



# SZKOLENIE PODSTAWOWE STRAŻAKÓW RATOWNIKÓW OSP

## **TEMAT 7:** Pożar i jego rozwój

---

*autor: Mateusz Pupek*



# MATERIAŁ NAUCZANIA

- Zjawisko pożaru;
- Grupy pożarów;
- Fazy pożaru;
- Pożary wewnętrzne i zewnętrzne;
- Zjawiska towarzyszące rozwojowi pożaru wewnętrznego i zewnętrznego (rozgorzenie, wsteczny ciąg płomieni).

Czas: 2T



# Zjawisko pożaru

W potocznym rozumieniu pożar identyfikowany jest z zagrożeniem, jakie powoduje niekontrolowany ogień, który rozwija się żywiołowo oraz wiąże się ze znacznymi stratami, a nawet urazami fizycznymi i psychicznymi. Jest zjawiskiem o żywiołowym przebiegu, wymagającym interwencji służb ratowniczych.

Pomimo postępu w dziedzinie pożarnictwa i ratownictwa nadal są one jednym z istotnych zagrożeń w życiu człowieka.

Pożar jest również pojęciem uregulowanym prawnie. Bardzo często jego zakres znaczeniowy był uwarunkowany konkretnymi potrzebami obszaru regulowanego przez akty prawny. Dlatego też w przepisach na temat ochrony przeciwpożarowej pożar jest inaczej definiowany niż w ustawodawstwie karnym.



# Zjawisko pożaru

Pożar jest niekontrolowanym procesem spalania, występującym w miejscu do tego nieprzeznaczonym, rozprzestrzeniającym się w sposób niekontrolowany, powodującym zagrożenie dla zdrowia i życia ludzi i zwierząt oraz straty materialne.

Według PN-ISO 8421-1:1997: charakteryzuje się on emisją energii cieplnej, której towarzyszy wydzielanie dymu i zazwyczaj płomieni.

Zwracając uwagę na przebieg procesu spalania, można wskazać charakterystyczne cechy pożaru:

- możliwość występowania wysokiej temperatury,
- wydzielanie się dużych ilości produktów spalania,
- możliwość rozprzestrzeniania się tzn. wzrost powierzchni lub objętości pożaru.



# Zjawisko pożaru

Aby zrozumieć czym jest pożar, należy również wyjaśnić pojęcie spalania oraz opisać warunki determinujące ten proces.

Spalaniem według M. Profit-Szczepańskiej nazywamy złożony fizykochemiczny proces wzajemnego oddziaływania materiału palnego(paliwa) i powietrza (utleniacza) charakteryzujący się wydzielaniem ciepła i światła.

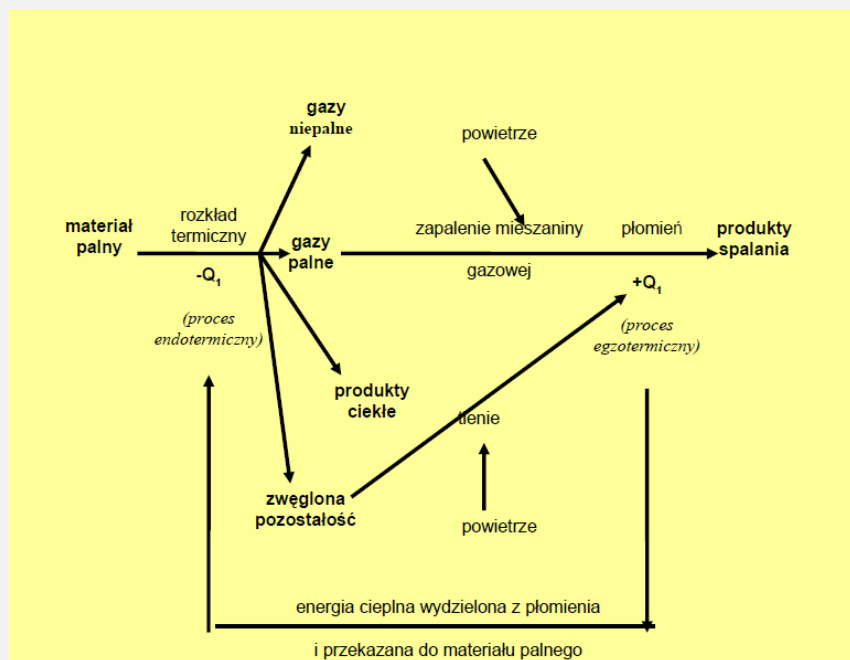


## Grupy pożarów

Podział pożarów reguluje Europejska Norma, mająca status Polskiej Normy: PN-EN 2:1998 ze zmianą PN-EN 2:1996/A1:2006, wyróżnia następujące grupy pożarów:

- **Grupa pożarów A:** Pożary materiałów stałych, których normalne spalanie zachodzi z tworzeniem żarzących się węgli, np. drewna, papieru, tkanin, itp.
- **Grupa pożarów B:** Pożary cieczy i materiałów stałych topiących się np. tworzyw sztucznych, paliw, olejów, itp.
- **Grupa pożarów C:** Pożary gazów, np. metanu, propanu, acetylenu, wodoru...
- **Grupa pożarów D:** Pożary metali, np. magnez, sód, potas, glin, tytan itp.
- **Grupa pożarów F:** Pożary olejów i tłuszczów w urządzeniach kuchennych.

## Pożary grupy A



Spalanie ciał stałych poprzedzone jest pojawieniem się palnej fazy lotnej powstałej w wyniku rozkładu termicznego wywołanego dostarczeniem energii.

Proces spalania ciał stałych najlepiej opisuje zamieszczony obok schemat zaczerpnięty z „Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwojów pożarów”  
M. Pofit- Szczepańskiej



# Grupy pożarów

## Požary grupy B

**Ciecze palne** najpierw odparowują i spalają się powierzchniowo, o ile osiągną odpowiednią do ciągłości reakcji temperaturę zapłonu oraz prężność par. Spalaniu ulegają tylko pary cieczy palnej (powyżej temp. zapłonu), a część wytworzonego ciepła podgrzewa ciec podtrzymując, a nawet przyśpieszając spalanie.

Wystąpienie warstwy przegrzanej przy pożarach zbiorników (zwłaszcza cieczy ropopochodnych), może doprowadzić do wystąpienia niebezpiecznych zjawisk, takich jak wykipienie i wyrzut.





# Grupy pożarów

## Požary grupy C

Gazy spalają się objętościowo i w przeciwieństwie do cieczy nie jest obserwowana temperatura zapłonu- ulegają one zapaleniu w każdej temperaturze w odpowiednim stężeniu gazu palnego, określanego w literaturze jako granice wybuchowości.



## Grupy pożarów

### Požary grupy D

Niektóre metale (zwłaszcza litowce i berylowce) wykazują tendencję do udziału w burzliwych reakcjach spalania. Pożarom takim towarzyszą znacznie wyższe temperatury mogące zniszczyć zbiorniki lub konstrukcje w których się znajdują, a znacznym utrudnieniem podczas działań jest zakaz używania wody jako środka gaśniczego, która może przyśpieszyć szybkość zachodzącej reakcji.



# Grupy pożarów

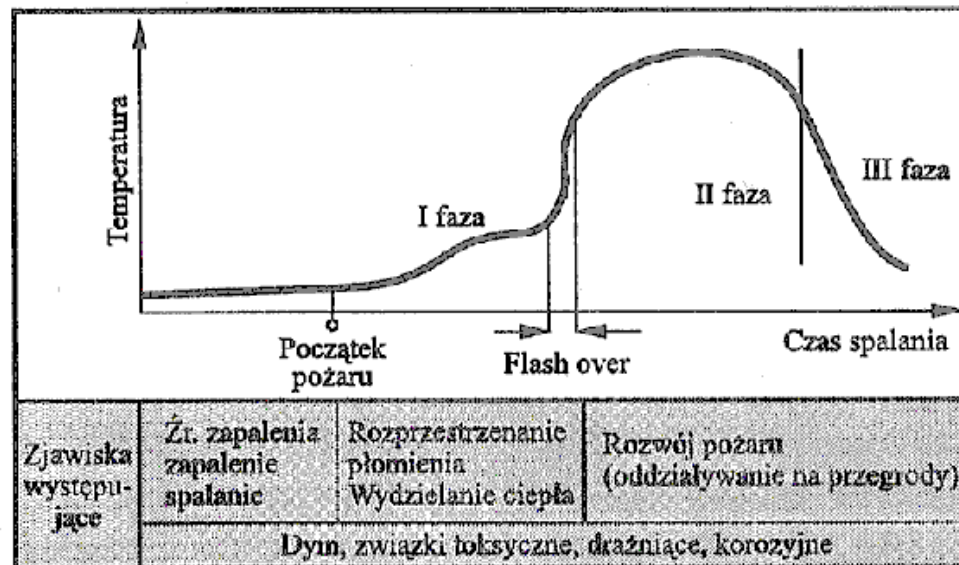
## Požary grupy F

Požary grupy F pojawiły się w literaturze stosunkowo niedawno, obejmują one spalanie rozgrzanych (do temp. 200-300st.C) olejów i tłuszczów wykorzystywanych w gastronomii.



