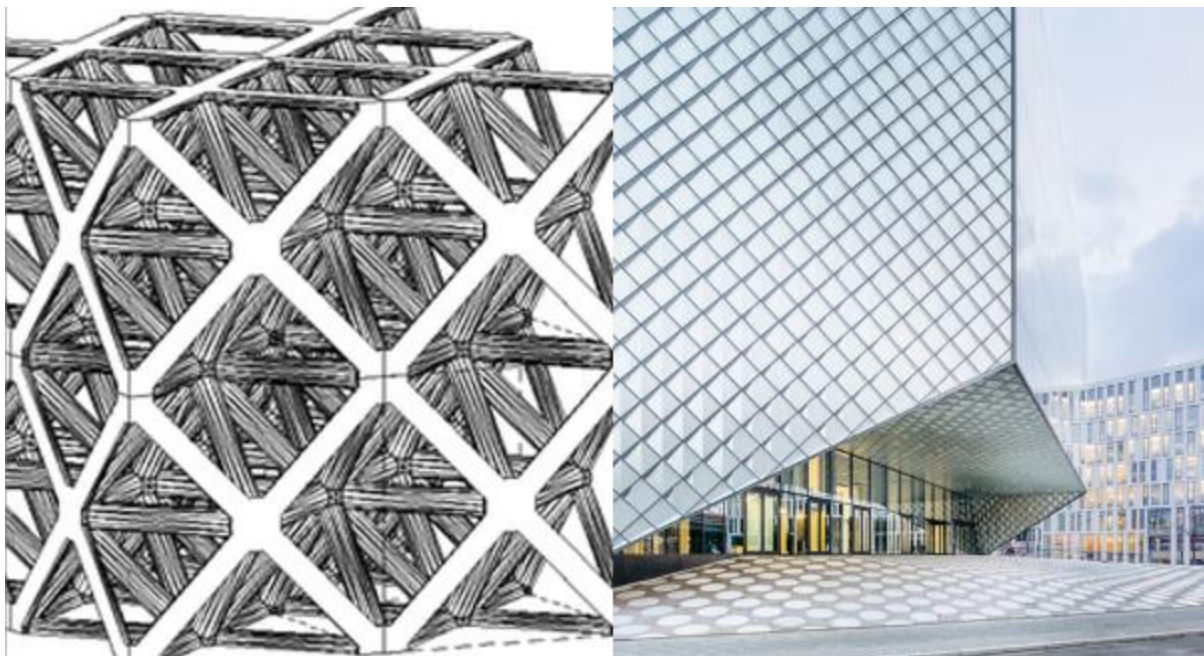




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών



ΜΕΤΑ-ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΕΞΥΠΝΑ ΚΤΙΡΙΑ



Διπλωματική Εργασία
Έρικα Αθανασία Λιάρου

EMK ΔΕ 2023 20

Επιβλέπων: Χάρης Γαντές, Καθηγητής ΕΜΠ

Αθήνα, Οκτώβριος 2023

Copyright © Έρικα Αθανασία Λιάρου, 2023
Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση σε αρχείο πληροφοριών, διανομή, αναπαραγωγή, μετάφραση ή μετάδοση της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό, υπό οποιαδήποτε μορφή και με οποιοδήποτε μέσο επικοινωνίας, ηλεκτρονικό ή μηχανικό, χωρίς την προηγούμενη έγγραφη άδεια της συγγραφέως. Επιτρέπεται η αναπαραγωγή, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν στη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς την συγγραφέα.

Η έγκριση της διπλωματικής εργασίας από τη Σχολή Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσοβίου Πολυτεχνείου δεν υποδηλώνει αποδοχή των απόψεων της συγγραφέως (Ν. 5343/1932, Άρθρο 202).

Copyright © Erika Athanasia Liarou, 2023
All Rights Reserved

Neither the whole nor any part of this diploma thesis may be copied, stored in a retrieval system, distributed, reproduced, translated, or transmitted for commercial purposes, in any form or by any means now or hereafter known, electronic or mechanical, without the written permission from the author. Reproducing, storing and distributing this thesis for non-profitable, educational or research purposes is allowed, without prejudice to reference to its source and to inclusion of the present text. Any queries in relation to the use of the present thesis for commercial purposes must be addressed to its author.

Approval of this diploma thesis by the School of Civil Engineering of the National Technical University of Athens (NTUA) does not constitute in any way an acceptance of the views of the author contained herein by the said academic organisation (L. 5343/1932, art. 202).

