

Zastosowanie sztucznej inteligencji do modelowania Adaptacyjnych Tłumików Uderzeniowych

praca magisterska

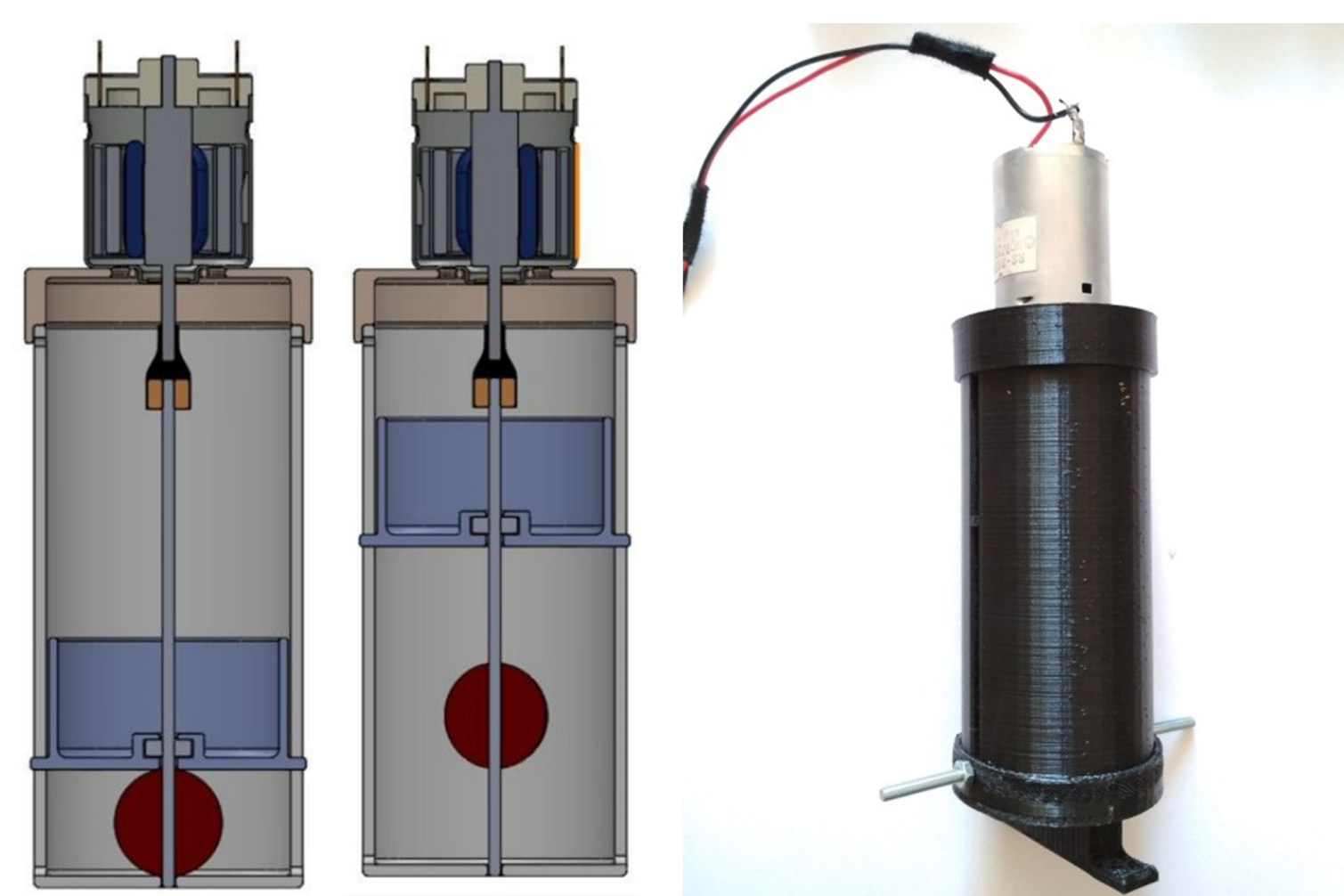
Autor: mgr inż. Karolina Grabska

Promotor: prof. dr hab. inż. Robert Zalewski

Konsultacje: dr inż. Mateusz Żurawski

Wprowadzenie

Celem pracy było zaproponowanie skutecznej metody opisu zachowania tłumika ATPID (Adaptive Tuned Particle Impact Damper), która łączy zalety modeli analitycznych i modeli wykorzystujących sieci neuronowe, poprzez wykorzystanie modelu matematycznego do wygenerowania dużej ilości danych uczących, a następnie wykorzystanie ich w procesie uczenia sieci.

