



Αθανάσιος Β. Παπαγεωργίου

Athanasios V. Papageorgiou

Συμβολή στις μεθόδους ανάλυσης για τον αντισεισμικό σχεδιασμό μικτών καθ' ύψος κατασκευών από σκυρόδεμα και χάλυβα

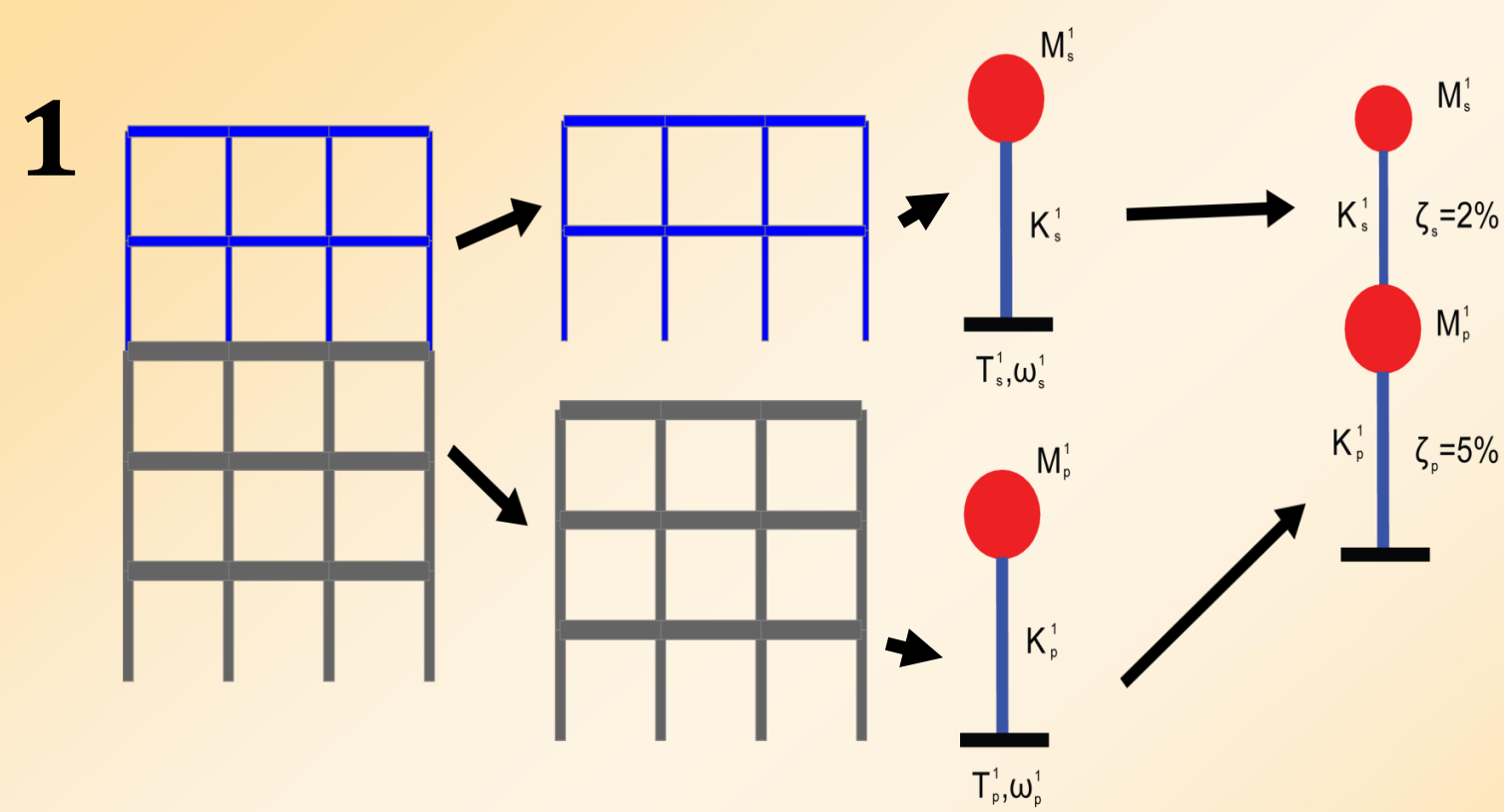
A contribution to the analysis methods for the seismic design of irregular in height concrete/steel structures

