

Προκαταρκτική Διερεύνηση Εφικτότητας Κελυφών τύπου Sandwich για Πυλώνες Ανεμογεννητριών

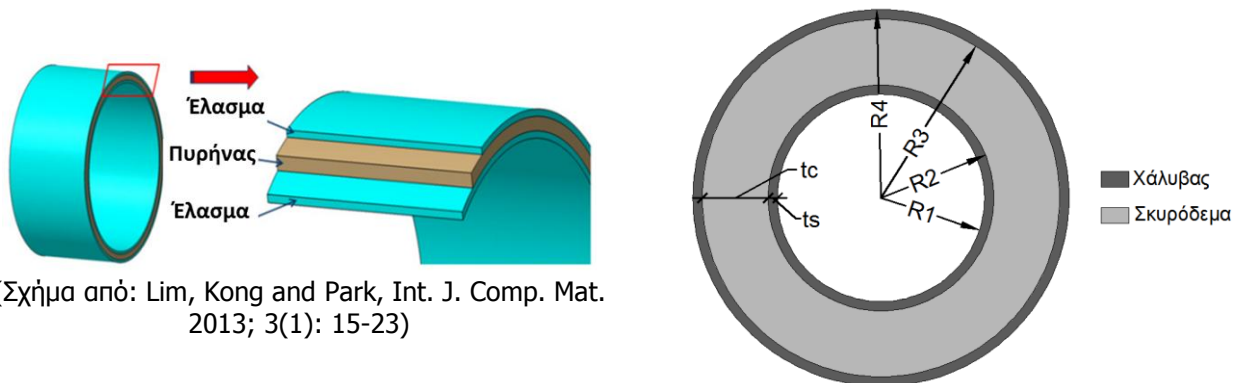
Μέρος Α – Εισαγωγικά στοιχεία

Περιγραφή προβλήματος

- Η αύξηση του ύψους των πυλώνων και του μήκους των πτερυγίων των ανεμογεννητριών συνεπάγεται εκθετικά αυξημένη απόδοση.
- Οι υψηλότεροι πυλώνες απαιτούν διατομές μεγαλύτερης διαμέτρου στη βάση, λόγω των επιπρόσθετων δράσεων ανέμου και ίδιου βάρους.
- Η δυσκολία στη μεταφορά τμημάτων μεγάλης διαμέτρου περιορίζει την περαιτέρω αύξηση του ύψους των πυλώνων.
- Η κοίλη κυκλική διατομή sandwich εξετάζεται ως εναλλακτική επιλογή αντί της συμβατικής, αμιγώς χαλύβδινης διατομής.

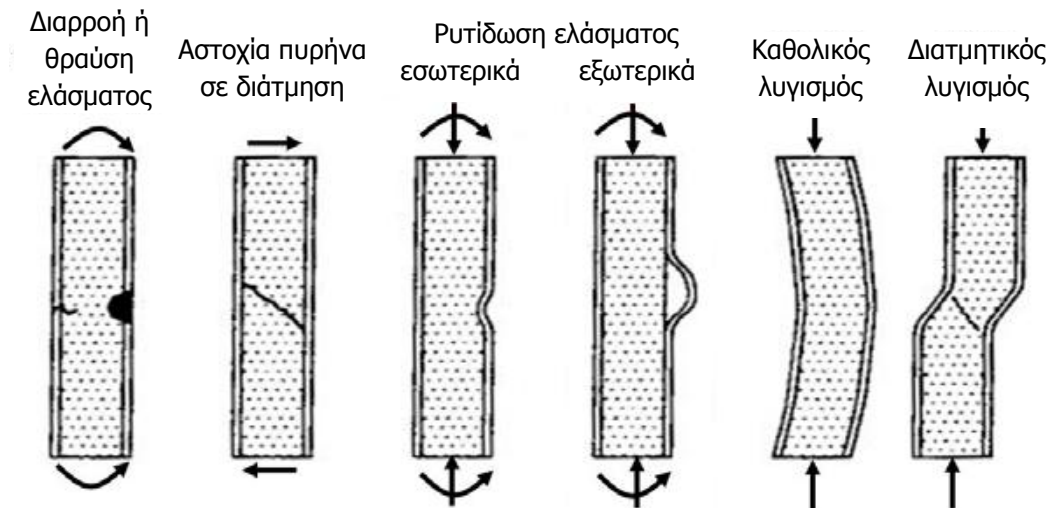
Χαρακτηριστικά διατομής sandwich

- Δύο ελάσματα υψηλής αντοχής και δυσκαμψίας περικλείουν έναν πυρήνα από ελαφρύτερο υλικό – διερευνώνται ελάσματα από χάλυβα και πυρήνας από σκυρόδεμα
- Βελτίωση δυσκαμψίας και καμπτικής αντοχής με πολύ μικρή αύξηση βάρους



