

Ocena ilościowa ryzyka: analiza drzewa zdarzeń

Zajęcia 7

dr inż. Piotr T. Mitkowski

piotr.mitkowski@put.poznan.pl

Plan zajęć

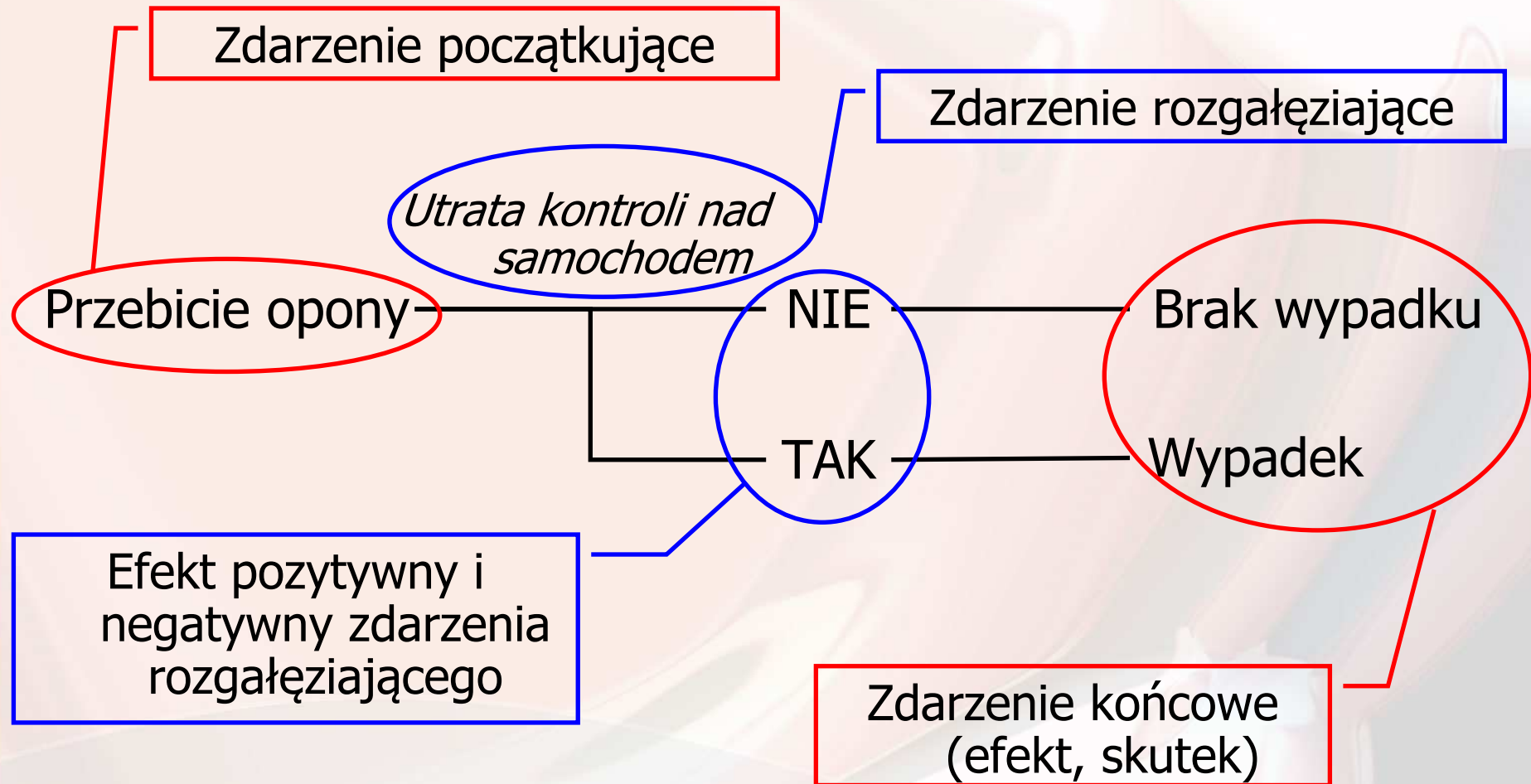
- **Analiza drzewa zdarzeń (ETA)**
- **Przykład zastosowania analizy drzewa zdarzeń**
- **Kwantyfikacja drzew logicznych**