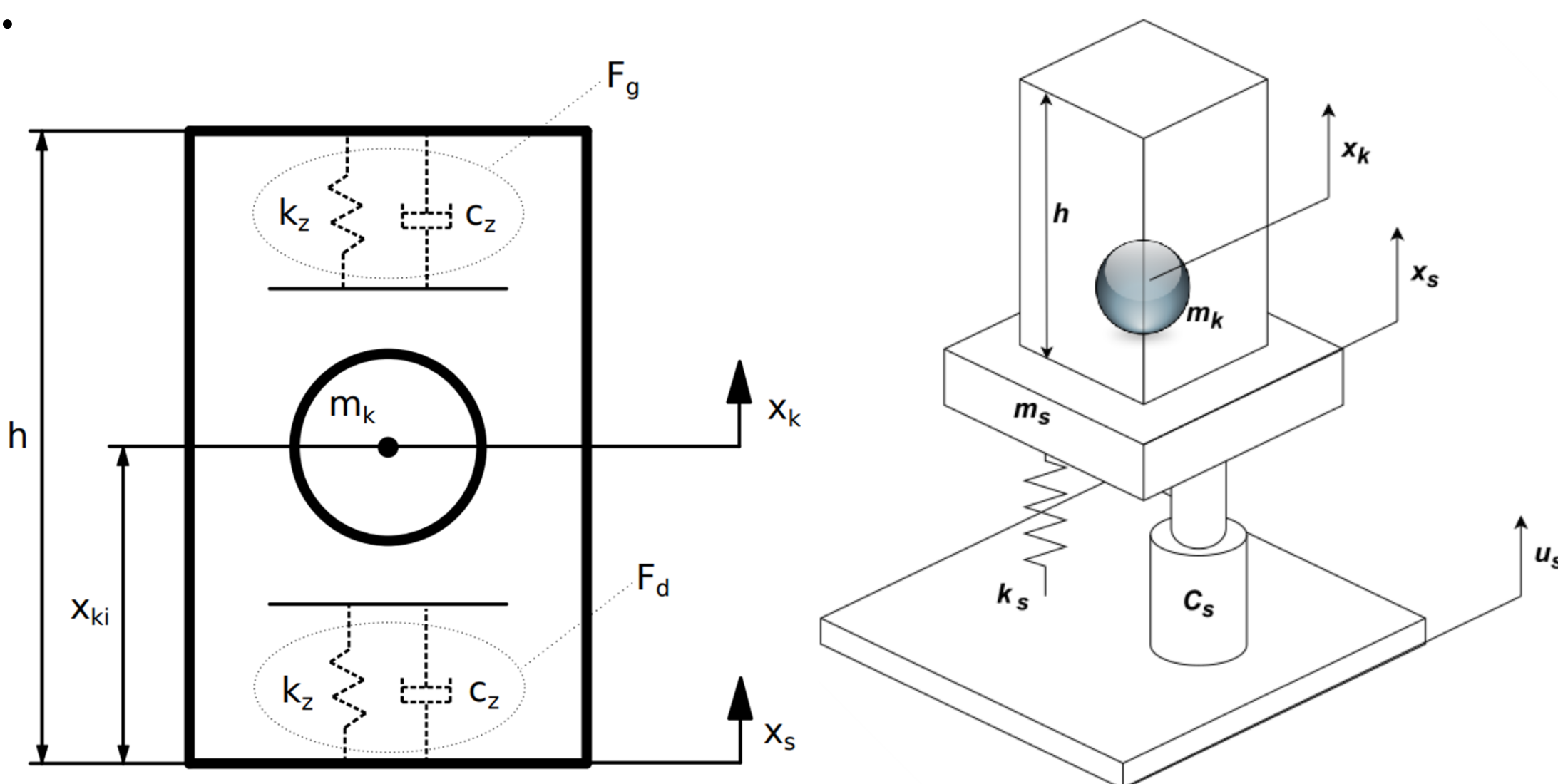


Rys. 1. Schemat i prototyp adaptacyjnego tłumika uderzeniowego (ATPID)

Innowacyjną cechą badanego tłumika jest możliwość płynnej zmiany wysokości obudowy w czasie rzeczywistym, która pozwala na bieżąco modyfikować charakterystykę tłumienia.

