



Μηνάς Ε. Λεμονής

Minas E. Lemonis

## Κόμβοι δοκού-υποστυλώματος σε μεταλλικά πλαίσια Beam-to-column joints in steel frames

Διδακτορική διατριβή, 2006  
Επιβλέπων : Χάρης Ι. Γαντές, Επίκουρος Καθηγητής

Doctoral Thesis, 2006  
Supervisor: Charis J. Gantes, Assistant Professor

### Περίληψη

Η συμπεριφορά των κόμβων δοκού-υποστυλώματος θεωρείται καθοριστική για την απόκριση πλαστικών κατασκευών χάλυβα. Είναι συνήθως πρακτική οι κόμβοι να σχεδιάζονται με υπεραντοχή σε σχέση με τη δοκό και στην ανάλυση να θεωρούνται άκαμπτοι, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο την ανάγκη εξέτασης της παραμορφωσιακής συμπεριφοράς τους. Η πρακτική αυτή οδηγεί σε ιδιαίτερα σύνθετες και δαπανηρές μορφές κόμβων. Τα τελευταία χρόνια, τόσο για λόγους οικονομίας όσο και λόγω αναπάντεχων ψαθυρών αστοχιών κόμβων σε σεισμικές διεγέρσεις, διερευνάται έντονα η χρήση ημι-άκαμπτων κόμβων, που διαθέτουν χαμηλότερη αντοχή και δυσκαμψία σε σχέση με τους άκαμπτους. Σε αυτό το πλαίσιο, στη διατριβή αυτή επιχειρήθηκε να αντιμετωπιστούν τα εξής ζητήματα:

- Η ανάπτυξη αξιόπιστης μεθόδου εκτίμησης της πλήρους καμπύλης ροπής-στροφής κοχλιωτών κόμβων, υπό στατική μονοτονική φόρτιση.
- Η αξιόπιστη εκτίμηση της στροφικής ικανότητας κοχλιωτών κόμβων, υπό στατική μονοτονική φόρτιση.
- Η αναλυτική διερεύνηση των πολύπλοκων μη γραμμικοτήτων υλικού και επαφής-αποκόλλησης που εμφανίζονται στους κοχλιωτούς κόμβους.

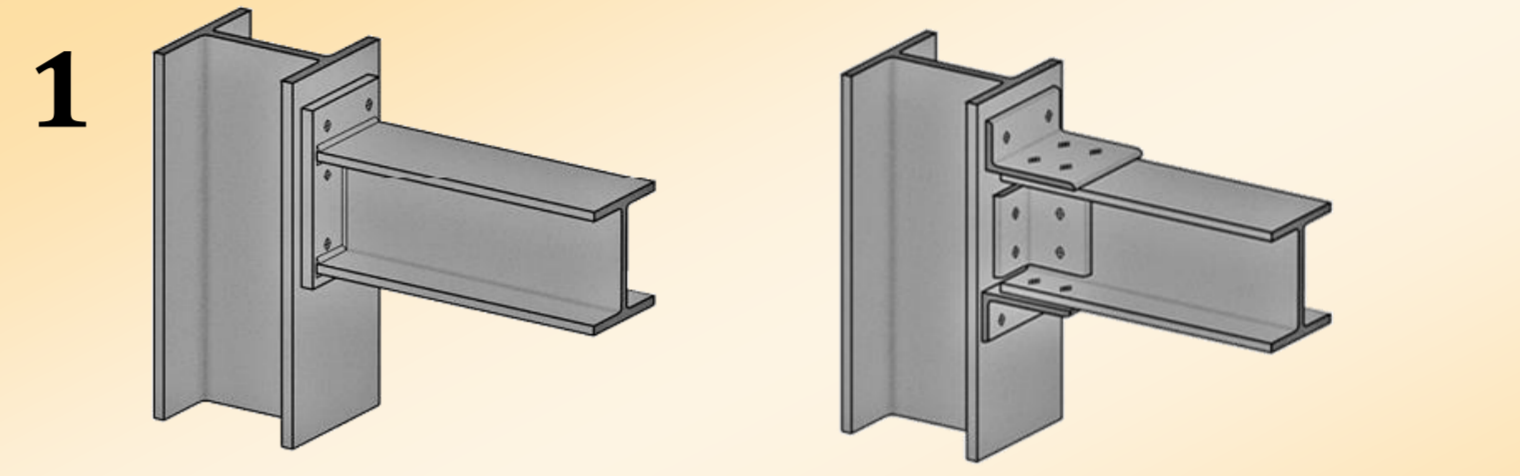
Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στην εξέταση της συμπεριφοράς της εφελεκυόμενης ζώνης, χρησιμοποιώντας την αναλογία που αυτή έχει με τη σύνδεση βραχέος ται. Για τον λόγο αυτόν σημαντικό μέρος της διατριβής αφιερώθηκε στη σύνδεση βραχέος ται, την προσομοίωση της και την ανάπτυξη μεθόδου εκτίμησης της μονοτονικής απόκρισης της, λαμβάνοντας υπόψη τα φαινόμενα μη γραμμικότητας του υλικού και τα φαινόμενα επαφής.