# Fazy pożaru

Każdy pożar jest zjawiskiem dynamicznym i w sprzyjających warunkach dąży do rozprzestrzeniania się. Proces spalania charakteryzują pewne etapy zwane fazami rozwoju pożaru, które najlepiej obrazuje poniższy wykres.



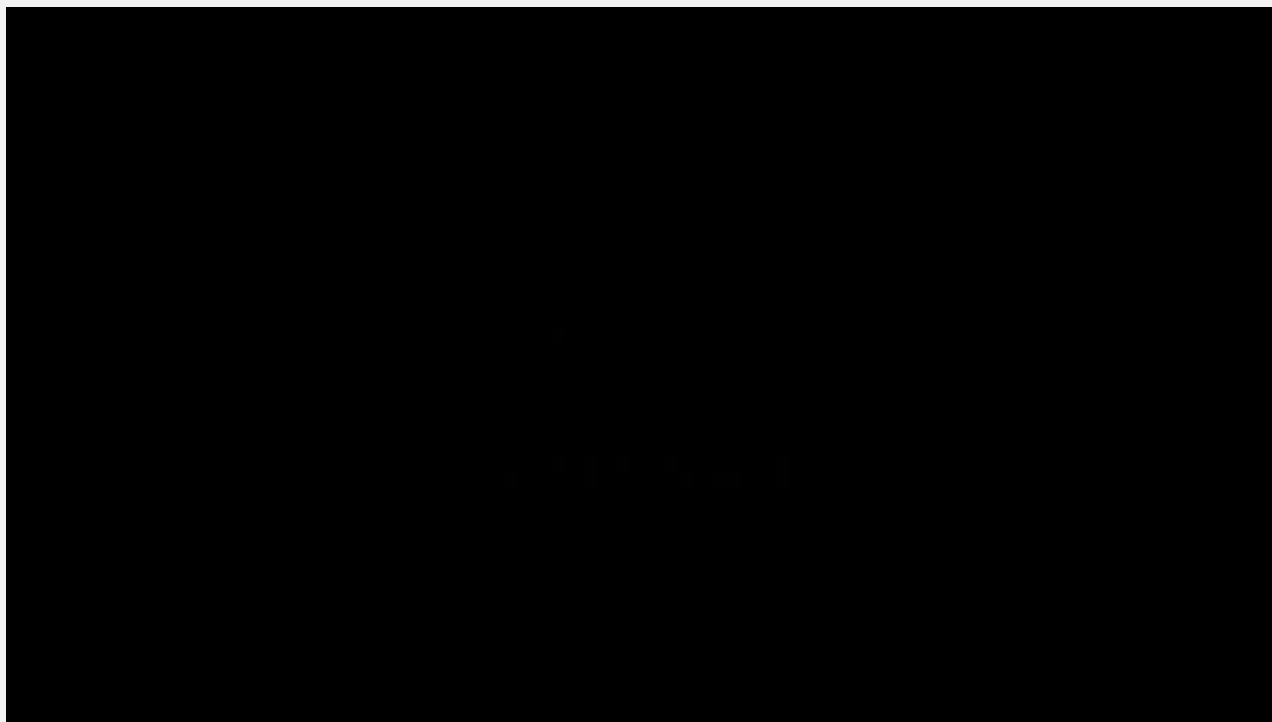


## Fazy pożaru

Od momentu rozpoczęcia oddziaływania bodźca energetycznego (np. strumienia ciepła) następuje ogrzewanie materiału palnego. Zwiększa się ilość wydzielanych produktów termicznego rozkładu. Strefa spalania stopniowo zwiększa się i coraz silniej oddziałuje na otoczenie. Ogrzane powietrze oraz produkty spalania w tzw. kolumnie konwekcyjnej, wędrują ku górze i gromadzą się w górnych partiach pomieszczenia. Energia cieplna uzyskana z reakcji spalania przekazywana jest także do otoczenia na drodze promieniowania oraz przewodzenia.

Wytworzona i przekazywana w tym procesie energia przyśpiesza termiczny rozkład materiałów palnych, a tym samym (w sprzyjających warunkach) zwiększa dynamikę i rozwój pożaru.

W tym etapie głównym czynnikiem determinującym rozwój spalania jest paliwo (materiał palny).