ETA: Drzewo Zdarzenia

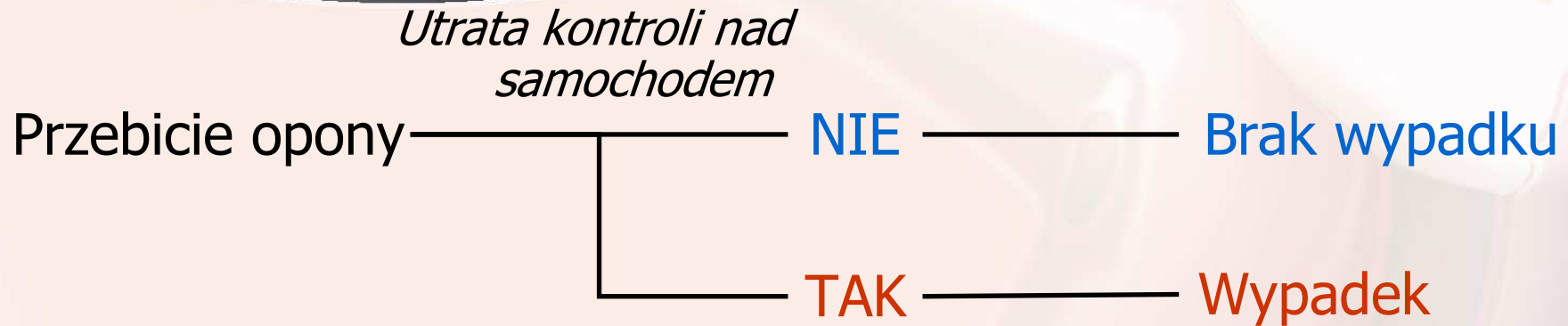
- **Drzewo zdarzeń jest formą drzewa logicznego.**
- **Dedukcja podąża od przyczyn do skutków, czyli od zdarzenia początkowego do zdarzenia końcowego.**
- **Drzewo zdarzeń opisuje konsekwencje zdarzenia nadrzędnego, inaczej mówiąc opisuje progresję zdarzeń od zdarzenia początkowego.**
- **Każde wydarzenie ma dwa rozgałęzienia, które oznaczają powodzenie lub brak powodzenia zdarzenia.**



