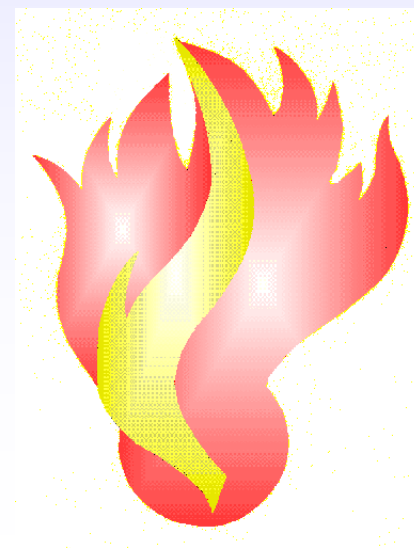


# **KURS STRAŻAKÓW RATOWNIKÓW OSP**

## **CĘŚĆ I**

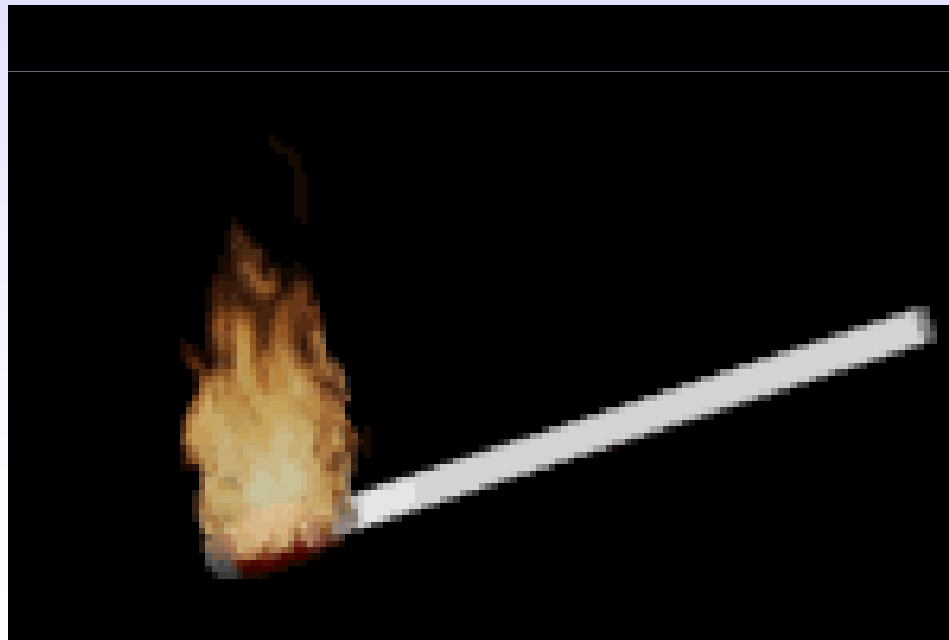
### **TEMAT 6: Proces spalania, a pożar**

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



# Spalanie

• jest to złożony fizykochemiczny proces wzajemnego oddziaływania materiału palnego (paliwa) i tlenu (utleniacza).



## Procesowi spalania towarzyszy wydzielanie się:

- ciepła,
- światła (płomienie),
- **produktów spalania** (rozkładu termicznego).

Łączenie się materiału palnego z tlenem jest poprzedzone termicznym rozpadem cząsteczek na atomy, które łatwiej wchodzi w reakcje.

## Powolne utlenianie

- korodowanie metali,
- gnicie roślin,
- butwienie drewna.

Powolne utlenianie nie odgrywa znaczącej roli z punktu widzenia powstawania zagrożeń pożarowych.

## Szybkie utlenianie

- normalny proces spalania,
- towarzyszy mu wydzielanie się dużej ilości ciepła, światła oraz dymu.

# Gwałtowne utlenianie

- inaczej zwane wybuchem,
- błyskawiczne spalanie ciała palnego w swojej całej masie,
- zachodzące w bardzo krótkim czasie (ułamki sekundy).

# Spalanie płomieniowe

- proces spalania palnej fazy lotnej.

Dlatego też ma miejsce podczas spalania gazów, cieczy i materiałów stałych, które podczas ogrzewania przechodzą w stan lotny.

## Spalanie bezpłomieniowe (heterogeniczne): tlenie, żarzenie

- typ spalania niektórych paliw stałych, charakteryzujący się tym, że w czasie spalania nie występuje płomień, tzn. że nie tworzy się, lub tworzy w minimalnej ilości, palna faza lotna.





