



Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο
Διεπιστημονικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών:
Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση των Κατασκευών

Συντονίζουσα Σχολή: Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Μεταπτυχιακή Εργασία

με τίτλο

Σύγκριση Μεθοδολογίας Ευρωκώδικα και Θεωρίας της Τροχιάς για διάφορα δοκίμια Οπλισμένου Σκυροδέματος

Επιβλέπων Καθηγητής

Εμμανουήλ Βουγιούκας

Μεταπτυχιακός Φοιτητής

Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Αθήνα, Οκτώβριος 2018

Περιεχόμενα

Abstract.....	18
Περίληψη.....	19
1. Υβριδική τεχνική NSE / EB για την ενίσχυση διάτμησης δοκών RC χρησιμοποιώντας FRCM:	
Πειραματική μελέτη.....	23
1.1. Συνοπτική περιγραφή.....	23
1.2. Ιδιότητες Υλικών.....	23
1.2.1. Οπλισμένο Σκυρόδεμα.....	23
Πίνακας 1: Σύνοψη ιδιοτήτων οπλισμού ενίσχυσης.....	23
1.2.2. Πλέγμα σκυροδέματος υφασμάτινης ενίσχυσης.....	23
Πίνακας 2: Ιδιότητες του πλέγματος και των σχετικών κονιαμάτων για τα εφαρμοσμένα συστήματα FRCM.....	24
Εικόνα 1: Γεωμετρία Υφασμάτων: (a) ανθρακικού υφάσματος, (b) γυάλινου υφάσματος, (c) PBO υφάσματος.....	24
1.3. Διάταξη Δοκιμών.....	25
Εικόνα 2: Λεπτομέρειες δοκιμών διαμήκων και διατομών.....	25
Πίνακας 3: Μητρώο δοκιμών.....	26
1.4. Αποτελέσματα πειραματικών δοκιμών.....	27
Πίνακας 4: Σύνοψη πειραματικών αποτελεσμάτων δοκιμών.....	27
Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση ρωγμών, όλες οι τιμές σε KN. Παρατήρηση: το δοκίμιο αναφοράς έχει παρόμοια αστοχία με το τελευταίο δοκίμιο G-F.....	27
Εικόνα 4: Αστοχίες δοκιμών. Παρατήρηση: η αστοχία του τελευταίου δοκιμίου F-G είναι παρόμοια με την αστοχία του δοκιμίου αναφοράς.....	28
1.5. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	29
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα... ..	29
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα... ..	29
1.6. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	30
Εικόνα 5: Σύγκριση αστοχίας Τύπου III Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίου αναφοράς (δεξιά).....	30
Εικόνα 6: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-”δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης.....	30
1.7. Συμπεράσματα.....	30
2. Καμπτική συμπεριφορά δοκών RC με ίνες βασάλτη και με ανακυκλωμένα αδρανή σκυροδέματος.....	31
2.1. Συνοπτική Περιγραφή.....	31
2.2. Ιδιότητες Υλικών.....	31
2.2.1. Χονδρόκοκκα Αδρανή.....	31
2.2.2. Τσιμέντο, άμμος, νερό και οπλισμός ενίσχυσης.....	31
2.2.3. Βασαλτικές μακρο-ίνες (BMF).....	32
Πίνακας 1: Μητρώο δοκιμών για δοκίμια δοκών.....	32
Πίνακας 2: Ειδικό βάρος, ποσοστό απορρόφησης και τριβή αντίστασης των NCA και RCA	32
Πίνακας 3: Ιδιότητες οπλισμού ενίσχυσης.....	32
2.3. Ιδιότητες Υλικών.....	32
Εικόνα 1: Μακρο-ίνες Βασάλτη.....	33
Πίνακας 4: Αναλογίες μίγματος σκυροδέματος.....	33
2.4. Μεγάλης κλίμακας δοκίμια δοκών.....	34
Εικόνα 2: Δοκιμή ρύθμισης με διάταξη οργάνων (οι διαστάσεις σε mm).....	34
Εικόνα 3: Λεπτομέρειες δοκού και διατομής (οι διαστάσεις σε mm).....	35
Πίνακας 5: Σύνοψη αποτελεσμάτων δοκιμών δοκών μεγάλης κλίμακας.....	35
Πίνακας 6: Προβλεπόμενες και μετρημένες καμπτικές ροπές θραύσης και οριακής	

κατάσταση.....	35
Εικόνα 4: Διάταξη ρηγματωμένων δοκιμίων.....	36
2.5. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	37
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...37	
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...37	
2.6. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	38
Εικόνα 5: Σύγκριση αστοχίας Τύπου II Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίου αναφοράς (δεξιά).....	38
Εικόνα 6: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-”δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης.....	38
2.7. Συμπεράσματα.....	38
3. Διατμητική ενίσχυση τσιμεντένιων μελών με μανδύες TRM: Επίδραση της αναλογίας διατμητικής απόκλισης εις βάθος, υλικό και ποσότητα εξωτερικού οπλισμού.....	39
3.1. Συνοπτική Περιγραφή.....	39
3.2. Παράμετροι δοκιμίων και πειραμάτων.....	39
Εικόνα 1: (α) Σχηματική αναπαράσταση δοκών και (b) διατομής.....	40
3.3. Υλικά και διαδικασία ενίσχυσης.....	41
Πίνακας 1: Διαμόρφωση ενίσχυσης και ιδιότητες υλικών για όλα τα δοκίμια.....	41
Πίνακας 2: Σύνοψη αποτελεσμάτων των TRM δοκιμίων.....	42
Πίνακας 3: Σύνοψη αποτελεσμάτων δοκιμών.....	42
Εικόνα 2: Ρηγμάτωση και αστοχία δοκιμίων αναφοράς 3.6 και 1.6.....	43
Πίνακας 4: Σύνοψη αποτελεσμάτων των ενισχυμένων δοκιμίων FRP.....	43
Πίνακας 5: Σύγκριση μεταξύ πειραματικών και προβλεπόμενων τιμών Vf.....	43
3.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	44
3.4.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών $a/d=1.6$	44
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...44	
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...44	
3.4.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών $a/d=2.6$	45
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...45	
Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...45	
3.4.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών $a/d=3.6$	46
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...46	
Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...46	
3.5. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	47
Εικόνα 3: Σύγκριση Τύπων αστοχίας II, III Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίων αναφοράς (δεξιά).....	47
Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-”δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης.....	47
3.6. Συμπεράσματα.....	47
4. Πειραματική μελέτη και πρόβλεψη αντοχής σε διάτμηση για δέσμες σκυροδέματος με ενεργή τέφρα.....	48
4.1. Συνοπτική περιγραφή.....	48
4.2. Πειραματική έρευνα.....	48
4.2.1. Πειραματικά δοκίμια.....	48
4.2.2. Ιδιότητες υλικών.....	49
Πίνακας 1: Αποτελέσματα βοηθητικών δοκιμών για τις συστατικές ιδιότητες υλικών.....	49
Εικόνα 1: Λεπτομέρειες δοκού και διατομής.....	50
Πίνακας 2: Εκτροπή στην πρώτη ρωγμή και τελικό φορτίο, λόγος ολκιμότητας και απορροφούμενη ενέργεια για δοκιμές δοκών RPC.....	50
Πίνακας 3: Οι μέσες τιμές, οι τυπικές αποκλίσεις και οι συντελεστές διασποράς των τιμών σχετικής αντοχής διατμήσεως για τη δοκιμή των τροποποιημένων εξισώσεων.....	51

Εικόνα 2: Αστοχία και ρηγμάτωση δοκών.....	51
4.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	52
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	52
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	52
4.4. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	53
Εικόνα 3: Σύγκριση Τύπων αστοχίας II Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίων αναφοράς (δεξιά). Παρατήρηση: οι δοκοί B2, B3, B4 έχουν παρόμοια αστοχία με την δοκό B1.....	53
Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-”δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης.....	53
4.5. Συμπεράσματα.....	53
5. Επιδράσεις των ιδιοτήτων των υλικών του HFDFRCC, χρησιμοποιώντας ανακυκλωμένο λεπτόκοκκα αδρανή, στην διατμητική αντοχή δοικών RC.....	54
5.1. Συνοπτική Περιγραφή.....	54
5.2. Πειραματική μέθοδος.....	54
5.2.1 HDFRCC.....	54
Πίνακας 1: Δοκίμια σκυροδέματος.....	54
5.2.2. Δοκιμές Υλικών.....	55
Πίνακας 2: Ιδιότητες υλικών (α) R-HFDFRCC.....	55
Πίνακας 3: Ιδιότητες υλικών (β) οπλισμός.....	56
Εικόνα 1: Λεπτομέρειες δοκού και διατομής.....	56
Πίνακας 4: Παράγοντες ανάλυσης.....	56
Πίνακας 5: Τα μέγιστα φορτία εξαγόμενα από τις δοκιμές φόρτισης και ανάλυσης των δοκιμίων ΟΣ RHDFRCC.....	56
5.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	57
5.3.1 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου.....	57
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	57
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	57
5.3.2 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου.....	58
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	58
Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	58
5.3.3 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 3ου δοκιμίου.....	59
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	59
Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	59
5.3.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 4ου δοκιμίου.....	60
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 4: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	60
Διάγραμμα 4: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	60
5.4. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	61
5.5. Συμπεράσματα.....	61
6. Αριθμητική ανάλυση δοκών RC υψηλής αντοχής στην οριακή κατάστασή τους.....	62
6.1. Συνοπτική περιγραφή.....	62
6.2. Ιδιότητες υλικών.....	62
6.2. Επίδραση μέτρου ελαστικότητας και συντελεστή μεταφοράς διάτμησης στις καμπύλες φορτίου-παραμόρφωσης.....	62
Εικόνα 2: Πειραματικά και αριθμητικά αποτελέσματα διάταξεων ρηγμάτωσης.....	64
6.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	65
6.3.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου.....	65
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	65
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	65
6.3.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου.....	66
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	66
6.4. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	67

Εικόνα 3: Σύγκριση Τύπων αστοχίας II Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίων αναφοράς (δεξιά).....	67
Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-”δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης.....	67
6.5. Συμπεράσματα.....	67
7. Μοντελοποίηση πεπερασμένων στοιχείων δοκών RC με ινο-οπλισμένες ράβδους.....	68
7.1. Συνοπτική περιγραφή.....	68
7.2. Λεπτομέρειες των δοκιμίων.....	68
Πίνακας 1: Μηχανικές ιδιότητες σκυροδέματος, οπλισμού και ενίσχυσης GFRP.....	68
Εικόνα 1: Λεπτομέρειες δοκού.....	69
7.3. Περιγραφή στοιχείων FRP και μέθοδος υπολογισμού ATENA FE.....	69
Πίνακας 2: Σύνοψη αποτελεσμάτων ανάλυσης.....	70
Πίνακας 3: Συμπεριφορά θραύσης και τύπος αστοχίας.....	70
Εικόνα 2: Σχήμα ρωγμών της υβριδικής δοκού.....	71
7.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	72
7.4.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου.....	72
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	72
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	72
7.4.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου.....	73
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	73
Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	73
7.4.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 3ου δοκιμίου.....	74
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	74
Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	74
7.5. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	75
Εικόνα 3: Σύγκριση Τύπων αστοχίας II Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίων αναφοράς (δεξιά).....	75
Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-”δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης.....	75
7.6. Συμπεράσματα.....	75
8. Διατμητική και καμπτική συμπεριφορά προεντεταμένων και μη προεντεταμένων δοκών RC και SFRC δοκών RC.....	76
8.1. Συνοπτική περιγραφή.....	76
8.2. Υλικά και Μεθοδολογία.....	76
Εικόνα 1: Λεπτομέρειες προεντεταμένων και μη προεντεταμένων δοκών.....	77
Πίνακας 1: Αναλογίες μίγματος σκυροδέματος.....	78
Πίνακας 2: Λεπτομέρειες των μη προεντεταμένων δοκιμίων δοκών.....	78
Πίνακας 3: Λεπτομέρειες προεντεταμένων δοκιμίων δοκών.....	78
Πίνακας 4: Αντοχή του σκυροδέματος εφαρμοσμένη στο μη προεντεταμένα και στο προεντεταμένα δοκίμια δοκών σκυροδέματος άοπλων και SFRC.....	78
8.3 Μη προεντεταμένα δοκίμια δοκών σκυροδέματος.....	78
Πίνακας 5: Σύνοψη πειραματικών αποτελεσμάτων για την μη προεντεταμένη δοκό σκυροδέματος.....	79
8.4 Προεντεταμένα δοκίμια δοκών σκυροδέματος.....	79
Πίνακας 6: Σύνοψη πειραματικών αποτελεσμάτων για την προεντεταμένη δοκό σκυροδέματος.....	80
Εικόνα 2: Ρωγμή στο άοπλο σκυρόδεμα.....	80
8.5. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	81
8.5.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου.....	81
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα....	81
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα.....	81

8.5.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου.....	82
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...	82
Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...	82
8.5.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 3ου δοκιμίου.....	83
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...	83
Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα.....	83
8.5.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 4ου δοκιμίου.....	84
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 4: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...	84
Διάγραμμα 4: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...	84
8.6. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	85
Εικόνα 3: Σύγκριση Τύπων αστοχίας Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίου αναφοράς (δεξιά).....	85
Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-”δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης.....	85
8.7. Συμπεράσματα.....	85
9. Καμπτική συμπεριφορά και επίδραση μεγέθους της τυπικής αντοχής υποστυλωμάτων υπό μονοτονική οριζόντια φόρτιση.....	86
9.1. Συνοπτική περιγραφή.....	86
9.2. Σχεδιασμός δοκιμίων και μηχανικές ιδιότητες των υλικών.....	86
Εικόνα 1: Λεπτομέρειες υποστυλωμάτων.....	87
Πίνακας 1: Παράμετροι των δοκιμίων υποστυλωμάτων ΟΣ.....	87
9.3. Πρότυπα αποτυχίας κάμψης.....	88
9.3.1. Διαδικασία αστοχίας του δοκιμίου W-0.4-7.....	88
Εικόνα 2: Διαδικασία αστοχίας του δοκιμίου W-0.4-7.....	88
9.3.2. Μορφές αστοχίας όλων των δοκιμίων.....	89
Πίνακας 2: Ιδιότητες υλικών για οπλισμούς ενίσχυσης.....	89
Πίνακας 3: Αναλογίες μίγματος σκυροδέματος.....	89
Εικόνα 3: Μορφές αστοχίας όλων των δοκιμίων.....	90
Πίνακας 4: Αποτελέσματα δοκιμών χαρακτηριστικών σημείων.....	90
Πίνακας 5: Παράμετροι εφαρμοσμένες στο διάγραμμα.....	90
Πίνακας 6: Λεπτομέρειες δοκιμίων εφαρμοσμένες για θλίψη.....	91
9.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	92
9.4.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου.....	92
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...	92
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...	92
9.4.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου.....	93
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...	93
Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...	93
9.4.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 3ου δοκιμίου.....	94
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...	94
Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...	94
9.4.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 4ου δοκιμίου.....	95
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 4: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...	95
Διάγραμμα 4: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...	95
9.4.5. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 5ου δοκιμίου.....	96
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 5: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...	96
Διάγραμμα 5: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...	96
9.4.6. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 6ου δοκιμίου.....	97
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 6: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...	97
Διάγραμμα 6: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...	97
9.5. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	98

Εικόνα 4: Σύγκριση αστοχίας Τύπου III Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίων αναφοράς (δεξιά).....	98
Εικόνα 5: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-”δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης.....	98
9.6. Συμπεράσματα.....	98
10. Επίδραση της διάταξης στην συμπεριφορά κοντών υποστυλωμάτων.....	99
10.1. Συνοπτική περιγραφή.....	99
10.2. Πειραματικό Πρόγραμμα.....	99
10.3. Ιδιότητες Υλικών.....	100
Πίνακας 1: Περιγραφή των διαφορετικών τύπων υποστυλωμάτων εφαρμοσμένα στο πείραμα.....	100
Εικόνα 1: Σκελετός r/f στύλου Τύπου I.....	100
Πίνακας 2: Περιγραφή των διαφορετικών τύπων υποστυλωμάτων εφαρμοσμένα στο πείραμα.....	101
Εικόνα 2: Μορφή αστοχίας στύλου Τύπου I.....	101
10.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	102
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα. .	102
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα.	102
10.5. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	103
Εικόνα 3: Σύγκριση αστοχίας Τύπου II Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίου αναφοράς (δεξιά).....	103
Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-”δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης.....	103
10.6. Συμπεράσματα.....	103
11. Άμεση μέθοδος σχεδιασμού και διαγράμματα σχεδιασμού για υποστυλώματα RC και διατμητικών τοιχείων.....	104
11.1. Συνοπτική περιγραφή.....	104
11.2. Αποδεκτή διαδικασία σχεδιασμού στύλων.....	104
11.2.1. Μονοαξονικό διάγραμμα αλληλεπίδρασης.....	104
11.2.2. Μονοαξονικοί πίνακες ικανότητας φόρτισης στύλων.....	104
11.2.3. Περιγράμματα φόρτισης.....	104
11.2.4. Σχέδιο 3D αλληλεπίδρασης.....	105
Πίνακας 1: Πίνακας δεικτών χωρητικότητας υποστυλώματος.....	105
Πίνακας 2: Αποτελέσματα σχεδιασμού για τον τομέα του σχήματος 3.....	105
Πίνακας 3: Παραδείγματα σχεδιασμού επικύρωσης.....	105
Πίνακας 4: Αποτελέσματα σχεδιασμού για κυκλική διατομή του σχήματος 12.....	106
Πίνακας 5: Τιμές σχεδιασμού για τον τομέα L μορφής του σχήματος 14.....	106
11.3. Προγράμματα υπολογιστή.....	106
11.4. Ορισμός προβλήματος.....	106
11.5. Θεωρία του ιστορικού υποβάθρου και ανάπτυξης της μεθόδου.....	107
Εικόνα 1: Τυπική διατομή στύλου οπλισμένου σκυροδέματος.....	108
Εικόνα 2: Τυπική διατομή στύλου οπλισμένου σκυροδέματος.....	108
11.6. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών.....	109
11.6.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου.....	109
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα. .	109
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα.	109
11.6.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου.....	110
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα. .	110
Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα.	110
11.6.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 3ου δοκιμίου.....	111
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα...111	

Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα...	111
11.6.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 4ου δοκιμίου.....	112
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 4: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα. .	112
Διάγραμμα 4: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα. .	112
11.6.5. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 5ου δοκιμίου.....	113
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 5: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα. .	113
Διάγραμμα 5: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	113
11.6.6. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 6ου δοκιμίου.....	114
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 6: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα. .	114
Διάγραμμα 6: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα....	114
11.6.7. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 7ου δοκιμίου.....	115
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 7: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα. .	115
Διάγραμμα 7: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα. .	115
11.6.8. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 8ου δοκιμίου.....	116
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 8: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα. .	116
Διάγραμμα 8: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα. .	116
11.6.9. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 9ου δοκιμίου.....	117
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 9: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα. .	117
Διάγραμμα 9: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα. .	117
11.6.10. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 10ου δοκιμίου.....	118
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 10: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα	118
Διάγραμμα 10: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα	118
11.6.11. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 11ου δοκιμίου.....	119
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 11: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα.	119
Διάγραμμα 11: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα..	119
11.6.12. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 12ου δοκιμίου.....	120
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 12: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα	120
Διάγραμμα 12: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα..	120
11.6.13. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 13ου δοκιμίου.....	121
Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 13: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα	121
Διάγραμμα 13: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα..	121
11.7. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων.....	122
11.8. Συμπεράσματα.....	122
Ανασκόπηση Συμπερασμάτων.....	123
Δικτυογραφία.....	125
[1] Hybrid NSE/EB technique for shear strengthening of reinforced concrete beams using FRCM: Experimental study.....	125
[2] Flexural behavior of basalt fiber reinforced concrete beams with recycled concrete coarse aggregates.....	125
[3] Shear strengthening of concrete members with TRM jackets: Effect of shear span-to-depth ratio, material and amount of external reinforcement.....	125
[4] Experimental Study and Shear Strength Prediction for Reactive Powder Concrete Beams..	126
[5] Effects of material properties of HFDFRCC Using recycled fine aggregate on shear strength of RC beam.....	126
[6] Numerical Analysis on the High-Strength Concrete Beams Ultimate Behaviour.....	126
[7] Finite element modelling of concrete beams reinforced with hybrid fiber reinforced bars...	126
[8] Shear and flexural behaviour of prestressed and non-prestressed plain and SFRC concrete beams.....	127
[9] Flexural behavior and size effect of normal-strength RC columns under monotonic horizontal loading.....	127
[10] Effect of confinement on behavior of short concrete column.....	127

[11] Direct design method and design diagrams for reinforced concrete columns and shear walls	127
[12] EN 1998-1 (2004) (English): Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]	128
Βιβλιογραφία.....	128
[13] Compressive Force-Path Method: Unified Ultimate Limit-State Design of Concrete Structures.....	128
Παράρτημα Ι.....	129
Πίνακας Υπολογισμών 1: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 1 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	129
Πίνακας Υπολογισμών 2: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 1 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	130
Πίνακας Υπολογισμών 3: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	131
Πίνακας Υπολογισμών 4: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	131
Πίνακας Υπολογισμών 5: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	132
Παράρτημα ΙΙ.....	133
Πίνακας Υπολογισμών 6: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 2 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	133
Πίνακας Υπολογισμών 7: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 2 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	134
Πίνακας Υπολογισμών 8: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	135
Πίνακας Υπολογισμών 9: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	135
Πίνακας Υπολογισμών 10: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	136
Παράρτημα ΙΙΙ.....	137
Πίνακας Υπολογισμών 11: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	137
Πίνακας Υπολογισμών 12: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	138
Πίνακας Υπολογισμών 13: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	139
Πίνακας Υπολογισμών 14: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	139
Πίνακας Υπολογισμών 15: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	140
Πίνακας Υπολογισμών 16: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	141
Πίνακας Υπολογισμών 17: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	142
Πίνακας Υπολογισμών 18: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	143
Πίνακας Υπολογισμών 19: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	143
Πίνακας Υπολογισμών 20: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	144

Πίνακας Υπολογισμών 21: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	145
Πίνακας Υπολογισμών 22: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	146
Πίνακας Υπολογισμών 23: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	147
Πίνακας Υπολογισμών 24: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	147
Πίνακας Υπολογισμών 25: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	148
Παράρτημα IV.....	149
Πίνακας Υπολογισμών 26: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 4 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	149
Πίνακας Υπολογισμών 27: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 4 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	150
Πίνακας Υπολογισμών 28: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	151
Πίνακας Υπολογισμών 29: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	151
Πίνακας Υπολογισμών 30: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	152
Παράρτημα V.....	153
Πίνακας Υπολογισμών 31: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	153
Πίνακας Υπολογισμών 32: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	154
Πίνακας Υπολογισμών 33: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	155
Πίνακας Υπολογισμών 34: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	155
Πίνακας Υπολογισμών 35: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	156
Πίνακας Υπολογισμών 36: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	157
Πίνακας Υπολογισμών 37: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	158
Πίνακας Υπολογισμών 38: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	159
Πίνακας Υπολογισμών 39: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	159
Πίνακας Υπολογισμών 40: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	160
Πίνακας Υπολογισμών 41: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	161
Πίνακας Υπολογισμών 42: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	162
Πίνακας Υπολογισμών 43: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	163
Πίνακας Υπολογισμών 44: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	163
Πίνακας Υπολογισμών 45: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για	