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiału multimedialnego  
Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=BtMmymOxdjc>



## Fazy pożaru

II faza to okres pożaru w pełni rozwiniętego. Po osiągnięciu maksymalnych temperatur pożar stabilizuje się i przechodzi w tzw. stan prawie stacjonarny, co oznacza, że szybkość procesów spalania jest stała. Faza ta trwa do momentu wyczerpania się paliwa.



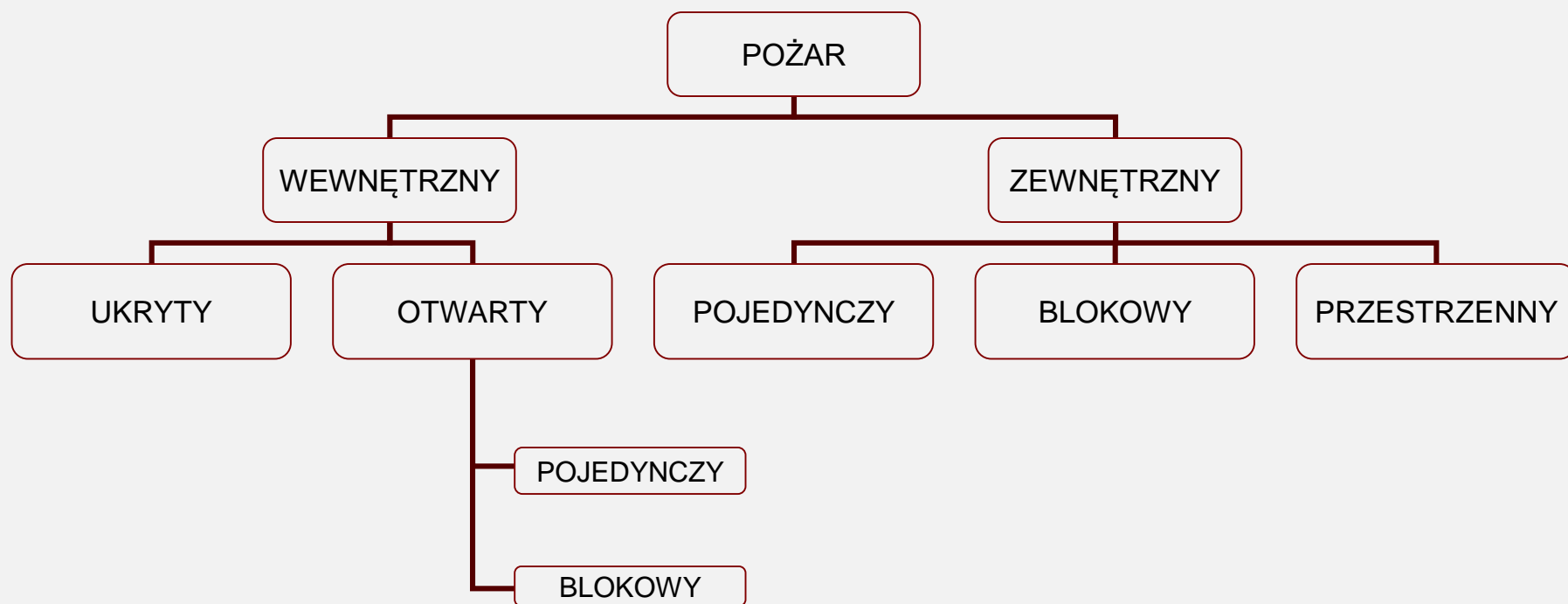
## Fazy pożaru

Kiedy temperatura pożaru spadnie o co najmniej  $\frac{1}{5}$  jej maksymalnej wartości podczas pożaru, pożar przechodzi w fazę III. W wyniku stopniowego wyczerpywania się paliwa lub utleniacza szybkość spalania oraz temperatura pożaru stopniowo maleją. Zmniejsza się także wymiana gazowa, rośnie natomiast gęstość optyczna dymu.





# Pożary wewnętrzne i zewnętrzne





# Pożary wewnętrzne i zewnętrzne

**Pożar wewnętrzny** pożar rozwijający się i rozprzestrzeniający w zamkniętych przestrzeniach (wewnątrz budynków, urządzeń i innych obiektów).

- pożary ukryte – przebiegające w pustych przestrzeniach stropów, ścian budynków, czy też wewnątrz urządzeń i aparatur technologicznych.
- pożary otwarte – rozwijające się w przestrzeni zamkniętej z widzialnym ogniskiem pożaru. Pojęcie widzialności nie może być rozumiane wprost, ponieważ może być ona zakłócona przez dym, lub przedmioty stanowiące wyposażenie obiektu.