Model matematyczny

Przedmiotem badań był układ składający się z tłumika ATPID zamocowanego na jednym z końców jednostronnie umocowanej belki wysięgnikowej, której drgania były wymuszane kinematycznie. Siły kontaktowe zostały zdefiniowane zgodnie z teorią miękkiego kontaktu.



Rys. 2. Model matematyczny tłumika ATPID oraz badanego układu

Metodologia badań

Proces modelowania z użyciem sieci neuronowych został wykonany w następujących etapach:

1. Wygenerowanie zestawu danych na podstawie modelu
2. Wstępne przetwarzanie i normalizacja danych
3. Podział danych na zbiór uczący i testowy
4. Przeprowadzenie procesu uczenia sieci
5. Ewaluacja modelu
6. Wykorzystanie modelu do przewidywania wartości wyjściowych układu

Pozyskiwanie danych uczących

Generując dane uczące modyfikowano parametry mające największy wpływ na działanie tego układu - amplitudę wymuszenia, masę granulatu oraz wysokość tłumika.

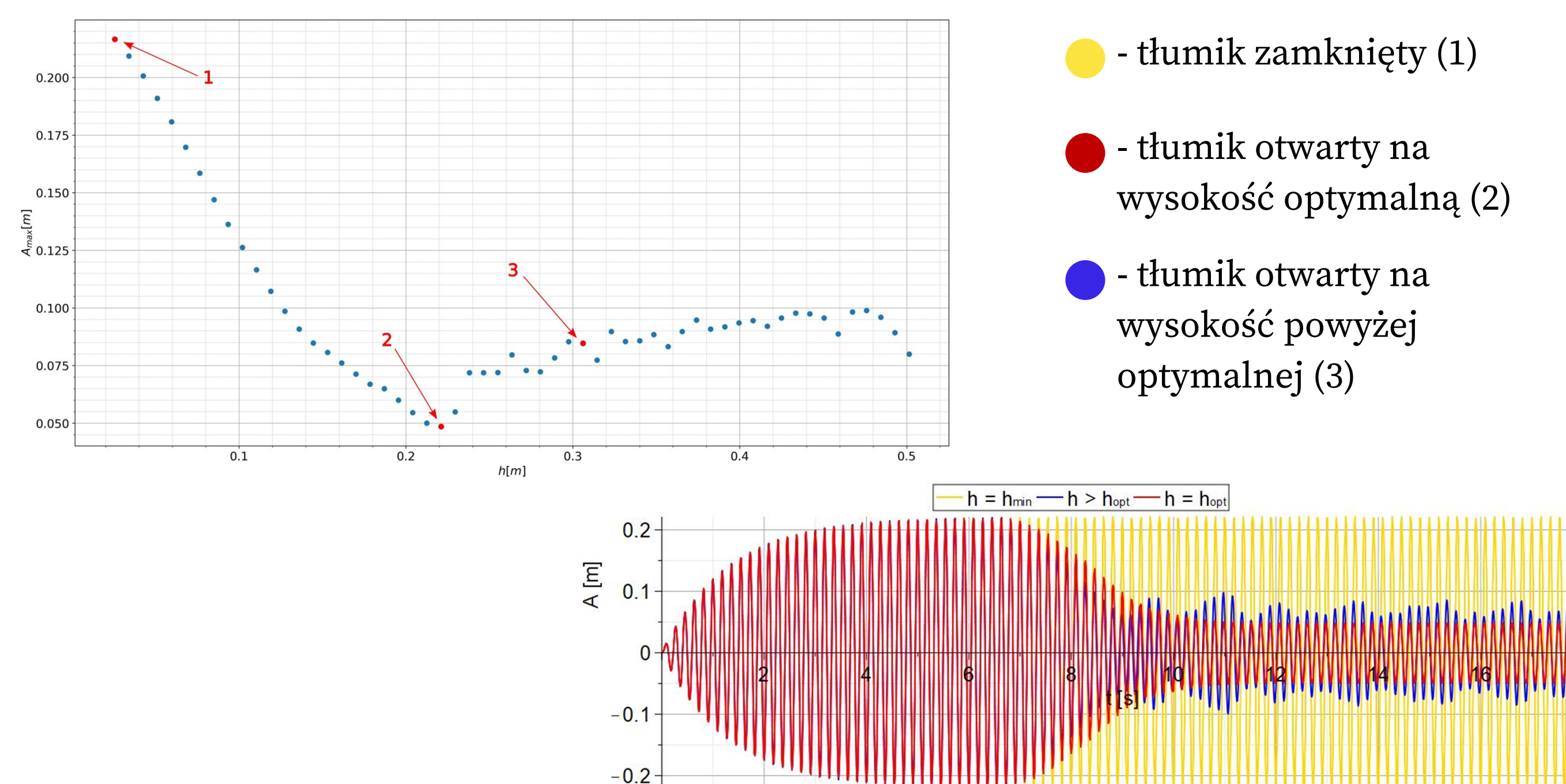
$A_{wym}[m]$	A_1	A_2	A_3	...	A_{18}	A_{19}	A_{20}
	0.006	0.007	0.008	...	0.023	0.024	0.025