Πιθανοί μηχανισμοί αστοχίας κυλινδρικού κελύφους sandwich

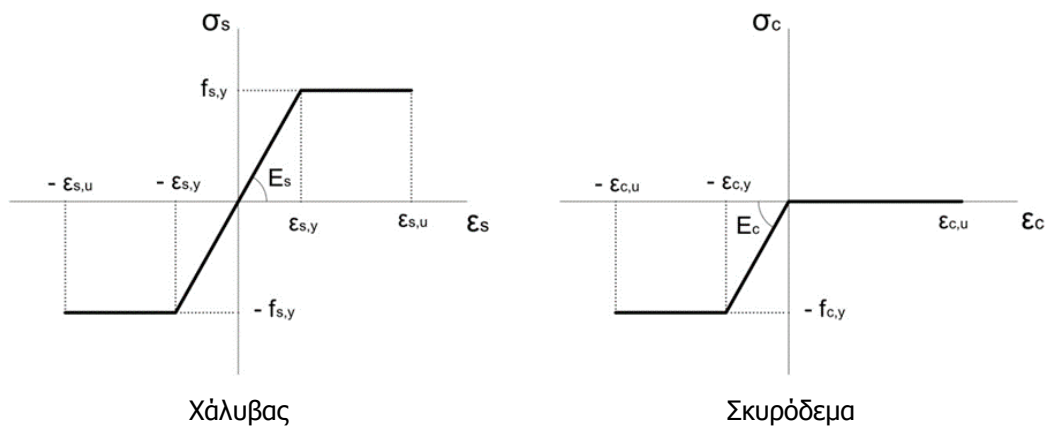
(Σχήμα προσαρμοσμένο από: Zenkert, An introduction to sandwich construction, 1997.



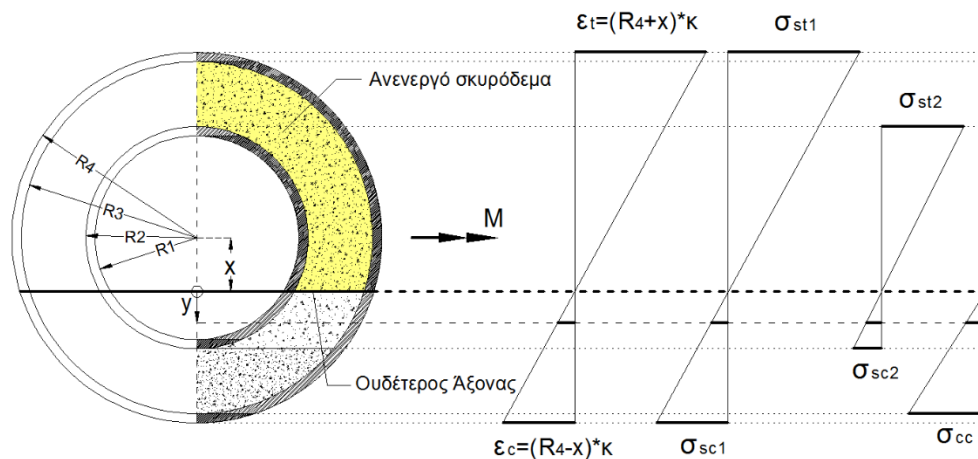
Μέρος Β – Ακριβής αναλυτική λύση διατομής sandwich υπό ροπή κάμψης