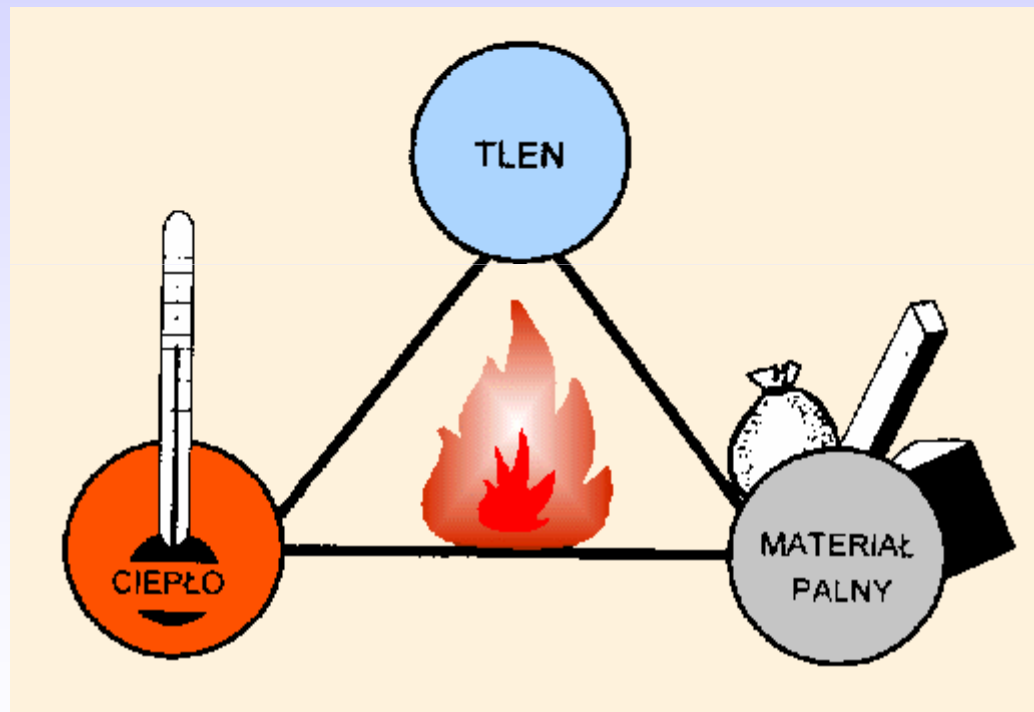
## Spalanie bezpromieniowe : tlenie, żarzenie

- Powolnego utleniania się, podczas którego materiał palny znajduje się w stałym stanie skupienia występujące pod postaciami:  
tlenia (materiały organiczne np. *drewno*),  
żarzenia (materiały nie organiczne np. *metal*).

# Spalanie płomieniowe a bezpłomieniowe

- spalanie bezpłomieniowe przebiega na ogół w niższych temperaturach,
- z mniejszą prędkością,
- z przewagą ilościową produktów częściowego utleniania węgla niż spalanie płomieniowe.

# Trójkąt spalania



# Utleniacz

- najczęściej w przypadku pożarów jest nim tlen zawarty w powietrzu atmosferycznym

# Materiał palny

- materiały, które mają zdolność do utleniania w obecności utleniacza

## **Energia cieplna (bodziec energetyczny)**

- dowolny impuls cieplny mający niezbędny zapas energii cieplnej do zapoczątkowania reakcji spalania materiału

## Dwa rodzaje inicjowania spalania płomieniowego

- ZAPALENIE – równomierne ogrzanie materiału palnego do takiej temperatury, w której zapali się on samorzutnie bez udziału tzw. punktowego bodźca energetycznego

## Dwa rodzaje inicjowania spalania płomieniowego<sub>cd</sub>

- ZAPŁON – zapalenie cieczy palnej punktowym bodźcem energetycznym – DOTYCZY TYLKO CIECZY PALNYCH



## Temperatura zapalenia

- jest to najniższa temperatura materiału, który ogrzewany strumieniem ciepła dostarczonym z zewnątrz w wyniku rozkładu termicznego wydziela palną fazę lotną o stężeniu umożliwiającym jego zapalenie się tzn. samorzutne pojawienie się płomienia.

## Temperatura zapłonu

- jest to najniższa temperatura cieczy ogrzewanej w ściśle określony sposób, której pary tworzą z powietrzem mieszaninę zapalającą się przy zbliżeniu płomienia.