# Pożary wewnętrzne i zewnętrzne

**Pożar zewnętrzny** to pożar rozwijający się poza obszarem budynku na odkrytej przestrzeni (lasy, uprawy, składowiska otwarte itp.)

- pożar blokowy to pożar zewnętrzny grupy budynków, często mający wspólne elementy konstrukcyjne. Jest to właściwie pożar przebiegający zarówno na zewnątrz jak i wewnątrz obiektu i to często na kilku kondygnacjach.
- pożar przestrzenny – pożar zewnętrzny obejmujący obiekty zlokalizowane na dużym obszarze (np. wiele budynków, duże parkingi, lasy, uprawy itp.)



# Produkty spalania

Produkty spalania są to substancje powstające w wyniku procesu spalania materiałów palnych. Ze względu na stan skupienia dzielą się na:

- gazowe (np. dwutlenek węgla, cyjanowodory),
- ciekłe (np. woda, smoła),
- stałe (np. sadza, popiół, żużel).

W warunkach pożarowych produkty spalania współistnieją ze sobą i poruszają się w obszarze spalania, czyli w tzw. kolumnie konwekcyjnej ognia.

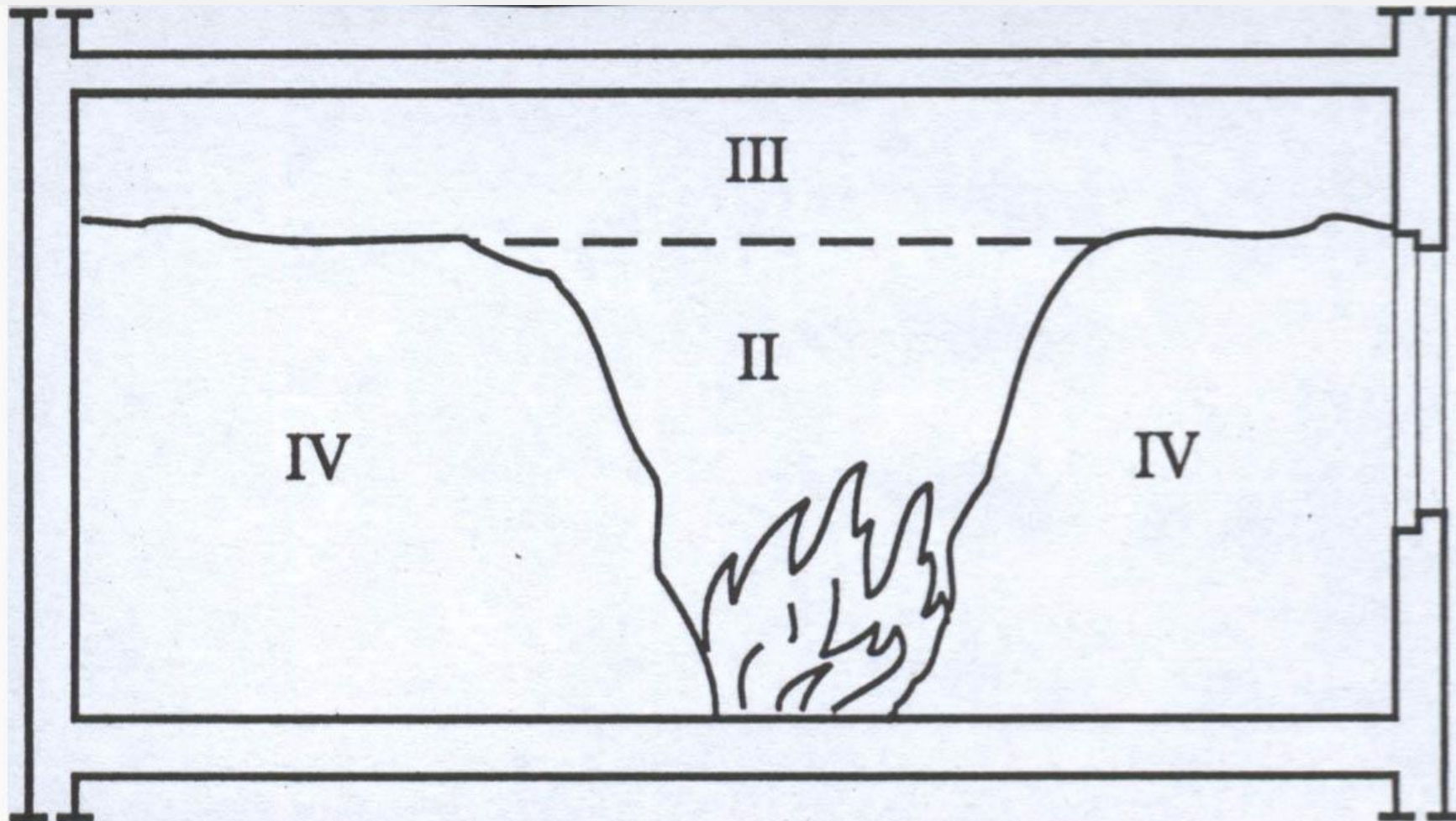
Wydzielanie się produktów spalania podczas pożaru stanowi niebezpieczeństwo ze względu na:

