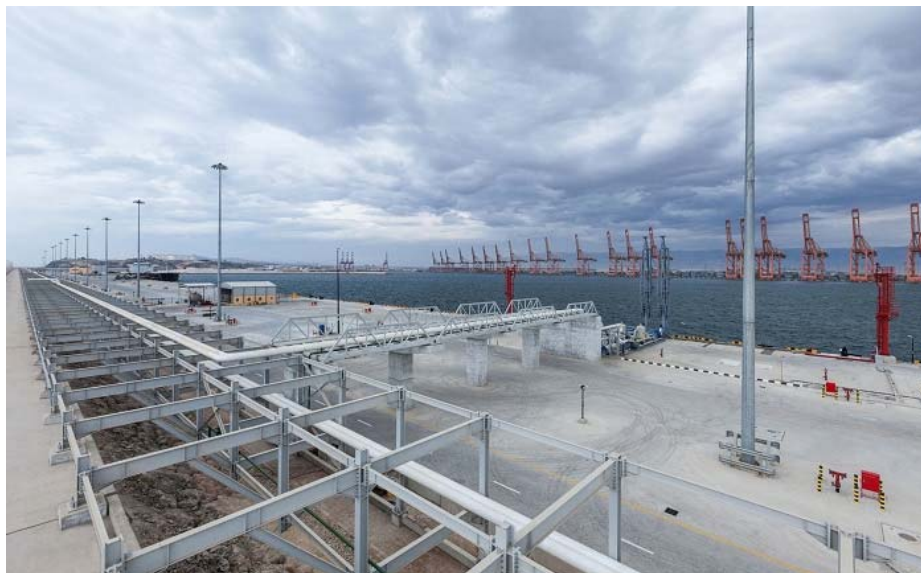




ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
Σχολή Πολιτικών Μηχανικών
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών

Επανατακτικότητα και η Εφαρμογή της σε Δομικά Έργα

Resilience and its Application in Structural Engineering



Διπλωματική Εργασία
Νικόλαος Ι. Ψυχάρης

ΕΜΚ ΔΕ 2017 38

Επιβλέπων: Καθηγητής Χάρης Γαντές

Αθήνα, Νοέμβριος 2017

Copyright © Νικόλαος Ι. Ψυχάρης, 2017

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 του συγγραφέα. 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 τον συγγραφέα.

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

Copyright © Nick I. Psycharis, 2017

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).

Νικόλαος Ι. Ψυχάρης (2017)
Επανατακτικότητα και η Εφαρμογή της σε Δομικά Έργα
Διπλωματική Εργασία ΕΜΚ ΔΕ 2017 38
Εργαστήριο Μεταλλικών Κατασκευών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.

Nick I. Psycharis (2017)
Resilience and its Application in Structural Engineering
Diploma Thesis ΕΜΚ ΔΕ 2017 38
Institute of Steel Structures, National Technical University of Athens, Greece

Ευχαριστίες

Η διπλωματική αυτή εργασία αποτελεί το τέλος της φοιτητικής μου ζωής στη σχολή Πολιτικών Μηχανικών Ε.Μ.Π. Με το τέλος αυτό λοιπόν, θα ήθελα να ευχαριστήσω τους ανθρώπους που με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια, και που δεν έπαψαν να μου δίνουν κουράγιο να συνεχίσω.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω πολύ τον καθηγητή του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου κ. Χάρη Γαντέ που ήταν και ο επιβλέπων καθηγητής της διπλωματικής μου εργασίας. Η βοήθειά, η καθοδήγηση και οι βαθιές γνώσεις του στο επιστημονικό πεδίο του Πολιτικού Μηχανικού συνέβαλαν στην ολοκλήρωση της διπλωματικής αυτής εργασίας. Πιο πολύ όμως θα ήθελα να τον ευχαριστήσω για τις συμβουλές του και για το ενδιαφέρον του σε θέματα εκτός της διπλωματικής αυτής εργασίας.

Στη συνέχεια θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Παύλο Θανόπουλο και τον κ. Νίκο Λαγαρό, για τη συμμετοχή τους στην εξεταστική επιτροπή της διπλωματικής μου εργασίας, και για το ενδιαφέρον και την ικανότητά τους, στα μαθήματα που τους γνώρισα ως καθηγητές.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου αλλά και τους φίλους μου εντός και εκτός σχολής, για την συμπαράστασή τους και την βοήθεια που προσέφεραν σε ότι χρειάστηκα.

Σας ευχαριστώ πολύ όλους σας!

Νίκος Ψυχάρης

Νοέμβριος 2017



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΜΕΤΑΛΛΙΚΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΕΜΚ ΔΕ 2017 38

Επανατακτικότητα και η Εφαρμογή της σε Δομικά Έργα

Νικόλαος Ι. Ψυχάρης

Επιβλέπων: Καθηγητής Χάρης Γαντές
Νοέμβριος 2017

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Με τον όρο “επανατακτικότητα” περιγράφεται η ικανότητα ενός οργανισμού ή ενός οικοσυστήματος να αντιστέκεται και να προσαρμόζεται σε απρόσμενες διαταραχές και να συνεχίζει τη λειτουργία του μέχρι να επιστρέψει σε μία κατάσταση παραπλήσια της αρχικής. Η εφαρμογή της ικανότητας αυτής συναντάται συχνά στη φύση, όπου τα οικοσυστήματα αυτόνομα ανακτούν τη χαμένη ισορροπία. Ένα από τα πιο γνωστά παραδείγματα συστήματος, το οποίο εφαρμόζει την ικανότητα αυτή, είναι ο ίδιος ο άνθρωπος και συγκεκριμένα η λειτουργία του ανοσοποιητικού του συστήματος.