# Samozapalenie

- proces zapoczątkowania reakcji spalania zachodzący w wyniku zmian biologicznych lub fizycznych i chemicznych materiałów, przy czym **samonagrzewanie** się materiałów i w konsekwencji ich **samozapalenie**, następuje samorzutnie bez udziału zewnętrznych strumieni ciepła oraz bez udziału punktowych źródeł ciepła.

# Grupy substancji podatne na samozapalenie

- oleje i tłuszcze,
- siarczki żelaza,
- węgiel kamienny, brunatny i torf,
- produkty roślinne,
- chemiczne substancje i mieszaniny.

## Zjawiska towarzyszące procesowi spalania

- **wydzielanie się ciepła i Światła** (płomienie),
- **wydzielanie się produktów spalania** (rozkładu termicznego).

# Płomień

- widzialna objętość gazowa, w której przebiegają procesy rozkładu termicznego, utleniania i spalania,
- powstaje w części przestrzeni, w której zachodzi chemiczna reakcja spalania.

## Dwa rodzaje płomieni

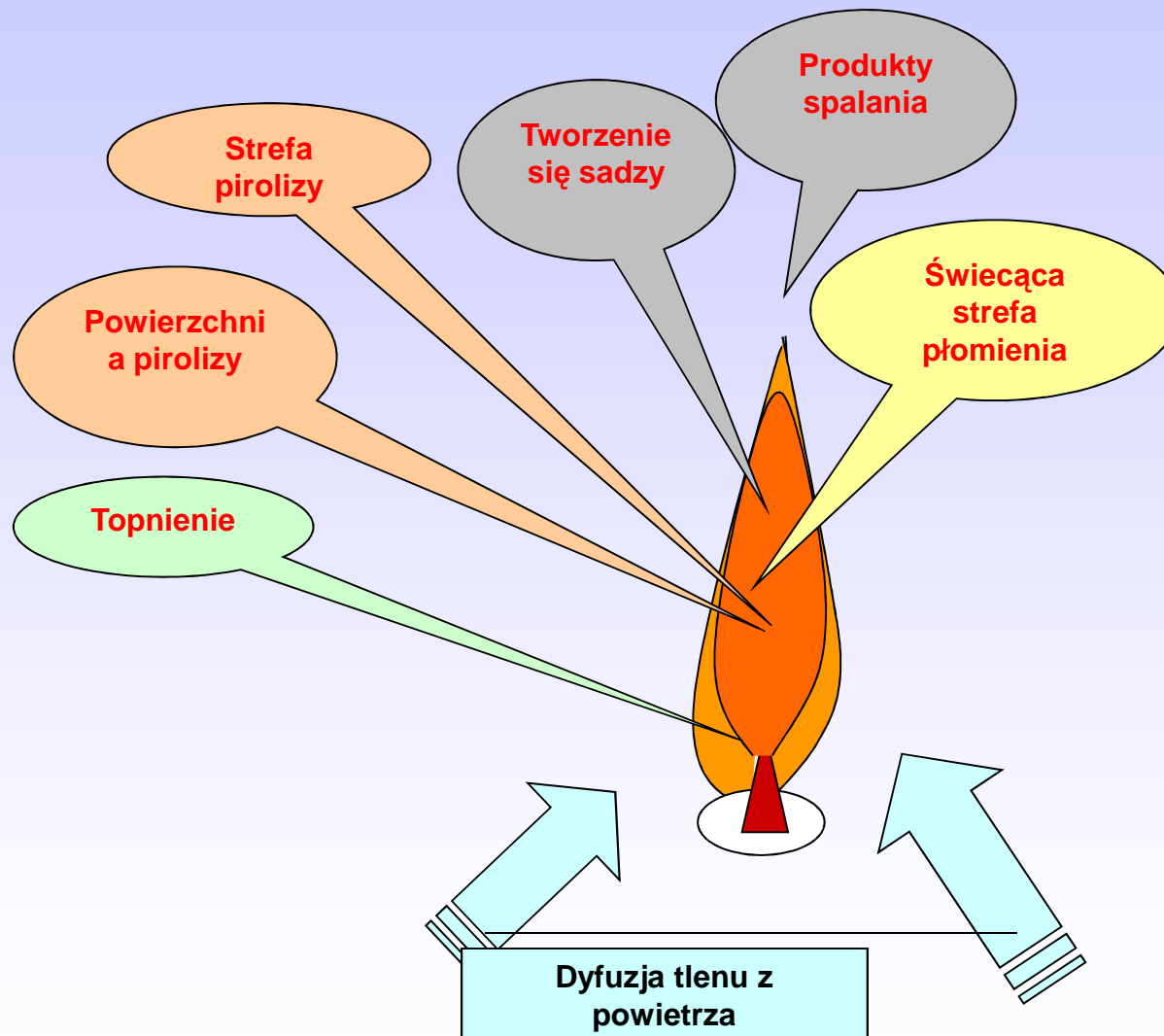
- **PŁOMIEŃ DYFUZYJNY** – płomień powstały w wyniku zapalenia tej części objętości, w której następuje mieszanie się paliwa z powietrzem (utleniaczem); szybkość spalania w płomieniu dyfuzyjnym jest określona szybkością dyfuzji (przenikania) powietrza do strefy spalania płomienia  
np. płomień świecy

