# Dokumentacja Symulacji Nagrzewania Piekarnika

## Wprowadzenie

Symulacja nagrzewania piekarnika została zaimplementowana w Pythonie i opiera się na równaniach bilansu cieplnego. Model uwzględnia temperaturę piekarnika, temperaturę grzałki, straty cieplne oraz działanie regulatora PI. Poniżej przedstawiono szczegółowe wzory i opis wszystkich zmiennych użytych w modelu.

## Opis zmiennych

Poniżej przedstawiono opis wszystkich zmiennych użytych w modelu:

* T: Aktualna temperatura piekarnika (°C).
* T\_docelowa: Docelowa temperatura piekarnika (°C).
* k: Współczynnik strat cieplnych piekarnika (kW/°C).
* T\_otoczenia: Temperatura otoczenia w piekarniku (°C).
* m: Masa powietrza w piekarniku (kg).
* c: Pojemność cieplna powietrza (kJ/(kg·°C)).
* delta\_t: Krok czasowy symulacji (s).
* P: Moc grzałki (kW).
* T\_grzalka: Aktualna temperatura grzałki (°C).
* grzalka\_cooling\_rate: Współczynnik chłodzenia grzałki (°C/s).
* integral\_error: Skumulowany błąd regulatora PI (°C·s).
* Kp: Wzmocnienie proporcjonalne regulatora PI.
* Ki: Wzmocnienie całkujące regulatora PI.
* P\_max: Maksymalna moc grzałki (kW).

## Równania użyte w modelu

Model opiera się na bilansie energetycznym, który opisuje zmianę temperatury w piekarniku w czasie. Zmiana temperatury jest opisana równaniem:

ΔT = (Q\_dostarczone - Q\_utracone) / (m \* c)

Gdzie:  
Q\_dostarczone = P \* delta\_t  
Q\_utracone = k \* (T - T\_otoczenia) \* delta\_t  
T\_grzalka = T\_grzalka + (P \* delta\_t) - ((grzalka\_cooling\_rate \* (T\_grzalka - T) \* delta\_t) / (m \* c))  
delta\_T = 0.15 \* (T\_grzalka - T) - T\_utracone

## Parametry Symulacji

Symulacja została przeprowadzona dla następujących parametrów:

- Docelowa temperatura piekarnika: 200°C  
- Krok czasowy: 1 sekunda  
- Czas trwania symulacji: 2000 sekund  
- Początkowa temperatura piekarnika: 20°C  
- Początkowa temperatura grzałki: 20°C

## Wyniki i wizualizacja

Symulacja przedstawia zmiany temperatury piekarnika w czasie oraz wpływ grzałki na bilans cieplny. Dla lepszej analizy zmiany te są wizualizowane na wykresie, który pokazuje, jak temperatura piekarnika zbliża się do wartości docelowej.