

Streszczenie pracy dyplomowej

Tematem niniejszej pracy jest zaprojektowanie powtarzalnej konstrukcji o rozpiętości 50m dla kolei dużych prędkości. Dodatkowo ze względu na złożoność tematyki w pracy umieszczono również zagadnienia specyficzne dla projektowania mostów dużych prędkości.

Praca została podzielona na dwie części, na część studialną oraz na część projektową. W pierwszej części niniejszej pracy – w części studialnej – przedstawiono zarys teoretyczny stojący za projektowania obiektów dla dużych prędkości na podstawie wytycznych i przepisów różnych organów. Drugą część jest część projektowa. Przedmiotem części projektowej jest opracowanie koncepcji przęsła o rozpiętości 50 m dla kolei wielkiej prędkości. Można w nim znaleźć cztery koncepcje przekroczenia przeszkody oraz obliczenia wstępne do trzech z nich, a także bardziej szczegółową analizę dla wybranego wariantu.

1.1. Część studialna

W części pierwszej przedstawiono wytyczne UIC na temat projektowania kolei dużych prędkości. W nim przedstawiono trzy wytyczne:

- UIC 776-1 R – Obciążenia, które należy uwzględnić podczas projektowania mostów kolejowych,
- UIC 776-2 R – Mosty dla wysokich i bardzo wysokich prędkości,
- UIC 719 R – Roboty ziemne oraz podtorze dla linii kolejowych,

Są to jednak przestarzałe wytyczne, które powstawały w czasie powstawania pierwszych linii wysokich prędkości we Francji i Japonii. Pomimo tego, przedstawiono ich w niniejszej pracy ze względu na ich ogólny charakter. Wiele danych w Eurokodach są bazowane na tych wytycznych. Dodatkowo wprowadzają pojęcia dużych i wysokich prędkości rozgraniczając je na podstawie prędkości przejazdu. Warto jeszcze wymienić zawartą w nich podejście do nowych oraz remontowanych obiektów znajdujących się na trasach kolei dużych prędkości. Na koniec tej części zamieszczono podsumowanie raportu UIC na temat projektowania linii o prędkości 300 do 350 km/h.

W następnej części umieszczono wytyczne i zasady projektowania linii dużych prędkości na podstawie Eurokodów. Istniejący polskie normy (stan na 2009 rok) nie precyzują zasady projektowania i wykonania mostów dla prędkości powyżej 200km/h. Dodatkowo w Polsce występuje proces wprowadzania Eurokodów do praktyki inżynierskiej. W tej części przedstawiono modele obciążeń obiektów kolejowych, tj. LM71, SW/2, HSLM oraz model stosowane przy obliczeniu zmęczenia konstrukcji. Również przedstawiono sposób przyłożenia takich obciążeń. Jedną z najistotniejszych punktów, która nie jest zbyt dobrze opisana w polskich normach, jest omawianie sprawy odpowiedzi dynamicznej mostu. W Eurokodach jest to dobrze opisane i sposób postępowania został umieszczony w niniejszej pracy.

Na końcu tego rozdziału przedstawiono kryteria stanu granicznego użyteczności dla przedstawionych obiektów. Najistotniejszy parametr w tej części jest kryterium komfortu, który wpływa na pozostałe warunki użyteczności.

W kolejnym rozdziale przedstawiono sposób przeprowadzenia analizy dynamicznej. W pierwszej części przedstawiono rodzaje analiz dynamicznych, dzieląc ich ze względu na ich złożoność. Pierwsze dwa pokazują metody bardzo podobne do metod zamieszczonych w polskich normach, lecz są one ograniczone do przejazdów do około 200 km/h. Następnie przedstawiono metodę DER oraz LIR, są to uproszczone metody obliczenia wpływu dynamicznego na obiekt i nie wymagają bardzo dogłębnej analizy konstrukcji, lecz pozwalają jedynie sprawdzić stany użyteczności. Na końcu przedstawiono metody pełnej analizy dynamicznej oraz zakres uwzględnionych oddziaływań. Te metody są najbardziej dokładne i najlepiej odwzorowują charakter pracy konstrukcji od przejazdu pociągów z dużymi prędkościami, lecz są też najbardziej czasochłonne.