- ograniczenie widoczności,
- utrudnianie oddychania spowodowane ich działaniem toksycznym oraz występującym niedoborem tlenu,
- działanie termiczne (wysoka temperatura mogąca m.in. uszkodzić skórę lub układ oddechowy).

**Wszystkie te czynniki ograniczają czas ewakuacji i powodują ogromne trudności podczas akcji ratowniczej.**



# Strefy pożaru





# I Strefa spalania

Przestrzeń, w której przebiega proces spalania. W przestrzeni tej, materiały palne przygotowują się do spalania przechodząc kolejne fazy rozkładu termicznego. W tym miejscu występuje najwyższa temperatura. Strefa ta nazywana jest inaczej ogniskiem pożaru. Ognisko pożaru nie jest elementem stałym i statycznym, bowiem przemieszcza się w miarę rozwoju sytuacji.



## II Strefa konwekcji

Przestrzeń nad ogniskiem pożaru, w której produkty spalania unoszone są ku górze. Ruch ten powoduje mieszanie się mieszanki paliwowo powietrznej, co sprzyja rozprzestrzenianiu się zadymienia oraz wpływa na zjawisko rozgorzenia.



### III Strefa zadymienia

Przestrzeń wypełniona dymem. Wielkość i położenie strefy zadymienia w warunkach pożarów wewnętrznych, zależy głównie od wielkości i geometrii pomieszczenia oraz sprawności wentylacji. Wzrastająca gęstość zadymienia powoduje pogorszenie widoczności, utrudnia ewakuację i prowadzenie działań. W strefie tej występują produkty niecałkowitego spalania, mogące doprowadzić do zjawiska rozgorzenia lub wstecznego ciągu płomieni.





## IV Strefa oddziaływania cieplnego

Jest to przestrzeń wokół strefy spalania, do której energia przekazywana jest w postaci promieniowania. Powoduje ona rozkład termiczny materiałów znajdujących się w jej oddziaływaniu (np. piroliza lub parowanie). Znajdujące się w tej strefie materiały stwarzają warunki do rozprzestrzeniania się pożaru.



## Rozgorzenie

Zjawisko to zachodzi na granicy fazy I i II, kiedy w wyniku procesów zachodzących w początkowej fazie pożaru zostały stworzone korzystne warunki gazowe oraz przekroczone zostały wartości krytyczne natężenia promieniowania, co powoduje nagłe, prawie jednoczesne zapalenie wszystkich zgromadzonych w całej objętości pomieszczenia powierzchni palnych.

Rozgorzenie ma miejsce, kiedy maksymalne temperatury pod sufitem pomieszczenia osiągają wartość ok. 700-800 °C, a przy podłodze ok. 350-500 °C.

Czas trwania rozgorzenia jest stosunkowo krótki w stosunku do poszczególnych faz pożaru, dlatego też jest ono określane mianem „zdarzenia”, a nie odrębną fazą.

Rozgorzenie poprzedzają charakterystyczne efekty akustyczne oraz pojawiające się pulsacyjnie w strefie podsufitowej języki ognia.