την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	164
Πίνακας Υπολογισμών 46: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	165
Πίνακας Υπολογισμών 47: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	166
Πίνακας Υπολογισμών 48: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	167
Πίνακας Υπολογισμών 49: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	167
Πίνακας Υπολογισμών 50: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	168
Παράρτημα VI.....	169
Πίνακας Υπολογισμών 51: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 6 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	169
Πίνακας Υπολογισμών 52: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 6 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	170
Πίνακας Υπολογισμών 53: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	171
Πίνακας Υπολογισμών 54: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	171
Πίνακας Υπολογισμών 55: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα	172
Πίνακας Υπολογισμών 56: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 6 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	173
Πίνακας Υπολογισμών 57: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 6 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	174
Πίνακας Υπολογισμών 58: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	175
Πίνακας Υπολογισμών 59: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	175
Πίνακας Υπολογισμών 60: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	176
Παράρτημα VII.....	177
Πίνακας Υπολογισμών 61: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	177
Πίνακας Υπολογισμών 62: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	178
Πίνακας Υπολογισμών 63: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	179
Πίνακας Υπολογισμών 64: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	179
Πίνακας Υπολογισμών 65: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	180
Πίνακας Υπολογισμών 66: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	181
Πίνακας Υπολογισμών 67: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	182
Πίνακας Υπολογισμών 68: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	183
Πίνακας Υπολογισμών 69: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	183

Πίνακας Υπολογισμών 70: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	184
Πίνακας Υπολογισμών 71: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	185
Πίνακας Υπολογισμών 72: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	186
Πίνακας Υπολογισμών 73: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	187
Πίνακας Υπολογισμών 74: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	187
Πίνακας Υπολογισμών 75: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	188
Παράρτημα VIII.....	189
Πίνακας Υπολογισμών 76: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	189
Πίνακας Υπολογισμών 77: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	190
Πίνακας Υπολογισμών 78: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	191
Πίνακας Υπολογισμών 79: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	191
Πίνακας Υπολογισμών 80: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	192
Πίνακας Υπολογισμών 81: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	193
Πίνακας Υπολογισμών 82: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	194
Πίνακας Υπολογισμών 83: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	195
Πίνακας Υπολογισμών 84: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	195
Πίνακας Υπολογισμών 85: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	196
Πίνακας Υπολογισμών 86: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	197
Πίνακας Υπολογισμών 87: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	198
Πίνακας Υπολογισμών 88: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	199
Πίνακας Υπολογισμών 89: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	199
Πίνακας Υπολογισμών 90: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	200
Πίνακας Υπολογισμών 91: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	201
Πίνακας Υπολογισμών 92: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	202
Πίνακας Υπολογισμών 93: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	203
Πίνακας Υπολογισμών 94: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	203

Πίνακας Υπολογισμών 95: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	204
Παράρτημα ΙΧ.....	205
Πίνακας Υπολογισμών 96: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	205
Πίνακας Υπολογισμών 97: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	206
Πίνακας Υπολογισμών 98: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	207
Πίνακας Υπολογισμών 99: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	207
Πίνακας Υπολογισμών 100: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	208
Πίνακας Υπολογισμών 101: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	209
Πίνακας Υπολογισμών 102: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	210
Πίνακας Υπολογισμών 103: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	211
Πίνακας Υπολογισμών 104: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	211
Πίνακας Υπολογισμών 105: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	212
Πίνακας Υπολογισμών 106: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	213
Πίνακας Υπολογισμών 107: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	214
Πίνακας Υπολογισμών 108: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	215
Πίνακας Υπολογισμών 109: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	215
Πίνακας Υπολογισμών 110: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	216
Πίνακας Υπολογισμών 111: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	217
Πίνακας Υπολογισμών 112: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	218
Πίνακας Υπολογισμών 113: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	219
Πίνακας Υπολογισμών 114: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	219
Πίνακας Υπολογισμών 115: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	220
Πίνακας Υπολογισμών 116: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 5 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	221
Πίνακας Υπολογισμών 117: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 5 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	222
Πίνακας Υπολογισμών 118: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	223
Πίνακας Υπολογισμών 119: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	223

Πίνακας Υπολογισμών 120: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	224
Πίνακας Υπολογισμών 121: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 6 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	225
Πίνακας Υπολογισμών 122: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 6 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	226
Πίνακας Υπολογισμών 123: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	227
Πίνακας Υπολογισμών 124: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	227
Πίνακας Υπολογισμών 125: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	228
Παράρτημα Χ.....	229
Πίνακας Υπολογισμών 126: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 10 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	229
Πίνακας Υπολογισμών 127: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 10 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	230
Πίνακας Υπολογισμών 128: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	231
Πίνακας Υπολογισμών 129: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	231
Πίνακας Υπολογισμών 130: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	232
Παράρτημα ΧΙ.....	233
Πίνακας Υπολογισμών 131: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	233
Πίνακας Υπολογισμών 132: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	234
Πίνακας Υπολογισμών 133: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	235
Πίνακας Υπολογισμών 134: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	235
Πίνακας Υπολογισμών 135: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	236
Πίνακας Υπολογισμών 136: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	237
Πίνακας Υπολογισμών 137: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	238
Πίνακας Υπολογισμών 138: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	239
Πίνακας Υπολογισμών 139: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	239
Πίνακας Υπολογισμών 140: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....	240
Πίνακας Υπολογισμών 141: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.....	241
Πίνακας Υπολογισμών 142: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα.....	242
Πίνακας Υπολογισμών 143: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα.....	243
Πίνακας Υπολογισμών 144: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία	

την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα.....284

Abstract

This study concerns the comparison of the Eurocode method and the Theory of the Compressive Force Path Method (C.F.P.) for various reinforced concrete tests. For this purpose, experimental test data were collected from eleven (11) published articles. Most comparisons shown great relationship between the Theory of C.F.P. and the test results, as for the failure Type I, II and III and their ultimate failure test value, as for the superiority of the Theory of C.F.P. from the Eurocode Methodology. Few comparisons shown that Eurocode Methodology had better results, but usually not in an acceptable percentage related to test result. Some comparisons shown both same values and percentages for the two Methodologies, sometimes with values and percentages close to test values and sometimes far or too far from the real test values. In conclusion Theory of C.F.P. seem to be better from the Eurocode Methodology, but there are some cases where Eurocode Method is good enough. It is a great question if the Theory of C.F.P. should take into account the Eurocode Methodology or Eurocode Methodology should take into the Theory of C.F.P.. Certainly the merge of the two Methods would give the most promising results, with the Theory of Compressive Force Path Method (C.F.P.) being the dominant methodology, due to the results of the calculations of this study.

Περίληψη

Η παρούσα μελέτη αφορά την σύγκριση της μεθοδολογίας του Ευρωκώδικα και της Θεωρίας της Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης για διάφορα δοκίμια οπλισμένου σκυροδέματος. Για τον σκοπό αυτό αντλήθηκαν δεδομένα πειραματικών δοκιμών από έντεκα (11) έγκριτα δημοσιευμένα άρθρα.

Στο άρθρο 1, η εξωτερικά συγκολλημένη (EB) πλάκα ινοπλισμένου σκυροδέματος (FRCM) χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία ως δομική ενίσχυση για διάφορες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της καμπτικής και διατμητικής ενίσχυσης των δοκών οπλισμένου σκυροδέματος (RC), της καμπτικής ενίσχυσης των πλακών RC και της συγκράτησης των κολώνων. Κατασκευάστηκαν δεκατρείς δοκοί RC μεσαίου μεγέθους με ανεπάρκεια διάτμησης, ενισχυμένες στην διάτμηση και δοκιμασμένες με δοκιμή κάμψης τριών σημείων. Οι παράμετροι δοκιμής ήταν: (α) τύπου FRCM (πολυπαραφαινουλενο βενζοβισοξαζόλη, άνθρακας και γυαλί), (β) ενισχυτική διαμόρφωση (πλήρης έναντι διαλείπουσας λωρίδας), και (γ) αριθμός στρωμάτων υφάσματος. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου III, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.76 και 2.27 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 2, διερευνάται η επίδραση, της χρήσης ανακυκλωμένων αδρανών σκυροδέματος (RCA) από απόβλητα κατασκευών και καταστροφών (C&D) συνδυασμένα με μακρο-ίνες βασάλτη, στην καμπτική συμπεριφορά και στην οριακή αντοχή των δοκών οπλισμένου σκυροδέματος πειραματικά και αναλυτικά. Ένα σύνολο από 16 δοκίμια δοκών οπλισμένου σκυροδέματος δοκιμάστικαν σε καμπτική αστοχία. Οι διευρευνούμενες παράμετροι περιλαμβάνουν το ποσοστό αντικατάστασης ανακυκλωμένων αδρανών σκυροδέματος (RCA) και το κλάσμα του όγκου των μακρο-ινών βασάλτη (BMF). Επιπλέον τα πειραματικά αποτελέσματα συγκρίθηκαν έναντι των ισχύοντων αναλυτικών μοντέλων και των εξισώσεων βασισμένων σε κώδικες, για διάφορα συμβατικά σκυροδέματα. Τα αποτελέσματα των δοκιμών έδειξαν ότι η καμπτική αντοχή των δοκών, με την προσθήκη μακρο-ινών βασάλτη (BMF), βελτιώθηκε. Από την άλλη πλευρά, η χρήση των ανακυκλωμένων αδρανών σκυροδέματος δεν έχει καμία σημαντική επίδραση στην καμπτική αντοχή των δοκών που διερευνήθηκαν. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.76 και 0.87 αντίστοιχα. Στο ποσοστό αναλογίας ο Ευρωκώδικας είναι λίγο καλύτερος.

Στο άρθρο 3, δεκαοκτώ δοκοί ενεργούς πετράλης σκυροδέματος (RPC) υποβλήθηκαν σε μονοτονικό φορτίο, δοκιμάστηκαν για να ποσοτικοποιήσουν την επίδραση ενός νέου τσιμεντοειδούς πλέγματος υλικών, σε διατμητική συμπεριφορά δοκών σκυροδέματος με διαμήκη οπλισμό, χωρίς συνδετήρες. Οι κύριες μεταβλητές των δοκιμών είναι το ποσοστό της αναλογίας διάτμησης με το ενεργό ύψος (a/d), το ποσοστό της διαμήκουσ όπλισης (ρ_w), το ποσοστό των κλασμάτων όγκου ινών χάλυβα (V_f) και το ποσοστό της πούδρας πυριτίου (SF). Οι προτεινόμενες εξισώσεις σχεδιασμού διάτμησης από τους Ashour et al. και Bunnι για δοκούς υψηλής αντοχής ινοπλισμένου σκυροδέματος (HSFRC) έχουν τροποποιηθεί στη δημοσίευση αυτή για να προβλέψουν την διατμητική αντοχή λεπτών δοκών, χωρίς συνδετήρες και με $a/d \geq 2.5$. Οι τροποποιημένες προβλέψεις συγκρίθηκαν με τις προβλέψεις των Shine et al., Kwak et al. και Khuntia et al. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού $a/d=2.6$ και $a/d=3.6$, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 1.16 και 2.99, 1.12 και 3.13 αντίστοιχα. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού

$a/d=1.6$, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου III, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.49 και 1.95 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 4, εκτελούνται δοκιμές φόρτισης σε δοκίμια δοκών οπλισμένου σκυροδέματος, κατασκευασμένα από σύνθετα τσιμεντοειδή ενισχυμένα με ίνες πολυουρεθάνης, ενσωματώνοντας λεπτόκοκκα αδρανή με διαφορετικές αναλογίες νερού-συνδετικού υλικού. Επίσης, πραγματοποιούνται μη γραμμικές αναλύσεις πεπερασμένων στοιχείων για να διερευνηθούν οι επιδράσεις των αναλογιών ύδατος-συνδετικού υλικού και των ράβδων οπλισμού, καθώς και την δύναμη διάτμησης δέσμης των δοκών οπλισμένου σκυροδέματος. Επιπρόσθετα, για ορισμένους παράγοντες, ερευνάται η επίδραση της παρουσίας ή της απουσίας των ράβδων οπλισμού με διάτμηση στην αντοχή διατμήσεως των ακτίνων R-HFDFRCC RC. Διαπιστώνεται ότι οι διακυμάνσεις στο μέγιστο φορτίο των δειγμάτων δοκών RC, που οφείλονται σε διαφορές στην αναλογία νερού-συνδετικού, μπορούν γενικά να προβλεφθούν, εάν κατανοήσουμε τις διαφορές στις ιδιότητες των υλικών (κυρίως αντοχή σε θλίψη, αντοχή σε εφελκυσμό και τελική εφελκυστική τάση), εξαιρετικά σε ρευστά με σύνθετα υλικά τσιμέντου που ενσωματώνουν ανακυκλωμένο λεπτόκοκκα αδρανή. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών δεν είναι κοντινή, σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 0.17 και 0.21 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 5, εκτελούνται δοκιμές φόρτισης σε δοκίμια δοκών οπλισμένου σκυροδέματος, κατασκευασμένα από σύνθετα τσιμεντοειδή ενισχυμένα με ίνες πολυουρεθάνης, ενσωματώνοντας λεπτόκοκκα αδρανή με διαφορετικές αναλογίες νερού-συνδετικού υλικού. Επίσης, πραγματοποιούνται μη γραμμικές αναλύσεις πεπερασμένων στοιχείων για να διερευνηθούν οι επιδράσεις των αναλογιών ύδατος-συνδετικού υλικού και των ράβδων οπλισμού, καθώς και η δύναμη διάτμησης δέσμης των δοκών οπλισμένου σκυροδέματος. Επιπρόσθετα, για ορισμένους παράγοντες, ερευνήσαμε την επίδραση της παρουσίας ή της απουσίας των ράβδων οπλισμού με διάτμηση στην αντοχή διατμήσεως των ακτίνων R-HFDFRCC RC. Διαπιστώσαμε ότι οι διακυμάνσεις στο μέγιστο φορτίο των δειγμάτων δοκών RC, που οφείλονται σε διαφορές στην αναλογία νερού-συνδετικού, μπορούν γενικά να προβλεφθούν, εάν κατανοήσουμε τις διαφορές στις ιδιότητες των υλικών (κυρίως αντοχή σε θλίψη, αντοχή σε εφελκυσμό και τελική εφελκυστική τάση), εξαιρετικά σε ρευστά με σύνθετα υλικά τσιμέντου που ενσωματώνουν ανακυκλωμένο λεπτόκοκκα αδρανή. Λόγω απουσίας δείγματος εικόνας αστοχίας δεν μπορεί να γίνει σύγκριση με τον Τύπο II αστοχίας της μορφής όλων των δοκών. Η μόνη σύγκριση γίνεται βάσει αναλογίας οπλισμών και οι τιμές των ποσοστών δεν είναι κοντινές για την Θεωρία της Τ.Θ.Δ., ενώ για τον Ευρωκώδικα συμβαίνει σε κάποιες φορές να είναι κοντινές οι τιμές. Τα ποσοστά για τις 4 δοκούς είναι 0.21 και 0.39, 0.22 και 0.42, 0.38 και 0.73, 0.2 και 0.47 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 6, η ανάπτυξη τεχνολογιών παραγωγής δοκών υψηλής αντοχής, με σκοπό την δημιουργία ασφαλούς και ανθεκτικού υλικού, συνδέεται με αριθμητικά μοντέλα πραγματικών αντικειμένων. Σε αυτή την μελέτη διερευνήθηκαν τριδιάστατα μη γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία μοντέλων δοκών RC υψηλής αντοχής, με σύνθετη γεωμετρία. Η αριθμητική ανάλυση εκτελέστηκε χρησιμοποιώντας το πακέτο πεπερασμένων στοιχείων, ANSYS. Τα αριθμητικά αποτελέσματα για τα σχέδια με ρωγμές ρωγμών είναι ποιοτικά αποδεκτά ως προς τη θέση, την κατεύθυνση και τη διανομή με τα δεδομένα δοκιμών. Το μοντέλο ήταν σε θέση να προβλέψει την εισαγωγή και διάδοση των καμπτικών και των διαγώνιων ρωγμών. Το συμπέρασμα ήταν ότι το μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων συνέλαβε με επιτυχία την ανελαστική συμπεριφορά κάμψης των δοκών σε αστοχία. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας των δοκών, δείχνουν ότι οι δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας

οπλισμών είναι κοντινή μόνο για την πρώτη δοκό ενώ στην δεύτερη ο Ευρωκώδικας έχει καλύτερα αποτελέσματα. Σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 1.06 και 3.82, 0.38 και 1.37 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 7, αναφέρεται ότι το σκυρόδεμα είναι ένα ετερογενές σύνθετο υλικό φτιαγμένο από τσιμέντο, άμμο, χοντρόκοκκα αδρανή και νερό, αναμειγμένα σε επιθυμητή αναλογία, για να αποκτήσει την απαιτούμενη δύναμη. Το άοπλο σκυρόδεμα δεν αντέχει σε εφελκυσμό σε σύγκριση με την θλίψη. Για να αντισταθμιστεί το μειονέκτημα αυτό το σκυρόδεμα ενισχύεται με οπλισμό. Σήμερα, για την βελτίωση των ιδιοτήτων του σκυροδέματος και επίσης για να αναλάβει τον εφελκυσμό, ο συνδυασμός χάλυβα και γυαλιού σε ινοπλισμένες ράβδους πολυμερών (GFRP), υπόσχονται ικανοποιητική αντοχή, λειτουργικότητα και ανθεκτικότητα. Για να διασφαλίσει την υπόσχεση και να υποστηρίξει τον σχεδιασμό κατασκευών με υβριδικό τύπο οπλισμού, η παρούσα μελέτη διερεύνησε την συμπεριφορά φόρτισης-εκτροπής δοκών RC με υβρίδια GFRP και ράβδους χάλυβα, χρησιμοποιώντας το λογισμικό ATENA. Αναλύθηκαν 14 δοκοί, περιλαμβάνοντας 6 δοκούς ελέγχου οπλισμένες με ράβδους μόνο χάλυβα ή μόνο GFRP Η συμπεριφορά των δοκών αυτών διερευνήθηκε μέσω των χαρακτηριστικών παραμόρφωσης φορτίου, της συμπεριφοράς θραύσης και του τρόπου αστοχίας. Η υβριδική δοκός RC GFRP-χάλυβα έδειξε τη βελτίωση της οριακής αντοχής και της παραμόρφωσης σε σχέση με την δοκό RC. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας των δοκών, όσο και η τιμή δείχνουν ότι οι δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας είναι κοντινότερη για την πρώτη δοκό στον Ευρωκώδικα. Συνολικά οι δύο μέθοδοι έχουν καλά ποσοστά, καλύτερα όμως η Θεωρία Τ.Θ.Δ.. Σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 1.17 και 0.91, 0.88 και 0.69, 0.81 και 0.64 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 8, η παρούσα μελέτη στοχεύει στη βελτίωση της αντοχής σε διάτμηση και κάμψη του σκυροδέματος με την προσθήκη ινών χάλυβα. Επίσης, η μελέτη ερευνά την επίδραση της προέντασης στην αντοχή διάτμησης και κάμψης του σκυροδέματος. Σε αυτό το ερευνητικό έργο, προστίθεται 20% ιπτάμενης τέφρας (κλάση-C) ως υποκατάστατο συνδετικού υλικού στο βάρος του και 1,5% ίνες χάλυβα κατά βάρος σκυροδέματος. Με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα, μπορεί να φανεί ότι η ικανότητα μεταφοράς φορτίου των ινών χάλυβα αυξήθηκε κατά 30-50% από την απλή δοκό χωρίς προεντεταμένη. Και η χωρητικότητα φορτίου αυξάνεται κατά περίπου 30-90% από την απλή δοκό προεντεταμένου σκυροδέματος. Η χρήση ινών χάλυβα σε ένα μείγμα σκυροδέματος βρέθηκε ότι αυξάνει την αντοχή στη ρωγμή των δοκών. Ως εκ τούτου, βάσει πειραματικών αποτελεσμάτων μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι δοκοί από οπλισμένο σκυρόδεμα προεντεταμένης χαλύβδινης ίνας συμβάλλουν στη βελτίωση της διάτμησης, της κάμψης και της διάβρωσης. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας των δοκών, όσο και η τιμή δείχνουν ότι οι δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου I και II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας για την άοπλη δοκό απέχει για τις δυο μεθόδους. Συνολικά οι δύο μέθοδοι έχουν καλά ποσοστά, καλύτερα όμως η Θεωρία Τ.Θ.Δ.. Σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 8.22 και 6.24, 0.81 και 0.47, 0.91 και 0.93, 0.93 και 0.07 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 9, δοκιμάστηκαν συνολικά έξι γεωμετρικά όμοιες στύλοι RC κανονικής αντοχής διαφορετικών δομικών μεγεθών (σε αναλογία 3: 5: 7) και με αξονικές αναλογίες συμπίεσης (0,4 και 0,6) για να διερευνηθεί η συμπεριφορά κάμψης και το μέγεθος όπου τα μεγέθη διατομής των στύλων κυμαίνονταν από 300mm έως 700mm και η αναλογία διατμήσεως ήταν 4. Τα πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν ότι οι επιπτώσεις του μεγέθους στην καμπτική συμπεριφορά των στύλων RC υπό μονοτονικό οριζόντιο φορτίο ήταν προφανείς, συμπεριλαμβάνοντας την φέρουσα ικανότητα των δειγμάτων και την ολκιμότητά τους και την παραμόρφωση συμπίεσης στο σκυρόδεμα, η οποία μειώθηκε με την αύξηση του ύψους της διατομής. Όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος αξονικής συμπίεσης,

τόσο πιο εμφανές είναι το αποτέλεσμα μεγέθους της ικανότητας φέρουσας κάμψης και της τελικής τάσης συμπίεσης του σκυροδέματος. Όταν η αξονική αναλογία συμπίεσης ήταν μικρή, η επίδραση μεγέθους της ολκιμότητας ήταν πιο έντονη. Ωστόσο, η παραδοχή ενός επίπεδου τμήματος εξακολουθεί να συγκρατείται για δείγματα μεγάλης κλίμακας, γεγονός που αποτελεί ένδειξη μηδενικού αποτελέσματος μεγέθους. Επιπλέον, δεν υπήρχε εμφανής επίδραση μεγέθους στα πρότυπα αποτυχίας εκτός από την αύξηση του πλάτους της ρωγμής με το μέγεθος της εγκάρσιας τομής. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου III, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 1.03 και 12.17, 0.9 και 15.03, 0.94 και 18.49, 0.72 και 25.25, 0.93 και 17.85, 0.92 και 25.59 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 10, δοκιμάστηκαν μια σειρά εννέα δειγμάτων υποστυλωμάτων RC που έχουν διάμετρο εγκάρσιας διατομής 150mm x 150mm και ύψος 960mm. Το πείραμα διεξάγεται για έλεγχο υποστυλωμάτος, στύλους με μανδύα τύπου ινοπλέγματος ως ενισχυτικό συγκράτησης πέραν των συνδετήρων και στύλο με μανδύα τύπου ινοπλέγματος ως μόνη ενίσχυση συγκράτησης. Η συνολική απόκριση των δειγμάτων ερευνήθηκε ως προς την ικανότητα μεταφοράς φορτίου, την αξονική μετατόπιση, την τάση, την παραμόρφωση, την πλευρική μετατόπιση και την ολκιμότητα. Τα αποτελέσματα της δοκιμής έδειξαν ότι ο στύλος με προσθήκη ινοπλέγματος δίνει 20% αύξηση στην αξονική αντοχή σε σύγκριση με την κανονικό στύλο ελέγχου. Παρατηρείται ότι οι στύλοι με μανδύες τύπου ινοπλέγματος ως ενίσχυση οπλισμού εκτός από τους συνδετήρες παρέχουν καλύτερη ολκιμότητα και όταν ο στύλος ενισχύεται μόνο με ινοπλέγμα αστοχεί με όλκιμο τρόπο. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, παρόλο που η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών δεν είναι κοντινή, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.06 και 0.47 αντίστοιχα. Ο Ευρωκώδικας παρουσιάζει καλύτερη τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών.

