

# FEASIBILITY OF MEDIUM SPAN STEEL-TIMBER HYBRID BRIDGES

## A COMPARATIVE STUDY

Veselin Milev

**H**aalbaarheidstudie van samengestelde bruggen van staal en hout met middellange overspanningen. Een vergelijkende studie.

Beton en staal zijn de materialen met het grootste marktaandeel in de bouw en zijn dat al heel lang. Nu het milieubewustzijn toeneemt, wint hout weer aan populariteit vanwege de mogelijkheid tot een koolstofneutrale en zelfs koolstofnegatieve constructie. Het gebruik van constructieve houten elementen in bruggen beperkt zich echter vaak tot fiets\*voetgangersbruggen. In dit proefschrift worden de belangrijkste aspecten met betrekking tot het ontwerp van bruggen voor zwaar verkeer met houten onderdelen vastgesteld. Een volledig stalen brug en een gelijkwaardige brug, die houten delen combineert met staal, is ontworpen binnen de grenzen die zijn vastgesteld door een case study. Deze ontwerpen zijn ontwikkeld tot een niveau dat voldoende is voor een adequate vergelijking van de bruggen. De uitgangspunten waarop de bruggen worden vergeleken, worden vastgelegd, gevolgd door de voorwaarden waaronder de bruggen worden ontworpen. Deze zijn gebaseerd op typische omstandigheden in een stedelijke Nederlandse omgeving.

Analytische vergelijkingen worden geautomatiseerd, door middel van pythonscripts, voor de analyse en optimalisatie van de lengteafmetingen van de stalen brug onder vereenvoudigde ULS-belasting. Nadat de optimalisatie is voltooid, worden deze initiële brugafmetingen geverifieerd met een 2D-plaatelementmodel in SCIA engineer. De volledige belasting van de brug tijdens gebruik, met uitzondering van toevallige belastingen, wordt vervolgens gemodelleerd en de afmetingen van de brug worden aangepast om te voldoen aan ULS-, SLS- en vermoeiingscondities. Verschillende mogelijke versies van een brug met houten delen worden overwogen. Hierna wordt een brug met een grotendeels houten bovenbouw, ondersteund door een zelfverankerd kabelsysteem, verder uitgewerkt. Hiervoor wordt een SCIA-model geproduceerd, met 1D-elementen en onderworpen aan dezelfde belastingen als zijn stalen tegenhanger. De onverenigbare combinatie van 1D-elementen, dikke doorsneden en oppervlaktebelastingen wordt aangepakt door het gebruik van verbindingselementen (“dummy-

elementen”) en individuele belastingpanelen per element. Na de globale optimalisatie van de brugafmetingen met betrekking tot ULS en SLS, worden de verbindingen ontworpen met een combinatie van gedetailleerde 2D-element FE-modellen en analytische vergelijkingen. De krachten en ondersteuningscondities van de verbindingen volgen uit het globale brugontwerp. Vervolgens wordt een vermoeiingscontrole uitgevoerd op de houten delen van de brug. Vervolgens worden de duurzaamheid en ecokosten van de bruggen berekend. De gegevens voor de duurzaamheidsschatting van de stalen brug zijn gebaseerd op ervaring binnen IV-Infra en de duurzaamheid van de houten brug wordt geschat met behulp van de RISE factor methode. De ecokosten van de bruggen worden berekend met behulp van de IDEMAT-database. Op basis hiervan worden de resultaten van de analyses besproken. Ten slotte worden aspecten die relevant zijn voor het ontwerp van houten bruggen samengevat en worden aanbevelingen voor de toepassing van bruggen en verder onderzoek gegeven.