$m_k[\%]$	m_1	m_2	m_3	...	m_{11}	m_{12}	m_{13}
	7	9	11	...	27	29	31

$h_{max}[m]$	h_1	h_2	h_3	...	h_{55}	h_{56}	h_{57}
	0.0255	0.034	0.0425	...	0.4845	0.493	0.5015

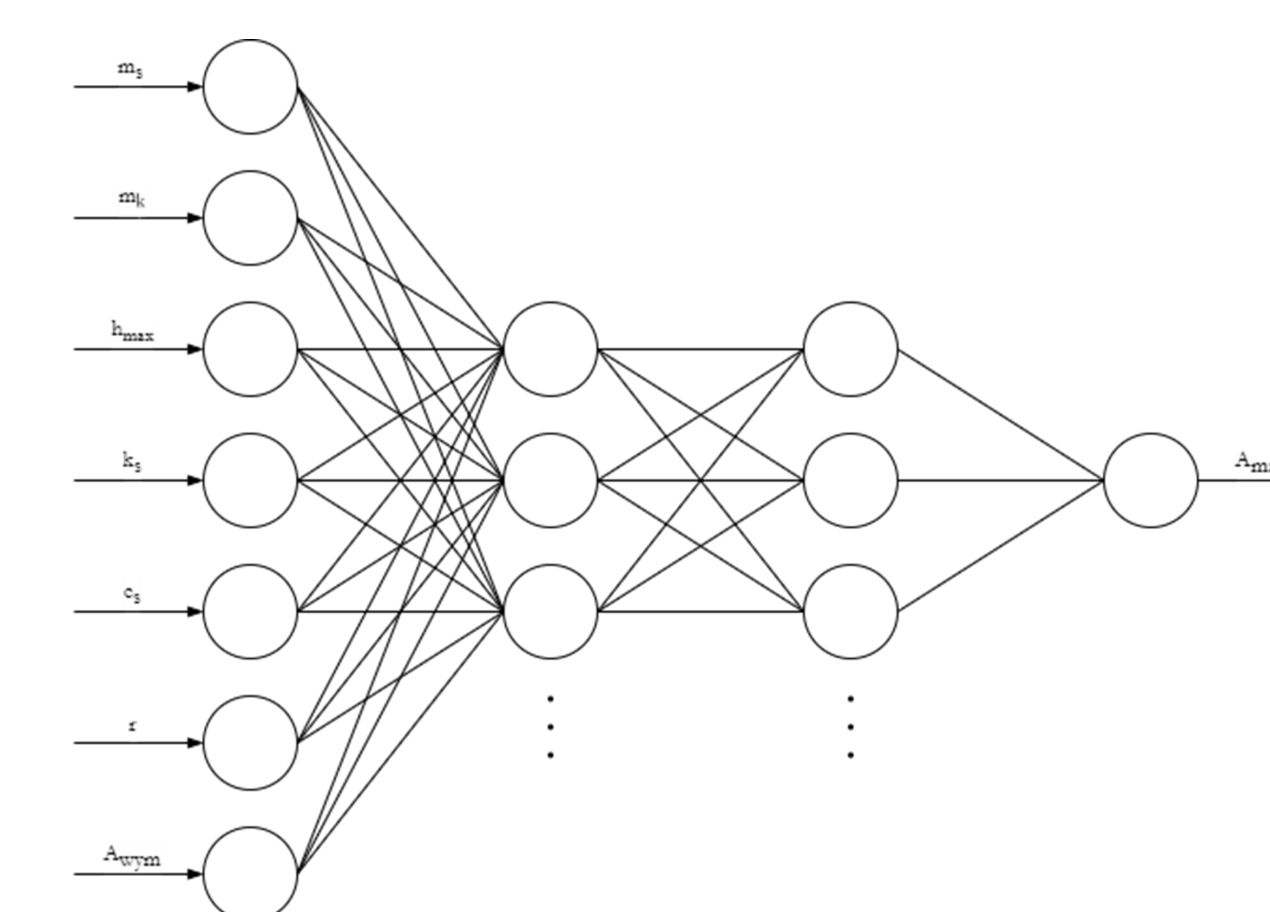
14820 zestawów parametrów

Ze względu na sposób działania tłumika, charakter wykresu maksymalnej amplitudy