



# Αριθμητική ανάλυση της μηχανικής συμπεριφοράς ανόμοιων συγκολλητών συνδέσμων

Κοτσίνης Γεώργιος, Α.Μ.: 246954

Διπλωματική Εργασία

Επιβλέπων Καθηγητής: Θεόδωρος Λούτας  
Επιβλέπων Ερευνητής: Παναγιώτης Τσοκανάς

## 1. Εισαγωγή - Σκοπός

Η παρούσα διπλωματική εργασία παρουσιάζει μια *αριθμητική μελέτη* της θραυστομηχανικής συμπεριφοράς μηχανικών συνδέσμων μεταξύ ανόμοιων υλικών (μέταλλο-σύνθετο υλικό). Η μελέτη αυτή επιτυγχάνει δύο επιμέρους *στόχους*:

1. την επιβεβαίωση μιας αναλυτικής λύσης που δημοσιεύτηκε πρόσφατα [1]
2. την προσομοίωση μηχανικών πειραμάτων για την εξαγωγή χρήσιμων πληροφοριών/ιδιοτήτων του συνδέσμου, που είναι δύσκολο να προσδιοριστούν πειραματικά.

Το *πρώτο μέρος* της εργασίας συγκρίνει τα αποτελέσματα της παρούσας αριθμητικής μελέτης με αυτά από την αναλυτική λύση της Αναφοράς [1], για τους δυο μηχανικούς συνδέσμους που φαίνονται παραπλεύρως (σύνδεσμοι Α και Β).

Το *δεύτερο μέρος* περιλαμβάνει την μοντελοποίηση δισδιάστατων και τρισδιάστατων μοντέλων για την προσέγγιση πειραματικών αποτελεσμάτων από πειράματα που έχουν ήδη πραγματοποιηθεί.

## 4. Συμπεράσματα

1. Σωστός σχεδιασμός των δοκιμών μιας και δεν παρατηρήθηκε διαρροή στο τιτάνιο ή αλουμίνιο σε καμία διάταξη δοκιμών.
2. Στις περισσότερες περιπτώσεις, η συμφωνία του αναλυτικού και του αριθμητικού μοντέλου είναι πολύ καλή.
3. Τα δισδιάστατα και τρισδιάστατα μοντέλα προβλέπουν διαφορετικές τιμές για την μέγιστη τιμή του ρυθμού απελευθέρωσης ενέργειας παραμόρφωσης (SERR).
4. Μοντελοποιώντας τη δευτερεύουσα ρωγμή, η συμφωνία με τα πειραματικά αποτελέσματα βελτιώθηκε σημαντικά.

## 5. Μελλοντική εργασία

- Επιρροή θερμικών τάσεων στις καμπύλες φορτίου-μετατόπισης.
- Ακριβής υπολογισμός ιδιοτήτων ρητίνης για τον νόμο έλξης-διαχωρισμού.
- Εισαγωγή επιπρόσθετων τύπων νόμων έλξης-διαχωρισμού στα μοντέλα για σύγκριση.