ETA: Drzewo Zdarzeń

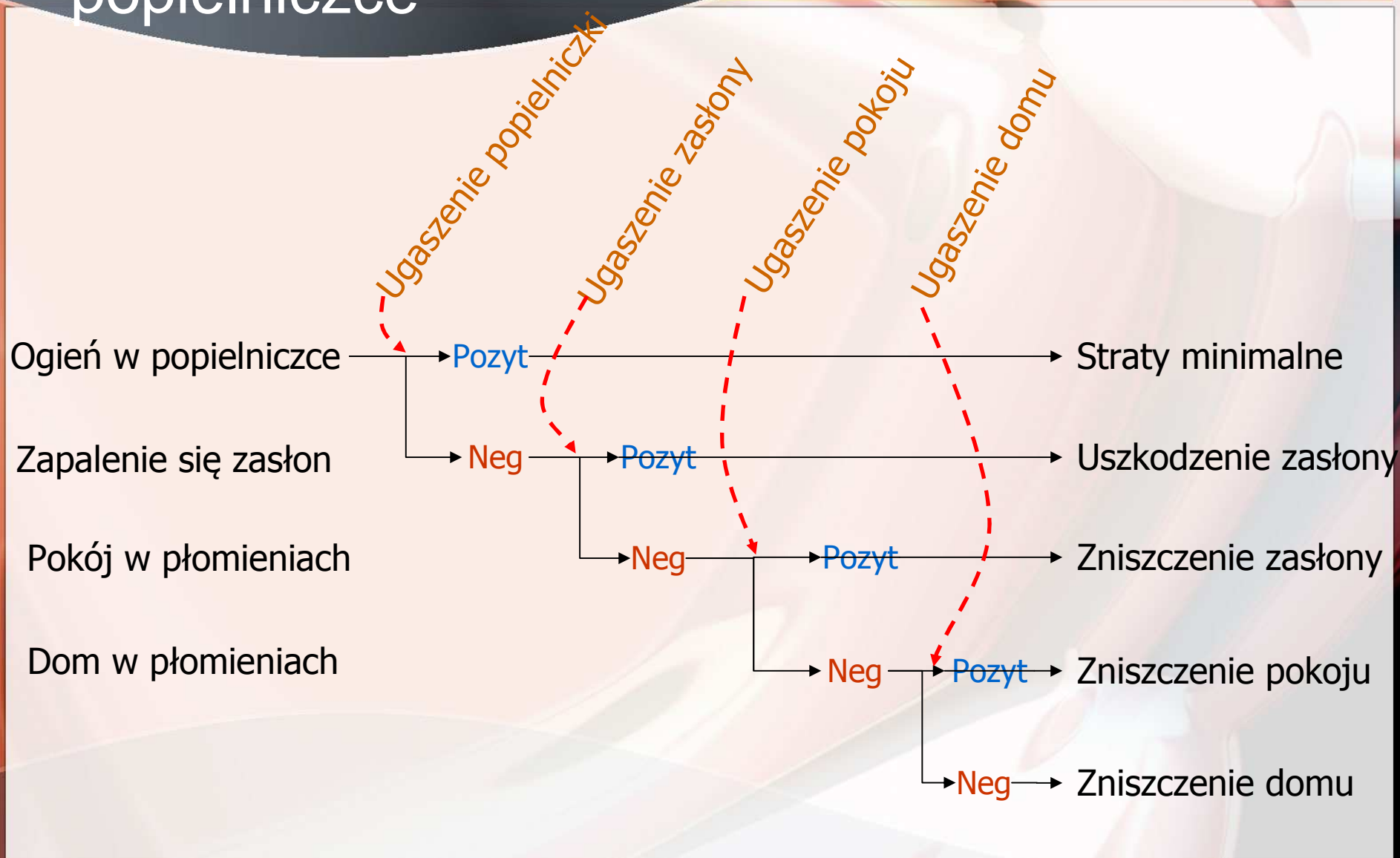


ETA: Zasady tworzenia



- **Drzewo zdarzeń budowane jest zazwyczaj od lewej do prawej strony narastająco.**
- **Każde rozgałęzienie ma tylko dwie odnogi.**
- **Każda odnoga może się rozgałęziać.**
- **Mniej szkodliwy lub nieszkodliwy skutek jest umieszczany na wyżej położonej odnodze.**