Ο άνθρωπος για αιώνες στοχεύει στην κατανόηση της ασφάλειας και τον λόγο που συμβαίνουν τα ατυχήματα. Από τη φύση του όμως, προσπαθεί να κατανοεί και να εξηγεί τα γενεσιουργά αίτια που προκαλούν τα ατυχήματα και όχι το πώς θα μπορέσει να αποτρέψει τα ατυχήματα που προκαλούνται από αυτά. Ορμώμενος όμως από την ανάγκη για αύξηση της ασφάλειας, οδηγήθηκε στην επανατακτικότητα ώστε να μπορεί να αντιμετωπίζει ακόμα και απρόσμενα γεγονότα. Η επανατακτικότητα έχει εφαρμογή σε πολλούς κλάδους της επιστήμης. Ένας από αυτούς είναι και ο κλάδος του πολιτικού μηχανικού. Ο όρος της επανατακτικότητας στον κλάδο του πολιτικού μηχανικού ερμηνεύεται ως η ικανότητα ενός δομικού έργου, το οποίο υποβάλλεται σε ένα απρόβλεπτο περιστατικό, όχι μόνο να μην αστοχεί, αλλά σύντομα, μετά το περιστατικό, να βρίσκει ένα σημείο ισορροπίας και να συνεχίζει τη λειτουργία του έως ότου επανέλθει στην αρχική του κατάσταση. Η μεγάλη δυσκολία εφαρμογής της νοοτροπίας αυτής σε δομικά έργα έγκειται στο γεγονός ότι η ικανότητα αυτή είναι χαρακτηριστικό ζωντανών συστημάτων. Για να το πετύχει αυτό λοιπόν ο άνθρωπος χρειάζεται να βρίσκεται σε θέση να μπορεί να προβλέψει πιθανά ατυχήματα και αστοχίες και για να επιτευχθεί αυτό, πρέπει πρώτα να κατανοήσει τη φύση των ατυχημάτων και του ρίσκου, έτσι ώστε να είναι σε θέση να τα αντιμετωπίσει.

Η παρούσα εργασία αποτελεί προσπάθεια εφαρμογής του όρου της επανατακτικότητας σε δομικά έργα. Επιλέγεται ένας φορέας, ο οποίος αρχικά μορφώνεται κατάλληλα με τη χρήση επανατακτικών λύσεων (αποφεύγοντας την υπερδιαστασιολόγηση), ώστε να είναι ικανός να παραλάβει μελλοντικά, επιπρόσθετα φορτία, αλλά και να αποκτήσει καλύτερη λειτουργία σε πιθανές αστοχίες. Αφού ολοκληρωθεί η μόρφωση του φορέα ακολουθεί η πρόβλεψη των ατυχημάτων και η δημιουργία σεναρίων αστοχίας. Συγκεκριμένα εξετάζονται τα σενάρια της αστοχίας λόγω καθίζησης και της αστοχίας λόγω απώλειας κάποιου υποστυλώματος, τα οποία χρησιμοποιούνται ως βάση, αφενός για

την έρευνα της συμπεριφοράς του φορέα σε κάποιο ατύχημα και αφετέρου για να προταθούν κάποιες λύσεις για τη συνέχεια της λειτουργίας του φορέα και την επαναφορά του στην αρχική του κατάσταση. Οι προτάσεις αυτές δεν αποτελούν λύση μόνον σε κάποιο σενάριο αστοχίας, αντίθετα έχουν εφαρμογή σε πολλές περιπτώσεις. Τέλος γίνεται μία πρόβλεψη για την οικονομική επιβάρυνση που θα έχει η εφαρμογή της επαναστακτικότητας, συγκριτικά με τον αρχικό φορέα, αλλά και για τα οφέλη που μπορεί να προσφέρει αυτή η λύση.



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

DIPLOMA THESIS
EMK ΔΕ 2017 38

Resilience and its Application in Structural Engineering

Nick I. Psycharis

Supervisor: Professor Charis Gantes
November 2017

ABSTRACT

The term “resilience” is described as the ability of an organism or an ecosystem to sustain and to adapt to unexpected disturbances and to maintain its functionality until it returns to a condition close to its original one. The application of this ability is commonly met in nature, where the ecosystems can independently regain the lost balance. An example of such an organism that uses this ability is the human body, specifically its immune system.

Human kind had always tried to understand safety and the reason that accidents happen. It is in the human nature to try to understand and explain the phenomena that cause accidents and not to try to prevent accidents themselves. However, in the effort to increase safety, people were led to resilience in order to be able to prevent even unexpected events. Resilience can be applied in many fields of science. Such a field is Civil Engineering, where resilience is translated as the ability of a structure, when an unexpected event occurs, not only to avoid failure, but also, soon after the event, to find a balance state and continue its function until it is back to its original condition. The greatest difficulty in applying resilience in structural engineering, is that it refers to an ability of living organisms. To achieve that goal, people need to foresee possible accidents and failures, and to do that, they need to understand the nature of accidents and the related risk, so they can be able to prevent them.

In this thesis, an attempt is made to apply resilience in structural engineering. The chosen structure is modified and re-designed, so it can withstand future added loads, using only resilient solutions (avoiding overdesign of the structure). In this way, it has better functionality in probable failures. In the next step, possible accidents and failure scenarios are examined. Specifically, the event of a footing settlement and of a column loss are investigated, which are used as the basis to study the behavior of the structure in an unexpected accident. Solutions are suggested for the structure to continue to function and to regain its original condition. Those solutions can be applied, not only to the examined scenarios, but also to solve other accidents too. Finally, an estimation of the extra cost from the application of the resilient solution is made, in comparison with the cost of the original structure.