Ανάλυση

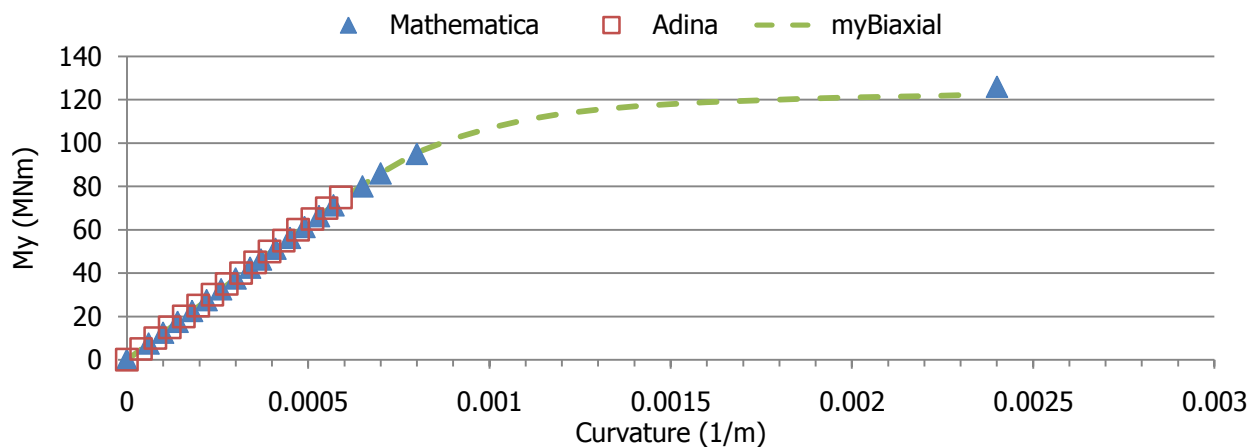
- Νόμοι υλικών



- Κατανομή ανηγμένων παραμορφώσεων και τάσεων διατομής για κατάσταση αναλυτικών σχέσεων

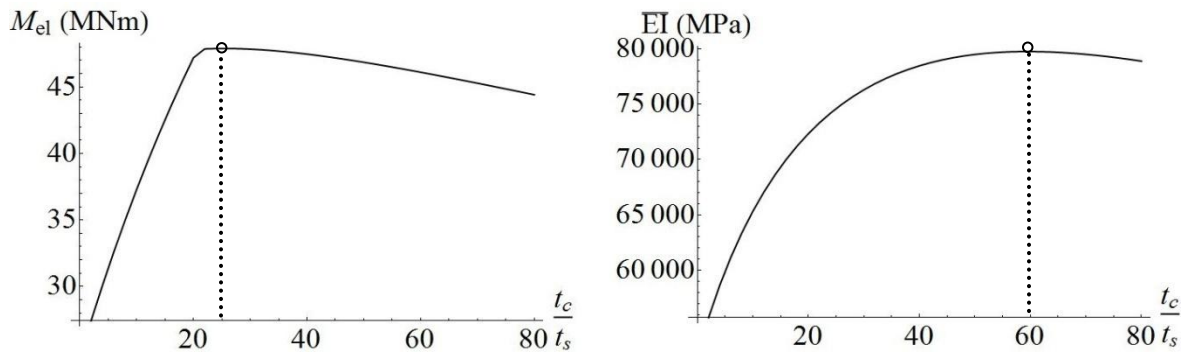


- Επίρρωση αναλυτικών αποτελεσμάτων με τα αντίστοιχα από τα προγράμματα myBiaxial, Adina