Στο άρθρο 11, ο σχεδιασμός των κολώνων από οπλισμένο σκυρόδεμα και των διατμητικών τοιχωμάτων είναι μια επαναληπτική διαδικασία. Η αντοχή ενός υποτιθέμενου τμήματος ελέγχεται χρησιμοποιώντας διαγράμματα αλληλεπίδρασης και η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να βρεθεί ικανοποιητικό τμήμα. Η μελέτη εισάγει μια μέθοδο άμεσου σχεδιασμού και διαγράμματα σχεδίασης. Η μέθοδος άμεσης σχεδίασης είναι μια αναλυτική προσέγγιση μέσω της οποίας η απαιτούμενη περιοχή οπλισμού για μικρούς στύλους RC ή τοίχους διάτμησης προσδιορίζεται απευθείας χωρίς την χρήση διαγράμματος αλληλεπίδρασης. Αυτή η μέθοδος παρέχει μια προσαρμοσμένη επίλυση για ένα τμήμα οπλισμένου σκυροδέματος. Η αντοχή του τμήματος είναι ίση με τη ζήτηση από τα εφαρμοζόμενα φορτία και ροπές. Για κάθε κολώνα ή τοίχο διάτμησης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλά προσαρμοσμένα τμήματα με διαφορετικά μεγέθη και διατάξεις ραβδών. Το διάγραμμα σχεδίασης δείχνει όλα τα πιθανά τοποθετημένα τμήματα για ένα συγκεκριμένο στύλο ή τοίχο διάτμησης. Αυτή η μελέτη παρέχει αλγόριθμο για την κατασκευή διαγραμμάτων σχεδίασης. Η μόνη σύγκριση γίνεται βάσει αναλογίας οπλισμών και οι τιμές των ποσοστών δεν είναι κοντινές ούτε για την Θεωρία της Τ.Θ.Δ., ούτε για τον Ευρωκώδικα. Τα ποσοστά για τους δεκατρείς (13) στύλους είναι 0.02 και 0.16, 0.03 και 0.20, 0.02 και 0.16, 0.03 και 0.07, 1.76 και 1.88, 4.93 και 5.28, 0.03 και 0.10, 0.01 και 0.12, 0.03 και 0.09, 0.04 και 0.08, 5.15 και 5.52, 2.93 και 3.14, 0.47 και 0.50 αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές θραύσης των δοκιμίων είναι χωρίς συνδετήρες και οι τιμές αντοχής των στύλων χωρίς συνδετήρες, για τις δυο θεωρίες, παρουσιάζει κοντινές τιμές. Συνεπώς οι μέθοδοι είναι υπέρ της ασφαλείας.

Στο τέλος παρουσιάζονται η Ανασκόπηση των Αποτελεσμάτων, η Δικτυογραφία και η Βιβλιογραφία, καθώς και τα έντεκα (11) Παραρτήματα Υπολογισμών.

1. Υβριδική τεχνική NSE / EB για την ενίσχυση διάτμησης δοκών RC χρησιμοποιώντας FRCC: Πειραματική μελέτη

1.1. Συνοπτική περιγραφή

Η εξωτερικά συγκολλημένη (EB) πλάκα ινοπλισμένου σκυροδέματος (FRCC) χρησιμοποιήθηκε με επιτυχία ως δομική ενίσχυση για διάφορες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της καμπτικής και διατμητικής ενίσχυσης των δοκών οπλισμένου σκυροδέματος (RC), της καμπτικής ενίσχυσης των πλακών RC και της συγκράτησης των κολώνων. Κατασκευάστηκαν δεκατρείς δοκοί RC μεσαίου μεγέθους με ανεπάρκεια διάτμησης, ενισχυμένες στην διάτμηση και δοκιμασμένες με δοκιμή κάμψης τριών σημείων. Οι παράμετροι δοκιμής ήταν: (α) τύπου FRCC (πολυπαραφαινυλενο βενζοβισοξαζόλη, άνθρακας και γυαλί), (β) ενισχυτική διαμόρφωση (πλήρης έναντι διαλείπουσας λωρίδας), και (γ) αριθμός στρωμάτων υφάσματος.

1.2. Ιδιότητες Υλικών

1.2.1. Οπλισμένο Σκυρόδεμα

Τα δείγματα ρίχνει την χρήση έτοιμου σκυροδέματος της ίδιας παρτίδας. Το μείγμα σκυροδέματος περιελάμβανε 800 kg λεπτόκοκκων αδρανών, 1100 κιλά φυσικών αδρανών, 371 κιλά συνηθισμένου τσιμέντου Πόρτλαντ και 168 kg νερού, για κάθε κυβικό μέτρο σκυροδέματος. Η χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος σε θλίψη ελήφθη με δοκιμή προτύπου κυλίνδρων από σκυρόδεμα διαστάσεων διαμέτρου 150 mm και ύψους 300 mm σύμφωνα με την ASTM C39 / C39M [48]. Τα αποτελέσματα των δοκιμών έδειξαν μέση θλιπτική αντοχή 28 ημερών των $30 \pm 1,65$ MPa. Η ενίσχυση περιελάμβανε ράβδους διαμέτρου 16 mm (που χρησιμοποιήθηκαν ως εφελκυστική ενίσχυση) και ράβδους διαμέτρου 8 mm (που χρησιμοποιούνται ως θλιπτική ενίσχυση και διάτμηση) με μέση τάση απόδοσης 594MPa και 536 MPa, αντίστοιχα. Ο Πίνακας 1 συνοψίζει τα αποτελέσματα των μέσων μηχανικών ιδιοτήτων των οπλισμού βασισμένα σε δοκιμασμένα δείγματα εργαστηρίου.

Πίνακας 1: Σύνοψη ιδιοτήτων οπλισμού ενίσχυσης

Rebar Diameter (mm)	Yield stress (MPa)	COV (%)	Yield strain ϵ_y (%)	COV (%)	Ultimate strain (%)	COV (%)	Elastic modulus (GPa)
8.00	535.00	0.03	0.26	0.01	12.47	0.16	207.00
16.00	595.00	0.04	0.27	0.02	9.12	0.19	224.00

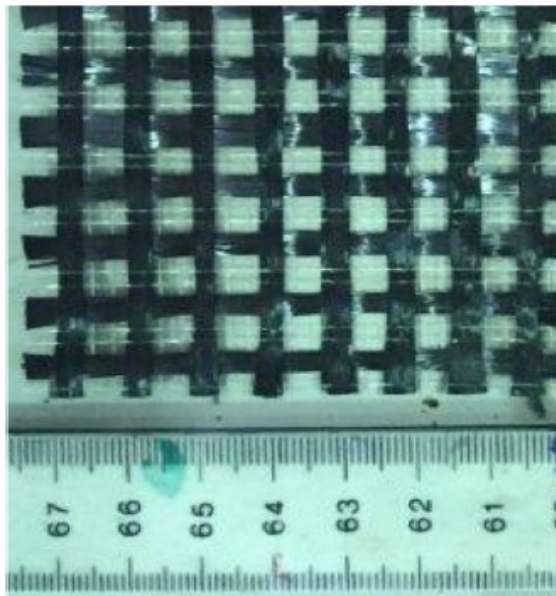
1.2.2. Πλέγμα σκυροδέματος υφασμάτινης ενίσχυσης

Τρεις εμπορικά διαθέσιμοι τύποι υφασμάτων χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την μελέτη με τους κατασκευαστές να συνιστούν κονιάματα που αποτελούν τρία συστήματα FRCC, δηλαδή άνθρακα (C) - FRCC, PBO FRCC και γυαλί (G) - FRCC. Ο Πίνακας 2 συνοψίζει τα γεωμετρικά και μηχανικά χαρακτηριστικά κάθε τύπου υφάσματος κατά μήκος με την αντίστοιχη αντοχή του κονιάματος όπως προβλέπεται από τους κατασκευαστές. Επιπλέον, η γεωμετρία του υφάσματος φαίνεται στην Εικόνα 1a έως c για υφάσματα από άνθρακα, γυαλί και PBO, αντίστοιχα. Το κέντρο στο κεντρικό διάστημα των βελονιών στο υάλινο ύφασμα ήταν 18x14mm ενώ ήταν 10x10 mm και 10x17 mm για τον άνθρακα και PBO υφάσματα, αντίστοιχα.

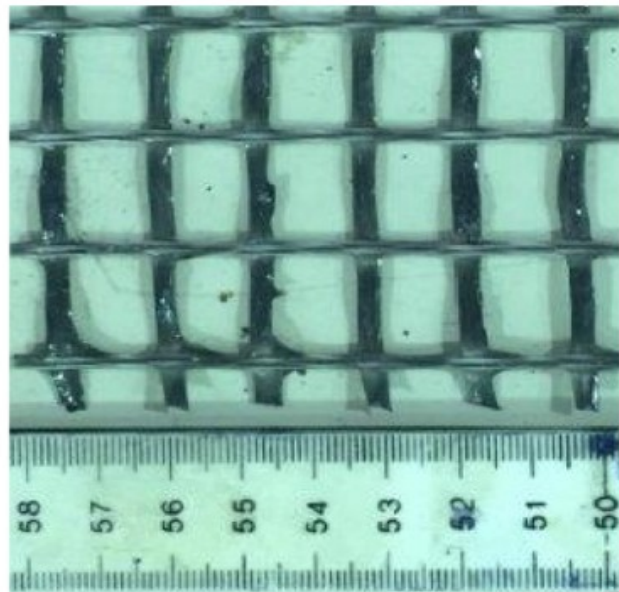
Πίνακας 2: Ιδιότητες του πλέγματος και των σχετικών κονιαμάτων για τα εφαρμοσμένα συστήματα FRCM

Fabric type	c/c spacing warp w eft (mm)	Af-w arp (mm ² /mm)	Af-w eft (mm ² /mm)	Elastic modulus (GPa)	Tensile strength (GPa)	Ultimate strain (%)	28-day compressive strength of mortar (MPa)	Tensile strength of mortar (MPa)
Carbon	10 x 10	0.05	0.05	240.00	4.80	1.80	20.00	3.50
Glass	18 x 14	0.05	0.07	80.00	2.60	3.25	40.00	8.30
PBO	10 x 17	0.05	0.02	270.00	5.80	2.15	30.00	4.00

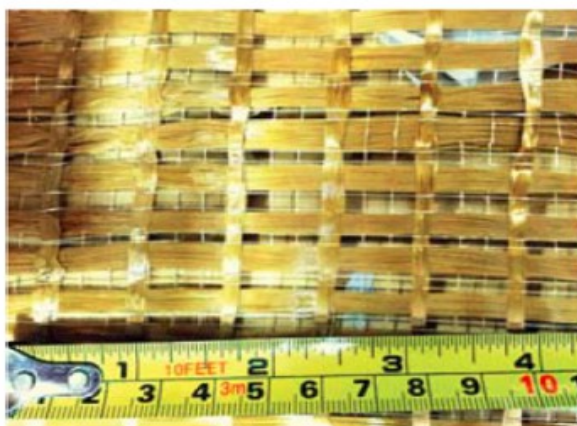
Εικόνα 1: Γεωμετρία Υφασμάτων: (a) ανθρακικού υφάσματος, (b) γυάλινου υφάσματος, (c) PBO υφάσματος



(a)



(b)

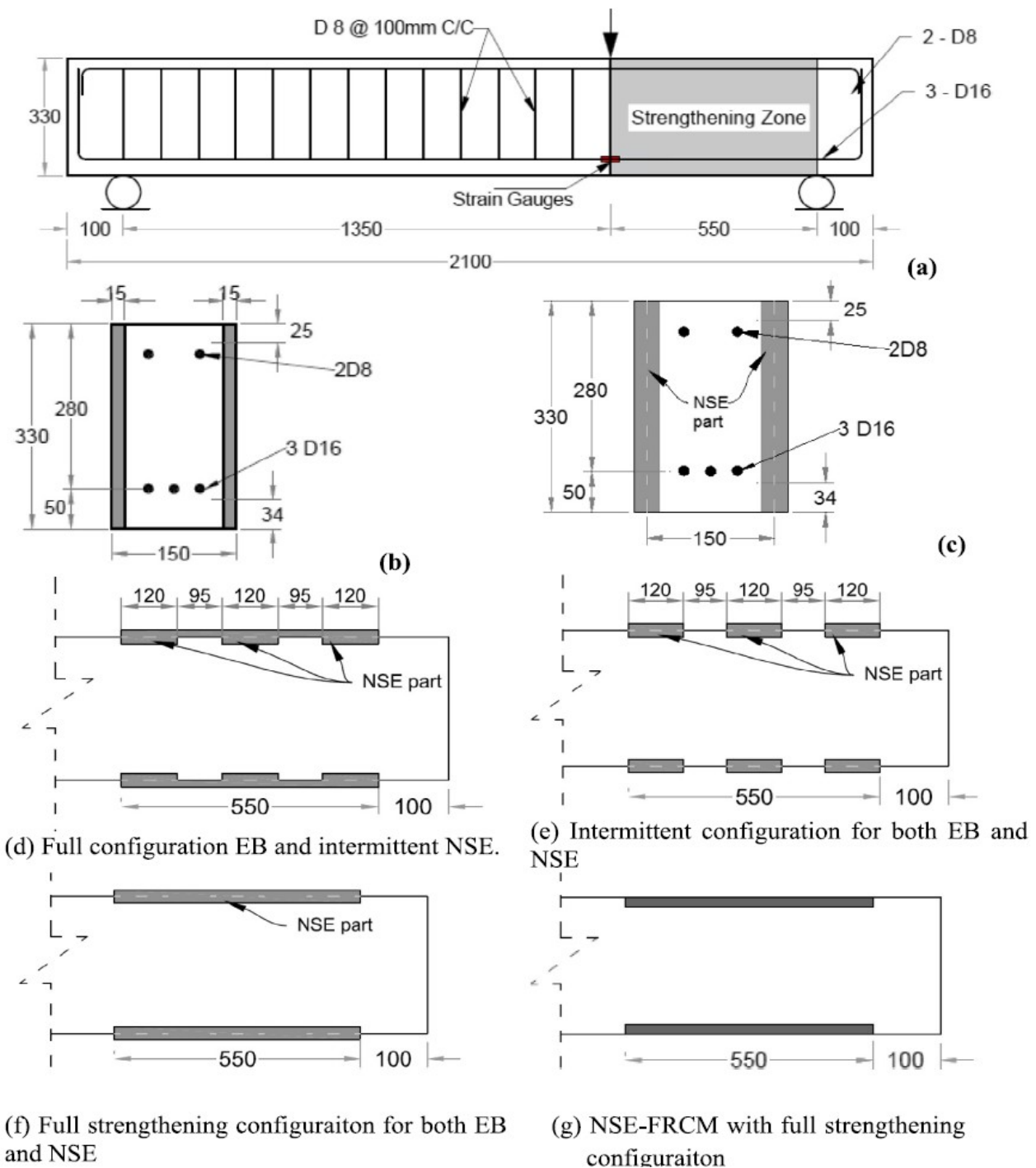


(c)

1.3. Διάταξη Δοκιμών

Η κατασκευή των δειγμάτων δοκιμής αφορούσε συνολικά δεκατρείς (13) ορθογώνιες δοκούς RC μεσαίου μεγέθους διαστάσεων 150 mm σε πλάτος, σε βάθος 330 mm και μήκος 2100 mm. Εικ. 2α δείχνει το διαμήκες τμήμα των δοκών. Έχει προβλεφθεί μια σταθερή τιμή καλύμματος από σκυρόδεμα 34 mm, αποδίδοντας μια τυπική δοκό στατικού ύψους 280 mm. Τα δείγματα δοκιμάστηκαν κάτω από φορτίο τριών σημείων, όπως μια απλή έδραση με ένα καθαρό μήκος 1,9 m μεταξύ των στηριγμάτων.

Εικόνα 2: Λεπτομέρειες δοκιμών διαμήκων και διατομών



Ένα δείγμα δεν ενισχύθηκε για να δρα ως σημείο αναφοράς, ενώ τα υπόλοιπα δώδεκα δείγματα ήταν ενισχυμένα για διάτμηση χρησιμοποιώντας συστήματα FRCM. Εννέα από

τα ενισχυμένα δείγματα χρησιμοποίησαν το σύστημα NSEEB-FRCM ενώ τα άλλα τρία δείγματα ενισχύθηκαν χρησιμοποιώντας το αντίστοιχο NSE-FRCM για το σκοπό της σύγκρισης. Τα Σχήματα 2b και c δείχνουν λεπτομέρειες της διατομής για το NSE-FRCM και τα NSEEB-FRCM ενισχυμένα δείγματα, αντίστοιχα. Το NSEEB-FRCM περιλάμβανε δύο στρώματα, κοντά στην επιφάνεια, ενσωματωμένου FRCM και δύο ακόμη στρώματα EB-FRCM, με διαφορετικές διαμορφώσεις, με αποτέλεσμα το σύνολο των 4 στρώσεων FRCM, ενώ το NSE-FRCM χρησιμοποίησε δύο στρώματα υφάσματος που εφαρμόστηκαν στην προετοιμασμένη αυλάκωση με το αντίστοιχο κονίαμα. Η πειραματική μήτρα δοκιμής παρέχεται στον Πίνακα 3. Στο δείγμα ο προσδιορισμός ακολουθεί δύο βασικές παραμέτρους: ύφασμα και FRCM τόσο για ενσωματωμένο, κοντά στην επιφάνεια, όσο και για EB-FRCM σύστημα. Για το σύστημα NSEEB-FRCM, ο προσδιορισμός του δείγματος χαρακτηρίζεται με την μορφή "A-B-D" όπως φαίνεται στον Πίνακα 3. Το «A» δηλώνει ο τύπος υφάσματος (C - για άνθρακα, P - για PBO, και G - για γυαλί)? " B " και ' Το "D" δηλώνει την διαμόρφωση ενίσχυσης ("I" αναπαριστά την διαμόρφωση διαλείπουσας λωρίδας και το " F " αναπαριστά πλήρη διαμόρφωση) για σύστημα ενσωματωμένο κοντά στην επιφάνεια και σύστημα EB-FRCM, αντίστοιχα. Κατά συνέπεια, το C-I-I δηλώνει ένα δείγμα δοκιμής ενισχυμένο με σύστημα άνθρακα NSEEB -FRCM, στο οποίο η κοντινή επιφάνεια έχει ενσωματωθεί και τα εξωτερικά συνδεδεμένα μέρη είναι διακεκομμένα, όπως φαίνεται στο Εικ. 2ε. Στην περίπτωση του συστήματος NSE-FRCM, έχει χρησιμοποιηθεί μόνο πλήρης διαμόρφωση με δύο στρώματα συστήματος FRCM. Έτσι, μόνο τα πρώτα δυο γράμματα χρησιμοποιήθηκαν για τον προσδιορισμό του NSE-FRCM, δηλαδή "A" για τον τύπο υφάσματος και το «B» για τη διαμόρφωση NSE-FRCM που είναι πλήρης διαμόρφωση. Επομένως, το G-F υποδηλώνει ότι ένα δείγμα δοκιμής ενισχύθηκε με δύο στρώματα από γυαλί NSE-FRCM εφαρμοσμένα σε πλήρη FRCM διαμόρφωση.

Πίνακας 3: Μητρώο δοκιμών

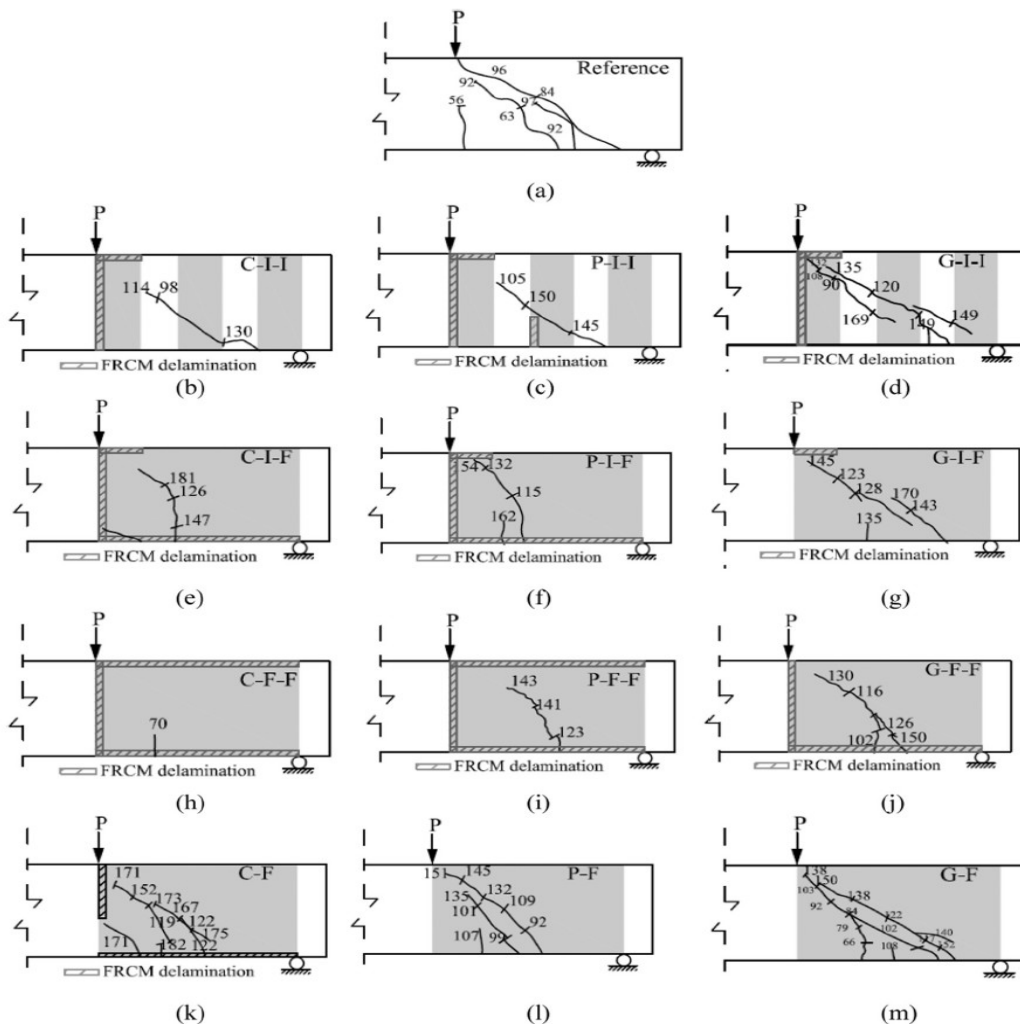
Beam ID	Fabric type	Strengthening scheme		Number of FRCM layers	
		NSE	EB	NSE	EB
Reference	–	–	–	–	–
C-F-F	Carbon	Full/continuous	Full/continuous	2.00	2.00
C-I-F	Carbon	Intermittent	Full/continuous	2.00	2.00
C-I-I	Carbon	Intermittent	Intermittent	2.00	2.00
C-F	Carbon	Full/continuous	–	2.00	–
P-F-F	PBO	Full/continuous	Full/continuous	2.00	2.00
P-I-F	PBO	Intermittent	Full/continuous	2.00	2.00
P-I-I	PBO	Intermittent	Intermittent	2.00	2.00
P-F	PBO	Full/continuous	–	2.00	–
G-F-F	Glass	Full/continuous	Full/continuous	2.00	2.00
G-I-F	Glass	Intermittent	Full/continuous	2.00	2.00
G-I-I	Glass	Intermittent	Intermittent	2.00	2.00
G-F	Glass	Full/continuous	–	2.00	–

1.4. Αποτελέσματα πειραματικών δοκιμών

Πίνακας 4: Σύνοψη πειραματικών αποτελεσμάτων δοκιμών

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Specimen ID	P _u (kN)	Gain in P _u (%)	P _f	K _f	Normalized K _f	δ _u (mm)	δ _u =δ _{uR}	ε _{s,u} (μΕ)	ε _{c,u} (μΕ)	Ψ (KN.mm)	ε _{FRCM,U} (μΕ)
Reference	104.00	–	–	–	–	3.25	–	1425.00	–	238.00	–
C-F-F	222.42	113.87	0.00	181.00	3.98 k	7.96	2.45	–	–	1189.00	–
C-I-F	205.57	97.66	0.00	150.00	3.29 k	6.21	2.05	1837.00	1615.00	761.00	345.00
C-I-I	149.19	43.45	0.00	119.00	2.60 k	5.45	1.68	1768.00	1584.00	485.00	1299.00
C-F	184.22	77.13	0.00	91.00	1.99 k	6.48	1.99	2711.00	2036.00	753.00	163.00
P-F-F	183.31	76.26	0.00	91.00	2.00 k	6.41	1.97	2471.00	1779.00	760.00	166.00
P-I-F	169.94	63.40	0.00	75.00	1.65 k	6.30	1.94	1884.00	1329.00	653.00	348.00
P-I-I	150.48	44.69	0.00	60.00	1.31 k	5.38	1.66	2203.00	1396.00	497.00	300.00
P-F	169.46	62.94	0.00	46.00	k	5.93	1.82	2457.00	1153.00	632.00	517.00
G-F-F	186.83	79.64	0.00	97.00	2.12 k	7.44	2.29	2565.00	1581.00	932.00	1840.00
G-I-F	185.37	78.24	0.00	80.00	1.76 k	6.24	1.92	2057.00	1251.00	717.00	387.00
G-I-I	167.76	61.30	0.00	63.00	1.39 k	5.71	1.76	2228.00	2035.00	600.00	853.00
G-F	173.83	67.14	0.00	48.00	1.06 k	5.98	1.84	2426.00	1891.00	694.00	300.00

Εικόνα 3: Σχηματική αναπαράσταση ρωγμών, όλες οι τιμές σε KN. Παρατήρηση: το δοκίμιο αναφοράς έχει παρόμοια αστοχία με το τελευταίο δοκίμιο G-F.



