etapie tym następuje szybkie zmniejszanie stężenia tlenu, co w konsekwencji prowadzi do zmniejszenia szybkości spalania.



## Fazy pożaru pomieszczenia c.d.

- **Etap wygasania pożaru (gaśnięcia)** – w wyniku intensywnego spalania zmniejsza się ilość materiałów palnych, co prowadzi do zmniejszenia szybkości wydzielania ciepła i temperatury pożaru. Jeśli stężenie gazów palnych w przestrzeni objętej pożarem obniży się poniżej dolnej granicy wybuchowości składnika mieszaniny lotnej o najniższej dolnej granicy wybuchowości, spalanie przestrzenne pożaru przerywa się i pożar przechodzi w stan określany jako gaśnięcie.

## Fazy pożaru pomieszczenia c.d.

- Szybkość przechodzenia pożaru z jednej fazy w drugą, zależy od bardzo wielu czynników, takich m.in. jak:
  - rodzaj i ilość materiałów palnych,
  - stopień rozdrobnienia materiałów palnych,
  - zdolność materiałów do wytwarzania palnych par i gazów,
  - prędkość przepływu powietrza,
  - warunków atmosferycznych,
  - warunków budowlanych,
  - czasu trwania pożaru i podjęcia działań gaśniczych.

# Wykorzystano:

- Bielicki P., Podstawy taktyki gaszenia pożarów, Kraków 1996.
- Bińkowski R., Analiza literaturowa teoretycznych i praktycznych aspektów zjawisk rozgorzenia (flashover) i backdraft, Warszawa 2000.
- Drysdale D., An introduction to fire dynamics, New York, Wiley 1990.
- Pofit – Szczepańska M., Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów, SA PSP, Kraków 1994.
- Praca zbiorowa, Fizykochemia spalania i wybuchów, SGSP, Warszawa 1996.
- Roure J.F., Baily J.L., Le Gouguec C., Backdraft et Flashover, Journal Des Sapeurs – Pompier Suisses, 4/1997.
- [www.apclima.pl](http://www.apclima.pl)
- [www.nist.gov](http://www.nist.gov)
- [www.azom.com](http://www.azom.com)

**DZIĘKUJĘ ZA UWAGĘ**