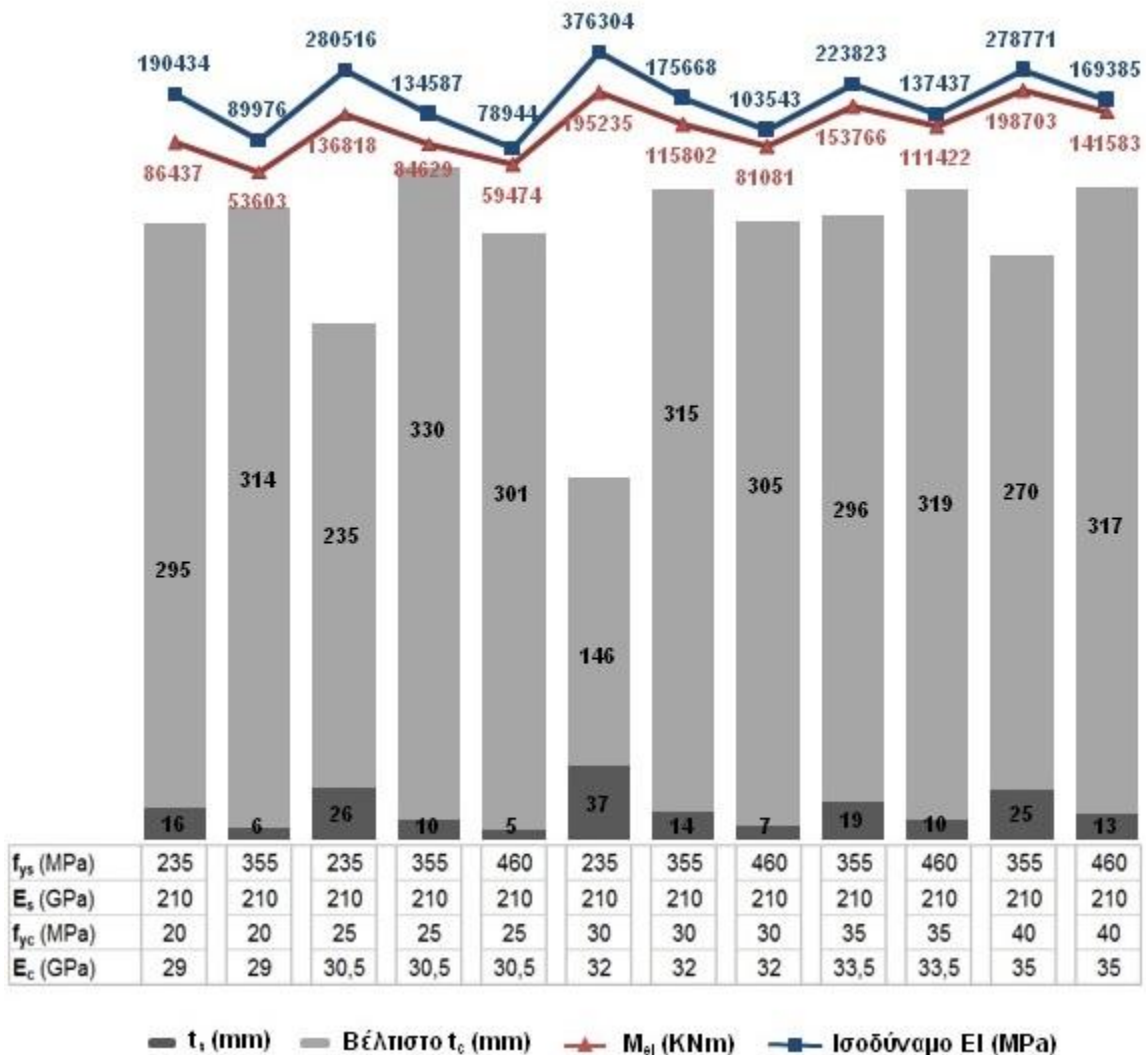


Βελτιστοποίηση

- Έρεση αναλογιών παχών πυρήνα - ελασμάτων για μεγιστοποίηση ελαστικής ροπής αντοχής και ισοδύναμης δυσκαμψίας