W przedostatnim rozdziale przedstawiono kilka przykładowych zrealizowanych obiektów. Przy doborze obiektów do przedstawienia w tej części kierowano się dostępnością do danych nie tylko na temat stanu fizycznego obiektu, ale także do badań na temat obiektu oraz na możliwości zastosowania tych danych w następującej pracy. Pierwszy obiekt to most typu 'pergola', tj. skrzyżowanie linii KWP z przeszkodą o kącie 15°. Następnie przedstawiono obiekt wykonany w Niemczech. Obiekt ten składa się z 15 przęseł o rozpiętościach około 50m. Dla tego obiektu pełna analiza dynamiczna została przeprowadzona, wskazując miejsca najbardziej wrażliwe na wpływy dynamiczne oraz na wpływy dynamiczne, które można pominąć. Kolejnym elementem w tym przykładzie jest analiza różnic pomiędzy Eurokodami oraz normami Niemieckimi, oraz porównanie modelu obciążeń HSLM z rzeczywistymi pojazdami dużych prędkości stosowane w europie. W trzecim przykładzie przedstawiono obiekt oddany do użytku na Tajwanie. W nim przedstawiono analizy dynamiczne oraz podano przekroje i wymiary elementów konstrukcji kratownicowej dla mostu w ciągu linii kolei dużych prędkości. Ostatni przykład to wiadukt w ciągu linii dużych prędkości we Włoszech. Podano ten przykład głównie ze względu na stały system ciągłego monitoringu w nim zamontowany.

W ostatnim rozdziale części studialnej przeprowadzono analizę umiejscowienia takiego obiektu, jak w temacie pracy, w ciągu planowych linii kolei dużych prędkości w Polsce, tzw. linii 'Y'. W części tej przeanalizowano możliwe kolizje z istniejącą infrastrukturą kolejową i drogową oraz przeszkodami terenowymi. Stwierdzono, że taki obiekt może się znaleźć nad autostradą, z co najmniej trzema pasami w każdym kierunku bądź nad rzeką.

1.2. Część projektowa

Część projektowa została podzielona na dwie zasadnicze części, na obliczenia wstępne trzech obiektów i późniejsze porównanie wyników z tych

analiz, oraz na drugą część, w którym szczegółowo obliczono wybrany wariant.

Początkowo przeprowadzono obliczenia wstępne dla koncepcji sprężonego żelbetowego mostu ramownicego. Początkowo zebrano obciążenia działające na most, zdefiniowano model obiektu oraz obliczono siły działające na ten obiekt i przyjęto wstępne sprężenie obiektu. Następnie przeprowadzono analizę dynamiczną metodą LIR w celu sprawdzenia stanu granicznego użyteczności. Na końcu obliczono również ugięcie konstrukcji.

W następnych dwóch rozdziałach przeprowadzono takie same obliczenia dla dwóch innych obiektów, tj. dla stalowego mostu kratownicowego oraz dla stalowego mostu łukowego. Obiekty te zostały również sprawdzone pod kątem analizy dynamicznej.

Po obliczeniach wstępnych przeprowadzono analizę porównawczą wariantów. Z analizy wynika, że najbardziej optymalny obiekt do dalszych obliczeń to most kratownicowy, dla którego następnie przeprowadzono bardziej szczegółowe obliczenia.

W obliczeniach szczegółowych sprawdzono szereg przekrojów po długości pasa górnego pod kątem wytrzymałościowym. Sprawdzano również połączenia spawane w obiekcie. Na końcu przeprowadzono szereg analiz przypadków wyjątkowych. Sprawdzono przypadek wykolejenia się pociągu na obiekcie, zachowanie się obiektu od przyspieszenia i hamowania oraz konieczność przeprowadzenia analizy stateczności konstrukcji od bocznych wiatrów.