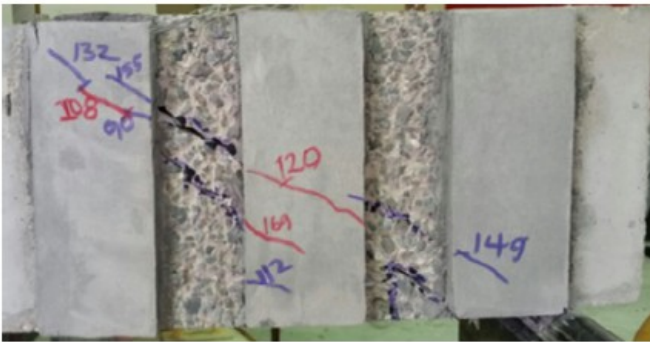
Εικόνα 4: Αστοχίες δοκιμών. Παρατήρηση· η αστοχία του τελευταίου δοκιμίου F-G είναι παρόμοια με την αστοχία του δοκιμίου αναφοράς.



(a) P-F-F



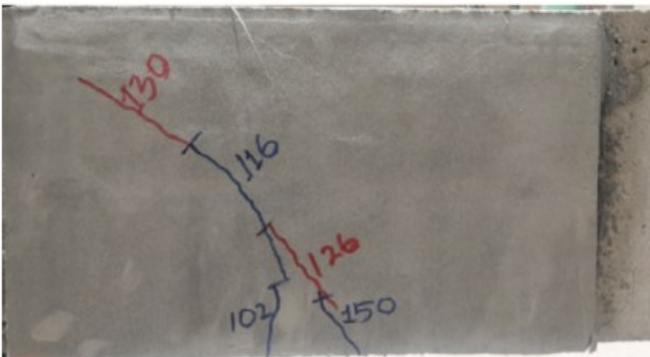
(b) P-F-F (FRCM composite removed)



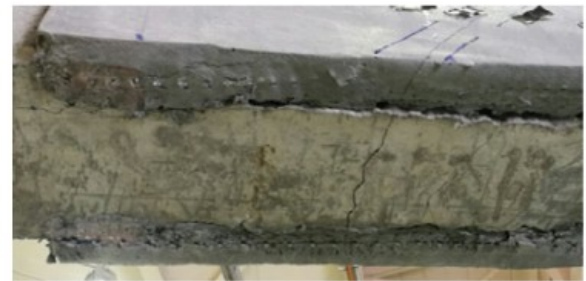
(c) G-I-I



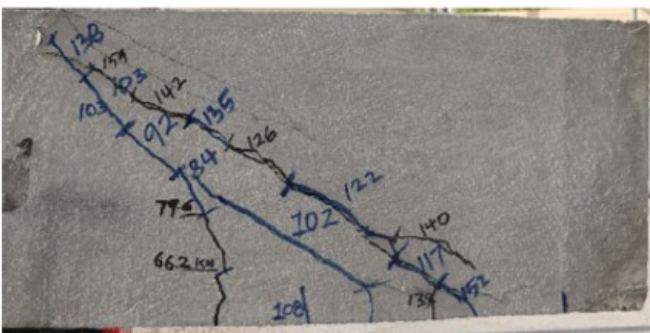
(d) G-I-I (top view)



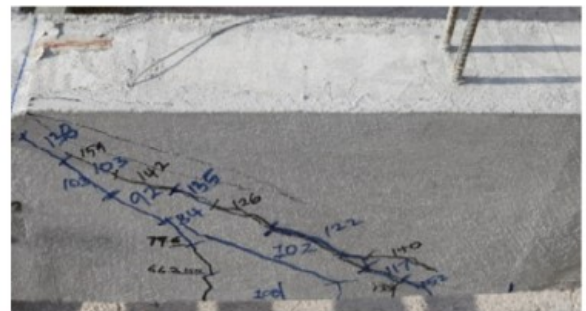
(e) G-F-F



(f) G-F-F (bottom view)



(g) G-F



(h) G-F (top view)

1.5. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

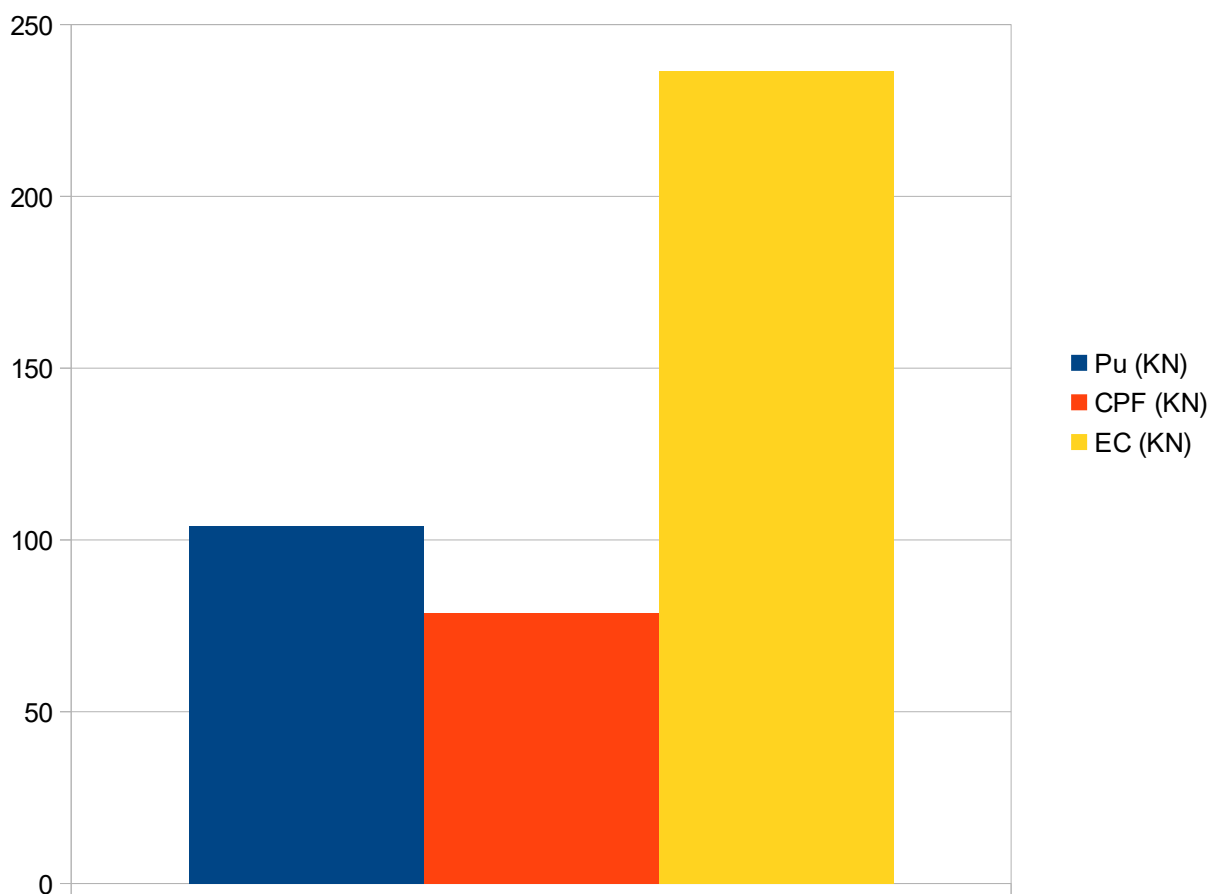
Type III		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
104.00	-78.64	0.76

Pu (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
104.00	-236.51	2.27

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
104.00	78.64	236.51

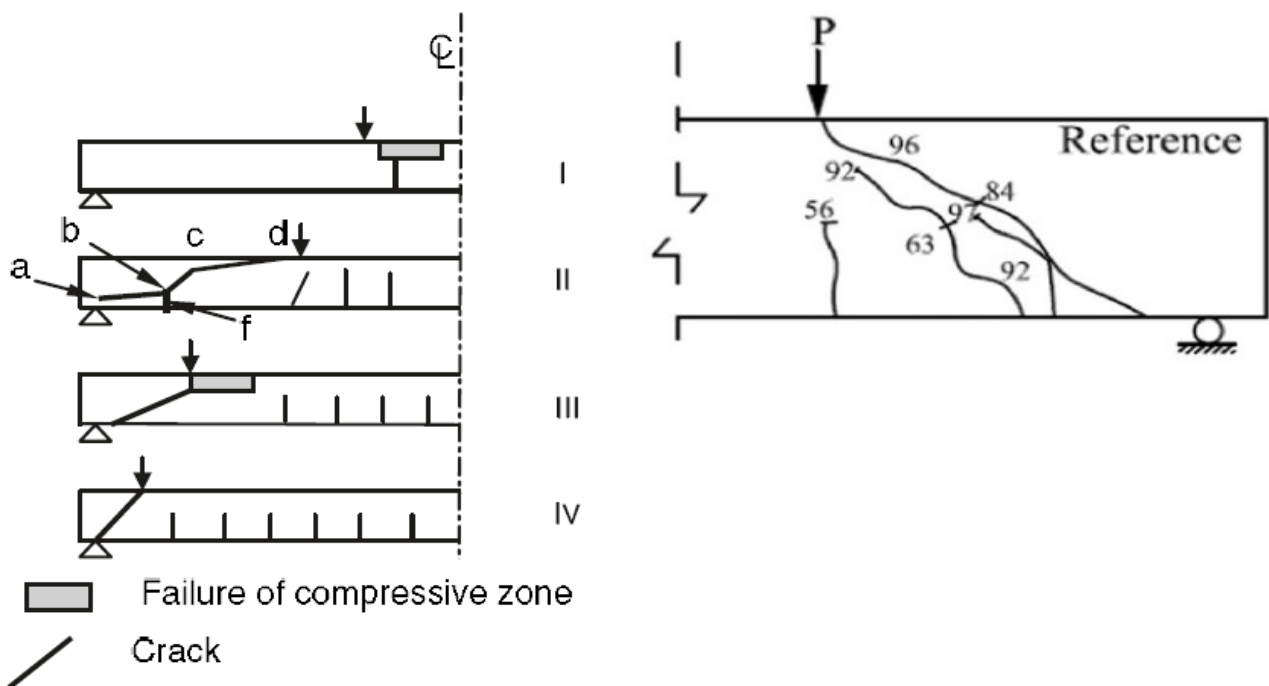
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Ουλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



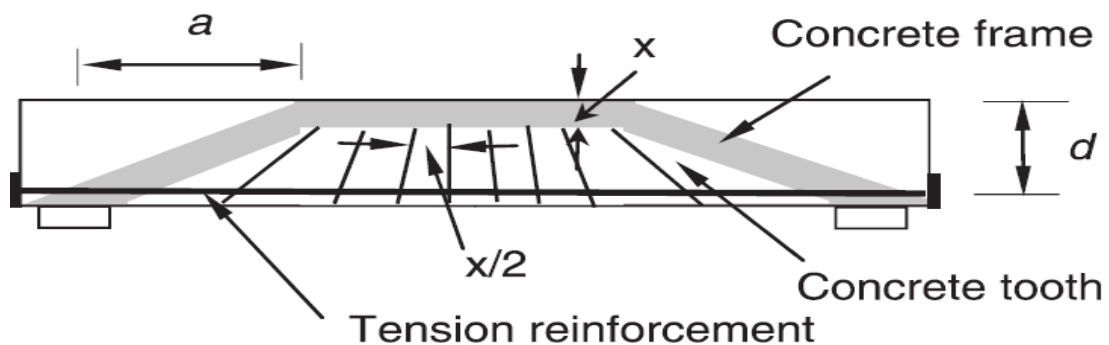
1.6. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Εικόνα 5: Σύγκριση αστοχίας Τύπου III Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίου αναφοράς (δεξιά)



Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου III παρουσιάζει μια ομοιόμορφη εφελκυστική αστοχία διαγώνιου ρήγματος. Χαρακτηριστικό αυτής της αστοχίας είναι ότι η αστοχία συμβαίνει εκτός του διατμητικού μήκους. Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται η διατμητική ζώνη συνεισφοράς του σκυροδέματος και οι εφελκυστικοί πρόβολοι-“δόντια” που συμβάλουν στην μεταφορά της εφελκυστικής δύναμης του σκυροδέματος στον ισχυρότερο εφελκυστικά οπλισμό ενίσχυσης.

Εικόνα 6: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-“δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης



1.7. Συμπεράσματα

Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου III, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.76 και 2.27 αντίστοιχα. [1] [12] [13].

2. Καμπτική συμπεριφορά δοκών RC με ίνες βασάλτη και με ανακυκλωμένα αδρανή σκυροδέματος

2.1. Συνοπτική Περιγραφή

Αυτή η μελέτη διερευνά την επίδραση, της χρήσης ανακυκλωμένων αδρανών σκυροδέματος (RCA) από απόβλητα κατασκευών και καταστροφών (C&D) συνδυασμένα με μακρο-ίνες βασάλτη, στην καμπτική συμπεριφορά και στην οριακή αντοχή των δοκών οπλισμένου σκυροδέματος, πειραματικά και αναλυτικά. Ένα σύνολο από 16 δοκίμια δοκών οπλισμένου σκυροδέματος δοκιμάστικαν σε καμπτική αστοχία. Οι διερευνούμενες παράμετροι περιλαμβάνουν το ποσοστό αντικατάστασης ανακυκλωμένων αδρανών σκυροδέματος (RCA) και το κλάσμα του όγκου των μακρο-ινών βασάλτη (BMF). Επιπλέον τα πειραματικά αποτελέσματα συγκρίθηκαν έναντι των ισχύοντων αναλυτικών μοντέλων και των εξισώσεων βασισμένων σε κώδικες, για διάφορα συμβατικά σκυροδέματα. Τα αποτελέσματα των δοκιμών έδειξαν ότι η καμπτική αντοχή των δοκών, με την προσθήκη μακρο-ινών βασάλτη (BMF), βελτιώθηκε. Από την άλλη πλευρά, η χρήση των ανακυκλωμένων αδρανών σκυροδέματος δεν έχει καμία σημαντική επίδραση στην καμπτική αντοχή των δοκών που διερευνήθηκαν.

2.2. Ιδιότητες Υλικών

2.2.1. Χονδρόκοκκα Αδρανή

Οι δύο τύποι χονδροειδών αδρανών που χρησιμοποιήθηκαν σε αυτή την έρευνα ήταν NCA (Γάββρος) και RCA. Ο Γάββρος, ένας πυριγενής βράχος, είναι φυσικό χοντρόκοκκο αδρανές το οποίο χαρακτηρίζεται από το σκούρο χρώμα του. Ο Γάββρος δεν είναι φυσικά διαθέσιμος στο Κατάρ, επομένως, εισάγεται από το Ομάν για την κάλυψη των αναγκών των τοπικών αγορών. Αφ'ετέρου, το RCA που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη έχει παραχθεί στο Κατάρ από το 2009 από τις κατεδαφισμένες κατασκευές σκυροδέματος. Ανάλυση διαβάθμισης διεξήχθη σύμφωνα με το πρότυπο ASTM C33. Η Εικόνα 1 δείχνει τις προκύπτουσες κατανομές μεγέθους σωματιδίων για τους δύο τύπους συσσωματωμάτων σε σχέση με τα ανώτερα και κατώτερα όρια ASTM για τα αδρανή χρήσης σε σκυρόδεμα. Η καμπύλη RCA ήταν κοντά στο ανώτερο ASTM όριο, ενώ η καμπύλη διαβάθμισης της NAK ήταν μεταξύ στα όρια της ASTM. Αποτελέσματα δοκιμών για το λόγο βάρους και απορρόφησης των δύο τύπων συσσωματωμάτων παρουσιάζονται στον Πίνακα 2. Όπως αναμενόταν, το RCA έδειξε χαμηλότερο ειδικό βάρος και βάρος μονάδας και σημαντικά υψηλότερη αναλογία απορρόφησης σε σύγκριση με τα συσσωματώματα Γάββρου. Τα αποτελέσματα των δοκιμών τριβής του Λος Άντζελες έδειξαν αύξηση της απώλειας υλικού για RCA.

2.2.2. Τσιμέντο, άμμος, νερό και οπλισμός ενίσχυσης

Η πλυμένη άμμος χρησιμοποιήθηκε ως λεπτόκοκκο αδρανές σε όλα τα μείγματα σκυροδέματος σύμφωνα με τις προδιαγραφές κατασκευής 2014 του Κατάρ για ένα συνηθισμένο τσιμέντο Portland (OPC), όπου οι ιδιότητές συναντούν τις απαιτήσεις ASTM C150-07 [38]. Επιπλέον, το νερό της βρύσης χρησιμοποιήθηκε επίσης για όλα τα μείγματα σκυροδέματος. Χάλυβες με διάμετρο 8 mm και 16 mm χρησιμοποιήθηκαν ως διαμήκεις ενισχύσεις. Η μηχανικές ιδιότητες των ενισχυτικών ράβδων χάλυβα παρουσιάζονται στον Πίνακα 3. Κάθε τιμή αποτελέσματος βασίζεται στον μέσο όρο των τριών δοκιμασμένων δειγμάτων ράβδων οπλισμού.

2.2.3. Βασαλτικές μακρο-ίνες (BMF)

Υπάρχουν διάφοροι τύποι ινών που έχουν χρησιμοποιηθεί στα μείγματα σκυροδέματος για την παραγωγή FRC. Ωστόσο, αυτή η έρευνα επικεντρώθηκε στην χρήση BMF σε μείγματα σκυροδέματος. Το BMF έχει σχεδιαστεί για τη βελτίωση του σκυροδέματος την αντοχή σε εφελκυσμό, τον έλεγχο ρωγμής και την παροχή υψηλής κάμψης αντίστασης με υψηλή ακεραιότητα, υψηλή θερμική αντίσταση και αλκαλική αντοχή. Πρόσφατα, μια ευρωπαϊκή εταιρεία έχει αναπτύξει βασάλτικές μακρο-ίνες με εμπορικό σήμα μάρκας MiniBar. Αυτός ο τύπος BMF χρησιμοποιήθηκε σε αυτή τη μελέτη. Είναι μια μη διαβρωτική διακριτή λεπτή ίνα κατασκευασμένη από πέτρα βασάλτη και επικαλυμμένη με κατάλληλο διάλυμα για χρήση σε σκυρόδεμα, με μέση διάμετρο 0,65 mm και μήκος 45 mm. Λειτουργεί ως ενεργός οπλισμός που παρέχει την άμεση μεταφορά εφελκυσμού όταν δημιουργούνται μικρές ρωγμές στο σκυρόδεμα. Έχει ένα εφελκυσμό αντοχής 1080 MPa και μέτρο ελαστικότητας 44 GPa, όπως προβλέπεται από τον κατασκευαστή. Επιπλέον, η πυκνότητά του είναι κοντά στην πυκνότητα συνθετικών ινών. Αυτό επιτρέπει την ανάμιξη του σκυροδέματος με BMF σε δοσολογίες έως και 3% κατ' όγκο χωρίς να υποβαθμιστεί η λειτουργικότητα του σκυροδέματος.

Πίνακας 1: Μητρώο δοκιμών για δοκίμια δοκών

Beam #	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A13	A14	A15	A16
RCA (%)	0	25	50	100	0	25	50	100	0	25	50	100	0	25	50	100
BMF(%)	0	0	0	0	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	1.5

Πίνακας 2: Ειδικό βάρος, ποσοστό απορρόφησης και τριβή αντίστασης των NCA και RCA

Aggregates Type Bulk	Specific Gravity (Dry)	Bulk Specific Gravity (SSD*)	Bulk Specific Gravity (APP**)	Absorption (%)	Abrasion Resistance (Loss%)
NCA (Gabbro)	2.88	2.89	2.93	0.65	8.9
RCA	1.96	2.04	2.13	4.06	17.6

* (SSD = Saturated Surface Dry).