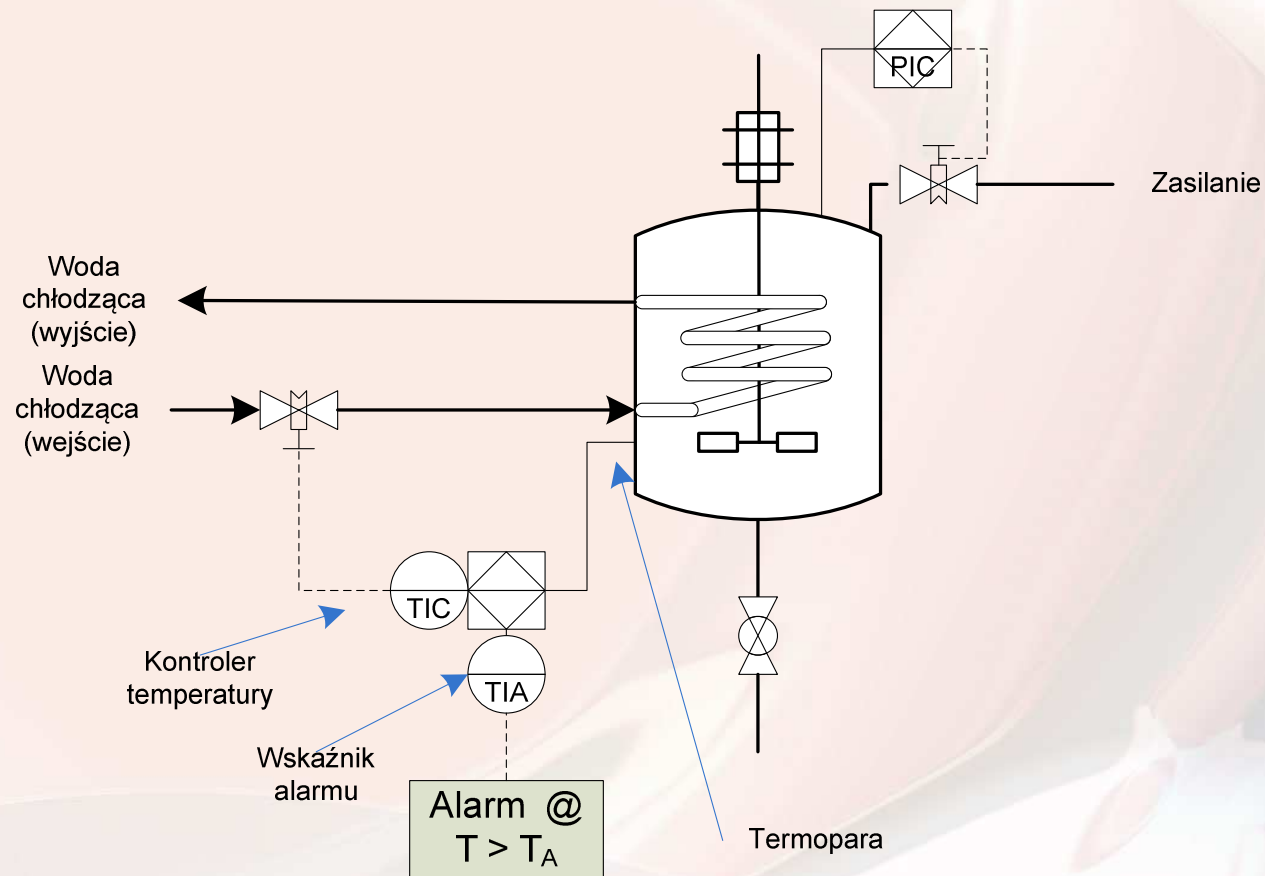
ETA: Pożar wywołany niedopałkiem w popielniczce



Na podstawie „Process Safety analysis. An Introduction”, Bob Skelton, Redwood Book, WB, 1997

Materiał dydaktyczny, prawa zastrzeżone Prof. Mikrowski

ETA: Chłodzenie reaktora



ETA: Utrata chłodzenia reaktora

Funkcje bezpieczeństwa (zdarzenie rozgalezające):

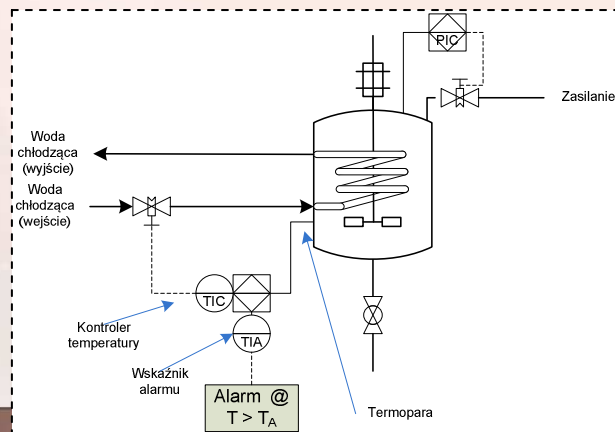
Alarm wysokiej temperatury ostrzega operatora

Operator zauważa alarm wysokiej temp.

Operator uruchamia chłodzenie

Operator wyłącza reaktor

Zdarzenie początkowe:
Utrata chłodzenia



Skutki:

Proces jest kontynuowany

Zatrzymanie procesu

Niekontrolowana reakcja

Proces jest kontynuowany

Zatrzymanie procesu

Niekontrolowana reakcja

Proces jest kontynuowany

Zatrzymanie procesu

Niekontrolowana reakcja

Rachunek prawdopodobieństwa i algebra Boole'a

Prawdopodobieństwo jest liczbą bezwymiarową, a jego wartość musi zawierać się między 0 i 1.

$$0 \leq P \leq 1$$

Suma prawdopodobieństwa zaistnienia zdarzenia i jego niezastnienia wynosi 1.