przemieszczeń drgań od wysokości tłumika dla wszystkich zestawów parametrów przyjmuje podobny kształt. Dzięki temu, możliwe jest odczytanie na jego podstawie optymalnej wysokości urządzenia dla każdego przypadku.



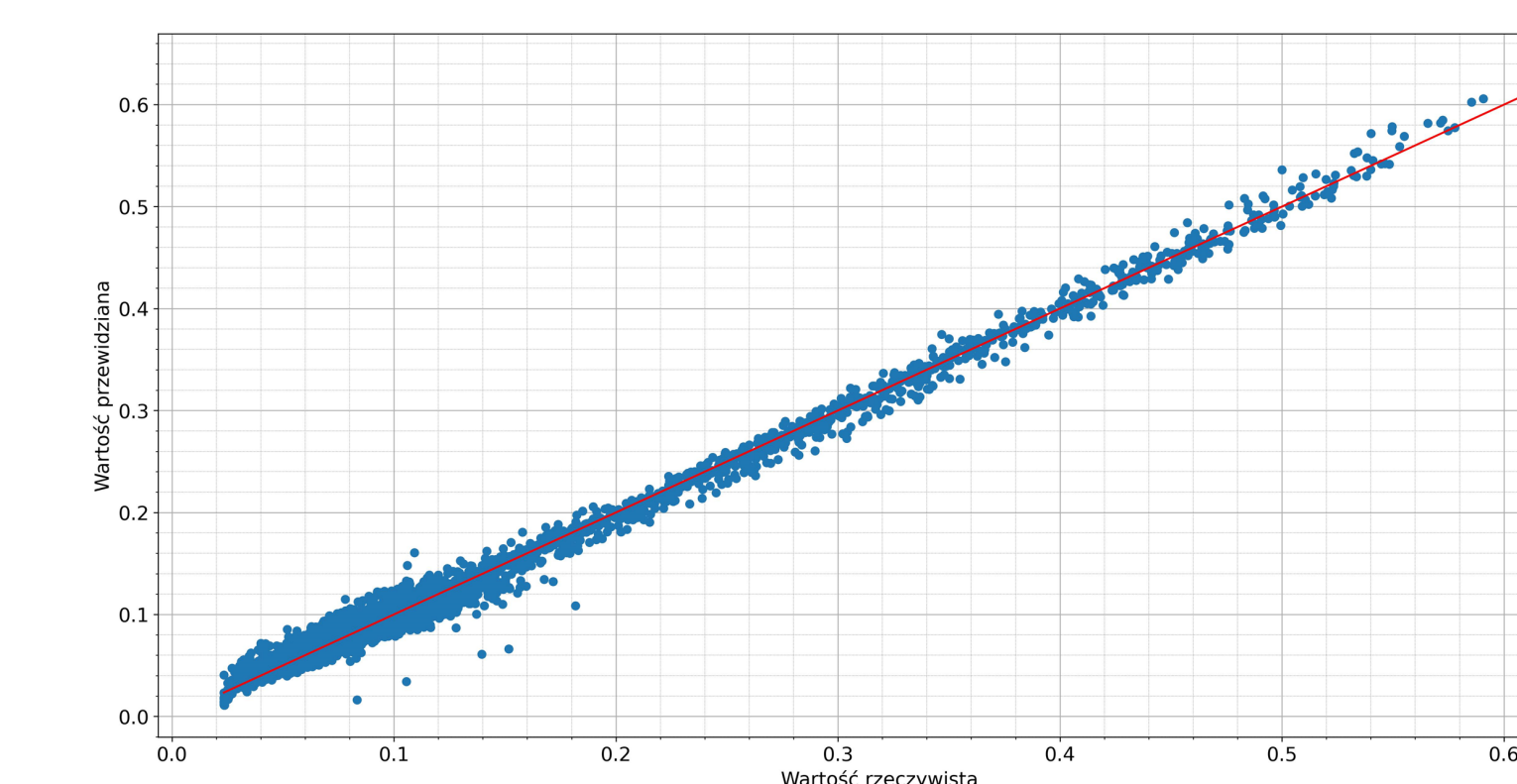
Rys. 3. Wpływ wysokości tłumika na amplitudę drgań układu