** (APP = Apparent).

Πίνακας 3: Ιδιότητες οπλισμού ενίσχυσης

Bar Dia. (mm)	Area (mm ²)	Yield Strain	Yield Stress (N/mm ²)	Ultimate Stress (N/mm ²)	Modulus of Elasticity (Gpa)
8	50	0.00268	512	551	191
16	201	0.00266	525	560	197

2.3. Ιδιότητες Υλικών

Συνολικά, 16 μίγματα σκυροδέματος με διαφορετικές αναλογίες αντικατάστασης RCA και κλάσματα όγκου BMP. Όλα τα μείγματα σκυροδέματος παρασκευάστηκαν με σταθερή αναλογία ύδατος προς τσιμέντο 0,45 και στοχευμένη θλιπτική αντοχή 35 MPa. Καθώς το RCA χαρακτηρίζεται από την υψηλότερη απορρόφηση του νερού λόγω των συνημμένων παλαιών κονιαμάτων σε σύγκριση με το NCA και την ποσότητα ελεύθερου νερού στο σκυρόδεμα το, μείγμα παίζει σημαντικό κανόνα στην ανάπτυξη στις ιδιότητες σκλήρυνσης του προκύπτοντος σκυροδέματος. Για τον λόγο αυτό, τα RCA και τα NCA πλύθηκαν και βυθίστηκαν σε νερό για 24 ώρες πριν από την ανάμιξη, και στη συνέχεια η επιφανειακή υγρασία ξηράνθηκε. Αυτό έγινε για να διασφαλιστεί ότι και οι δύο τύποι συσσωματωμάτων ήταν σε κατάσταση ξηρής κορεσμένης επιφάνειας (SSD) στην φάση της μείξης μπετόν. Το νερό που απορροφήθηκε από κορεσμένα συσσωματώματα δεν περιλαμβάνεται στον υπολογισμό της περιεκτικότητας νερού σε τσιμέντο. Ωστόσο πρέπει να διασφαλιστεί ότι η

υπόλοιπη ποσότητα νερού είναι περίπου η ίδια και είναι αρκετό για να εξασφαλίσει την ενυδάτωση των σωματιδίων του τσιμέντου στο μείγμα μπετόν. Ο σχεδιασμός μείγματος άμεσης αντικατάστασης όγκου (DVR) υιοθετήθηκε ως μέθοδος για τον υπολογισμό των αναλογιών του μείγματος σκυροδέματος, όπου ο συνολικός όγκος του RCA συν το NCA σε ένα κυβικό μέτρο σκυροδέματος διατηρήθηκε σταθερός για όλα τα δείγματα σκυροδέματος, όπως που παρουσιάζεται στον Πίνακα 4.

Εικόνα 1: Μακρο-ίνες Βασάλτη



Πίνακας 4: Αναλογίες μίγματος σκυροδέματος

Mix #	Specimen Description	Cement kg/m ³	Sand kg/m ³	Water kg/m ³	NCA kg/m ³	RCA kg/m ³	BMF kg/m ³
A1	RCA 0%–BMF 0%	349.5	709	156	1076	0	0
A2	RCA 25%–BMF 0%	349.5	709	156	807	189.5	0
A3	RCA 50%–BMF 0%	349.5	709	156	538	379.5	0
A4	RCA 100%–BMF 0%	349.5	709	156	0	759	0
A5	RCA 0%–BMF 0.5%	349.5	709	156	1076	0	9
A6	RCA 25%–BMF 0.5%	349.5	709	156	807	189.5	9
A7	RCA 50%–BMF 0.5%	349.5	709	156	538	379.5	9
A8	RCA 100%–BMF 0.5%	349.5	709	156	0	759	9
A9	RCA 0%–BMF 1%	349.5	709	156	1076	0	18
A10	RCA 25%–BMF 1%	349.5	709	156	807	189.5	18
A11	RCA 50%–BMF 1%	349.5	709	156	538	379.5	18
A12	RCA 100%–BMF 1%	349.5	709	156	0	759	18
A13	RCA 0%–BMF 1.5%	349.5	709	156	1076	0	27
A14	RCA 25%–BMF 1.5%	349.5	709	156	807	189.5	27
A15	RCA 50%–BMF 1.5%	349.5	709	156	538	379.5	27
A16	RCA 100%–BMF 1.5%	349.5	709	156	0	759	27

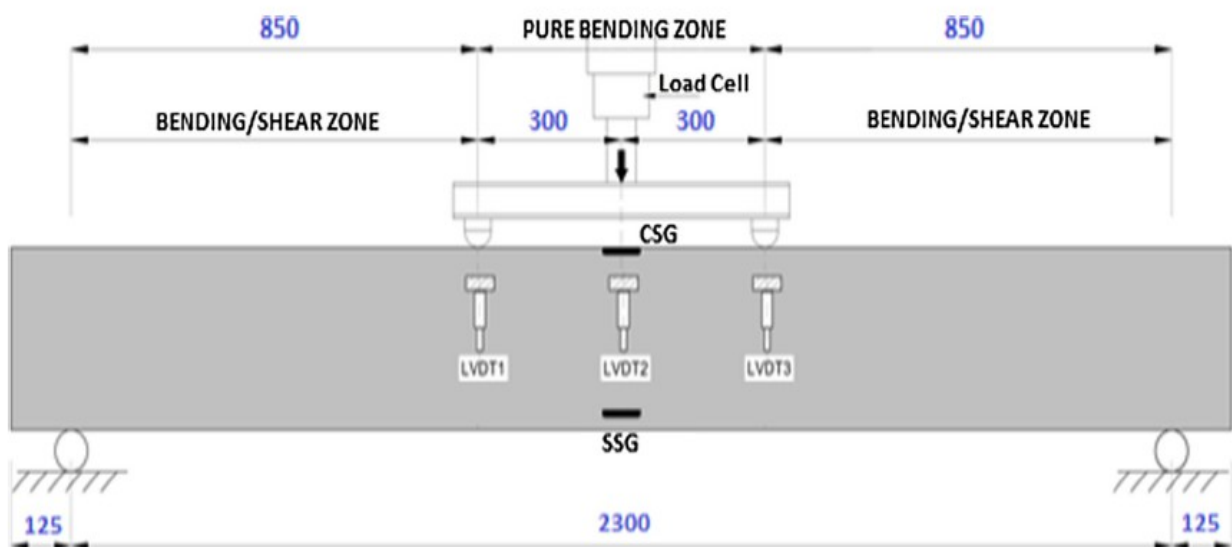
2.4. Μεγάλης κλίμακας δοκίμια δοκών

Και οι 16 δοκοί ήταν μήκους 2550 mm με στατική απόσταση 2300 mm. Το πλάτος και το συνολικό βάθος ήταν 150 mm και 250 mm, αντίστοιχα. Χρησιμοποιήθηκαν συνδετήρες χάλυβα διαμέτρου 8 mm ως εγκάρσιος χαλύβδινος οπλισμός και δύο χάλυβες διαμέτρου 16 mm χρησιμοποιήθηκαν ως η κύρια επιμήκης ενίσχυση του πυθμένα. Οι συνδετήρες χάλυβα τοποθετήθηκαν σε απόσταση, για να έχουν καμπτική αστοχία στο μέσο της κάθε δέσμης. Η επικάλυψη του σκυροδέματος είναι 25 mm. Η φυσική επιθεώρηση του νωπού σκυροδέματος έδειξε ότι η δυνατότητα επεξεργασίας επιτυγχάνεται για όλα τα μείγματα σκυροδέματος εκτός από το μείγμα σκυροδέματος A13 (RCA = 0% & BMP = 1,5%). Η φυσική επιθεώρηση του νωπού σκυροδέματος του A13 έδειξε μπόλιασμα και διαχωρισμό των ινών λόγω σφάλματος στη διαδικασία ανάμειξης σκυροδέματος. Λόγω αυτού του σφάλματος, τα αποτελέσματα του δείγματος δοκού A13 εξαιρέθηκαν από την μελέτη αυτή. Εκτός από την δοκό και τρεις κύλινδροι και πρίσματα μείγματος για τη μέτρηση των συμπιεστικών και εφελκυστικών αντοχών του σκυροδέματος, αντίστοιχα.

Εικόνα 2: Δοκιμή ρύθμισης με διάταξη οργάνων (οι διαστάσεις σε mm)

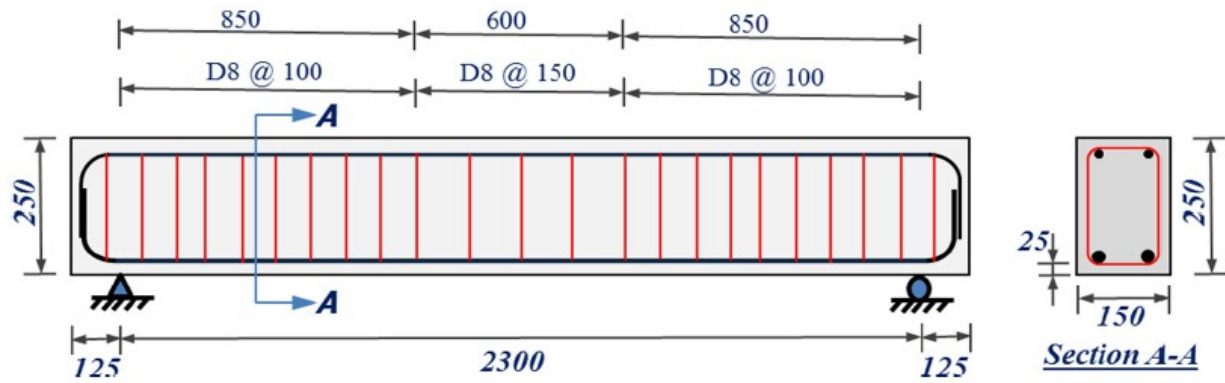


(a) Test Setup



(b) Instrumentation Layout

Εικόνα 3: Λεπτομέρειες δοκού και διατομής (οι διαστάσεις σε mm)



Πίνακας 5: Σύνοψη αποτελεσμάτων δοκιμών δοκών μεγάλης κλίμακας

Beam #	Specimen Description	Pc kN	Py kN	Pu kN	Mc kN.m	My kN.m	Mu kN.m	Δmax mm.	DI	Failure Mode
A1	RCA 0%–BMF 0%	25.0	110.2	113.1	10.6	46.8	48.1	35	2.57	FF
A2	RCA 25%–BMF 0%	21.0	100.2	103.1	8.9	42.6	43.8	32	2.52	FF
A3	RCA 50%–BMF 0%	19.0	99.3	105.2	8.1	42.2	44.7	31	2.46	FF
A4	RCA 100%–BMF 0%	18.0	104.6	107.6	7.7	44.5	45.7	30	2.17	FF
A5	RCA 0%–BMF 0.5%	27.0	113.7	115.1	11.5	48.3	48.9	42	2.73	FF
A6	RCA 25%–BMF 0.5%	24.0	116.8	117.8	10.2	49.6	50.1	39	2.67	FF
A7	RCA 50%–BMF 0.5%	22.0	107.1	108.6	9.4	45.5	46.2	36	2.71	FF
A8	RCA 100%–BMF 0.5%	21.0	108.0	108.5	8.9	45.9	46.1	34	2.46	FF
A9	RCA 0%–BMF 1%	30.0	118.2	120.6	12.8	50.2	51.3	45	3.26	FF
A10	RCA 25%–BMF 1%	28.0	103.1	105.8	11.9	43.8	45.0	45	3.19	FF
A11	RCA 50%–BMF 1%	27.0	103.6	106.9	11.5	44.0	45.4	46	3.38	FF
A12	RCA 100%–BMF 1%	28.0	105.4	108.0	11.9	44.8	45.9	46	3.22	FF
A14	RCA 25%–BMF 1.5%	33.0	112.9	113.1	14.0	48.0	48.1	52	3.53	FF
A15	RCA 50%–BMF 1.5%	33.0	108.2	109.1	14.0	46.0	46.4	53	3.62	FF
A16	RCA 100%–BMF 1.5%	32.0	114.0	116.1	13.6	48.5	49.3	54	3.58	FF

Note: FF = Flexural Failure.

Πίνακας 6: Προβλεπόμενες και μετρημένες καμπτικές ροπές θραύσης και οριακής κατάστασης

Beam #	Beam ID	Mu,pred. (kN.m)	Mu,exp. (kN.m)	Mu,pred
				Mu,exp
A1	RCA 0%–BMF 0%	40.7	48.1	0.85
A2	RCA 25%–BMF 0%	40.6	43.8	0.93
A3	RCA 50%–BMF 0%	40.4	44.7	0.9
A4	RCA 100%–BMF 0%	40.6	45.7	0.89
A5	RCA 0%–BMF 0.5%	41.5	48.9	0.85
A6	RCA 25%–BMF 0.5%	41.6	50.1	0.83
A7	RCA 50%–BMF 0.5%	40.6	46.2	0.88
A8	RCA 100%–BMF 0.5%	41.5	46.1	0.9
A9	RCA 0%–BMF 1%	40.6	51.3	0.79
A10	RCA 25%–BMF 1%	41	45	0.91
A11	RCA 50%–BMF 1%	41.4	45.4	0.91
A12	RCA 100%–BMF 1%	41	45.9	0.89
A14	RCA 25%–BMF 1.5%	42	48.1	0.87
A15	RCA 50%–BMF 1.5%	42.2	46.4	0.91
A16	RCA 100%–BMF 1.5%	41.8	49.3	0.85

Εικόνα 4: Διάταξη ρηγματωμένων δοκιμίων



2.5. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

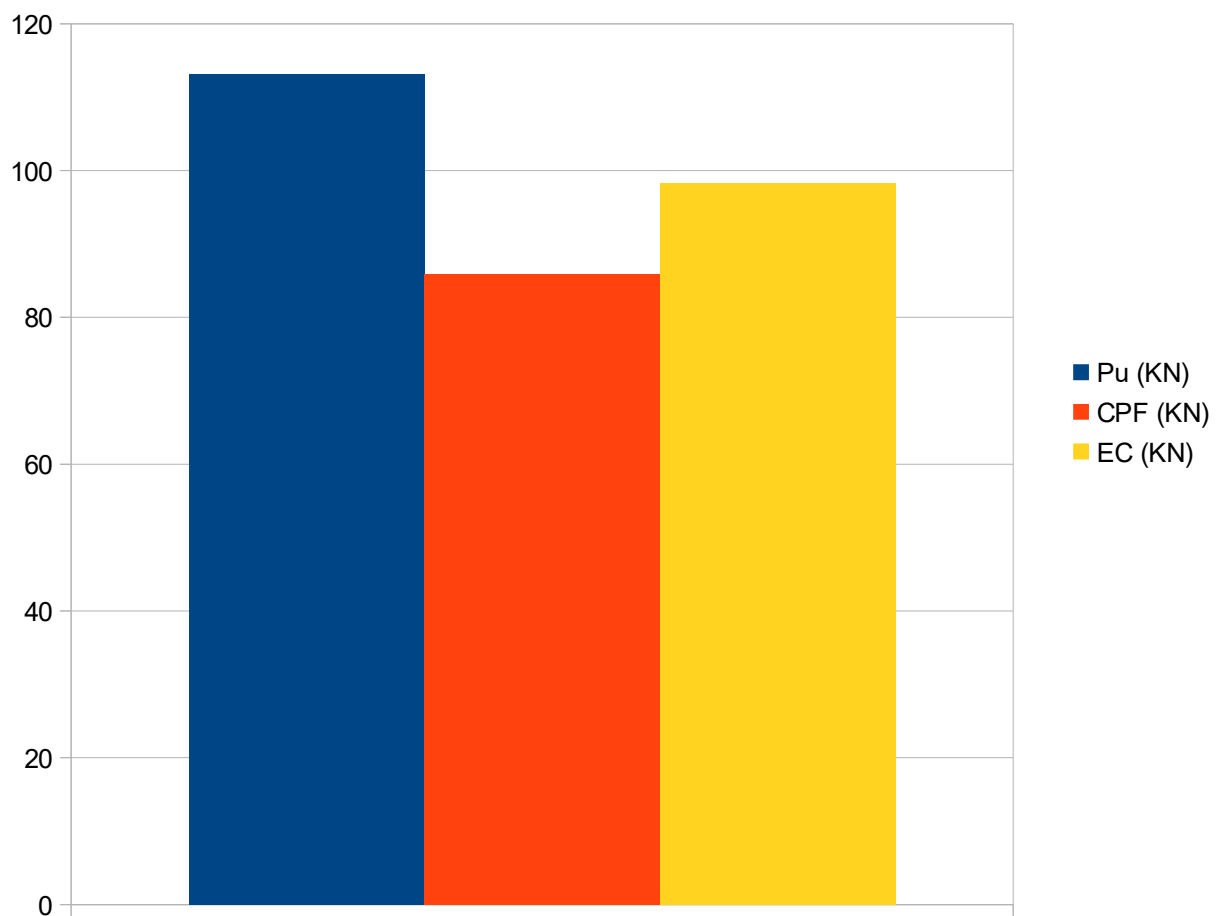
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
113.10	-85.88	0.76

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
113.10	-98.25	0.87

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
113.10	85.88	98.25

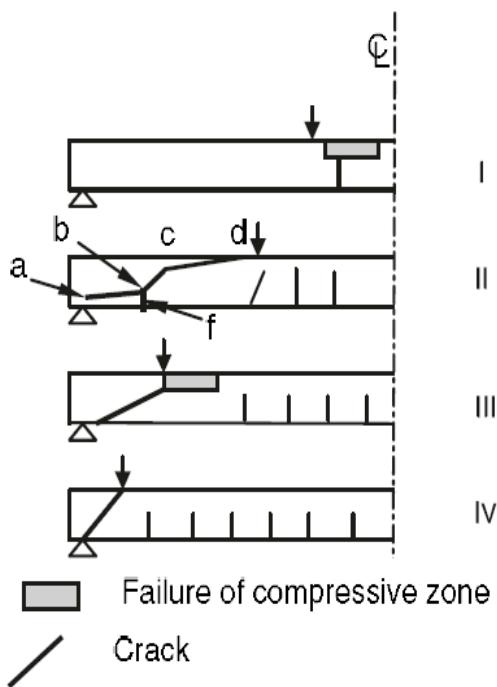
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



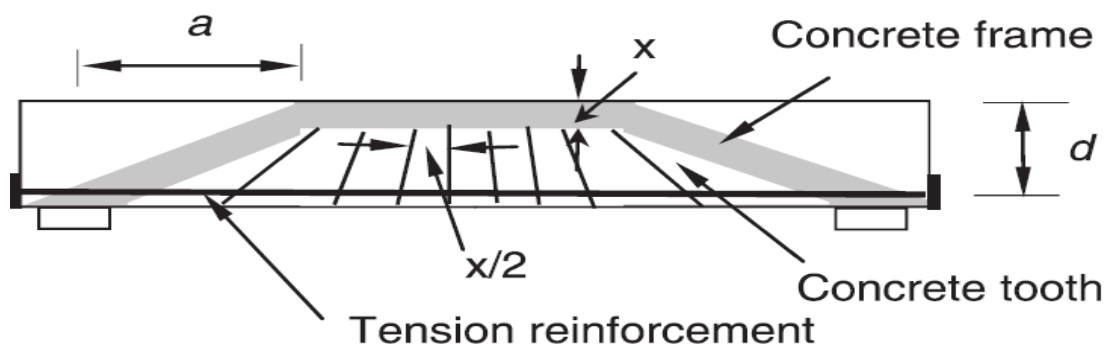
2.6. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Εικόνα 5: Σύγκριση αστοχίας Τύπου II Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίου αναφοράς (δεξιά)



Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου II παρουσιάζει μια εφελκυστική αστοχία με διαγώνιους κλάδους ρήγματος. Χαρακτηριστικό αυτής της αστοχίας είναι ότι η αστοχία συμβαίνει εντός του διατμητικού μήκους. Στην Εικόνα 6 παρουσιάζεται η διατμητική ζώνη συνεισφοράς του σκυροδέματος και οι εφελκυστικοί πρόβολοι-“δόντια” που συμβάλουν στην μεταφορά της εφελκυστικής δύναμης του σκυροδέματος στον ισχυρότερο εφελκυστικά οπλισμό ενίσχυσης.

Εικόνα 6: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-“δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης



2.7. Συμπεράσματα

Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.76 και 0.87 αντίστοιχα. Στο ποσοστό αναλογίας ο Ευρωκώδικας είναι λίγο καλύτερος. [2] [12] [13].

3. Διατμητική ενίσχυση τσιμεντένιων μελών με μανδύες TRM: Επίδραση της αναλογίας διατμητικής απόκλισης εις βάθος, υλικό και ποσότητα εξωτερικού οπλισμού

3.1. Συνοπτική Περιγραφή

Δεκαοκτώ δοκοί ενεργούς πετάλης σκυροδέματος (RPC) υποβλήθηκαν σε μοναχικό φορτίο, δοκιμάστηκαν για να ποσοτικοποιήσουν την επίδραση ενός νέου τσιμεντοειδούς πλέγματος υλικών, σε διατμητική συμπεριφορά δοκών σκυροδέματος με διαμήκη οπλισμό, χωρίς συνδετήρες. Οι κύριες μεταβλητές των δοκιμών είναι το ποσοστό της αναλογίας διάτμησης με το ενεργό ύψος (a/d), το ποσοστό της διαμήκουσ όπλισης (ρ_w), το ποσοστό των κλασμάτων όγκου ινών χάλυβα (V_f) και το ποσοστό της πούδρας πυριτίου (SF). Οι προτεινόμενες εξισώσεις σχεδιασμού διάτμησης από τους Ashour et al. και Bunní για δοκούς υψηλής αντοχής ινοοπλισμένου σκυροδέματος (HSFRC) έχουν τροποποιηθεί στη δημοσίευση αυτή για να προβλέψουν την διατμητική αντοχή λεπτών δοκών, χωρίς συνδετήρες και με $a/d \geq 2.5$. Οι τροποποιημένες προβλέψεις συγκρίθηκαν με τις προβλέψεις των Shine et al., Kwak et al. και Khuntia et al.