$$P + \bar{P} = 1$$

Rachunek prawdopodobieństwa

Prawdopodobieństwo zaistnienia dwóch zdarzeń niezależnych A i B:

$$P_{A \text{ and } B} = P_A \times P_B = P_A P_B$$

Prawdopodobieństwo zaistnienia zdarzenia A lub B

$$\begin{aligned} P_{A \text{ or } B} &= P_A \overline{P_B} + P_B \overline{P_A} + P_A P_B \\ &= P_A (1 - P_B) + P_B (1 - P_A) + P_A P_B \\ &= P_A + P_B - P_A P_B \end{aligned}$$

Algebra Boole'a: Przykład

$$A = \{1, 2, 3\}$$

$$B = \{1, 4, 7\}$$

Suma zbiorów

$$A \cup B = C$$

$$C = \{1, 2, 3, 4, 7\}$$

Suma logiczna

$$A + B = C$$

Część wspólna

$$A \cap B = D$$

$$D = \{1\}$$

Iloczyn logiczny

$$A \cdot B = D$$

Algebra Boole'a

Przemienność działań:

$$A + B = B + A$$

$$A \cdot B = B \cdot A$$

$$(A + B) + C = A + (B + C)$$

$$(A \cdot B) \cdot C = A \cdot (B \cdot C)$$

Rozdzielność mnożenia:

$$(A + B) \cdot (C + D) = A \cdot C + A \cdot D + B \cdot C + B \cdot D$$

Tożsamość:

$$A + 0 = A$$

$$A \cdot 1 = A$$

Algebra Boole'a

Dopełnienie: $A + \bar{A} = 1$

$$A \cdot \bar{A} = 0$$

Indempotentność: $A + A = A$

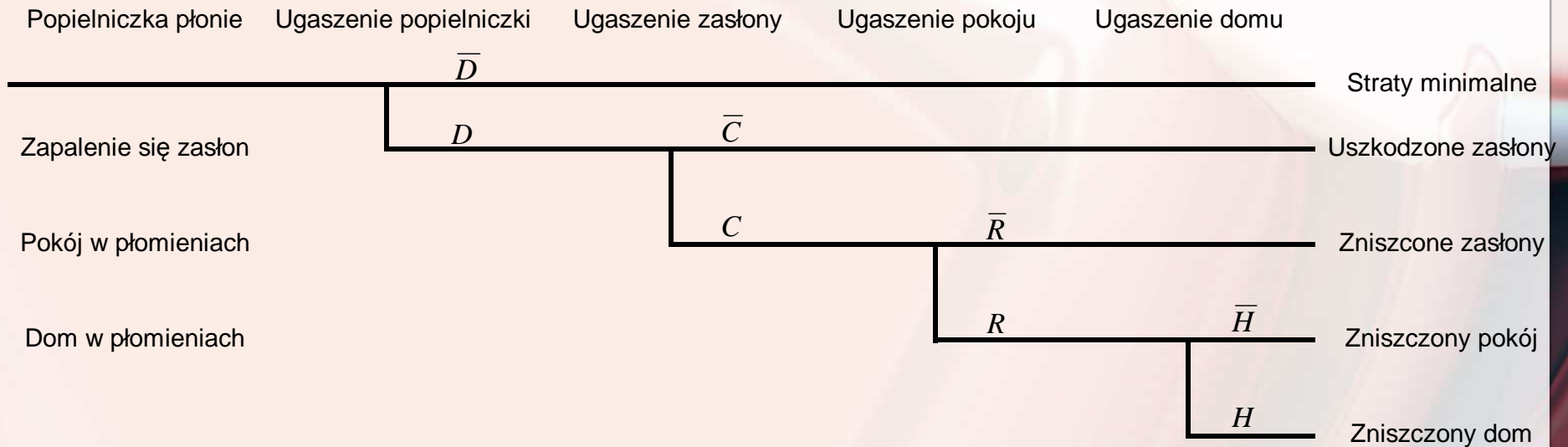
$$A \cdot A = A$$

Absorpcji: $A + A \cdot B = A$

Prawo Morgana: $\overline{(A + B)} = \bar{A} \cdot \bar{B}$

$$\overline{(A \cdot B)} = \bar{A} + \bar{B}$$

ETA: Pożar wywołany niedopałkiem w popielniczce



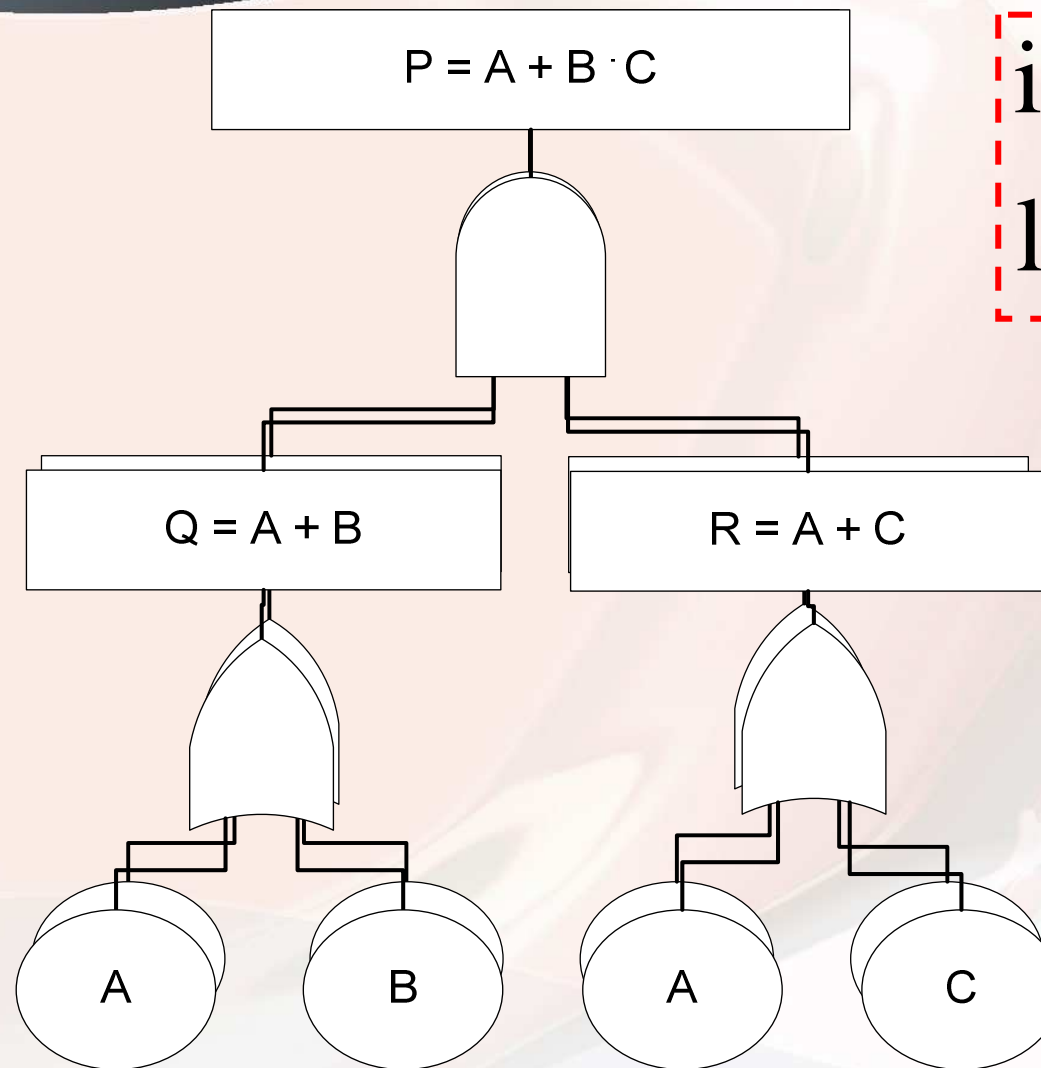
Wykorzystując rachunek prawdopodobieństwa każda ze ścieżek może być opisana w następujący sposób:

$$\text{Path 1} = \bar{D} \qquad \text{Path 4} = DCR\bar{H}$$

$$\text{Path 2} = D\bar{C} \qquad \text{Path 5} = DCRH$$

$$\text{Path 3} = DCR\bar{R}$$

Zastosowanie algebry Booleana do FTA



$i \Rightarrow \bullet$
 $\text{lub} \Rightarrow +$

**Zastosujcie przedstawione informacje
do Waszego zadania**

Następne zajęcia:

- **Metodologia FMEA**