### Abstract

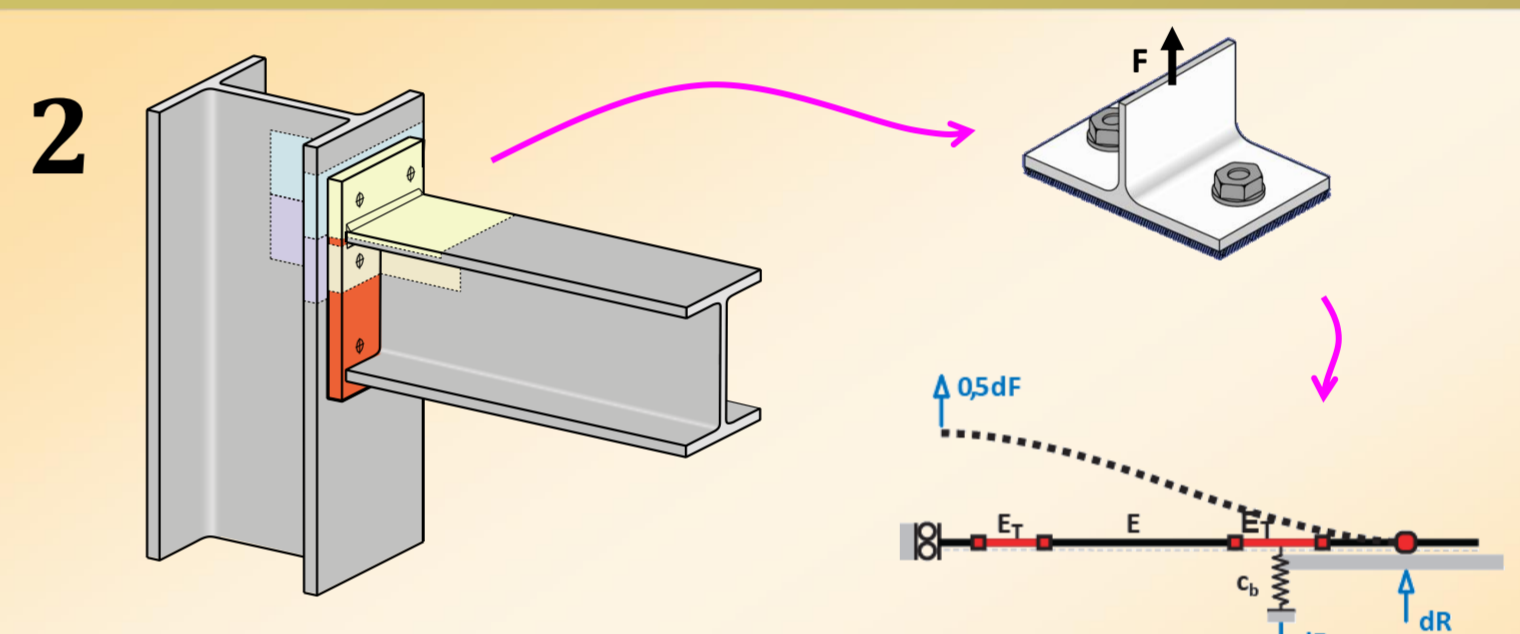
The behavior of beam-to-column joints is considered crucial for the response of steel frame structures. According to common practice, joints are designed with overstrength compared to the beam, while they are assumed rigid for the analysis, thus avoiding the necessity of verifying their deformational characteristics. This practice results in complex and expensive joint designs. In recent years, the use of semi-rigid joints, that feature lower strength and stiffness than rigid ones, is intensely investigated, both due to economy reasons and as a result of unexpected brittle failures of joints during recent earthquakes. In this context, in this dissertation it has been attempted to contribute towards the following issues:

- Development of a reliable method for the estimation of moment-rotation curve for bolted joints under static, monotonic loading.
- Reliable estimation of the rotational capacity of bolted joints under static, monotonic loading.
- Analytical investigation of the complex material and contact-separation nonlinearities that are inherent in bolted beam-to-column joints.

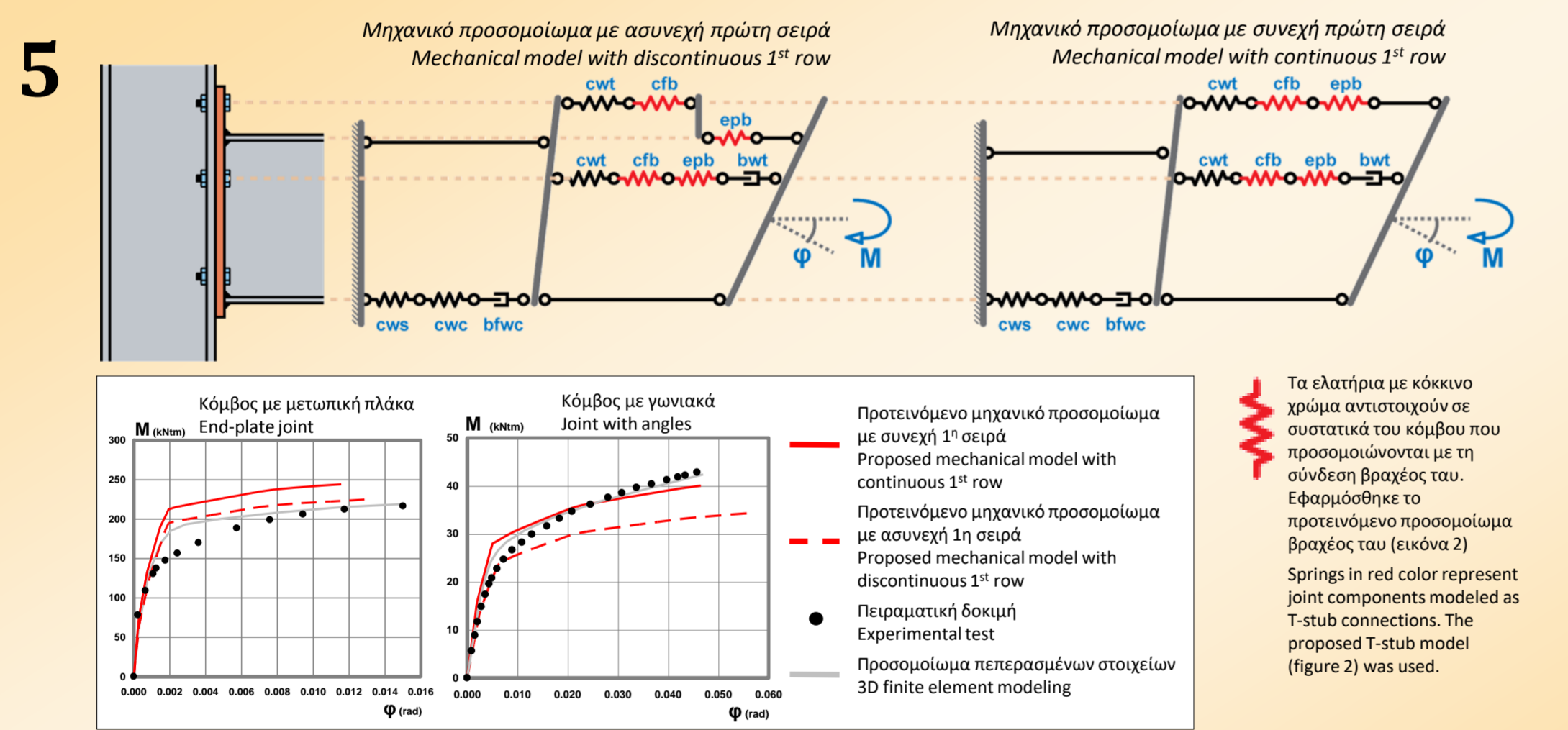
Special emphasis was placed on the investigation of the behavior in the tension zone, making use of its analogy to the T-stub connection. For this reason, a significant part of the dissertation focuses on the T-stub connection, its simulation and the development of a prediction method for its monotonic response, taking into account material nonlinearity and contact phenomena.