Διδακτορική διατριβή, 2011

Επιβλέπων: Χάρης Ι. Γαντές, Αναπληρωτής Καθηγητής

Doctoral Thesis, 2011

Supervisor: Charis J. Gantes, Associate Professor



Ισοδύναμος διβάθμιος ταλαντωτής. Η μικτή κατασκευή αντιστοιχίζεται σε έναν διβάθμιο μικτό ταλαντωτή μέσω των ιδιομορφικών χαρακτηριστικών κάθε τμήματος, και ορίζονται οι λόγοι ιδιοσυχνότητας R_w και μαζών R_m με βάση τα αντίστοιχα μεγέθη των πρώτων ιδιομορφών κάθε τμήματος.

Equivalent 2-DOF structure. The irregular structure is correlated to a 2-DOF structure through the modal characteristics of each part, and the eigenfrequency and mass ratios are defined, R_w and R_m , based on the corresponding quantities of the first mode of each part.

Περίληψη

Η διαμόρφωση κατασκευών ως μικτών, με ένα κατώτερο τμήμα από σκυρόδεμα και ένα ανώτερο από χάλυβα, είναι πολύ συνηθισμένη πρακτική. Τα δύο τμήματα χαρακτηρίζονται από διαφορετικές ιδιότητες όσον αφορά την απόσβεση και την ελαστοπλαστική τους συμπεριφορά και οι διαφορές αυτές συνεπάγονται δυσκολίες στην δυναμική ανάλυσή τους και ιδιαίτερα στον αντισεισμικό σχεδιασμό τους. Κατά συνέπεια γίνονται συνήθως συντηρητικές θεωρήσεις για τους συντελεστές απόσβεσης και συμπεριφοράς. Στην παρούσα διατριβή επιχειρείται να προταθούν λύσεις σε ζητήματα ανάλυσης κατασκευών αυτού του τύπου και συγκεκριμένα στα προβλήματα:

- Υπολογισμού του σφάλματος που προκύπτει από τη διαδικασία αποσυζευγμένης ανάλυσης των δύο τμημάτων.
- Καθορισμού ιδιομορφικών ή ομοιόμορφων ισοδύναμων συντελεστών απόσβεσης, για χρήση κατά την συζευγμένη ανάλυση σε περιπτώσεις που το σφάλμα αποσύζευξης είναι απαγορευτικά μεγάλο.

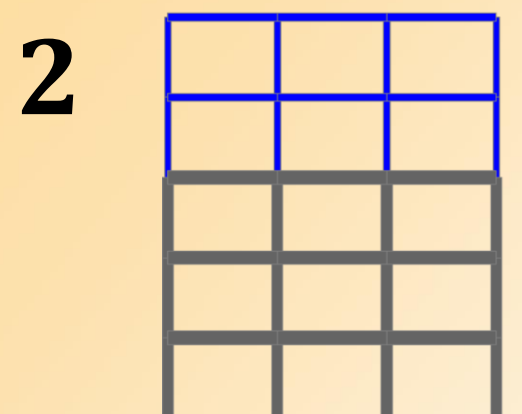
Για να γίνει αυτό, η μικτή κατασκευή περιγράφεται απλουστευτικά μέσω ενός διβάθμιου ταλαντωτή, του οποίου ο ένας βαθμός ελευθερίας αντιπροσωπεύει το τμήμα από σκυρόδεμα και ο άλλος το τμήμα από χάλυβα. Η διερεύνηση και των δύο προβλημάτων πραγματοποιείται μέσω αριθμητικών αναλύσεων για αρμονικές και σεισμικές διεγέρσεις, για ένα μεγάλο εύρος δυναμικών χαρακτηριστικών των δύο τμημάτων της μικτής κατασκευής. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται σε γραφική μορφή, ώστε να αποτελέσουν χρήσιμα εργαλεία σχεδιασμού.

