

Medium-Span Timber Footbridges - A Comparative Analysis with Traditional Steel and Concrete Structures (Technical, Environmental, and Structural Aspects)

Auteur : D'Anna, Antonio

Promoteur(s) : Gens, Frédéric

Faculté : Faculté des Sciences appliquées

Diplôme : Master en ingénieur civil des constructions, à finalité spécialisée en "civil engineering"

Année académique : 2024-2025

URI/URL : <http://hdl.handle.net/2268.2/23368>

Avertissement à l'attention des usagers :

Tous les documents placés en accès ouvert sur le site le site MatheO sont protégés par le droit d'auteur. Conformément aux principes énoncés par la "Budapest Open Access Initiative"(BOAI, 2002), l'utilisateur du site peut lire, télécharger, copier, transmettre, imprimer, chercher ou faire un lien vers le texte intégral de ces documents, les disséquer pour les indexer, s'en servir de données pour un logiciel, ou s'en servir à toute autre fin légale (ou prévue par la réglementation relative au droit d'auteur). Toute utilisation du document à des fins commerciales est strictement interdite.

Par ailleurs, l'utilisateur s'engage à respecter les droits moraux de l'auteur, principalement le droit à l'intégrité de l'oeuvre et le droit de paternité et ce dans toute utilisation que l'utilisateur entreprend. Ainsi, à titre d'exemple, lorsqu'il reproduira un document par extrait ou dans son intégralité, l'utilisateur citera de manière complète les sources telles que mentionnées ci-dessus. Toute utilisation non explicitement autorisée ci-avant (telle que par exemple, la modification du document ou son résumé) nécessite l'autorisation préalable et expresse des auteurs ou de leurs ayants droit.

Medium-Span Timber Footbridges – A Comparative Analysis with Traditional Steel and Concrete Structures (Technical, Environmental, and Structural Aspects)

Case Study within the "Seine – Escaut Est" Project: Structural Adaptations for the 2000-Ton Navigation Standard on the Nimy-Blaton-Péronnes Canal

ABSTRACT - RÉSUMÉ

Student:

D'ANNA Antonio s2404632

Promoter:

Frédéric Gens (Part-time Lecturer at ULiège – Project Director at Bureau Greisch – Expert in Civil Engineering Structures)

Co-Promoter:

Stefano Silvestri (Associate Professor of Structural Design at the University of Bologna - Department of Civil, Chemical, Environmental, and Materials Engineering)

Section:

Master en Ingénieur Civil des Constructions – Finalité Spécialisée en Génie Civil

Academic Year: 2024-2025

ABSTRACT

This master's thesis aims to study the design and structural verification of a timber pedestrian bridge, conceived within the framework of the Seine-Escaut Est project in Wallonia, with specific reference to Sector 5 of the Nimy-Blaton-Péronnes Canal. The study is part of a broader comparison between alternative structural solutions using different construction materials, with the objective of proposing an alternative and contemporary design based on a sustainable material such as timber.

The structure of the thesis is divided into two main parts: The first part provides an introductory overview with an analysis of the infrastructural and territorial context; the second part adopts a technical-engineering perspective, focusing entirely on the design choices, limit state verifications, and dynamic comfort assessment of the structure.

Following a critical review of the historical evolution and typologies of timber bridges, a comparative conceptual analysis of different preliminary design solutions is conducted, leading to the selection of a glulam arch bridge as the optimal configuration. This choice is justified by its static performance, aesthetic qualities, and environmental benefits. The selected structure is then modelled and analyzed using finite element software, evaluating internal stresses, displacements, and dynamic response under pedestrian loading.

The verifications are carried out in accordance with the provisions of Eurocode 5, with particular attention to Ultimate Limit States (ULS) and Serviceability Limit States (SLS), including phenomena such as lateral-torsional instability and the effects of temperature gradients. A pedestrian comfort assessment is also conducted through modal analysis and verifications based on specific standards, including theoretical considerations regarding the study of dynamic behavior in the time domain and possible implementations for vibration mitigation (Tuned Mass Damper, TMD).

The study concludes with a comparative technical and economic analysis of alternative construction materials (timber, steel, and concrete), alongside an environmental sustainability assessment based on the calculation of the CO₂ footprint and the energy classification of the structure. The results, following a thorough analysis, confirm the validity of the adopted solution and highlight the potential of timber as an efficient and sustainable construction material, even in the context of pedestrian infrastructure.

RÉSUMÉ

Ce mémoire de master vise à étudier la conception et la vérification structurelle d'une passerelle piétonne en bois, conçue dans le cadre du projet Seine-Escaut Est en Wallonie, avec une référence spécifique au Secteur 5 du canal Nimy-Blaton-Péronnes. L'étude s'inscrit dans une comparaison plus large entre différentes solutions structurelles utilisant divers matériaux de construction, dans le but de proposer un projet alternatif et contemporain fondé sur un matériau durable tel que le bois.

La structure du mémoire est divisée en deux parties principales : la première partie propose une analyse introductive du contexte territorial et infrastructurel ; la seconde adopte une perspective technico-ingénierique, en se concentrant entièrement sur les choix de conception, les vérifications aux états limites et l'évaluation du confort dynamique de l'ouvrage.

Après une revue critique de l'évolution historique et des typologies des ponts en bois, une analyse conceptuelle comparative de différentes solutions de conception préliminaire est menée, conduisant à la sélection d'un pont en arc en bois lamellé-collé comme configuration optimale. Ce choix est justifié par ses performances statiques, ses qualités esthétiques et ses avantages environnementaux. La structure retenue est ensuite modélisée et analysée à l'aide d'un logiciel aux éléments finis, permettant d'évaluer les contraintes internes, les déplacements et la réponse dynamique sous l'effet du passage piétonnier.

Les vérifications sont effectuées conformément aux prescriptions de l'Eurocode 5, avec une attention particulière aux États Limites Ultimes (ELU) et aux États Limites de Service (ELS), en incluant des phénomènes tels que l'instabilité latérale par flambement et les effets des gradients thermiques. Une évaluation du confort piétonnier est également réalisée par une analyse modale et des vérifications basées sur des normes spécifiques, comprenant des considérations théoriques relatives à l'étude du comportement dynamique dans le domaine temporel, ainsi que des solutions d'atténuation des vibrations (Tuned Mass Damper, TMD).

L'étude se conclut par une analyse technique et économique comparative des matériaux de construction alternatifs (bois, acier et béton), accompagnée d'une évaluation de la durabilité environnementale fondée sur le calcul de l'empreinte carbone et la classification énergétique de l'ouvrage. Les résultats, à l'issue d'une analyse approfondie, confirment la validité de la solution adoptée et mettent en lumière le potentiel du bois en tant que matériau de construction efficace et durable, même dans le domaine des infrastructures piétonnes.