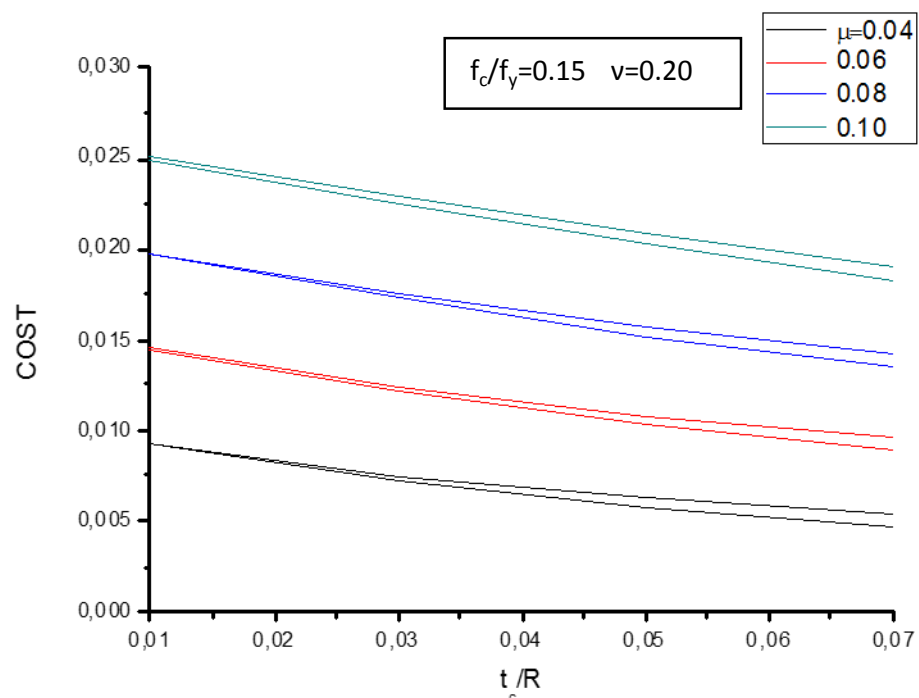
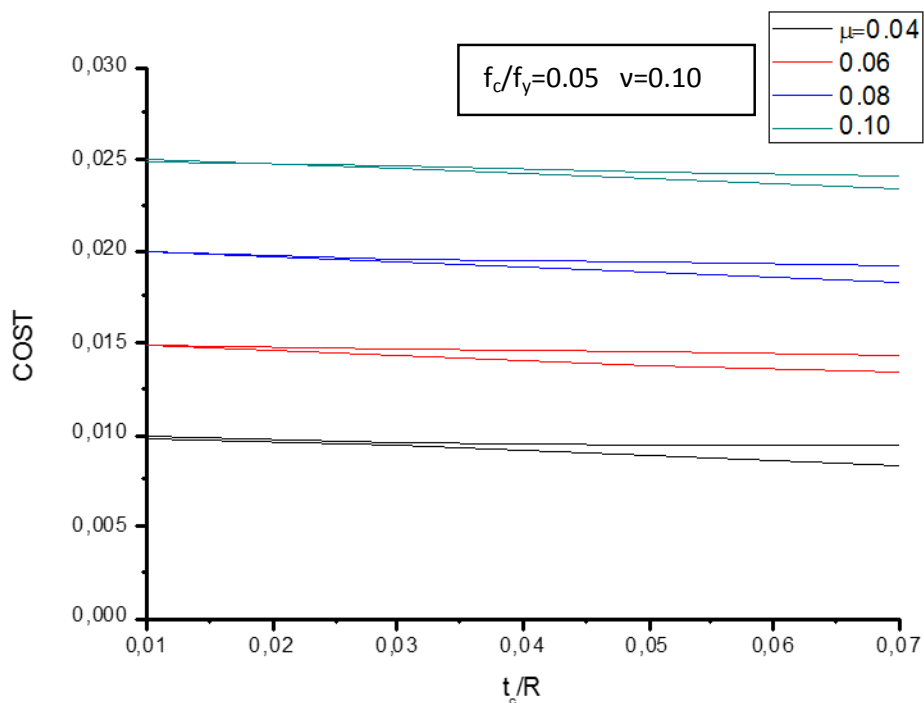
- Πίνακας βέλτιστων παχών πυρήνα και ελασμάτων ανά συνδυασμό ποιότητας χάλυβα και σκυροδέματος για διατομή διαμέτρου 4m