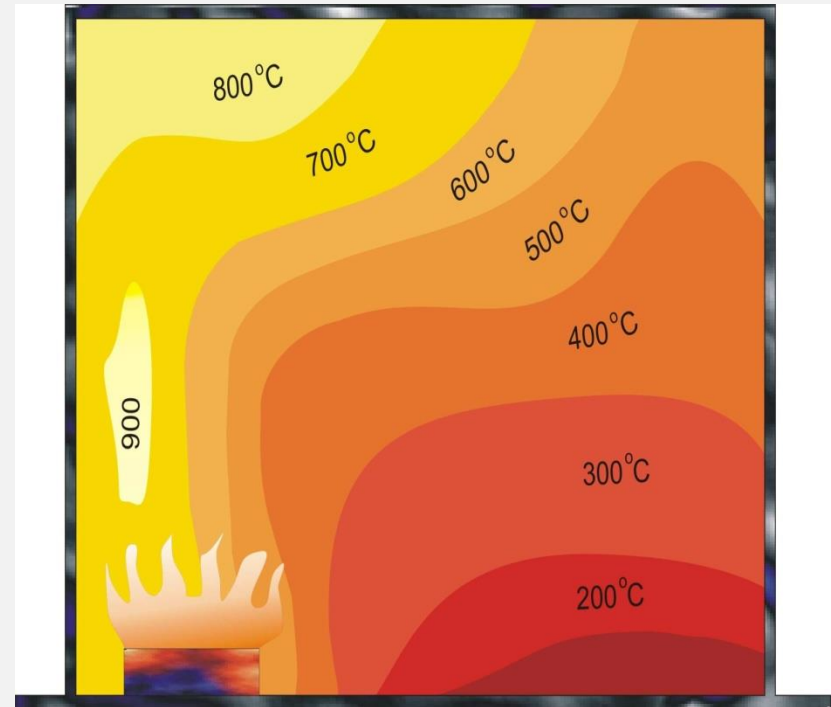


Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiału multimedialnego  
Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=QqMVm72FMRk&&>

## Przykładowy rozkład temperatur

Przykładowy rozkład temperatur podczas pożaru przedstawia rysunek obok. W zależności od ilości i rodzaju materiału palnego, warunków dopływu utleniacza, temperatury przedstawione na rysunku mogą być wyższe o ok. 250-350 stopni C. Największa temperatura występuje nad źródłem pożaru, który cały czas generuje strumień ciepła unoszący gazy pożarowe ku górze. Uniesione produkty spalania rozprzestrzeniają się w pomieszczeniu i mieszają w całej jego objętości (w wyniku różnic temperatur i ciśnień).

Najniższa zaś temperatura wystąpi w dolnych partiach pomieszczenia.





# Zagrożenia dla ratowników związane z pożarami

## Podwyższona temperatura i gęstość strumienia promieniowania cieplnego

Zjawisku spalania zwłaszcza intensywnemu towarzyszy gradient temperatury otoczenia. Wartość gęstości strumienia promieniowania cieplnego, który powoduje ból fizyczny u ludzi wynosi około  $2,5 \text{ kW/m}^2$ . Gęstość strumienia promieniowania cieplnego podczas pożarów gazów i cieczy palnych wynosi od  $75$  do  $200 \text{ kW/m}^2$  dla pożarów powierzchniowych i od  $200$  do  $350 \text{ kW/m}^2$  dla pożarów strumieniowych.

Organizm człowieka w krótkim czasie radzi sobie ze stanem podwyższonej temperatury, ale w przypadku dłuższego narażenia organizmu na działanie ciepła, następuje odwodnienie i przegrzanie organizmu. Natomiast za graniczną temperaturę, którą organizm człowieka może wytrzymać przyjmuje się ok.  $60 \text{ st. C}$ .



## Toksyczne produkty rozkładu termicznego

Substancje szkodliwe powstałe w wyniku spalania, przedostają się do organizmu ludzkiego podczas ich wdychania, wskutek przenikania przez skórę lub układ pokarmowy. Z uwagi na różnorodność materiałów ulegających spalaniu, w strefie pożaru występować może nawet 130 substancji chemicznych tj.: tlenek węgla, benzen, cyjanowodór, dwutlenek węgla, chlorowodór, węglowodory alifatyczne nasycone i nienasycone, węglowodory aromatyczne nasycone i nienasycone, siarczany, azotany.

W wielu przypadkach składniki dymu stanowią mieszaniny węglowodorów, których obecność powoduje, że dym jest również gazem palnym.



# Zadymienie

Intensywność dymienia materiałów ma decydujący wpływ na ograniczenie widoczności. Ograniczenie widoczności wywołane przez dym powodować może, np. utrudnienie przenikania światła, a także łzawienie oraz pieczenie oczu, co prowadzi może do utraty orientacji w zadymionych pomieszczeniach, upadku lub uderzenia o niewidoczne przedmioty.



## Niedobór tlenu

Podczas pożaru tlen z otoczenia zużywany jest na podtrzymywanie procesu spalania, co powoduje wzrost zagrożenia dla zdrowia i życia strażaków (zagrożenie dla układu oddechowego człowieka następuje już przy niedoborze tlenu poniżej 17%, szczególnie wrażliwa na niedobór tlenu jest tkanka mózgowa, która może ulec trwałemu uszkodzeniu na skutek niedoboru tlenu). Dodatkowo niedobór tlenu prowadzi do niecałkowitego spalania i produkcji większej ilości gęstego dymu.