3.2. Παράμετροι δοκιμών και πειραμάτων

Συνολικά κατασκευάστηκαν 22 δοκοί RC (102×203 mm) και δοκιμάστηκαν ως απλά εδραζόμενοι υπό μονοτονικό φορτίο κάμψης τριών σημείων. Τα δείγματα είχαν συνολικό μήκος και στατικό καμπτικό μήκος ίσο με 1677 mm και 1077 mm αντίστοιχα. Τρεις διαφορετικές διατμητικές αναλογίες απόστασης προς βάθος, δηλαδή $a/d = 1.6, 2.6$ και 3.6 μελετήθηκαν. Οι δοκοί σχεδιάστηκαν σκόπιμα ως διατμητικά ελαττωματικές σε μια από τις δύο διατμήσεις. Επομένως, το ένα διάκενο διατμήσεως δεν περιείχε καθόλου συνδετήρες, ενώ το άλλο διάκενο διατμήσεως περιλάμβανε συνδετήρες διαμέτρου 8 mm σε διαστήματα των 100 mm, των 75 mm και των 50 mm στην αναλογία διατμητικής απόστασης ως προς το βάθος των δοκών, a/d ίση με 1.6, 2.6 και 3.6 αντίστοιχα. Η επένδυση TRM εφαρμόστηκε στο διάκενο διάτμησης χωρίς συνδετήρες, προκειμένου να αυξηθεί η ικανότητα διάτμησης. Οι δοκοί σχεδιάστηκαν έτσι ώστε η διατμητική δύναμη που αντιστοιχεί στην αντοχή κάμψης των δοκών να είναι 3 φορές της διατμητικής ικανότητας της μη ανατροφοδοτούμενης δοκού. Δύο παραμορφωμένες ράβδοι με διάμετρο 16 και 10 mm, αντίστοιχα, χρησιμοποιήθηκαν ως εφελκυστικές και θλιπτικές διαμήκεις ενίσχυσεις των δοκών. Η αναλογία εφελκυσμού ήταν 2,2% και το στατικό ύψος των δοκών ήταν ίσο με 177 mm. Οι κύριοι πειραματικοί παράμετροι σε αυτό το έγγραφο είναι:

(α) η επίδραση της ποσότητας του εξωτερικού λόγου ενίσχυσης TRM, ρ_f , χρησιμοποιώντας διαφορετικά υφαντικά υλικά (άνθρακα, γυαλί και βασάλτη)

β) η υφαντική γεωμετρία

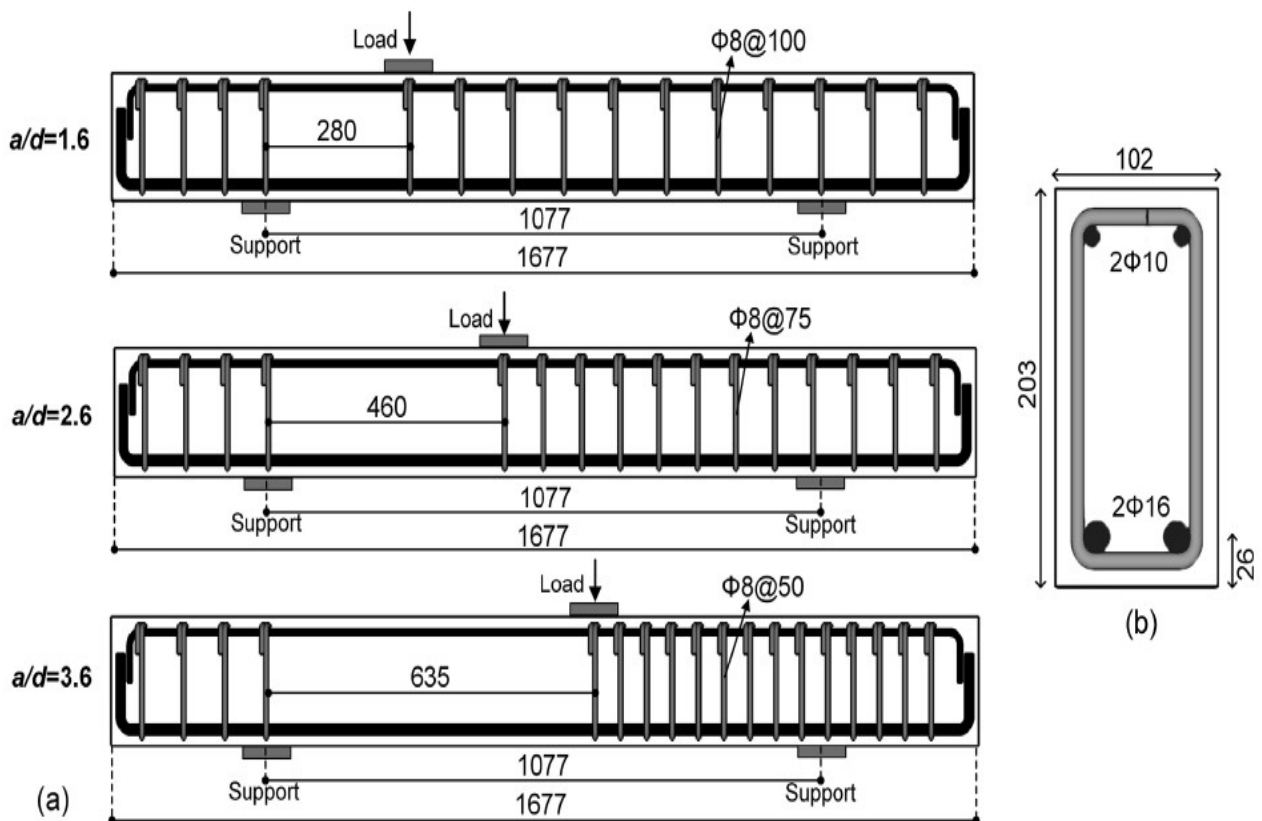
(γ) η αναλογία διατμητικού μήκους-προς-βάθος, a/d .

Τρεις δοκοί με αναλογίες διατμητικής απόστασης προς βάθος ίσες με 1.6 (CON_1.6), 2.6 (CON) και 3.6 (CON_3.6) χρησιμοποιήθηκαν ως δείγματα ελέγχου και ενώ τα υπόλοιπα δείγματα ενισχύθηκαν από U σχήματος TRM. Χρησιμοποιήθηκαν τέσσερα διαφορετικά κλωστοϋφαντουργικά πλέγματα, δύο άνθρακες (έναν ελαφρύ και έναν βαρέως τύπου κλωστοϋφαντουργικό άνθρακα), ένα γυαλί και μια βασαλτική ίνα. Οι λεπτομέρειες των δειγμάτων παρουσιάζονται στον Πίνακα 1. Η σημείωση των ενισχυμένων δειγμάτων είναι Y1L1_Y2L2, όπου Y1 και Y2 υποδηλώνουν την πρώτη και τη δεύτερη (αν υπάρχει) ενίσχυση από υφαντικές ύλες, αντίστοιχα, και L1, L2 υποδηλώνουν τον αριθμό των στρώσεων TRM του πρώτου και του δεύτερου (εάν υπάρχει) υφασμάτινο οπλισμό (CL για

ελαφρύ άνθρακα, CH για βαρέων βαρών άνθρακα, G για γυαλί και B για βασάλτη), αντίστοιχα. Το επίθημα που χρησιμοποιήθηκε «λωρίδες» για δείγμα ενισχυμένο με λωρίδες που ήταν σε συνδυασμό με το συνεχές στρώμα TRM. Για δοκούς με διαφορετικό a/d από το 2,6, χρησιμοποιήθηκε ένα επίθημα με αναλογία διαμητρικής απόστασης προς βάθος (1,6 ή 3,6). Ακολουθεί η περιγραφή των μετασκευών:

- CL1 και CL3: δοκοί με $a/d = 2.6$, ενισχυμένες με 1 και 3 ελαφριά στρώματα άνθρακα TRM, αντίστοιχα.
- CH1_CL1, CH2_CL1 και CH3_CL1: δοκοί με $a/d = 2.6$, όπου ενισχύθηκαν με 1 ελαφρύ στρώμα άνθρακα TRM σε συνδυασμό με 1, 2 και 3 στρώματα TRM βαρέως άνθρακα, αντίστοιχα
- CL1_strips: δοκός με $a/d = 2.6$, που ενισχύεται με 1 ελαφρύ άνθρακα TRM σε συνδυασμό με ελαφρές ταινίες άνθρακα 125 mm πλάτους
- G1, G3 και G7: δοκοί με $a/d = 2.6$, ενισχυμένες με 1, 3 και 7 γυαλί TRM στρώματα, αντίστοιχα.
- B1, B3 και B7: δοκοί με $a/d = 2.6$, ενισχυμένες με 1, 3 και 7 βασικά στρώματα TRM, αντίστοιχα.
- CL1_1.6 και CL3_1.6: δοκοί με $a/d = 1.6$, ενισχυμένες με 1 και 3 στρώματα TRM ελαφρού άνθρακα, αντίστοιχα
- CL1_3.6 και CL3_3.6: δοκοί με $a/d = 3.6$, ενισχυμένες με 1 και 3 στρώματα TRM ελαφρού άνθρακα, αντίστοιχα.

Εικόνα 1: (a) Σχηματική αναπαράσταση δοκών και (b) διατομής



3.3. Υλικά και διαδικασία ενίσχυσης

Η χύτευση των δειγμάτων έγινε χρησιμοποιώντας το ίδιο σκυρόδεμα. Η θλιπτική αντοχή σκυροδέματος και η διάσπαση του σκυροδέματος, η αντοχή, ελήφθησαν με δοκιμή κυλίνδρων από σκυρόδεμα (300 × 150 mm) την ημέρα της δοκιμής των δοκών. Ο Πίνακας 1 συνοψίζει (το μέσο όρο των 3 δειγμάτων) τιμές αντοχής σκυροδέματος. Η τάση απόδοσης (μέσος όρος 3 δειγμάτων) διαμήκων ράβδων με διάμετρο 16 και 10 mm ήταν ίση σε 547 MPa και 552 MPa, αντίστοιχα, ενώ η τάση απόκλισης του με χαλύβδινες ράβδους και διάμετρο 8 mm που χρησιμοποιούνται για συνδετήρες, ήταν ίση με 568 Μpa. Τα τέσσερα υλικά κλωστοϋφαντουργικών πλεγμάτων που χρησιμοποιούνται στην παρούσα μελέτη έχουν το ίδιο ποσό των ινών σε δύο ορθογώνιες διευθύνσεις. Το βάρος του ελαφρού άνθρακα, για τα βαρέα υφάσματα από άνθρακα και γυαλί ήταν ίσα με 220 g / m², 348 g / m² και 220 g / m², αντιστοίχως, ενώ στο βάρος του βασालτικού υφάσματος περιλαμβανόταν η επικάλυψη 10% ήταν 220 g / m². Το ονομαστικό πάχος, t_f (με βάση την ισοδύναμη διαστρωμένη κατανομή των ινών) του ελαφρού άνθρακα, του βαρέως άνθρακα, του υάλου και βασάλτη ήταν 0.062 mm, 0.095 mm, 0.044 mm και 0,037 mm, αντίστοιχα.

Πίνακας 1: Διαμόρφωση ενίσχυσης και ιδιότητες υλικών για όλα τα δοκίμια

Specimen	ρ _f (%)	E _f (GPa)	E _{f_TRM} (GPa)	ρ _f E _{f_TRM} (MPa)	Concrete strength (MPa)		Mortar strength (Mpa)	
					Compressive strength	Tensile splitting strength	Compressive strength	Flexural strength
a/d = 2.6								
CON ^a	–	–	–	21.6	2.36	–	–	–
CL1	1.2	225	167.6	203.75	23	2.5	38.7	9.1
CL1_strips	1.9	225	167.6	312.2	20	1.98	38.7	9.1
CH1 ^a	1.9	225	163.3	304.19	23.8	2.73	31.1	10.3
CH1_CL1 ^c	3.1	225	165.5	507.94	20	1.98	38.7	9.1
CH2 ^a	3.7	225	163.3	608.37	23.8	2.73	31.1	10.3
CL3 ^b	3.6	225	167.6	611.25	20.8	2.39	35.5	8.1
CH2_CL1 ^c	4.9	225	164.7	812.12	20	1.98	38.7	9.1
CH3 ^a	5.6	225	163.3	912.56	22.6	2.81	26.9	8.64
CH3_CL1 ^c	6.8	225	164.4	1116.31	20	1.98	38.7	9.1
G1	0.9	74	41.1	35.46	20	1.98	35.5	8.1
G3	2.6	74	41.1	106.38	20	1.98	35.5	8.1
G7 ^b	6	74	41.1	248.21	20	1.98	38.7	9.1
B1	0.7	89	63.7	46.34	23.1	2.48	33.3	11.05
B3	2.2	89	63.7	139.02	23.1	2.48	35.5	8.1
B7	5.1	89	63.7	324.37	23.1	2.48	35.5	8.1
a/d = 1.6								
CON_1.6	–	–	–	20.5	2.35	–	–	–
CL1_1.6	1.2	225	167.6	203.75	22.6	1.95	33.3	11.05
CL3_1.6	3.6	225	167.6	611.25	22.6	1.95	33.3	11.05
a/d = 3.6								
CON_3.6	–	–	–	–	20.5	2.35	–	–
CL1_3.6	1.2	225	167.6	203.75	22.6	1.95	33.3	11.05
CL3_3.6	3.6	225	167.6	611.25	22.6	1.95	33.3	11.05

^a Specimens included in Tetta et al. 2015 [28].

^b Specimens included in Tetta and Boumas 2016 [4].

^c $\rho_f E_{f_{TRM}} = \rho_{f_{CH}} E_{f_{TRM_{CH}}} + \rho_{f_{CL}} E_{f_{TRM_{CL}}}$

Πίνακας 2: Σύνοψη αποτελεσμάτων των TRM δοκιμών

	Light-weight Carbon Textile (CL) ^a		Heavy-weight Carbon Textile (CH) ^a		Glass textile (G) ^a		Basalt textile (B) ^a	
Tensile strength, f_{tu} (MPa)	1501	(132)	1382	(115)	794	(86)	1188	(127)
Ultimate tensile strain, ϵ_{tu} (%)	0.79	(0.095)	0.79	(0.069)	1.66	(0.13)	1.83	(0.11)
Modulus of elasticity of cracked specimen, $E_{f,TRM}$ (GPa)	167.6	(21)	163.3	(16)	41.1	(5)	63.7	(8)

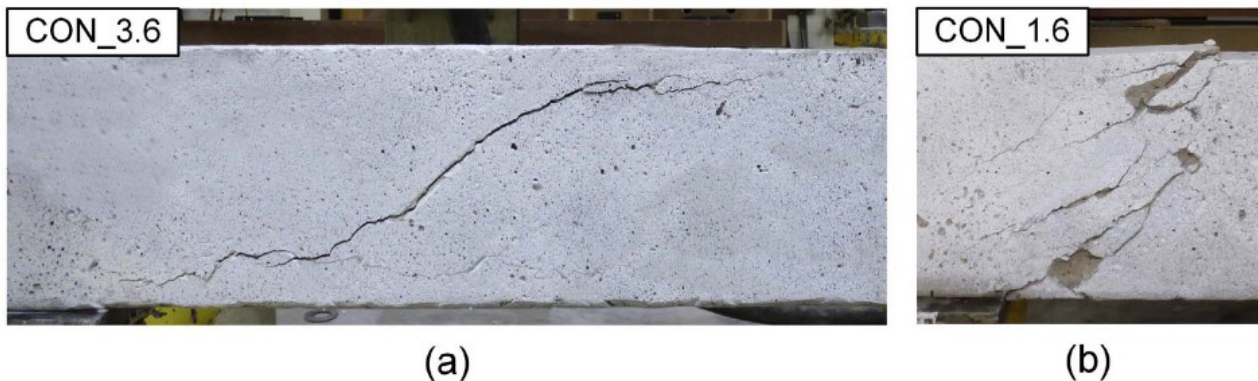
^a Standard deviation in parenthesis.

Πίνακας 3: Σύνοψη αποτελεσμάτων δοκιμών

Specimen	(a) Peak load (kN)	(b) Displacement at peak load (mm)	(c) Failure mode	(d) VR (kN)	(e) Vf (kN)	(f) Shear capacity increase Vf / VR, con (%)	(g) ϵ_{eff} (‰)
a/d = 2.6							
CON	51.8	2.27	Tensile diagonal shear	29.7	–	–	–
CL1	102.3	3.77	D	58.6	28.9	97.3	8.73
CL1_strips	110.7	4.22	D	63.4	33.7	113.5	6.64
CH1	78.2	3.09	S	44.8	15.1	50.8	3.06
CH1_CL1	117.4	5.19	D	67.3	37.6	126.6	4.54
CH2	120.2	5.6	D	68.9	39.2	132	3.97
CL3	118	4.38	D	67.6	37.9	127.6	3.82
CH2_CL1	129.3	5.24	S	74.1	44.4	149.5	3.36
CH3	131.1	5.47	D	75.1	45.4	152.9	3.06
CH3_CL1	136.5	5.2	D	78.2	48.5	163.3	2.67
G1	73.2	2.59	FR	41.9	12.2	41.1	21.17
G3	117.3	4.09	D	67.2	37	124.6	21.41
G7	144.3	5.47	D	82.7	53	178.5	13.14
B1	76.9	3.16	FR	44.1	14.4	48.5	19.13
B3	114.9	4.38	D	65.8	36.1	121.5	15.98
B7	135.4	5.15	D	77.6	47.9	161.3	9.09
a/d = 1.6							
CON_1.6	88.4	2.93	Shear compression	65.4	–	–	–
CL1_1.6	123.7	3.85	D	91.5	26.1	39.9	7.88
CL3_1.6	142.7	4.66	D	105.6	40.2	61.5	4.05
a/d = 3.6							
CON_3.6	62.2	1.51	Tensile diagonal shear	25.5	–	–	–
CL1_3.6	133.8	4.91	D	54.9	29.4	115.3	8.88
CL3_3.6	158.7	5.92	D	65.1	39.6	155.3	3.99

D for debonding, S for slippage of the vertical fibre rovings through the mortar and partial fibres rupture, FR for Fracture of the jacket.

Εικόνα 2: Ρηγμάτωση και αστοχία δοκιμών αναφοράς 3.6 και 1.6



Πίνακας 4: Σύνοψη αποτελεσμάτων των ενισχυμένων δοκιμών FRP

Specimen	pf (%)	Ef (GPa)	Ef_FRP (GPa)	Ultimate tensile strain, ϵ_{fu} (%)	Ultimate tensile strength, f_{fu} (MPa)	Peak Load (kN)	Vf (kN)	ϵ_{eff} (%)
CH1_R ^a	1,9	225	200.7	1.26	2788.4	113.4	35.3	5.81
CH2_R ^a	3.7	225	200.7	1.26	2788.4	126.2	42.6	3.51
CH3_R ^b	5.6	225	200.7	1.26	2788.4	139	49.9	2.74

^a Specimens included in Tetta et al. 2015 [28].

^b Specimen included in Tetta and Bourmas 2016 [4].

Πίνακας 5: Σύγκριση μεταξύ πειραματικών και προβλεπόμενων τιμών Vf

Αναλυτικά αποτελέσματα								
Triantafyllou and Antonopoulos (2000)			Chen and Teng (2003)			Monti and Liotta (2007)		
	Vf,exp (kN)	Vf,pre (kN)	Vf,pre/Vf,exp	Vf,pre (kN)	Vf,pre/Vf,exp	Vf,pre (kN)	Vf,pre/Vf,exp	
CL1	28.9	16.5	0.57	21.8	0.76	18.1	0.63	
CL1_strips	33.7	22.1	0.66	25.2	0.75	19.5	0.58	
CL1_CH1	37.6	27.5	0.73	30.5	0.81	23.6	0.63	
CH2	39.2	31.9	0.81	34.5	0.88	29.9	0.76	
CL3	37.9	30.1	0.79	32.8	0.87	27.3	0.72	
CL1_CH2	44.4	33.9	0.76	36	0.81	28	0.63	
CH3	45.4	37.4	0.82	39	0.86	34.7	0.76	
CL1_CH3	48.5	39	0.8	39.7	0.82	30.9	0.64	
G3	37	NA	NA	18	0.49	13.9	0.38	
G7	53	NA	NA	25.7	0.49	19.9	0.38	
B3	36.1	NA	NA	18.8	0.52	15.5	0.43	
B7	47.9	NA	NA	27	0.56	22.4	0.47	
CL1_1.6	26.1	16.1	0.62	21	0.81	16.2	0.62	
CL3_1.6	40,2	29.7	0.74	32.5	0.81	25.1	0.62	
CL1_3.6	29,4	16.1	0.55	21	0.72	16.2	0.55	
CL3_3.6	39,6	29.7	0.75	32.5	0.82	25.1	0.63	
CH1_R	35.3	22.5	0.64	26.4	0.75	22.5	0.64	
CH2_R	42.6	31.9	0.75	34.5	0.81	29.9	0.7	
CH3_R	49.9	36.3	0.73	37.9	0.76	30.5	0.61	
Mean			0.72		0.74		0.6	
CoV (%)			12		16.9		18.6	
Average absolute error %			28.5		25.9		40.2	
Mean for carbon fibre textiles			0.72		0.8		0.65	
CoV (%) for carbon fibre textiles			12		5.98		9.52	
Average absolute error %			28.5		19.9		35.2	

3.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

3.4.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών $a/d=1.6$

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

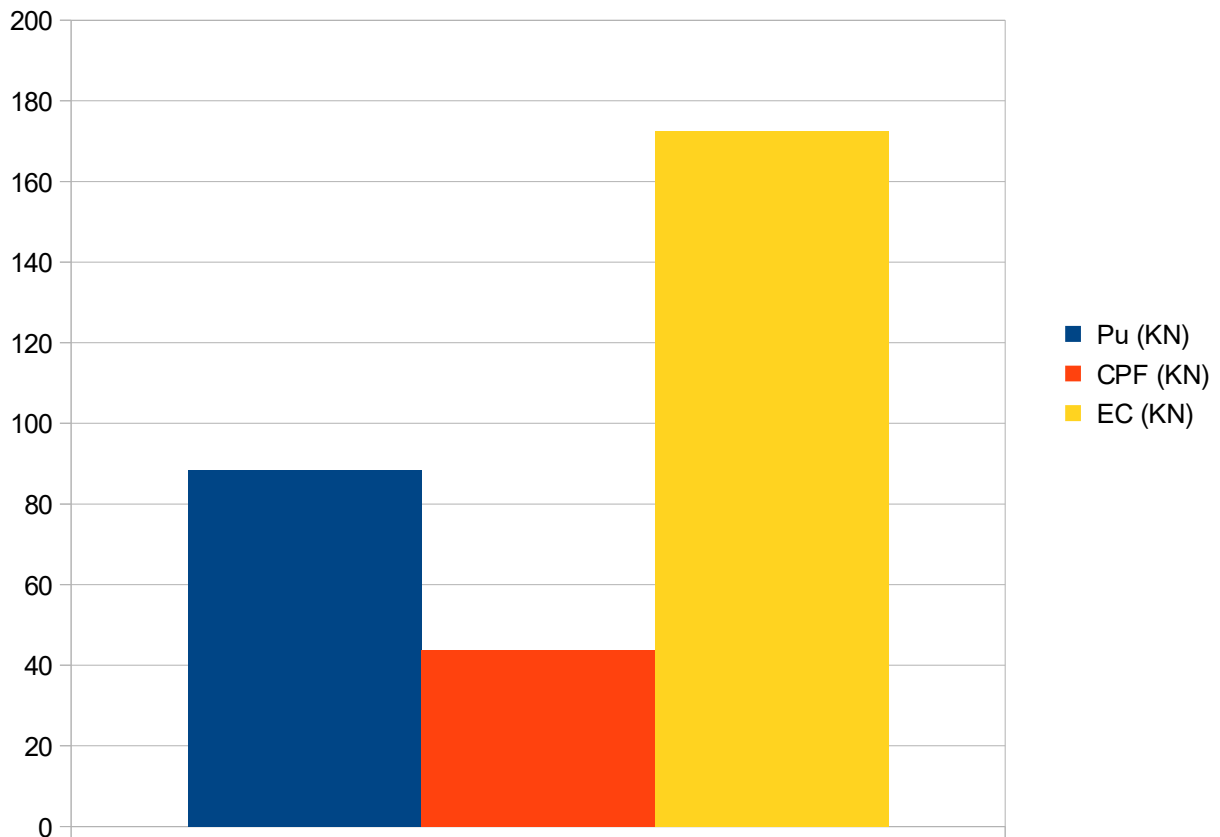
Type III		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
88.40	-43.73	0.49