**Κοχλιωτοί κόμβοι που εξετάστηκαν.** Αριστερά κόμβος με μετωπική πλάκα (προεκτεινόμενη ή μη) και δεξιά κόμβος με γωνιακά άνω/κάτω πέλματος και κορμού.  
**Bolted joints considered.** Joint with end-plate connection (extended or flush) to the left and joint with top/seat and web angles to the right.

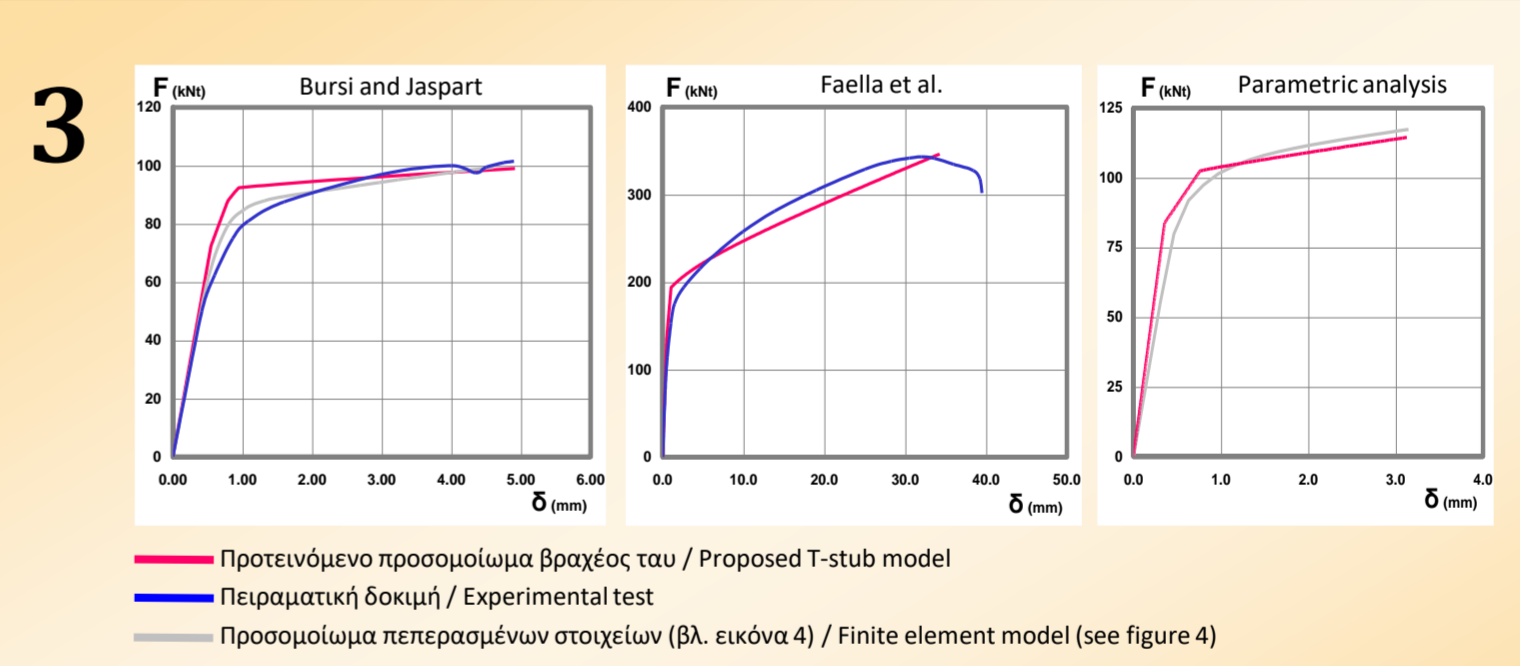


**Διάσπαση εφελεκυόμενης ζώνης σε μεμονωμένες συνδέσεις βραχέος ται και το προτεινόμενο προσομοίωμα τους.** Πάνω δεξιά απεικονίζεται η σύνδεση βραχέος ται και κάτω δεξιά το προτεινόμενο επαυξητικό προσομοίωμα που δημιουργήθηκε για τη συγκεκριμένη σύνδεση.  
**Disassembly of tensile zone to individual T-stub connections and their proposed modeling.** Up to the right, an individual T-stub connection is illustrated and to the bottom right, the proposed incremental model developed for this connection.



**Προτεινόμενα μηχανικά προσομοιώματα κόμβων και αξιολόγησή τους.** Επάνω φαίνονται τα δύο προσομοιώματα που προτάθηκαν για κόμβους με μετωπική πλάκα. Αντίστοιχα προσομοιώματα δημιουργήθηκαν για κόμβους με γωνιακά. Τα προσομοιώματα αξιολογήθηκαν με 28 πειραματικές δοκιμές από τη βιβλιογραφία. Σε κόμβους με μετωπική πλάκα διαπιστώθηκε καλύτερη απόδοση από το προσομοίωμα με συνεχή 1<sup>η</sup> σειρά ενώ σε κόμβους με γωνιακά από το προσομοίωμα με ασυνεχή.

**Proposed joint mechanical models and their evaluation.** To the upper side, the two mechanical models proposed for end-plate joints are illustrated. Similar models were created for joints with angles. The models were evaluated with 28 experimental tests from the literature. The continuous model was found to perform better for end-plate joints, while the discontinuous one for joints with angles.



**Χαρακτηριστικές δημοσιεύσεις  
Key publications**

Gantes C.J. and Lemonis M., "Influence of Equivalent Bolt Length in Finite Element Modeling of T-Stub Steel Connections", *Computers & Structures*, Vol. 81, Issues 8-11, pp. 595-604, May 2003.

Lemonis M.E. and Gantes C.J., "Incremental Modeling of T-Stub Connections", *Journal of Mechanics of Materials and Structures*, Vol. 1, No. 7, pp. 1135-1159, 2006.

Lemonis M.E. and Gantes C.J., "Mechanical modeling of the nonlinear response of beam-to-column joints", *Journal of Constructional Steel Research*, Vol. 65, Issue 4, pp. 879-890, April 2009

