

STRESZCZENIE

Przedsięwzięcia budowlane, nawet wzorowo zaplanowane i zorganizowane, niosą ze sobą ryzyko wystąpienia nieprzewidzianych zdarzeń i problemów, które w efekcie mogą stać się przyczyną nieterminowego ukończenia robót, czyli wystąpienia opóźnień.

Inwestycje drogowe i kolejowe, a w ślad za tym rozwój komunikacji to obszar najbardziej zauważalnych zmian, jakie nastąpiły w Polsce przy wsparciu Funduszy Europejskich. W zakresie inwestycji drogowych i kolejowych nieodzownym elementem jest realizacja obiektów mostowych, które są nierozzerwalnie związane z budową i rozbudową sieci transportowej. Istotny wpływ na powodzenie inwestycji drogowych czy kolejowych ma realizacja obiektów mostowych, których to realizacja często warunkuje terminowe jej wykonanie.

Problem opóźnień w projektowaniu i realizacji obiektów mostowych jest powszechnie występujący, a na opóźnienia składa się wiele czynników.

Identyfikacja przyczyn opóźnień w projektowaniu i realizacji obiektów mostowych i wczesna reakcja może przyczynić się do sprawnego przebiegu inwestycji ograniczając a nawet zapobiegając opóźnieniom.

Celem głównym rozprawy jest budowa modeli umożliwiających prognozowanie opóźnień w realizacji obiektów mostowych w warunkach znajomości informacji ogólnych o obiekcie, jego parametrów technicznych oraz czynników powodujących opóźnienia.

Na podstawie analizy literatury, udostępnionych materiałów badawczych oraz przeprowadzonych badań własnych w niniejszej pracy podjęto rozważania budowy modeli predykcji opóźnień obiektów mostowych w oparciu o regresję wieloraką, drzewa regresyjne, maszynę wektorów nośnych (nuSVR), perceptron wielowarstwowy (MLP) oraz radialną sieć neuronową (RBF).

Praca składa się z 7 rozdziałów.

W rozdziale pierwszym przedstawiono problem badawczy dysertacji wraz z celami oraz tezą pracy. Omówiono przedmiot badań, a także zaprezentowano zakres pracy.

Zawartość rozdziału drugiego stanowi analiza stanu wiedzy w zakresie tematu pracy, przytoczenie definicji i uwarunkowań prawnych problematyki opóźnień oraz omówienie przyczyn powstawania opóźnień w budownictwie. Rozdział ten zawiera również przegląd literatury krajowej i zagranicznej.

Treść rozdziału trzeciego zawiera opis badań własnych w zakresie powstawania przyczyn opóźnień oraz metodologię ich prowadzenia. W rozdziale tym zaprezentowano analizę czynników powodujących opóźnienia przedsięwzięć budowlanych realizowanych w poszczególnych systemach ich realizacji. Dodatkowo w rozdziale opisano ocenę wiarygodności przeprowadzonych badań.

W rozdziale czwartym zaprezentowano założenia budowy modeli oraz opracowanie bazy danych składającej się z trzech części: informacje ogólne o obiektach, parametry techniczne obiektów oraz czynniki powodujące opóźnienia, która posłużyła do modelowania opóźnień w oparciu o zakończone realizacje obiektów mostowych ze wskazaniem ich charakterystyk. Baza danych obejmowała dane w zakresie 169 zakończonych inwestycji obiektów mostowych, z których dla 120 wykazano opóźnienia.

Zbiór danych zawierał informacje o przedsięwzięciach budowlanych obejmujących obiekty mostowe takie jak wiadukty (69%), mosty (21%) i pozostałe (10%), w tym obiekty drogowe (70%), kolejowe (14%) i pozostałe (16%). Przedsięwzięcia te były realizowane w oparciu o system „zbuduj” (92%) oraz „zaprojektuj i zbuduj” (8%).

W rozdziale tym dokonano również opisu zmiennej zależnej stanowiącej opóźnienie względne dla przedsięwzięć opóźnionych. Zakończeniem tego rozdziału jest zestawienie piętnastu zmiennych wejściowych do modelu, które zostały wybrane w oparciu o przeprowadzone analizy statystyczne.

W rozdziale piątym zaprezentowano budowę modeli predykcji opóźnień w realizacji obiektów mostowych w oparciu o analizę regresji wielorakiej, drzew regresyjnych, maszynę wektorów nośnych oraz o sztuczne sieci neuronowe typu MLP i RBF, jak również analizę dokładności prognoz i wybór najlepszego modelu prognozowania opóźnień. Na podstawie przyjętych kryteriów wyboru, tj.: błąd predykcji, współczynnik determinacji, zdolności generalizacyjne oraz stopień skomplikowania struktury modelu.

Rozdział szósty stanowi analizę wybranego modelu w zakresie uczenia i testowania oraz jakości modelu. Wykonano analizę wrażliwości, określając użyteczność i wagę poszczególnych zmiennych niezależnych wybranej sieci neuronowej. Dokonano również weryfikacji hipotez statystycznych dotyczących wybranego modelu: hipoteza o nieobciążoności odchylen losowych modelu oraz hipoteza o identyczności rozkładów wartości zmiennej zależnej prognozowanej przez model i obserwowanej. Przeprowadzone weryfikacje hipotez statystycznych nie dały podstaw do negatywnej oceny co oznacza, że weryfikacja modelu wypadła pomyślnie.

W ostatnim rozdziale siódmym dokonano podsumowania badań i analiz, wyszczególniono wkład własny autora i oryginalne elementy pracy, a także wskazano dalsze kierunki badań.

W efekcie przeprowadzonych w rozprawie doktorskiej badań i analiz można wnioskować, że spośród pięciu zaproponowanych modeli predykcyjnych, najlepszą jakość wykazuje model zbudowany w oparciu o radialną sieć neuronową RBF, który to charakteryzował się najlepszym dopasowaniem predykcji do danych rzeczywistych. Model ten uzyskał najmniejsze wartości błędów predykcji (zarówno w przypadku podzbiorów uczących, jak i walidacyjnych średni błąd absolutny MAE nie przekracza 10%, natomiast w przypadku zbioru testowego wynosi ok 5,6%).

Do oryginalnych elementów rozprawy zaliczyć można: usystematyzowanie stanu wiedzy obejmującego występowania opóźnień w realizacji obiektów mostowych, poddanie szczegółowej analizie opóźnień w realizacji obiektów mostowych, identyfikację przyczyn opóźnień w realizacji obiektów mostowych, przeprowadzenie badań własnych z wykorzystaniem badań ankietowych, analizy udostępnionej autorowi dokumentacji projektowej oraz analizy statystycznej w zakresie opóźnień w projektowaniu i realizacji obiektów mostowych, budowę bazy danych w oparciu o pozyskane w wyniku badań i analiz informacje, dotyczące zrealizowanych inwestycji mostowych oraz wykorzystanie wybranych metod sztucznej inteligencji do budowy modeli predykcji opóźnień w realizacji obiektów mostowych.