Έρικα Αθανασία Λιάρου (2023)
Μετα-Υλικά και Έξυπνα Κτίρια
Διπλωματική Εργασία ΕΜΚ ΕΜΚ ΔΕ 2023 20
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Erika Athanasia Liarou
Diploma Thesis ΕΜΚ ΔΕ 2023 20
Metamaterials and Smart Buildings
Institute of Steel Structures, National Technical University of Athens, Greece

Ευχαριστίες

Με την ολοκλήρωση αυτής της Διπλωματικής Εργασίας, ολοκληρώνεται και το ακαδημαϊκό μου ταξίδι στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. Πρωτίστως ευχαριστώ τον Καθηγητή μου Χάρη Γαντέ που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με ένα τελείως καινούργιο για εμένα πεδίο μελέτης καθώς και για την άψογη καθοδήγησή του και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε κατά τη διάρκεια εκπόνησης της Εργασίας. Επιπλέον, θέλω να ευχαριστήσω θερμά την οικογένειά μου για τη στήριξή της στην πορεία των σπουδών μου, καθώς και τα αγαπημένα μου άτομα, που ήταν δίπλα μου και με εμπύχωναν σε όλη τη διάρκειά τους.

The research was supported by the Hellenic Foundation for Research and Innovation (H.F.R.I.) under the “2nd Call for H.F.R.I. Research Projects to support Faculty Members and Researchers,” AMOSS project: “Additively Manufactured Optimized 3D Printed Steel Structures,” (Project Number: 02779).



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΜΚ ΔΕ 2023 20

Μετα-Υλικά και Έξυπνα Κτίρια

Έρिका Αθανασία Λιάρου

Επιβλέπων: Χάρης Γαντές, Καθηγητής ΕΜΠ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία διερευνάται μια νέα τεχνολογία υλικών, των Μετα-Υλικών, που ως κύριο στόχο έχει την εξοικονόμηση βάρους σε κατασκευές. Το συγκεκριμένο αντικείμενο μελετάται ερευνητικά από ιδρύματα του εξωτερικού, που έχουν επιβεβαιώσει μέσω πειραμάτων ορισμένες πλεονεκτικές ιδιότητες των εν λόγω δομών. Η εφαρμογή τους δεν είναι ακόμη οικονομικά προσιτή σε κλίμακα τεχνικών έργων, ωστόσο αναμένεται ότι με την πρόοδο της τεχνολογίας, αυτό θα γίνει εφικτό. Στο κύριο μέρος της εργασίας γίνονται αναφορές στις πιο σημαντικές εφαρμογές των Μετα-Υλικών και των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών τους. Επιπλέον παρουσιάζεται η διαδικασία και τα αποτελέσματα των Μη Γραμμικών Αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο αυτής της διπλωματικής εργασίας, με σκοπό την διερεύνηση της γενικότερης συμπεριφοράς τους αλλά και την επαλήθευση των όσων έχουν ήδη προταθεί από τη Βιβλιογραφία. Στο δεύτερο μέρος της εργασίας, εξετάζεται μια ειδική κατηγορία «έξυπνων κτιρίων» που μέσω κινητών τμημάτων και υλικών τελευταίας τεχνολογίας, στοχεύουν στην κατά το δυνατόν εξοικονόμηση αλλά και παραγωγή ενέργειας. Τέτοιου είδους κτίρια προσπαθούν να απαντήσουν στα περιβαλλοντικά προβλήματα που δημιουργούνται από τις εκπομπές των συμβατικών κτιρίων, τόσο κατά την κατασκευή όσο και στην χρήση τους. Σε μια εποχή ενεργειακής και περιβαλλοντικής κρίσης, η βιωσιμότητα και η στροφή σε πιο καθαρές και φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις, αποτελούν πλέον Ευρωπαϊκά αλλά και παγκόσμια ορισμένους στόχους μέχρι το τέλος της δεκαετίας. Στην εργασία αναφέρονται μερικοί από τους τρόπους που επιτρέπουν στα κτίρια να πληρούν αυτές τις προϋποθέσεις.



NATIONAL TECHNICAL UNIVERSITY OF ATHENS
SCHOOL OF CIVIL ENGINEERING
INSTITUTE OF STEEL STRUCTURES



DIPLOMA THESIS
EMK ΔΕ 2023 20

Metamaterials and Smart Buildings

Erika Athanasia Liarou

Supervisor: Charis Gantes

ABSTRACT

In this thesis, a new material technology, Metamaterials, is investigated, the main goal of which is to save weight in constructions. The specific object is being researched by institutions abroad, which have confirmed through experiments certain advantageous properties of the structures in question. Their application is not yet affordable on the scale of technical projects, however it is expected that with the advancement of technology, this will become possible. In the main part of the thesis, references are made to the most important applications of Metamaterials and their special characteristics. In addition, the process and results of the Non-Linear Analyses carried out in the context of this thesis are presented, with the aim of investigating their general behavior but also verifying what has already been proposed by the Bibliography. In the second part of the thesis, a special category of "smart buildings" is examined which, through mobile parts and materials of the latest technology, aim to save as much energy as possible, as well as produce energy. Such buildings try to respond to the environmental problems created by the emissions of conventional buildings, both in their construction and in their use. In an era of energy and environmental crisis, sustainability and the shift to cleaner and more environmentally friendly solutions are now European and global goals until the end of the decade. The Paper outlines some of the ways in which buildings can meet these requirements.