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
88.40	-172.54	1.95

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
88.40	43.73	172.54

Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



3.4.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών $a/d=2.6$

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

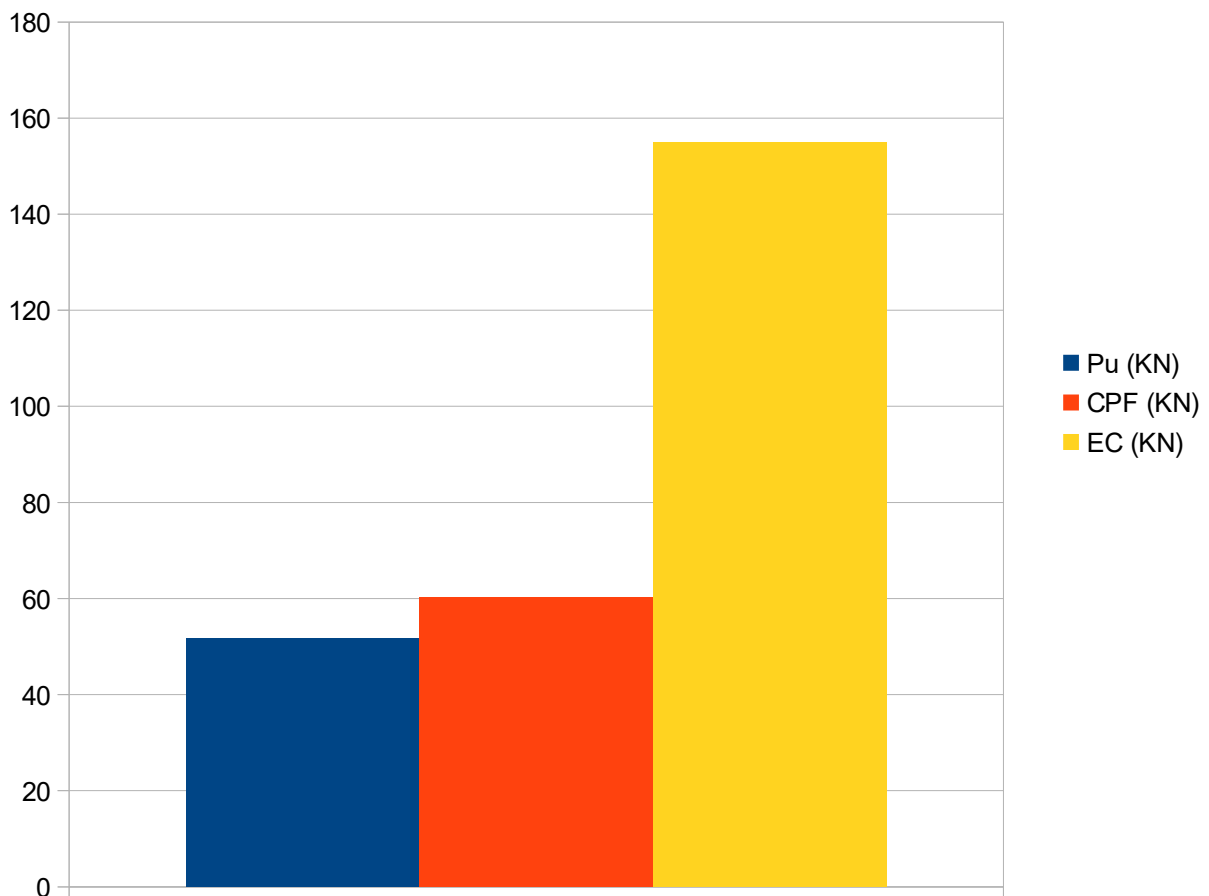
Type II		
P_u (KN) (KN)	$P_f - cfp$ (KN)	$P_f - cfp / P_u$ (KN)
51.80	-60.25	1.16

P_u (KN) (KN)	$P_f - ec2$ (KN)	$P_f - ec2 / P_u$ (KN)
51.80	-154.90	2.99

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
51.80	60.25	154.90

Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



3.4.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών $a/d=3.6$

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

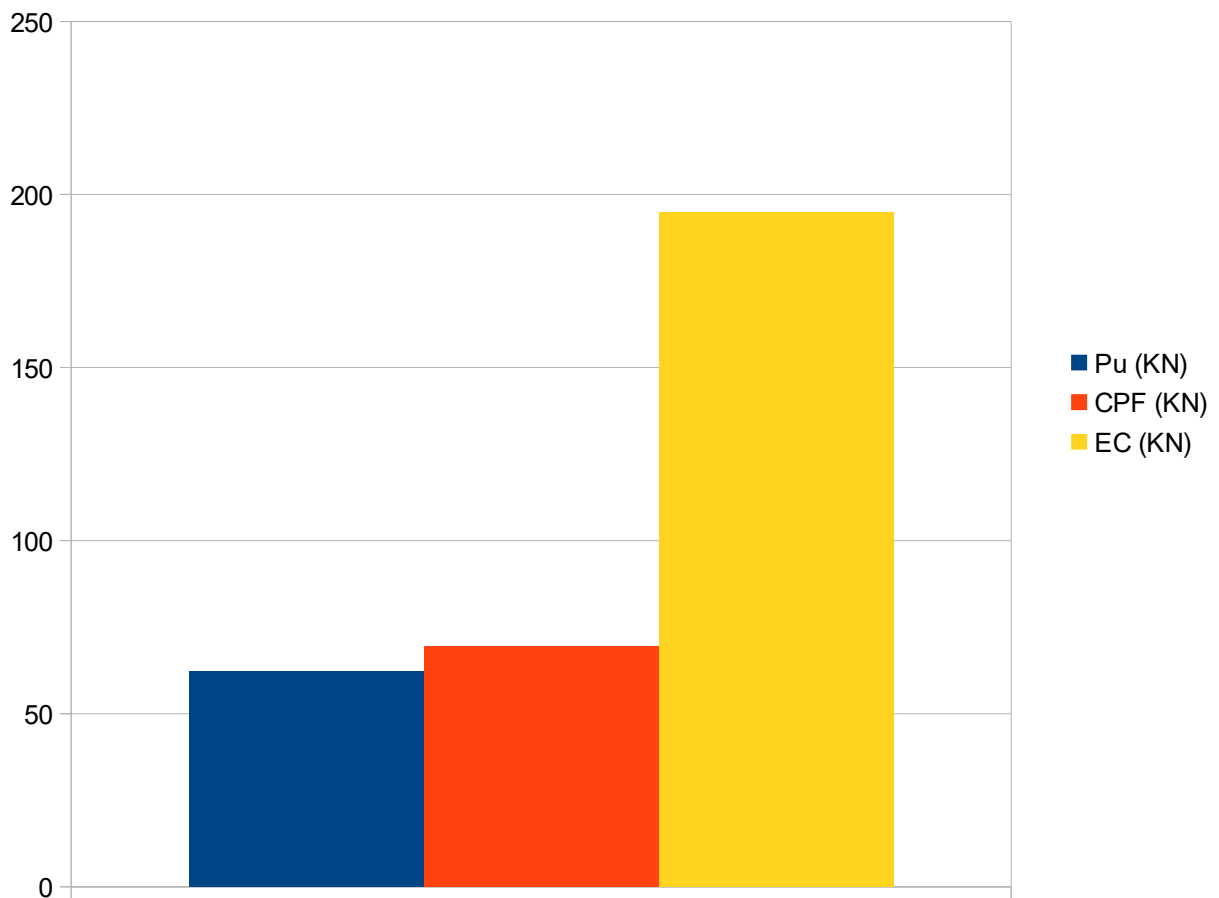
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
62.20	-69.53	1.12

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
62.20	-194.86	3.13

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
62.20	69.53	194.86

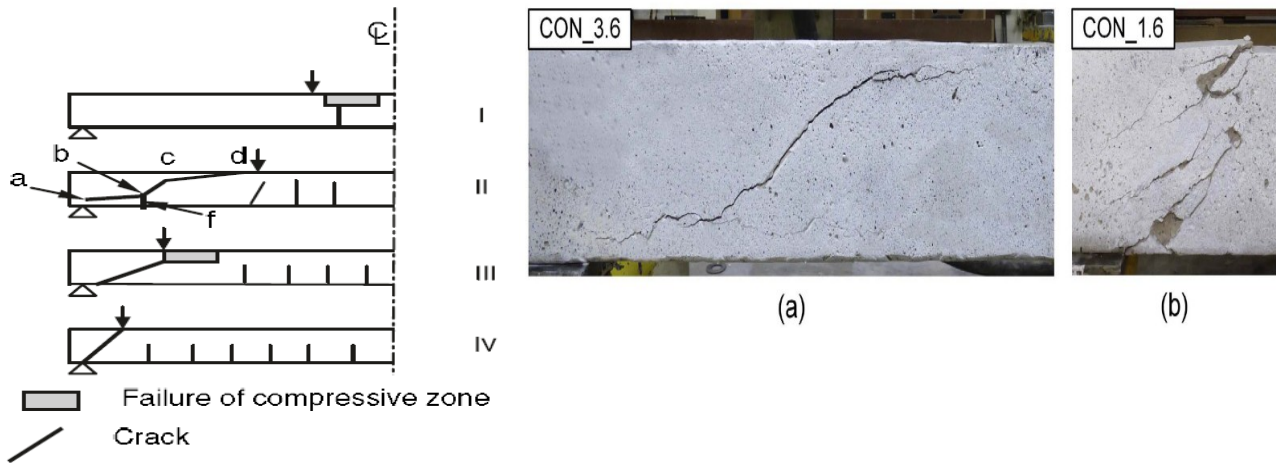
Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



3.5. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Εικόνα 3: Σύγκριση Τύπων αστοχίας II, III Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμών αναφοράς (δεξιά)

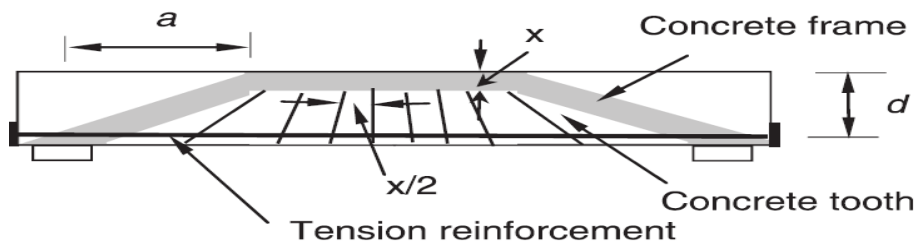


Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου II παρουσιάζει μια εφελκυστική αστοχία με διαγώνιους κλάδους ρήγματος. Χαρακτηριστικό αυτής της αστοχίας είναι ότι η αστοχία συμβαίνει εντός του διατμητικού μήκους.

Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου III παρουσιάζει μια ομοιόμορφη εφελκυστική αστοχία διαγώνιου ρήγματος. Χαρακτηριστικό αυτής της αστοχίας είναι ότι η αστοχία συμβαίνει εκτός του διατμητικού μήκους.

Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται η διατμητική ζώνη συνεισφοράς του σκυροδέματος και οι εφελκυστικοί πρόβολοι-“δόντια” που συμβάλουν στην μεταφορά της εφελκυστικής δύναμης του σκυροδέματος στον ισχυρότερο εφελκυστικά οπλισμό ενίσχυσης.

Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-“δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης



3.6. Συμπεράσματα

Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού $a/d=2.6$ και $a/d=3.6$, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι οι δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 1.16 και 2.99, 1.12 και 3.13 αντίστοιχα. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού $a/d=1.6$, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου III, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.49 και 1.95 αντίστοιχα. [3] [12] [13].

4. Πειραματική μελέτη και πρόβλεψη αντοχής σε διάτμηση για δέσμες σκυροδέματος με ενεργή τέφρα

4.1. Συνοπτική περιγραφή

Σε αυτή την μελέτη εκτελούνται δοκιμές φόρτισης σε δοκίμια δοκών οπλισμένου σκυροδέματος, κατασκευασμένα από σύνθετα τσιμεντοειδή ενισχυμένα με ίνες πολυουρεθάνης, ενσωματώνοντας λεπτόκοκκα αδρανή με διαφορετικές αναλογίες νερού-συνδετικού υλικού. Επίσης, πραγματοποιούνται μη γραμμικές αναλύσεις πεπερασμένων στοιχείων για να διερευνηθούν οι επιδράσεις των αναλογιών ύδατος-συνδετικού υλικού και των ράβδων οπλισμού, καθώς και την δύναμη διάτμησης δέσμης των δοκών οπλισμένου σκυροδέματος. Επιπρόσθετα, για ορισμένους παράγοντες, ερευνάται η επίδραση της παρουσίας ή της απουσίας των ράβδων οπλισμού με διάτμηση στην αντοχή διατμήσεως των ακτίνων R-HFDFRCC RC. Διαπιστώνεται ότι οι διακυμάνσεις στο μέγιστο φορτίο των δειγμάτων δοκών RC, που οφείλονται σε διαφορές στην αναλογία νερού-συνδετικού, μπορούν γενικά να προβλεφθούν, εάν κατανοήσουμε τις διαφορές στις ιδιότητες των υλικών (κυρίως αντοχή σε θλίψη, αντοχή σε εφελκυσμό και τελική εφελκυστική τάση), εξαιρετικά σε ρευστά με σύνθετα υλικά τσιμέντου που ενσωματώνουν ανακυκλωμένο λεπτόκοκκα αδρανή.

4.2. Πειραματική έρευνα

4.2.1. Πειραματικά δοκίμια

Σε αυτή την εργασία, δοκιμάστηκαν συνολικά δεκαοκτώ δείγματα δοκών RPC χωρίς ενισχυτική μεμβράνη για να διερευνηθεί το φορτίο αντοχής, το πλάτος ρωγμών, ο ελάχιστος λόγος ενίσχυσης του ιστού, η τάση στο σκυρόδεμα, η ολκιμότητα, η ανθεκτικότητα και οι τρόποι αστοχίας των δοκών RPC. Τα δοκίμια δοκών σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να έχουν μεγαλύτερη αντοχή στην κάμψη για να εγγυώνται διάτμηση. Οι μεταβλητές που εξετάστηκαν ήταν η αναλογία διαμήκους διατομής (a / d), η διαμήκης ενίσχυση (ρ_w), το ποσοστό του κλάσματος όγκου ινών χάλυβα (V_f) και το ποσοστό της πούδρας πυριτίου (SF) όπως φαίνεται στον Πίνακα 1. Για όλα τα δείγματα δοκών, η διάσταση της διατομής ήταν 100 χιλιοστά (3,94 ίντσες) από 140 χιλιοστά (5,51 ίντσες), το στατικό ύψος ήταν 112 χιλιοστά (4,41 ίντσες) και το συνολικό μήκος ήταν 1300 χιλιοστά (51,18 ίντσες) με καθαρό άνοιγμα 1200 mm (47,24 in). Όλες οι δοκοί RPC είναι παρόμοιες στο μέγεθος και στη μέθοδο δοκιμής χρησιμοποιήθηκε κάμψη τεσσάρων σημείων. Οι δοκοί RPC με $a / d \geq 2,5$ θεωρήθηκαν ως λεπτές δοκοί. Οι διαμήκεις χαλύβδινες ράβδοι που χρησιμοποιούνται στις δοκούς RPC έχουν διαφορετικές διαμέτρους 10, 12 και 16 mm (0,39, 0,47 και 0,63 in) με τάση απόδοσης 658 MPa, 698 MPa και 520 MPa (95,4, 101,2 και 75,4 ksi), αντίστοιχα. Οι κύριες ράβδοι ενίσχυσης οπλισμού για δοκούς RPC αποτελούσαν είτε δύο παραμορφωμένες χαλύβδινες ράβδους N16 που παριστάνουν λόγο χάλυβα 3,4% ή τέσσερις παραμορφωμένες ράβδους χάλυβα N16 συν N10 και το N16 συν N12 αντιπροσωπεύουν αναλογία χάλυβα 4,9% και 5,9% αντίστοιχα. Παρασκευάστηκαν ορθογώνιες πλάκες με πάχος 8 mm στο άκρο των διαμηκών ράβδων, προκειμένου να αποφευχθεί η αποτυχία του δεσμού. Αυτές οι πλάκες παρέχονται στα άκρα της δέσμης πέρα από τις θέσεις στήριξης. Τα δείγματα επισημάνθηκαν ως BX, για τις δοκούς RPC, όπου το X αντιπροσωπεύει τον αριθμό της δοκού.

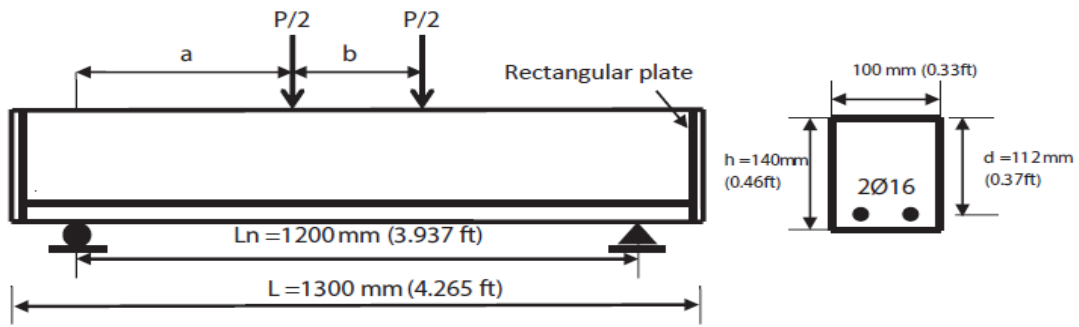
4.2.2. Ιδιότητες υλικών

Σε αυτή την έρευνα, σχεδιάστηκαν δέκα μείγματα. Όλα τα μείγματα αποτελούνται από τα ακόλουθα υλικά: 1000 kg / m³ (8,345 lb / gal) Tasloja συνηθισμένου τσιμέντου Portland (ASTM τύπου I), 1000 kg / m³ λεπτόκοκκου πυριτίου που παράγεται στο εργοστάσιο Al-Ramadi Glass (μέγεθος μικρότερο από 0,3 mm (0,0118 ίντσες)), 50-300 kg / m³ (0,417-2,5036 lb / gal) συμπυκνωμένου διοξειδίου του πυριτίου με ειδική επιφάνεια 21 m² / g, 0-164 kg / m³ (0-1.3686 lb / gal) μικρο-χαλύβδινες ίνες (αντοχή εφελκυσμού 2600 MPa (377,1 ksi), μήκος 13 mm, διάμετρος 0,2 mm) με ένα κλάσμα όγκου (V_f) που κυμαινόταν από 0-2,0%, 0,2 αναλογία ύδατος προς τσιμέντο (β / ο) και 1,7% κατά βάρος συνδετικού υλικού (τσιμέντο και διοξείδιο του πυριτίου) του μείγματος Sika® Viscocrete® 3110. Τα ξηρά συστατικά του RPC μετρήθηκαν με ηλεκτρονική ζυγαριά και αναμειχθηκαν σε μια μπετονιέρα που έχει οριζόντιο δίσκο για περίπου 5 λεπτά. Ο υπερ-πλαστικοποιητής και το νερό αναμειγνύονται και προστίθενται στα ξηρά υλικά. Η διαδικασία μείξης έπρεπε να συνεχιστεί για 15 λεπτά. Στη συνέχεια οι ίνες χάλυβα διασκορπίστηκαν ομοιόμορφα για 2 λεπτά. Τέλος, συνεχίζεται η διαδικασία ανάμειξης για επιπλέον 2 λεπτά. Η δοκός RPC ήταν 215mm (8.46 in) σε περιβάλλον και τα 15 δείγματα δοκών χυτεύθηκαν οριζόντια με δύο δείγματα δοκών χυτευμένα για κάθε παρτίδα. Για να αποτραπεί ο διαχωρισμός των ινών, το RPC συμπιέστηκε χρησιμοποιώντας μια δονητική τράπεζα. Μετά τη διαδικασία χύτευσης, όλες οι δέσμες RPC και τα δείγματα ελέγχου καλύφθηκαν με πλαστικό φύλλο για 24 ώρες. Στη συνέχεια, όλα τα δείγματα σκληρύνθηκαν με πλύση νερού κάτω από μια ορισμένη θερμοκρασία (20 ° C) μέχρι την ηλικία των 28 ημερών. Με την χρήση διαμέτρου 100 χλστ. (3.94 ίντσες) με κυλίνδρους μήκους 200 χλστ. (7.87 ίντσες), έγιναν οι τυποποιημένες δοκιμές συμπίεσης (με βάση την ASTM C39-86) και διεξήχθησαν δοκιμές διάσπασης (βάσει ASTM C496-86) για τον προσδιορισμό των τιμών της θλιπτικής αντοχής RPC, f_{cf} και της αντοχής σε εφελκυσμό, f_{spf}. Η καμπτική αντοχή, f_{rf}, των 100 * 100 * 400mm (3.94 * 3.94 * 15.75 in) πραγματοποιήθηκε επίσης σε φόρτιση τεσσάρων σημείων (βάσει ASTM C78-84). Ο Πίνακας 2 παρέχει τα αποτελέσματα των βοηθητικών δοκιμών για το συστατικό υλικών ιδιοτήτων που χρησιμοποιούνται στην κατασκευή των δοκών RPC.

Πίνακας 1: Αποτελέσματα βοηθητικών δοκιμών για τις συστατικές ιδιότητες υλικών

No.	Specimens Designation	V _f %	Silica Fume%	Compressive Strength f _{cf} (MPa)	Compressive Strain ε _{cf}	Splitting Tensile Strength f _{spf} (MPa)	Modulus of Rupture f _{rf} (MPa)	Modulus of Elasticity E _c (GPa)
1	M0.0-15	0	15	78	0	5.5	5.7	39.1
2	M0.5-15	0.5	15	94	0	9.2	10	42.25
3	M1.0-15	1	15	98	0	11	12	44.2
4	M1.5-15	1.5	15	103	0	14.5	15.05	46.8
5	M2.0-15	2	15	110	0	15.4	19	48.8
6	M2.0-10	2	10	101	0	14	17.6	47.5
7	M2.0-5	2	5	93	0	12.7	16	44.37
8	M2.0-20	2	20	125	0	16.7	19.8	50.1
9	M2.0-25	2	25	142	0.01	17.9	20.5	52
10	M2.0-30	2	30	151	0.01	18.5	21	52.7

Εικόνα 1: Λεπτομέρειες δοκού και διατομής



Πίνακας 2: Εκτροπή στην πρώτη ρωγμή και τελικό φορτίο, λόγος ολκιμότητας και απορροφούμενη ενέργεια για δοκιμές δοκών RPC

RPC Beams	Vf (%)	a/d	ρ_w	SF (%)	f _{cf} Mpa	Diagonal Cracking Load P _{cr} (kN)	Def. at First Crack Load (mm)	Ultimate Load P _u (kN)	Def. at Ultimate Load (mm)	w _{u/vcr}	Ductility Ratio	Absorbed Energy (kN.mm)	Mode of Failure ^a
B1	0	3.5	0.03	15	78	50	4.15	71	7.15	1.42	1.72	287.7	DT
B2	0,5	3.5	0.03	15	94	60	3.6	133	13.3	2.2	3.69	1174.3	DT
B3	1	3.5	0.03	15	98	60	3.6	140	13	2.33	3.86	1166.9	DT
B4	1,5	3.5	0.03	15	103	65	3.55	155	14.5	2.38	4.08	1537.3	DT
B5	2	3.5	0.03	15	110	70	3.41	165	15.2	2.36	4.46	1972.5	DT
B6	2	3.5	0.05	15	110	105	5.02	215	14.5	2.05	2.88	1907	DT
B7	2	3.5	0.06	15	110	115	5.22	225	13.6	1.96	2.6	1837.2	DT
B8	2	3.5	0.03	10	101	65	3.4	155	14.2	2.38	4.18	1860.8	DT
B9	2	3.5	0.03	5	93.4	55	3.32	150	13.5	2.73	4.07	1850.6	SC
B10	2	2.5	0.03	15	110	75	2.64	250	16	3.33	6.06	2718.2	SC
B11	2	3	0.03	15	110	70	3.5	195	15.5	2.79	4.43	2031.5	DT
B12	2	4	0.03	15	110	50	2.65	125	10.8	2.5	4.08	871.8	S+F
B13	2	4.5	0.03	15	110	45	2.79	119	10.5	2.64	3.76	768.9	S+F
B14	1	2.5	0.03	15	98	65	3.6	200	14.4	3.08	4	1767.7	SC
B15	1	4.5	0.03	15	98	40	2.75	110	10.2	2.75	3.7	682.1	DT
B16	2	3.5	0.03	20	125	82	3.4	188	16.1	2.29	4.74	2362.7	DT
B17	2	3.5	0.03	25	142	100	3.45	202	17.3	2.02	5.01	2854.8	S+F
B18	2	3.5	0.03	30	151	110	3.48	220	17.9	2	5.14	3190.5	S+F

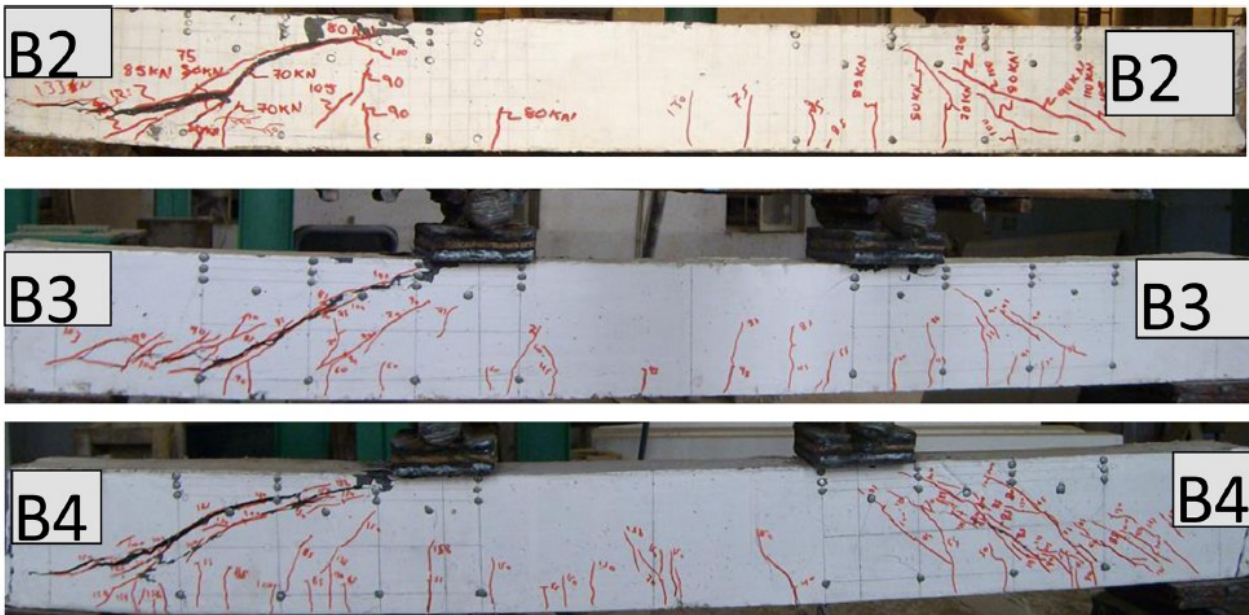
^a DT: diagonal tension failure, S+F: shear-flexure failure, SC: shear-compression failure. (1MPa=0.145 ksi, 1kN=0.225 kip, 1mm=0.0394 inch & 0.00328 ft).