Abstract

The configuration of structures as mixed, with a lower part made of concrete and an upper part made of steel, is a very common practice. The two parts have different characteristics regarding their damping ratios and their elastoplastic behaviour, and these differences lead to difficulties in their dynamic analysis and particularly in their seismic design. Consequently, conservative assumptions regarding the damping ratios and behaviour factor are frequently adopted in design. In the present thesis it is attempted to propose solutions for issues regarding the analysis of such structures, and more specifically for the problems of:

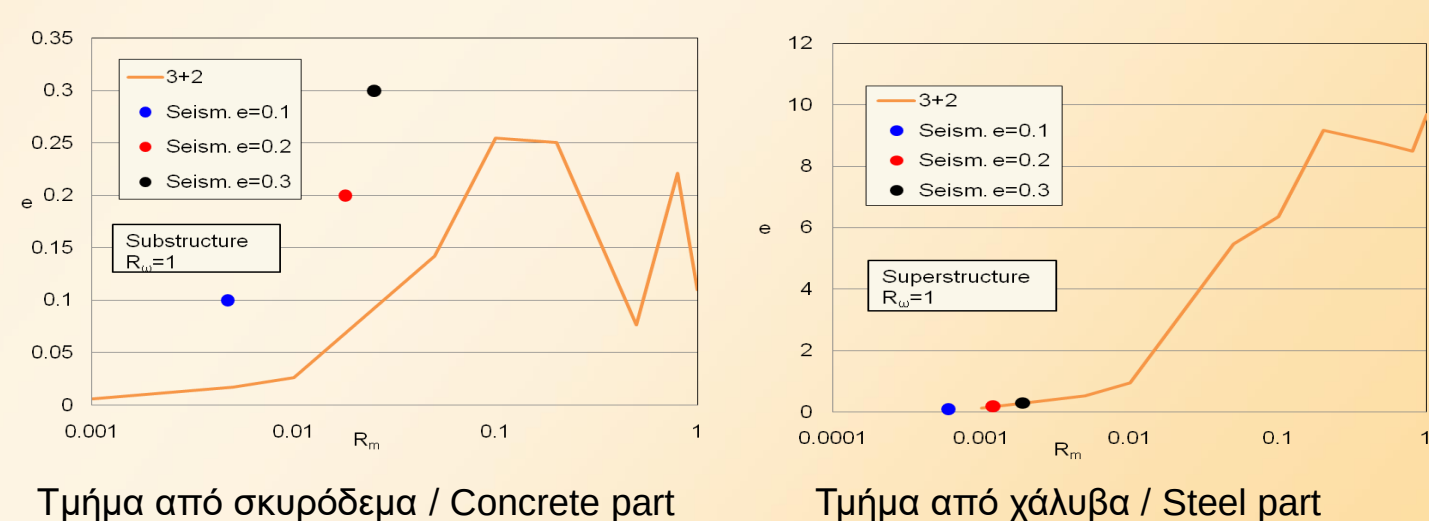
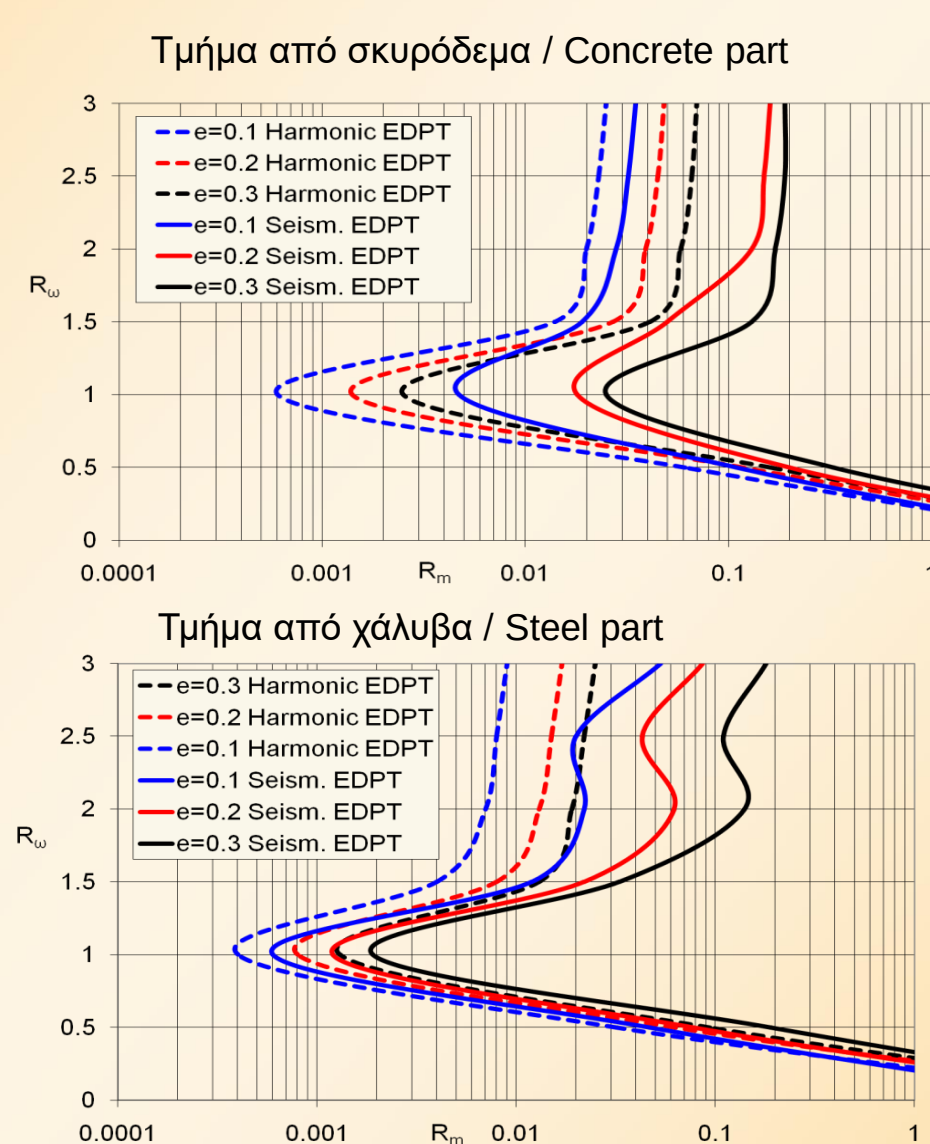
- Calculation of the error resulting from the procedure of decoupled analysis of the two parts.
- Evaluation of modal or uniform equivalent damping ratios to be used for the coupled analysis in cases that the decoupling error is unacceptably large.