## Uszkodzenie konstrukcji

W czasie pożaru bardzo często dochodzi do zmniejszenia stateczności i odkształceń konstrukcji pod wpływem działania dużych ilości ciepła, które na skutek procesów rozkładu i spalania zmieniają strukturę materiałów budowlanych. Powoduje to zmniejszanie wytrzymałości materiałów budowlanych oraz powstanie możliwości deformacji lub pęknięcia konstrukcji i w efekcie zawalenia się obiektu.



# Zjawiska towarzyszące rozwojowi pożaru

## Rozgorzenie (FLASH OVER)

**Jest to przejście ze spalania  
powierzchniowego w spalanie  
powierzchniowo przestrzenne.**

Następuje gwałtowna zmiana liniowej  
prędkości spalania, gwałtowny przyrost  
temperatur, szybki ubytek tlenu, wzrost  
stężenia produktów rozkładu i spalania.

Możliwy jest wyrzut płomieni na zewnątrz  
pomieszczenia.



# Zjawiska towarzyszące rozwojowi pożaru

## Wsteczny ciąg płomieni

Zjawisko określane jako „backdraft” zachodzi w warunkach niecałkowitego spalania, przy małej objętości płomieni lub ich braku, w słabo wentylowanych pomieszczeniach.

W wyniku wtargnięcia do pomieszczenia świeżego powietrza, tworzy się mieszanka tlenu z produktami rozkładu termicznego, która ulega zapaleniu. Płomienie wędrują w przeciwną- wsteczną stronę w stosunku do napływającego powietrza. Ruch płomienia jest przyspieszony, towarzyszy mu huk , przyrost temperatury i ciśnienia.



# Zjawiska towarzyszące rozwojowi pożaru

Istnieją symptomy mogące wskazywać na możliwość pojawienia się wstecznego ciągu płomienia:

- „tłusty” czarny dym zaczyna wydobywać się z pomieszczeń,
- dym lub języki płomieni pojawiające się w otworach mają pulsujący, okresowy charakter,
- szyby w oknach drżą, wydając charakterystyczny dźwięk, i są tak gorące, że nie można ich dotknąć,
- dym może być „zasysany” z powrotem do pomieszczenia,
- pożary piwnic lub innych zamkniętych pomieszczeń zwiększają prawdopodobieństwo pojawienia się wstecznego ciągu płomieni.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiału multimedialnego  
Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=XRae8weOduc&&>



Źródło: Opracowanie własne na podstawie materiału multimedialnego  
Internet: <https://www.youtube.com/watch?v=InrS4Fdndr4>



# BIBLIOGRAFIA

1. Materiały szkoleniowe opracowane przez CNBOP.
2. Przegląd Pożarniczy
3. M. Konecki, B. Król, D. Wróblewski „Nowoczesne metody działań ratowniczo gaśniczych”, SGSP 2003
4. P. Bielicki „Podstawy taktyki gaszenia pożarów” SA PSP Kraków 1996
5. P. Bielicki „Taktyka działań gaśniczych dla słuchaczy kursu kwalifikacyjnego szeregowych PSP” KG PSP 2004
6. M. Pofit-Szczepańska „Wybrane zagadnienia z chemii ogólnej, fizykochemii spalania i rozwoju pożarów” SA PSP Kraków
7. P. Guzowski, D. Wróblewski, D. Małozieć „Czerwona księga pożarów, wybrane problemy pożarów oraz ich skutków”



# INDEKS MATERIAŁÓW POBRANYCH Z INTERNETU

- Zdjęcie 1: Pobrano 18.02.2016 z [www.os-ppsp.olsztyn.pl](http://www.os-ppsp.olsztyn.pl)
- Film 1: Pobrano 18.02.2016 z <https://www.youtube.com/watch?v=BtMmymOxdjc>
- Film 2: Pobrano 18.02.2016 z <https://www.youtube.com/watch?v=QqMVm72FMRk&&>
- Film 3: Pobrano 18.02.2016 z <https://www.youtube.com/watch?v=XRae8weOdyc&&>
- Film 4: Pobrano 18.02.2016 z <https://www.youtube.com/watch?v=InrS4Fdndr4>

Pobrano 18.02.20016 z [www.os-ppsp.olsztyn.pl](http://www.os-ppsp.olsztyn.pl)  
Pobrano 18.02.20016 z [www.os-ppsp.olsztyn.pl](http://www.os-ppsp.olsztyn.pl)