## Dwa rodzaje płomieni<sub>cd</sub>

- PŁOMIEŃ KINETYCZNY – płomień powstały w warunkach, gdy substancja palna była już wstępnie, przed zapaleniem zmieszana z powietrzem, oznacza to, że szybkość spalania określana jest przede wszystkim szybkością przebiegu reakcji spalania.

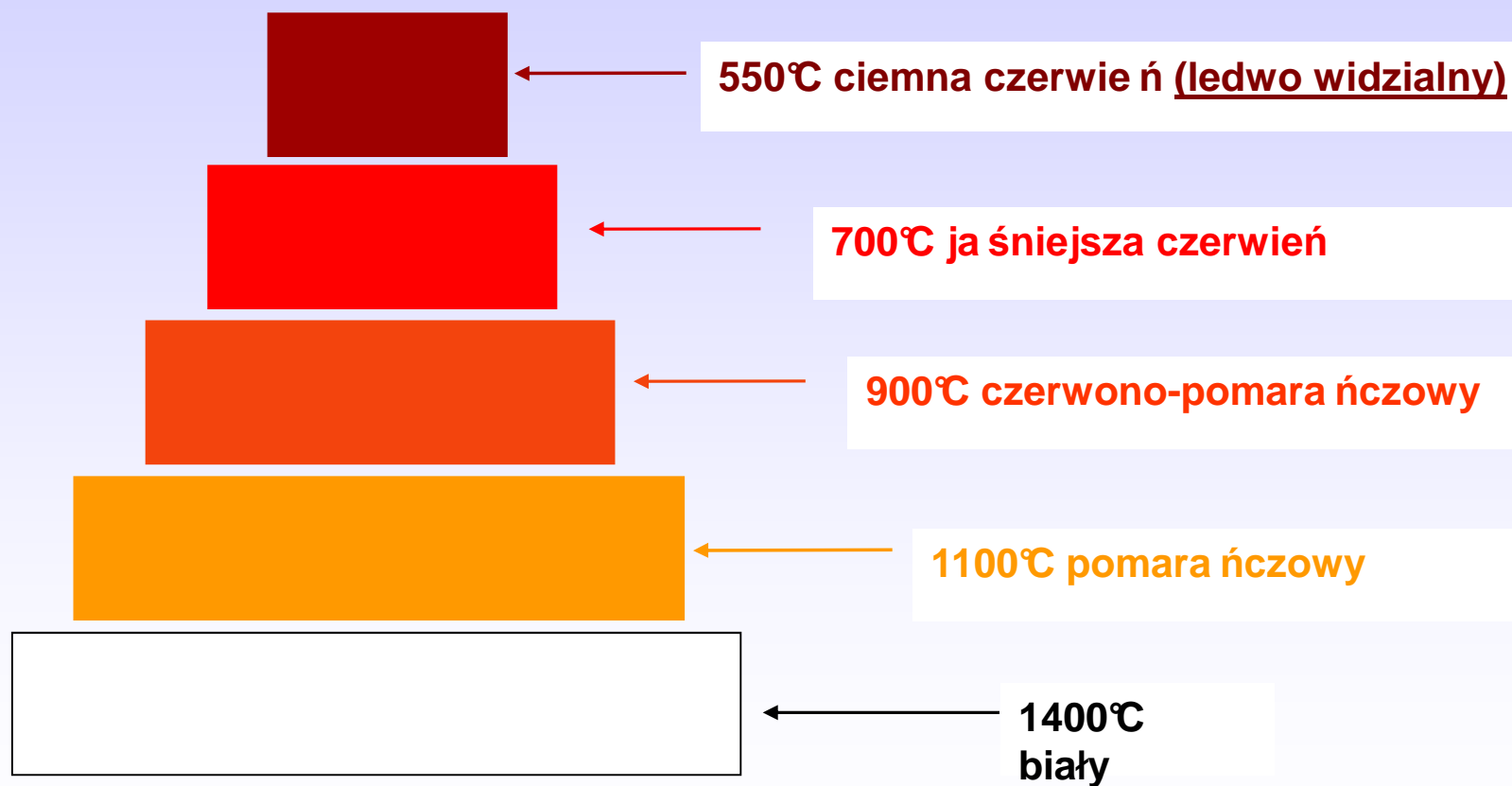


# Spalanie dyfuzyjne



**W środowisku pożaru zachodzi spalanie dyfuzyjne.