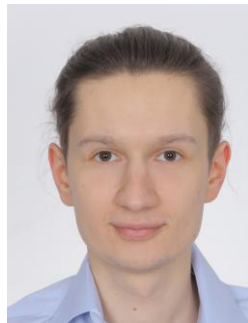


Praca dyplomowa inżynierska

Wykorzystanie sztucznych sieci neuronowych do modelowania matematycznego pożarów strumieniowych



Autor: Grzegorz Bochen

Nr albumu: 306805

Promotor: dr inż. Michał Lewak

Rok akademicki: 2022/2023

Wprowadzenie

W pracy zajęto się problemem modelowania matematycznego pożarów strumieniowych. Powstają one na skutek wypływu palnej substancji w stanie skupienia ciekłym lub gazowym pod wysokim ciśnieniem przez otwór w uszkodzonej części aparatury. Modelowanie matematyczne takiego pożaru stanowi poważne wyzwanie, ponieważ na zjawisko to ma wpływ wiele parametrów procesowych.

Cel i zakres pracy

Celem pracy jest stworzenie sieci neuronowych umożliwiających modelowanie matematyczne długości płomienia podczas wertykalnych pożarów strumieniowych propanu w stanie gazowym. Dane wykorzystane w procesie uczenia sieci otrzymano w procesie symulacji CFD. Zakres pracy obejmuje:

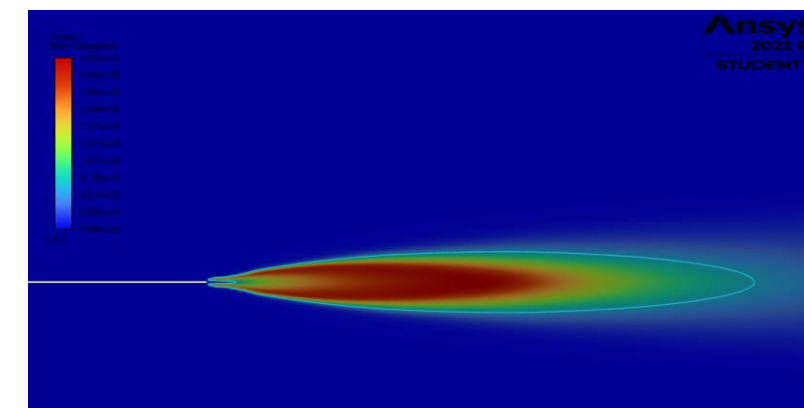
- Przegląd literatury dotyczącej modelowania matematycznego długości płomienia w pożarze strumieniowym.
- Przeprowadzenie serii symulacji CFD dla szerokiego zakresu strumieni masowych oraz ciśnienia gazowego propanu na wylocie, przy użyciu programu Ansys Fluent.
- Stworzenie i wytrenowanie sieci neuronowych, służących do wyznaczania długości płomienia w pożarze strumieniowym gazowego propanu w zależności od parametrów wejściowych. Sieci wykonano przy użyciu aplikacji Neural Net Fitting, będącej częścią programu komputerowego MATLAB.

Symulacje pożaru przy użyciu metod CFD

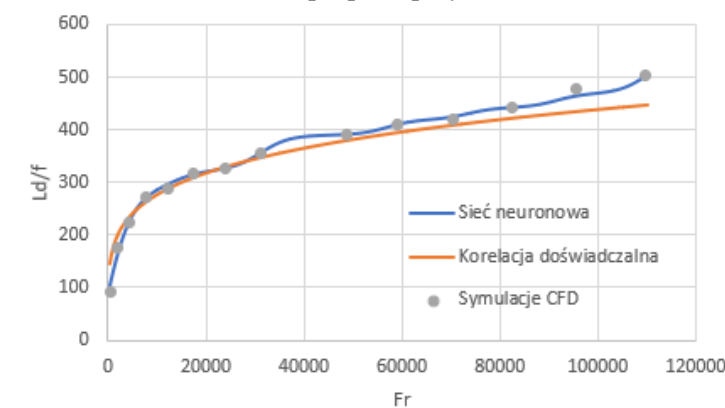
Problem został zdefiniowany jako problem dwuwymiarowy osiowo- symetryczny. Do symulacji numerycznych wykorzystano metodę elementów skończonych. Do opisu modelu burzliwego wykorzystano model burzliwości $k-\omega$ SST, a promieniowanie ciepłe obliczano przy użyciu modelu promieniowania cieplnego Discrete Ordinates Radiation.

Modelowanie matematyczne pożarów strumieniowych przy użyciu sztucznych sieci neuronowych

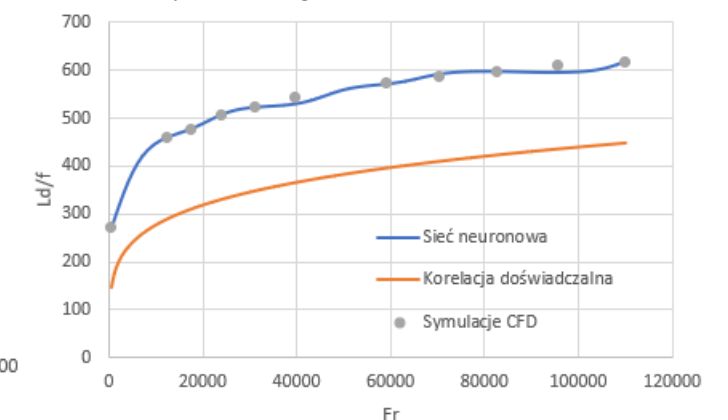
Utworzono osobne sieci, po jednej dla każdej wartości ciśnienia początkowego. Stworzone sieci składały się z dwóch warstw: warstwy ukrytej i warstwy wyjściowej. Pierwsza warstwa składała się od 5 do 7 neuronów w zależności od wariantu ciśnieniowego. Drugą warstwę stanowił jeden neuron. Do nauki sieci wykorzystano metodę Levenberga-Marquardta. Opracowane sieci neuronowe pozwoliły na stworzeniu funkcji bezwymiarowej długości płomienia w zależności od liczby Frouda. Otrzymane wyniki porównano z korelacjami doświadczalnymi opisanymi w literaturze.



Wykres 1. Rozkład temperatury w symulacji pożaru strumieniowego propanu przy ciśnieniu 1 bar i strumieniu masowym 0,008kg/s



Wykres 2. Porównanie funkcji stworzonej przy użyciu sztucznej sieci neuronowej do korelacji doświadczalnej dla ciśnienia 1 bar



Wykres 3. Porównanie funkcji stworzonej przy użyciu sztucznej sieci neuronowej do korelacji doświadczalnej dla ciśnienia 4 bary

Wnioski

Dla ciśnienia 1 bar otrzymana zależność pokrywała się w dużej mierze z wybraną korelacją doświadczalną. Dla pozostałych ciśnień korelacje literaturowe nie dość dobrze opisują długość płomienia. Ich zdolność do opisu jest obciążona tym większym błędem im wyższe jest ciśnienie gazu użyte do symulacji CFD.