Proces uczenia i ewaluacja modelu



Rys. 4. Schemat budowy zastosowanej sieci neuronowej

Do modelowania zachowania układu wykorzystano perceptron wielowarstwowy. Na warstwie wejściowej znalazły się najważniejsze parametry układu. Daną przewidywaną (wyjściową) była maksymalna amplituda przemieszczeń drgań układu.

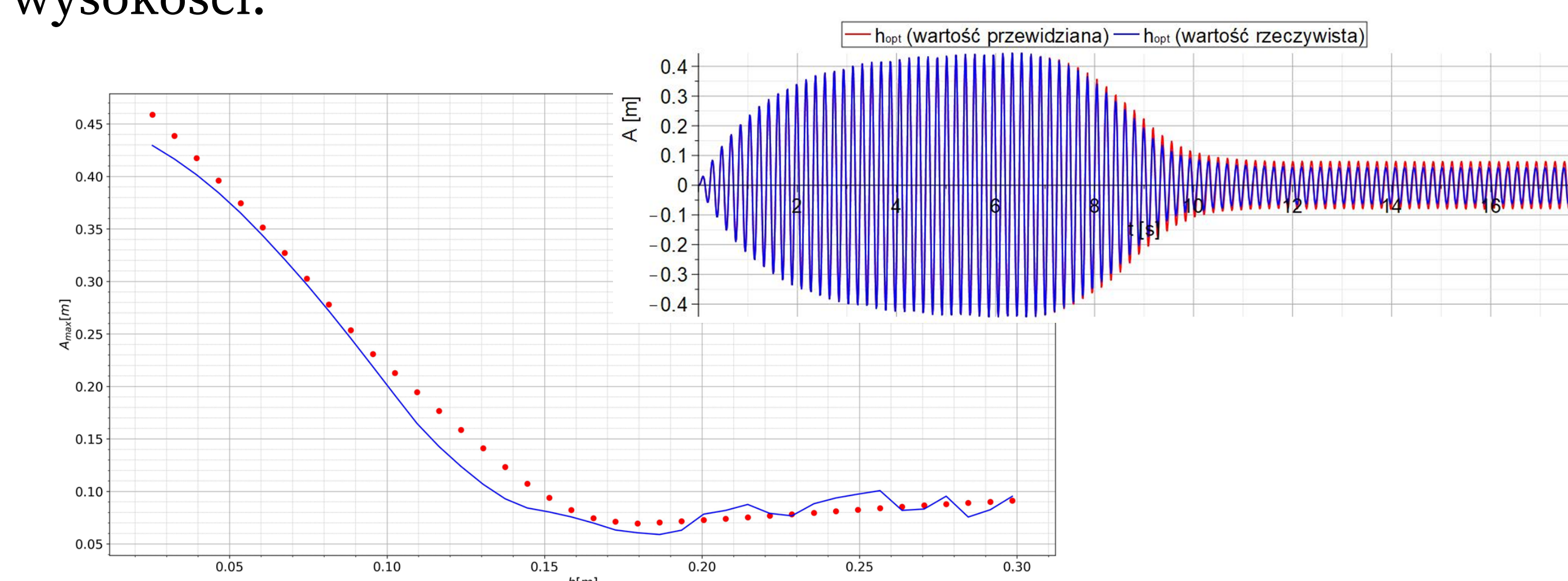


Rys. 5. Wykres korelacji wartości rzeczywistych od wartości wyjściowych przewidzianych przez model neuronowy

W trakcie badań przeprowadzono proces uczenia dla 10 sieci o różnych parametrach, spośród których wybrano jedną, najbardziej efektywnie opisującą dany układ. Rysunek 5 pokazuje skuteczność odwzorowania danych uczących przez wybraną sieć.

Zastosowanie modelu

Ostatnim etapem prac było wprowadzenie na wejściu sieci nowych danych, nie będących częścią zbioru uczącego. Efekty przedstawiono na wykresach amplitudy przemieszczeń drgań w zależności od wysokości.



Rys. 6. Porównanie rzeczywistego zachowania układu z wynikami wygenerowanymi przez sieć dla nowych danych