**

# Promieniowanie – widoczny kolor gorących obiektów



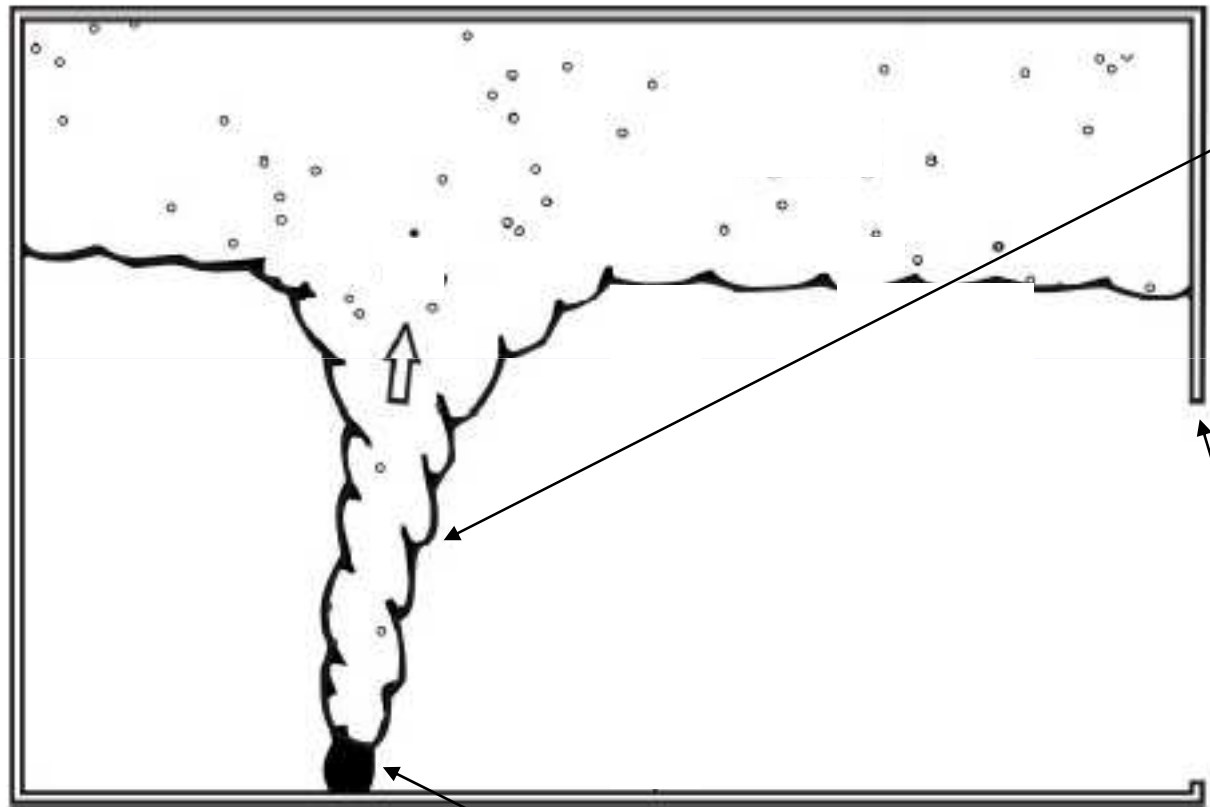
# Produkty spalania

- Produkty spalania są to substancje otrzymywane w wyniku procesu spalania materiałów palnych. Ze względu na stan skupienia dzielą się na: **gazowe, ciekłe, stałe.**

## Produkty spalania<sub>cd</sub>

- W warunkach pożarowych produkty spalania o różnych stanach skupienia współistnieją ze sobą w **kolumnie konwekcyjnej ognia** tzw. **KKO**.