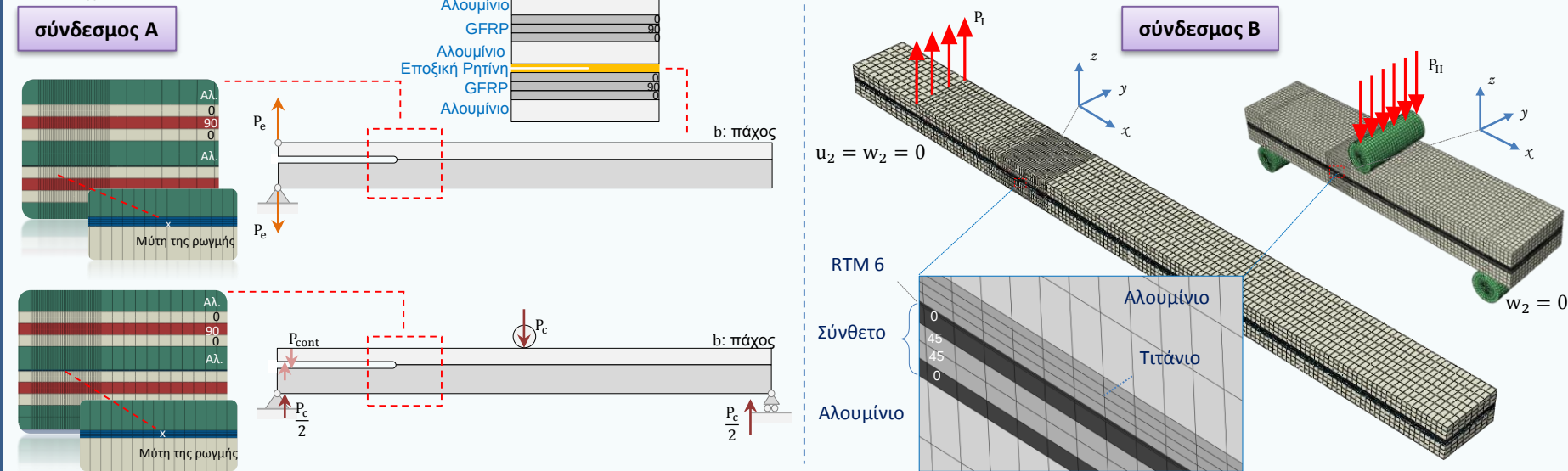
## 6. Αναφορές

[1] P. Tsokanas, T. Loutas, Hygrothermal effect on the strain energy release rates and mode mixity of asymmetric delaminations in generally layered beams, Engineering Fracture Mechanics 214 (2019) 390-409.

## 2. Παρουσίαση συνδέσμων (σύνδεσμος Α και σύνδεσμος Β) και μοντελοποίηση με πεπερασμένα στοιχεία

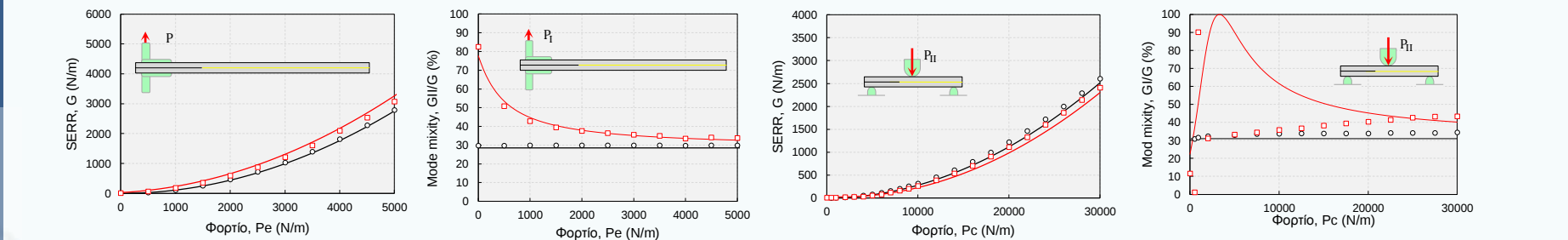
**Πρώτο μέρος εργασίας:** Για τον έλεγχο της αναλυτικής λύσης δημιουργήθηκαν δισδιάστατα μοντέλα με την χρήση 8-κομβων στοιχείων (CPE8R) για τις διατάξεις DCB και ENF με και χωρίς την παρουσία εναπομένουσών τάσεων.

**Δεύτερο μέρος εργασίας:** Για την προσέγγιση των πειραματικών καμπύλων δισδιάστατα και τρισδιάστατα μοντέλα κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας στοιχεία CPE4I και C3D8 αντίστοιχα.



## 3. Αποτελέσματα

- **SERR:** (total) strain energy release rate, (συνολικός) ρυθμός απελευθέρωσης ενέργειας παραμόρφωσης
- **mode mixity:** μίξη των μορφών (θραύσης), συγκεκριμένα των μορφών I και II (modes I and II)



- Για την περεταίρω μελέτη του συνδέσμου Β, χρησιμοποιήθηκαν οι μέθοδοι της VCCT και της CZM. Για τη διάταξη DCB έγινε μοντελοποίηση δευτερεύουσας ρωγμής η οποία παρατηρήθηκε στα πειράματα. Για τη διάταξη ENF έγινε έλεγχος διαρροής του αλουμινίου για να ελεγχθεί ο σχεδιασμός των υποστηρικτικών δοκών. Στο αριστερό διάγραμμα φαίνονται οι πειραματικές, αριθμητικές (VCCT, CZM με και χωρίς μοντελοποίηση της δευτερεύουσας ρωγμής) καμπύλες καθώς και μια αναλυτική καμπύλη βασισμένη στην LEFM. Στο δεξιό διάγραμμα φαίνεται η σύγκριση δισδιάστατου και τρισδιάστατου μοντέλου για την διάταξη ENF.