In order to accomplish the above tasks, the structure is simulated in a simplified manner by a 2-DOF oscillator, whose one degree of freedom represents the concrete part and the other one the steel part of the initial structure. The investigation of the above two problems is carried out numerically for the cases of harmonic and seismic excitations, over a wide range of dynamic characteristics of both parts of the mixed structure. The results are presented in graphical form, suitable for implementation in structural design that is performed with commercial software.

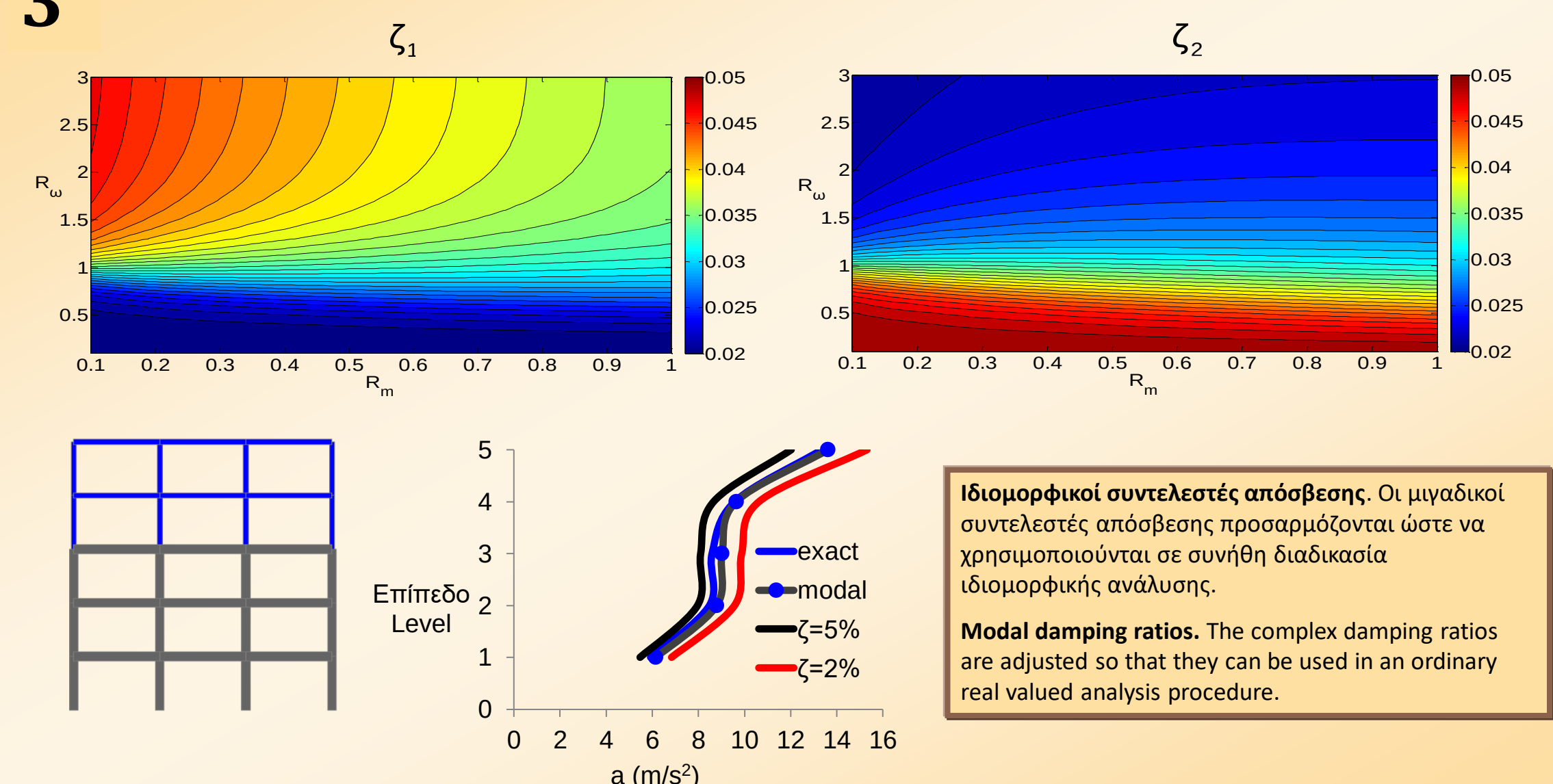


Καμπύλες αποσύζευξης. Σε σχέση με τα δυναμικά χαρακτηριστικά των δύο τμημάτων της κατασκευής, επιτρέπεται η συντηρητική εκτίμηση του σφάλματος αποσύζευξης.

Decoupling curves. Depending on the dynamic characteristics of the two parts of the structure, it is possible to conservatively predict the decoupling error.