# Kolumna Konwekcyjna Ognia

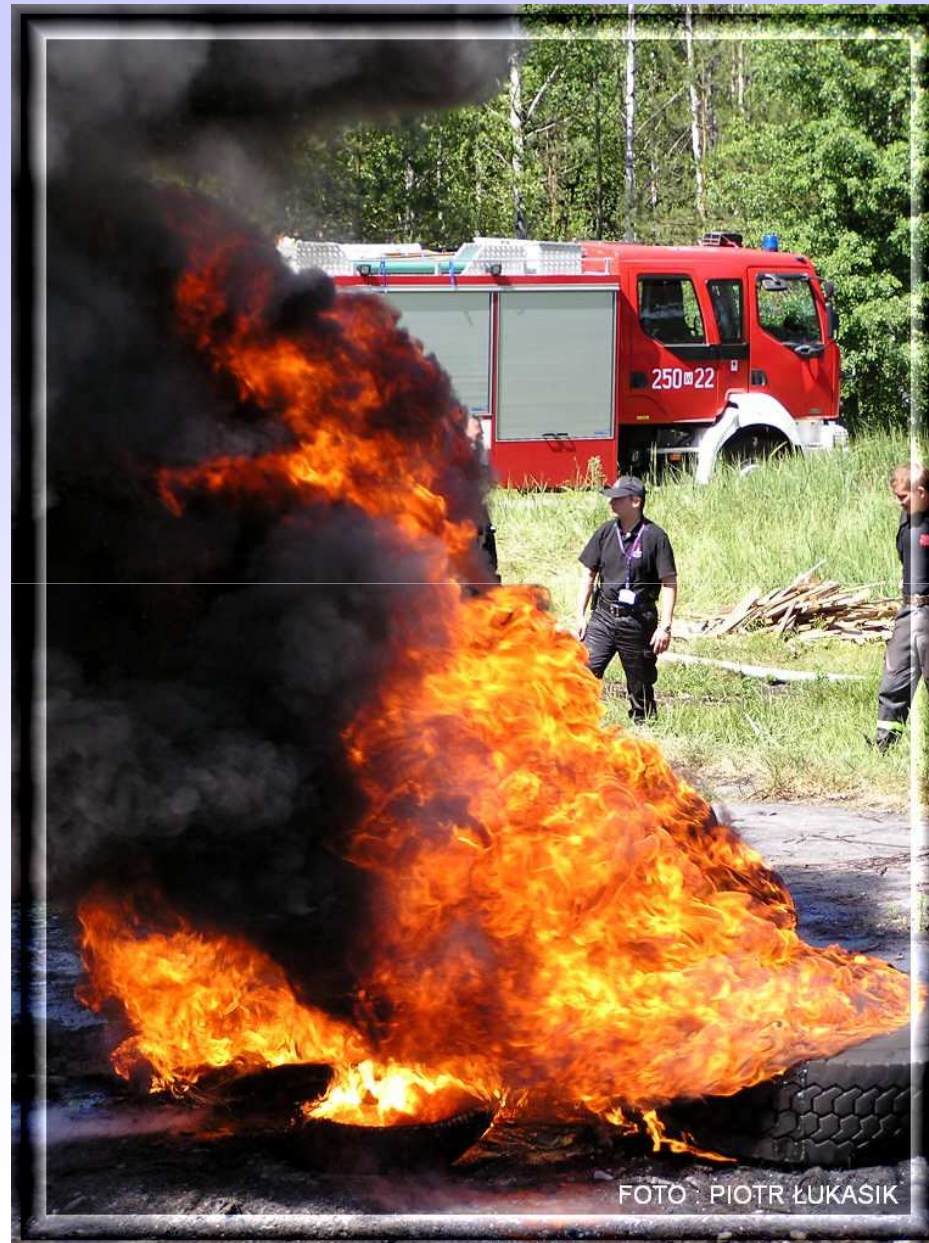


**Kolumna  
Konwekcyjna  
Ognia tzw. KKO**

**spalający się  
materiał palny**

**pomieszczenie**

# Kolumna Konwekcyjna Ognia



## Wydzielanie się produktów spalania podczas pożaru stanowi niebezpieczeństwo ze względu na:

- ograniczenie widoczności,
- utrudnianie oddychania spowodowane ich działaniem toksycznym oraz występującym niedoborem tlenu,
- działanie termiczne (wysoka temperatura mogąca m.in. uszkodzić układ oddechowy), Produkty spalania są to substancje otrzymywane w wyniku procesu spalania materiałów palnych. Ze względu na stan skupienia dzielą się na: **gazowe, ciekłe, stałe.**

## Produkty spalania dzielą się na:

- **Produkty całkowitego spalania** - powstałe podczas spalania, nie mające zdolności do dalszego utleniania w warunkach, w których były otrzymane, np.: dwutlenek węgla, woda, dwutlenek siarki, pięciotlenek fosforu itd.
- **Produkty niecałkowitego spalania** - powstałe podczas spalania, mające zdolność do dalszego utleniania w warunkach, w których były otrzymane, np.: tlenek węgla, trójtlenek fosforu itd.



