

Interaktion mellan jord och bro – Metodutveckling för framtidens höghastighetsnät

Examensarbetare: Henrik Malm

Höghastighetståg har länge varit omdebatterat i Sverige, men ser nu ut att bli en realitet. För att kunna genomföra höghastighetsprojektet måste tekniken utvecklas och befintliga metoder för dimensionering av järnvägsbroar förbättras. Därför utarbetas en metod som ska ge en mer realistisk beskrivning av de vibrationer som uppkommer när ett tåg passerar en bro i hög hastighet.

Mellan Södertälje och Linköping planeras den första sträckan av vad som kommer att bli Sveriges genom tiderna dyraste infrastrukturprojekt – höghastighetsjärnvägen. Med hastigheter på över 300 km/h ställs krav på delar i järnvägsnätet som annars inte behöver tas hänsyn till, bland annat ökade vibrationer i järnvägsbroar.

Om man använder den Europeiska dimensioneringsstandarden Eurokod för att uppskatta storleken på vibrationerna i en brobana, kommer man ofta fram till att de blir större än vad som kan tillåtas. Detta stämmer inte alltid överens med verkligheten. I den vanligaste typen av järnvägsbroar – plattrambroar – ligger broväggen an mot jordbanken, vilket från tidigare forskning har visat sig vara gynnsamt med avseende på vibrationer i brobanan.



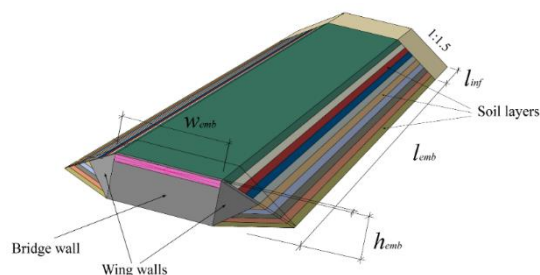
Plattrambro utanför Lund.

Jorden hjälper till att dämpa vibrationerna genom så kallad dynamisk jord-bro-interaktion, där den dynamiska styvheten och dämpningen i jorden samverkar med bron.

Analysmetod För att undersöka hur mycket extra styvhet och dämpning man kan tillgodoräkna sig med hjälp av interaktion med jorden, skapades datamodeller bestående av en brovägg, jordbank och underliggande jord eller berggrund. En av de modellerna visas i figuren nedan. Analysen genomfördes i beräkningsprogrammet ABAQUS. Där undersöktes hur en punkt på broväggen betedde sig när man

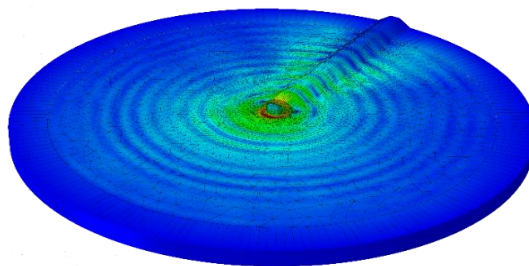
belastade den med dynamiska laster och vridningar i olika frekvenser.

Hur mycket en punkt förskjuts eller vrids till följd av den här typen av belastning beror på de vågrörelser som fortplantas i jorden. De innehåller alltså information om jordens dynamiska beteende vid belastning, så kallat frekvenssvar. Efter att ha fått fram frekvenssvaren kunde jordens dynamiska styvhet och dämpning, så kallad *impedans*, beräknas som funktioner av frekvensen. Impedansen kan i sin tur kopplas till en bromodell som randvillkor och på så sätt minska vibrationerna i brobanan när man simulerar en tågpassage.



ABAQUS-modell för jord-bro-interaktion.

Parameterstudie När man dimensionerar broar är det viktigt att man inte underskattar de förväntade vibrationerna. Därför är det viktigt att man undersöker hur olika egenskaper hos jorden och bron inverkar på den dynamiska styvheten och dämpningen.



Vågutbredning i en jordbank på ett marklager.

Därför skapades en mängd olika modeller med variationer i jordens materialegenskaper och bronns geometri, och jämfördes med varandra i en

parameterstudie. En jämförelse gjordes även mellan jordbankar på fast berggrund och jordbankar på marklager av varierande djup.

Resultat Förutom att ge en bild av hur man på ett bra sätt kan skapa den typ av datamodeller som användes i studien, gavs det indikationer på hur de olika parametrarna påverkar interaktionen mellan jorden och bron. Vissa indikationer gavs även på vad som är viktigt vid utformning av geometrin i en plattrambro för höghastighetståg,

men det är viktigt att belysa att vidare forskning behövs innan man kan vara säker.

Främst visade det sig att jord-bro-interaktion i hög grad kan bidra till styvhet och dämpning i bron. Det påvisades även att det är av stor vikt att skapa en detaljerad modell för jordens egenskaper, vilket i sin tur ger ökad vikt av pålitliga geotekniska undersökningar när man i framtiden ska bygga broar utmed höghastighetsbanan.