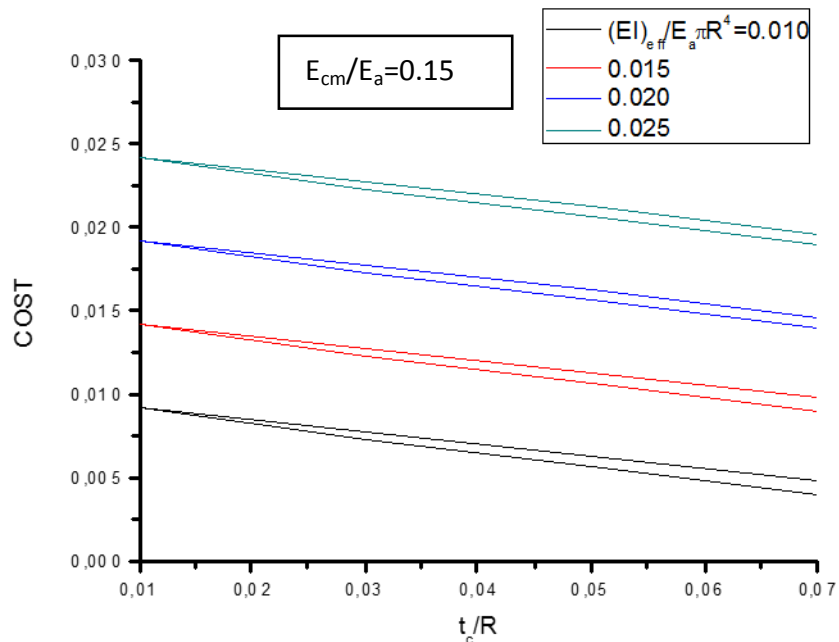
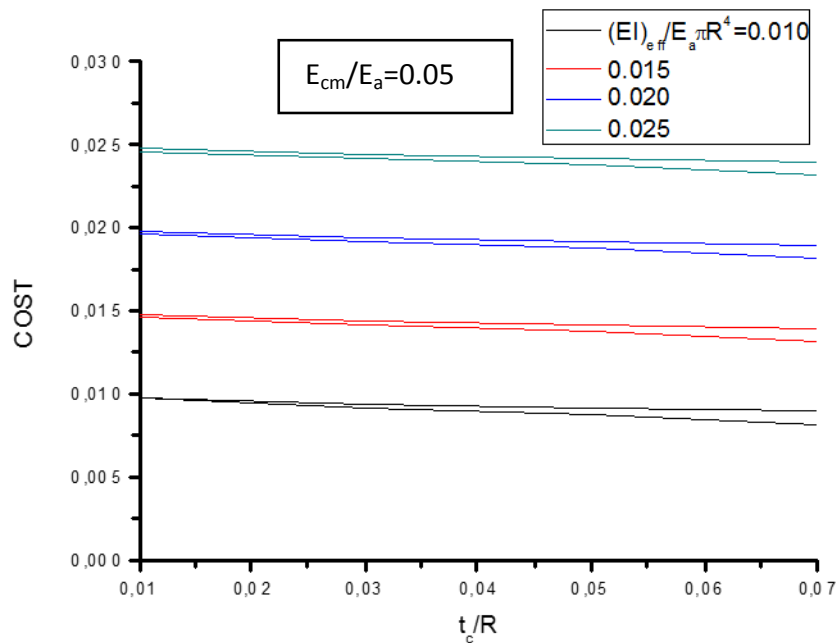
Μέρος Γ – Προσεγγιστική αναλυτική λύση διατομής sandwich υπό ροπή κάμψης και αξονική δύναμη

- Παραδοχή πολύ λεπτότοιχης διατομής – ο πυρήνας και τα ελάσματα αντικαθίστανται από τη μέση γραμμή τους
- Υπολογίζεται το κόστος κατασκευής ως γραμμική συνάρτηση των παχών ελασμάτων και πυρήνα

Βελτιστοποίηση βάσει κόστους κατασκευής για δεδομένη ροπή αντοχής – ενδεικτικά διαγράμματα



Βελτιστοποίηση βάσει κόστους κατασκευής για δεδομένη δυσκαμψία– ενδεικτικά διαγράμματα



Συμπεράσματα

- Για δεδομένη ροπή αντίστασης, το κόστος μειώνεται περίπου γραμμικά με την αύξηση του πάχους σκυροδέματος. Η μείωση αυτή είναι εντονότερη όσο αυξάνεται η αξονική δύναμη.
- Το συνολικό κόστος δεν είναι ιδιαίτερος ευαίσθητο σε μεταβολές του κόστους σκυροδέματος, ακόμα και αν αυτές είναι σημαντικές.
- Για δεδομένη δυσκαμψία, η χρήση υλικού στον πυρήνα (σκυροδέματος) οδηγεί σε μείωση του πάχους ελασμάτων. Η μείωση αυτή είναι γραμμική με την αύξηση του πάχους σκυροδέματος και γίνεται εντονότερη όσο αυξάνεται το μέτρο ελαστικότητας του σκυροδέματος.
- Τα πάχη ελασμάτων και πυρήνα αυξάνονται γραμμικά με τη δυσκαμψία.