# Dym

- widoczna część lotnych produktów spalania. Definiuje się go jako gazowe produkty spalania materiałów organicznych, w których rozproszone są małe cząsteczki gazowe i ciekłe.

# Podstawowe sposoby przerywania procesu spalania

Aby ugasić pożar, należy wyeliminować jeden z czynników, tworzących trójkąt spalania, tzn.:

- usunąć materiał palny,
- ochłodzić palące się ciało, a więc obniżyć jego temperaturę poniżej temperatury palenia się,
- odciąć dostęp tlenu do palącego się materiału.

Eliminacja przynajmniej jednego z tych czynników oznacza ugaszenie pożaru.

# Pożar



# Pożar

- jest niekontrolowanym procesem palenia się, występującym w miejscu do tego nie przeznaczonym, rozprzestrzeniającym się w sposób niekontrolowany, powodującym zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi i zwierząt oraz straty materialne. Charakteryzuje się on emisją energii cieplnej, której towarzyszy wydzielanie dymu i zazwyczaj płomieni.

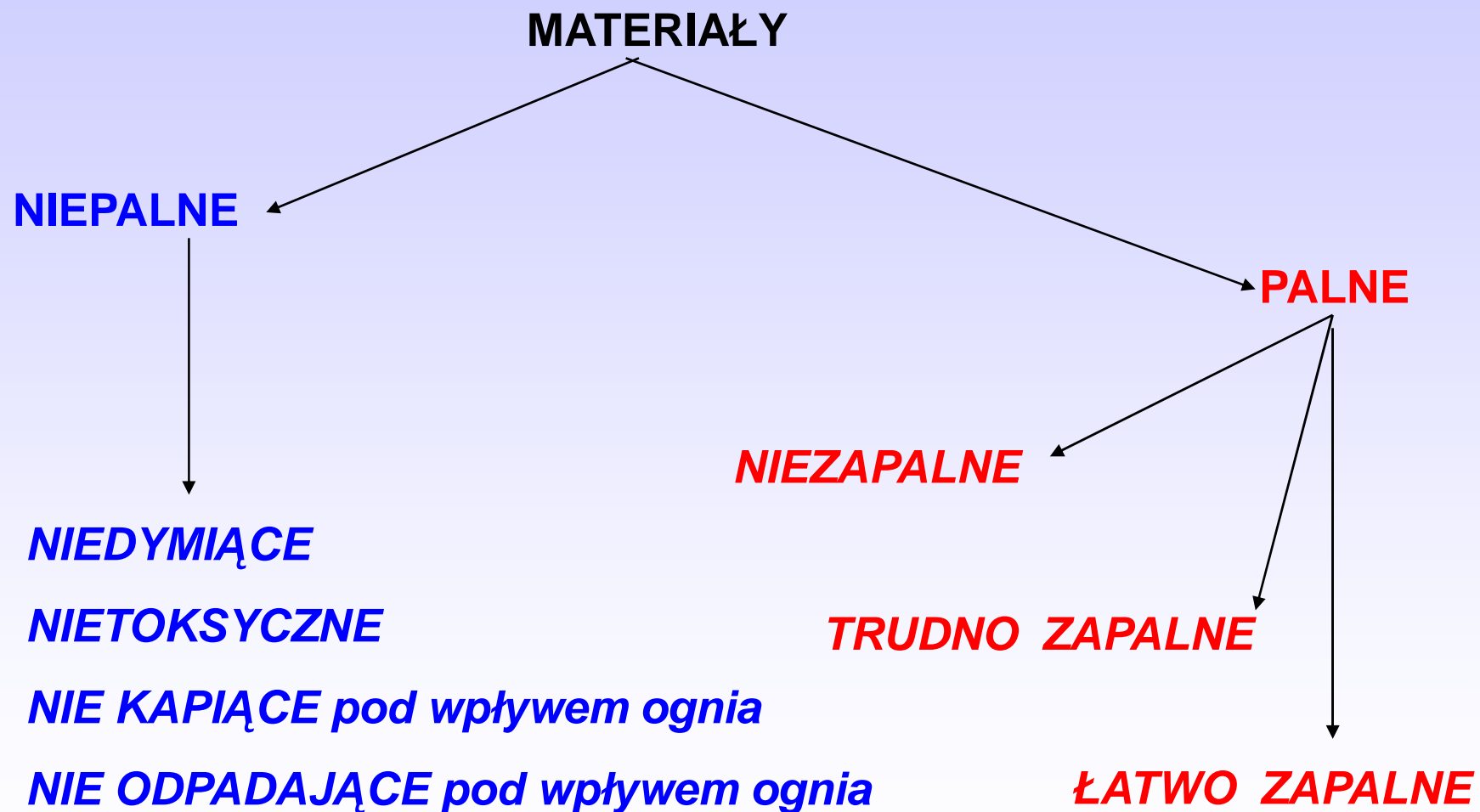
# Grupy pożarów

| Grupa    | Materiał palny                              | Przykład  |
|----------|---|---|
| <b>A</b> | Ciała stałe organiczne                      | drewno, papier, węgiel, tkaniny, słoma, itd..         |
| <b>B</b> | Ciecze palne i substancje stałe topiące się | benzyna, nafta i jej pochodne, alkohol, aceton, itd.. |
| <b>C</b> | Gazy  | metan, acetylen, propan, wodór, gaz miejski           |
| <b>D</b> | Metale                                      | sód potas, fosfor, glin i ich stopy                   |
| <b>F</b> | Požary produktów żywnościowych              | pożary tłuszczu i olejów w urządzeniach kulinarnych   |

## Parametry pożarowe materiałów

- **niepalność**
- **stopień palności,**
- **szybkość wydzielania ciepła,**
- **skłonność do tworzenia płonących kropli,**
- **generowanie dymu oraz toksycznych gazów podczas rozkładu termicznego.**