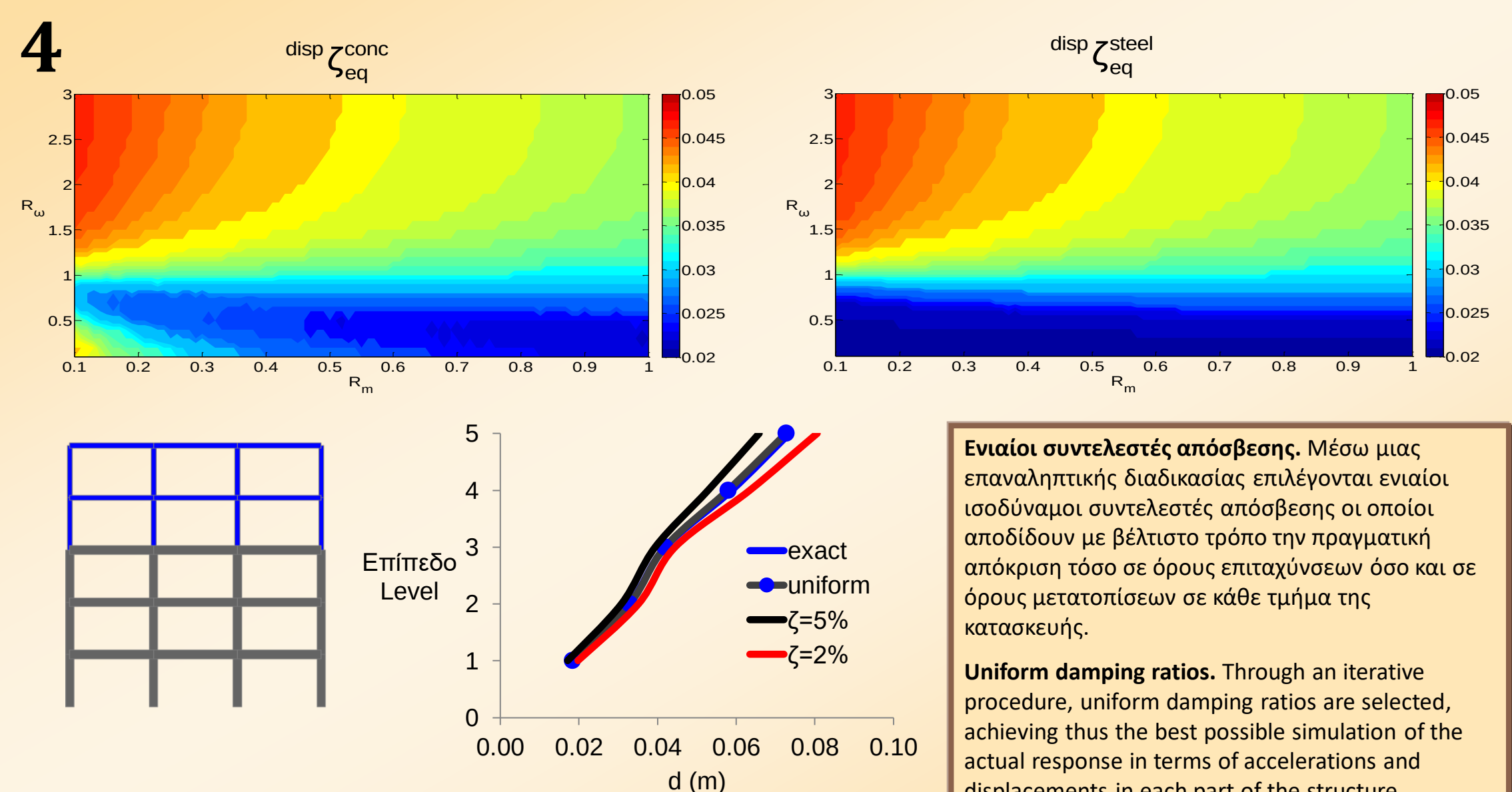
3



Ιδιομορφικοί συντελεστές απόσβεσης. Οι μαγικοί συντελεστές απόσβεσης προσαρμόζονται ώστε να χρησιμοποιούνται σε συνήθη διαδικασία ιδιομορφικής ανάλυσης.

Modal damping ratios. The complex damping ratios are adjusted so that they can be used in an ordinary real valued analysis procedure.

4



Ενιαίοι συντελεστές απόσβεσης. Μέσω μιας επαναληπτικής διαδικασίας επιλέγονται ενιαίοι ισοδύναμοι συντελεστές απόσβεσης οι οποίοι αποδίδουν με βέλτιστο τρόπο την πραγματική απόκριση τόσο σε όρους επιταχύνσεων όσο και σε όρους μετατοπίσεων σε κάθε τμήμα της κατασκευής.

Uniform damping ratios. Through an iterative procedure, uniform damping ratios are selected, achieving thus the best possible simulation of the actual response in terms of accelerations and displacements in each part of the structure.

Χαρακτηριστικές δημοσιεύσεις Key publications

Papageorgiou A.V. and Gantes C.J., "Decoupling Criteria for Inelastic Irregular Primary/Secondary Structural Systems Subject to Seismic Excitation", *Journal of Engineering Mechanics*, Vol. 136, No 10, pp. 1234-1247, Oct. 2010.

Papageorgiou, A.V. and Gantes, C.J., "Equivalent Modal Damping Ratios for Concrete/Steel Mixed Structures", *Computers & Structures*, Vol. 88, Issues 19-20, pp. 1124-1136, Oct. 2010.

Papageorgiou, A.V. and Gantes, C.J., "Equivalent Uniform Damping Ratios for Linear Irregularly Damped Concrete/Steel Mixed Structures", *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, Vol. 31, Issue 3, pp. 418-430, Mar. 2011.