# Klasyfikacja materiałów z uwagi na parametry pożarowe



## Pożar → zagrożenie dla ratowników

- podwyższona temperatura i gęstość strumienia promieniowania cieplnego,
- toksyczne produkty rozkładu termicznego,
- zadymienie,
- niedobór tlenu,
- uszkodzenie konstrukcji obiektu.



# Wpływ gęstości promieniowania cieplnego na organizm człowieka

| Gęstość promieniowania strumienia cieplnego | Skutki promieniowania cieplnego  |
|---|--|
| <b>0,8÷1,2 kW/m<sup>2</sup></b>             | Promieniowanie słoneczne nie stwarza dyskomfortu w sytuacji długich ekspozycji   |
| <b>1,6 kW/m<sup>2</sup></b>                 | warunki mało komfortowe  |
| <b>2,1 kW/m<sup>2</sup></b>                 | dawka minimalna, która powoduje ból po 60 s  |
| <b>4,0 kW/m<sup>2</sup></b>                 | 0% ofiar śmiertelnych  |
| <b>4,7 kW/m<sup>2</sup></b>                 | dawka powodująca ból po 15÷20 s, a oparzenia po 30 s   |
| <b>9,5 kW/m<sup>2</sup></b>                 | ból po 8 s, oparzenie II stopnia po 20 s   |
| <b>12,5 kW/m<sup>2</sup></b>                | najmniejsza dawka promieniowania cieplnego powodująca zapalenie się drewna; duże prawdopodobieństwo uszkodzenia ciała, 1% w ciągu 60 s |
| <b>37,5 kW/m<sup>2</sup></b>                | uszkodzenie sprzętu technicznego, 1% w ciągu 10 s  |

## Wykorzystano:

- Bielicki P., Podstawy taktyki gaszenia pożarów, Kraków 1996
- Drysdale D., An introduction to fire dynamics, New York, Wiley 1990
- Iwaniec R., Zagrożenie pożarowe, materiały niepublikowane, CNBOP 2004
- Konecki M, Wykłady z teorii pożarów, materiały niepublikowane, SGSP 2006
- PN-EN 2:1998 wraz ze zmianą PN-EN 2:1996/A1:2006 „Podział pożarów”
- 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
- Sawicki T., Czynniki zagrażające bezpieczeństwu strażaków w warunkach pożaru, Bezpieczeństwo Pracy 7-8/2004
- [www.ratownictwo.org.pl](http://www.ratownictwo.org.pl)
- [dziennik.pap.com.pl](http://dziennik.pap.com.pl)
- [www.firewalking.pl](http://www.firewalking.pl)

Dziękuję za uwagę.