Πίνακας 3: Οι μέσες τιμές, οι τυπικές αποκλίσεις και οι συντελεστές διασποράς των τιμών σχετικής αντοχής διατμήσεως για τη δοκιμή των τροποποιημένων εξισώσεων

Beams	Experimental strength, Predicted strength, MPa (RSSV)										Proposed equations, MPa (RSSV)				
	MPa														
		Ashour et al. [2]			Shin et al. [4]		Bunni [3]		Khuntia et al. [5]		Kwak et al. [6]		Eq. (9)		Eq. (10)
	Eq. (1)			Eq. (3)		Eq. (5)		Eq. (6)		Eq. (7)					
B1	3.17	1.92	(1.65)	1.94	(1.63)	2.09	(1.51)	1.47	(2.15)	2.51	(1.26)	3.82	(0.83)	3.48	(0.91)
B2	5.94	2.29	(2.6)	2.93	(2.02)	2.55	(2.32)	2.01	(2.95)	3.82	(1.55)	4.91	(1.21)	5.47	(1.08)
B3	6.25	2.56	(2.4)	3.56	(1.75)	2.8	(2.23)	2.45	(2.54)	4.55	(1.37)	5.41	(1.15)	6.17	(1.01)
B4	6.92	2.85	(2.42)	4.52	(1.53)	3.03	(2.28)	2.93	(2.35)	5.64	(1.23)	5.96	(1.16)	6.81	(1.01)
B5	7.37	3.14	(2.34)	4.97	(1.48)	3.25	(2.27)	3.45	(2.13)	6.11	(1.2)	6.61	(1.11)	7.45	(0.99)
B6	9.6	3.54	(2.7)	5.37	(1.79)	3.55	(2.7)	3.45	(2.78)	6.75	(1.42)	8.85	(1.08)	9.62	(0.99)
B7	10	3.76	(2.65)	5.64	(1.77)	3.72	(2.69)	3.45	(2.89)	7.11	(1.40)	10.27	(0.97)	11.07	(0.90)
B8	6.92	3.08	(2.24)	4.66	(1.48)	3.18	(2.17)	3.31	(2.09)	5.76	(1.2)	6.17	(1.12)	7.05	(0.98)
B9	6.7	3.02	(2.21)	4.4	(1.52)	3.12	(2.14)	3.18	(2.1)	5.44	(1.23)	5.79	(1.16)	6.71	(0.99)
B10	11.2	3.51	(3.19)	7.48	(1.5)	3.78	(2.96)	3.45	(3.24)	6.7	(1.67)	8.65	(1.29)	9.89	(1.13)
B11	8.7	3.3	(2.6)	5.12	(1.7)	3.48	(2.5)	3.45	(2.5)	6.37	(1.36)	7.47	(1.16)	8.48	(1.03)
B12	5.58	3	(1.86)	4.86	(1.15)	3.06	(1.82)	3.45	(1.62)	5.89	(0.95)	5.94	(0.94)	6.67	(0.84)
B13	5.31	2.89	(1.83)	4.77	(1.11)	2.91	(1.82)	3.45	(1.53)	5.71	(0.93)	5.4	(0.98)	6.06	(0.87)
B14	8.93	3.42	(2.6)	6.51	(1.37)	3.68	(2.4)	3.26	(2.7)	5.57	(1.6)	7.88	(1.13)	9.13	(0.98)
B15	4.91	2.81	(1.74)	3.93	(1.25)	2.83	(1.73)	3.26	(1.5)	4.78	(1.03)	4.92	(0.99)	5.64	(0.87)
B16	8.39	3.23	(2.6)	5.26	(1.6)	3.35	(2.5)	3.68	(2.28)	6.43	(1.3)	7.34	(1.14)	8.12	(1.03)
B17	9.02	3.33	(2.7)	5.5	(1.6)	3.45	(2.6)	3.92	(2.29)	6.69	(1.34)	8.18	(1.1)	8.88	(1.01)
B18	9.82	3.38	(2.9)	5.62	(1.74)	3.51	(2.8)	4.04	(2.4)	6.83	(1.44)	8.62	(1.14)	9.29	(1.06)
μ		2.41		1.56		2.3		2.34		1.31		1.09		0.98	
SD		0.42		0.23		0.39		0.48		0.21		0.11		0.08	
COV		0.17		0.15		0.17		0.21		0.16		0.1		0.08	

(1MPa=0.145 ksi).

Εικόνα 2: Αστοχία και ρηγματώση δοκών



4.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

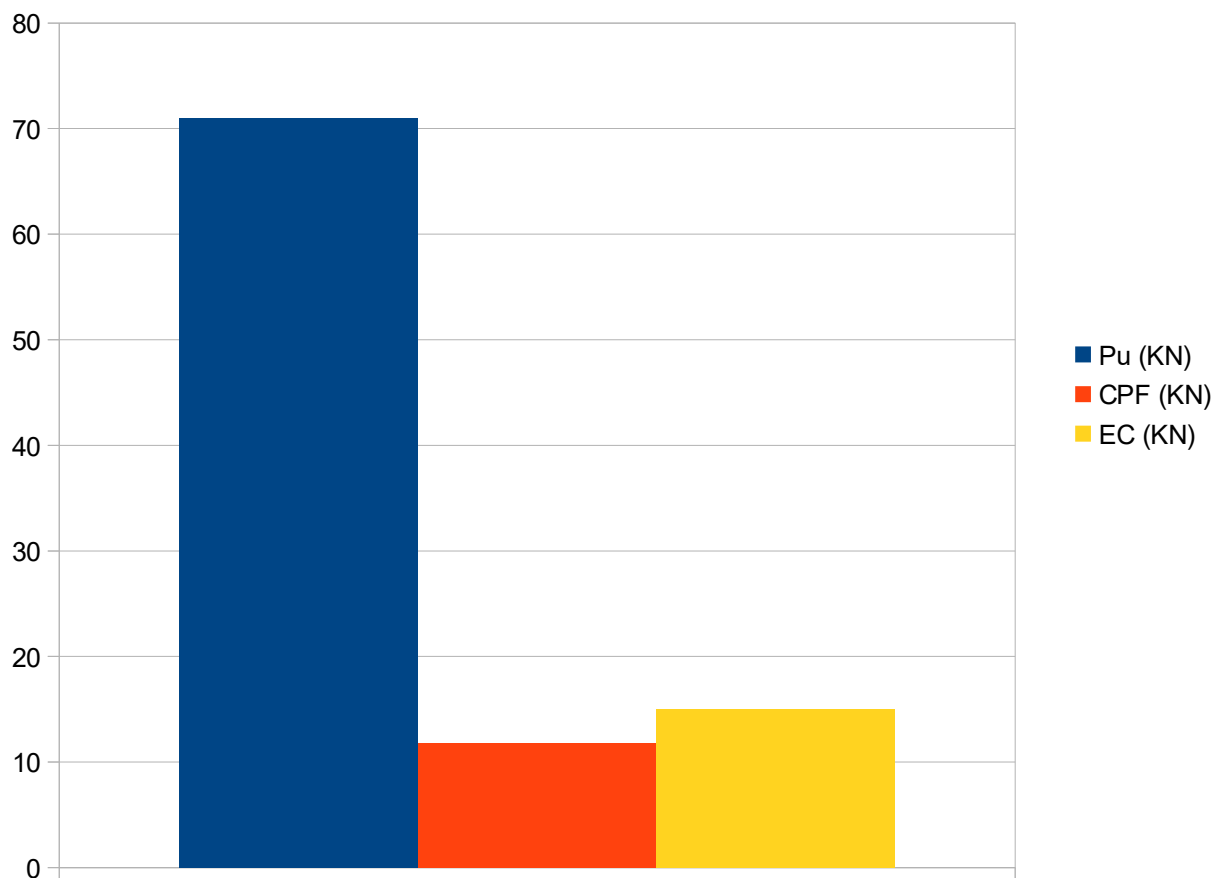
Type II		
P_u (KN) (KN)	V_{II-cr} (KN)	V_{II-cr} / P_u (KN)
71.00	-11.75	0.17

P_u (KN) (KN)	P_{f-ec2} (KN)	P_{f-ec2} / P_u (KN)
71.00	-15.00	0.21

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
71.00	11.75	15.00

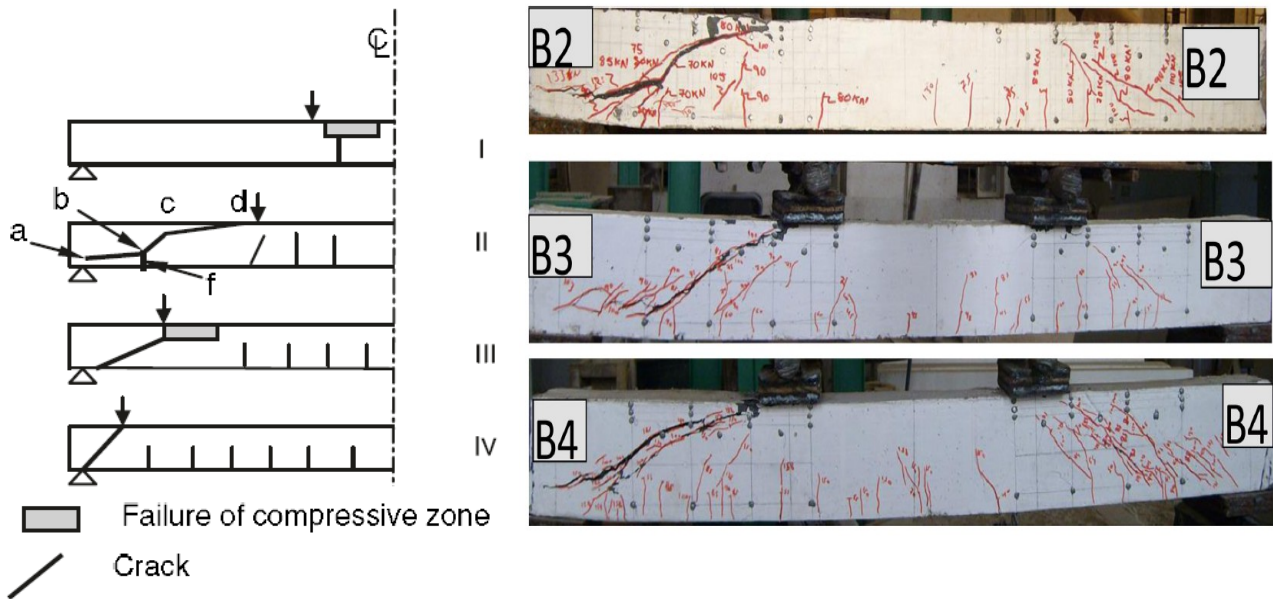
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



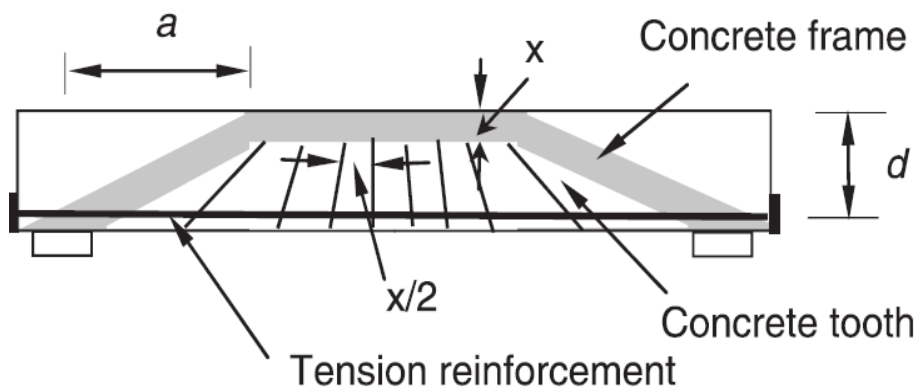
4.4. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Εικόνα 3: Σύγκριση Τύπων αστοχίας II Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμών αναφοράς (δεξιά). Παρατήρηση· οι δοκοί B2, B3, B4 έχουν παρόμοια αστοχία με την δοκό B1



Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου II παρουσιάζει μια εφελκυστική αστοχία με διαγώνιους κλάδους ρήγματος. Χαρακτηριστικό αυτής της αστοχίας είναι ότι η αστοχία συμβαίνει εντός του διατμητικού μήκους. Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται η διατμητική ζώνη συνεισφοράς του σκυροδέματος και οι εφελκυστικοί πρόβολοι-“δόντια” που συμβάλουν στην μεταφορά της εφελκυστικής δύναμης του σκυροδέματος στον ισχυρότερο εφελκυστικά οπλισμό ενίσχυσης.

Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-“δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης



4.5. Συμπεράσματα

Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών δεν είναι κοντινή, σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 0.17 και 0.21 αντίστοιχα. [4] [12] [13].

5. Επιδράσεις των ιδιοτήτων των υλικών του HFDFRCC, χρησιμοποιώντας ανακυκλωμένο λεπτόκοκκα αδρανή, στην διατμητική αντοχή δοκών RC

5.1. Συνοπτική Περιγραφή

Σε αυτή την μελέτη εκτελούνται δοκιμές φόρτισης σε δοκίμια δοκών οπλισμένου σκυροδέματος, κατασκευασμένα από σύνθετα τσιμεντοειδή ενισχυμένα με ίνες πολυουρεθάνης, ενσωματώνοντας λεπτόκοκκα αδρανή με διαφορετικές αναλογίες νερού-συνδετικού υλικού. Επίσης, πραγματοποιούνται μη γραμμικές αναλύσεις πεπερασμένων στοιχείων για να διερευνηθούν οι επιδράσεις των αναλογιών ύδατος-συνδετικού υλικού και των ράβδων οπλισμού, καθώς και η δύναμη διάτμησης δέσμης των δοκών οπλισμένου σκυροδέματος. Επιπρόσθετα, για ορισμένους παράγοντες, ερευνήσαμε την επίδραση της παρουσίας ή της απουσίας των ράβδων οπλισμού με διάτμηση στην αντοχή διατμήσεως των ακτίνων R-HFDFRCC RC. Διαπιστώσαμε ότι οι διακυμάνσεις στο μέγιστο φορτίο των δειγμάτων δοκών RC, που οφείλονται σε διαφορές στην αναλογία νερού-συνδετικού, μπορούν γενικά να προβλεφθούν, εάν κατανοήσουμε τις διαφορές στις ιδιότητες των υλικών (κυρίως αντοχή σε θλίψη, αντοχή σε εφελκυσμό και τελική εφελκυστική τάση), εξαιρετικά σε ρευστά με σύνθετα υλικά τσιμέντου που ενσωματώνουν ανακυκλωμένο λεπτόκοκκα αδρανή.

5.2. Πειραματική μέθοδος

5.2.1 HFDFRCC

Ο Πίνακας 1 παρέχει μια επισκόπηση του R-HFDFRCC που χρησιμοποιήθηκε σε αυτή την μελέτη. Το ανακυκλωμένο λεπτό συσσωμάτωμα (R) είναι ένα μείγμα μέσης λεπτότητας (μέγιστες διαστάσεις αδρανών: 2,5 mm, ξηρή πυκνότητα επιφάνειας: 2,57 g / cm³, ποσοστό απορρόφησης νερού: 2,96%. συντελεστής λεπτότητας: 2,61) και πολύ λεπτό (μέγιστες διαστάσεις αδρανών: 0,6 mm; ξηρή πυκνότητα επιφάνειας: 2,55 g / cm³. ποσοστό απορρόφησης νερού: 4,46%. συντελεστής λεπτότητας: 1.16). Το τσιμέντο ήταν συνηθισμένο τσιμέντο Portland (πυκνότητα: 3,16 g / cm³). Οι τιμές R / HFDFRCC W / B ήταν 40, 50 και 60%. Τα δείγματα δοκιμής υλικού R-HFDFRCC και τα δείγματα δοκών RC-RF-HFDFRCC απογυμνώθηκαν δύο ημέρες μετά την τοποθέτησή του, ακολούθως υγροποιήθηκαν μέχρις ότου η σωρευτική θερμοκρασία μέσα στο θάλαμο σκλήρυνσης έφθασε 1.680° {ισοδύναμα με την ηλικία των 56 ημερών (56D)}, οπότε έγινε η δοκιμή. Χρησιμοποιήθηκε ίνα PVA (διάμετρος: 0,2 mm, μήκος: 18 mm, μέτρο ελαστικότητας: 27 kN / mm², αντοχή εφελκυσμού: 975 N / mm²) και ο λόγος ανάμειξης όγκου ινών (V_f) ήταν 3%. Η πρόσμιξη ήταν υψηλής απόδοσης AE ο παράγοντας μείωσης νερού, ο παράγοντας μείωσης διαχωρισμού και η ιπτάμενη τέφρα τύπου II (πυκνότητα: 2,30 / cm³, τσιμέντο αναλογία αντικατάστασης: 20%).

Πίνακας 1: Δοκίμια σκυροδέματος

Specimen	Waterbinder ratio (%)	Sandbinder ratio (%)	Fiber volume fraction (vol. %)	Replacement ratio of fly ash (%)
R-HFDFRCC-40-56D	40	40	3	20
R-HFDFRCC-50-56D	50	65	3	20
R-HFDFRCC-50-56D@150	50	65	3	20
R-HFDFRCC-60-56D	60	90	3	20

5.2.2. Δοκιμές Υλικών

Σε αυτή τη μελέτη, πραγματοποιήθηκαν μονοαξονικές δοκιμές συμπίεσης R-HFDFRCC, δοκιμές κάμψης τριδιάστατων σημείων, δοκιμές έλξης και δοκιμές εφελκυσμού ράβδων οπλισμού για την ενεργοποίηση του ελέγχου της αντοχής του R-HFDFRCC RC και να εξαθχούν οι παράμετροι μηχανικής θραύσης που επηρεάζουν την καταστατική εξίσωση υλικού του R-HFDFRCC. Τα δοκιμαστικά δείγματα ήταν, στις δοκιμές μονοαξονικής συμπίεσης, ένας κύλινδρος 100 × 200 mm, στην τριδιάστατη δοκιμή κάμψης ενός πρίσματος 100 × 100 × 400 mm, για τις δοκιμές έλξης, ένα πρίσμα 100 × 100 × 100 mm με μια ράβδο ενίσχυσης D-16 (SD490) τοποθετημένη, για τις δοκιμές εφελκυσμού ράβδου οπλισμού, ένα D-16 (SD490), του οποίου το μήκος του παράλληλου μέρους ήταν 10 φορές μεγαλύτερο από την ονομαστική διάμετρο ή μεγαλύτερο. Ο αριθμός των παραγόμενων δειγμάτων ανά δοκιμή ήταν έξι για τις δοκιμές μονοαξονικής συμπίεσης και οι δοκιμές κάμψης τριδιάστατων σημείων και τρεις για τις δοκιμές έλξης και τις δοκιμές εφελκυσμού ράβδων οπλισμού. Οι μονοαξονικές δοκιμασίες συμπίεσης πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο που περιγράφεται στην εργασία αναφοράς. Τα αντικείμενα μέτρησης ήταν το φορτίο, η διαμήκης και εγκάρσια καταπόνηση στο κεντρικό τμήμα του δείγματος (όπως μετράται με ένα συμπιεσόμετρο), και η μετατόπιση μεταξύ των πλακών φόρτωσης (όπως μετράται από ένα υψηλό μετρητή μετατόπισης ευαισθησίας). Επιπλέον, η ενέργεια θραύσης συμπίεσης (GFc) υπολογίστηκε με την μέθοδο πλαστικής παραμόρφωσης, σε έργα αναφοράς μέχρι 3,0 mm). Οι δοκιμές κάμψης τριδιάστατου σημείου έγιναν με τη μέθοδο που περιγράφεται στην εργασία αναφοράς. Τα αντικείμενα μέτρησης ήταν το φορτίο, η μετατόπιση στο κεντρικό τμήμα της στατικής απόστασης (όπως μετράται από ένα υψηλό μετρητή μετατόπισης ευαισθησίας) και η καμπυλότητα (όπως μετράται με μετρητή μετατόπισης σε σχήμα π). Υπολογίστηκαν η αντοχή σε εφελκυσμό (Ft, b) και η τελική εφελκυστική τάση (εtu, b). Οι δοκιμές απομάκρυνσης πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο που περιγράφεται στην εργασία αναφοράς. Η μέτρηση αντικειμένων ήταν το φορτίο και ο βαθμός ολίσθησης των ράβδων οπλισμού. Οι δοκιμές εφελκυσμού των ράβδων οπλισμού πραγματοποιήθηκαν με τη μέθοδο που περιγράφεται στην εργασία αναφοράς. Τα αντικείμενα μέτρησης ήταν το φορτίο, η διαμήκης και εγκάρσια καταπόνηση στο κεντρικό τμήμα του δείγματος και το βαθμό επιμήκυνσης των ράβδων οπλισμού. Συγκεντρώσαμε δεδομένα μέτρησης από τις δοκιμές υλικών χρησιμοποιώντας καταγραφείς δεδομένων. Ο Πίνακας 2 δίνει το υλικό ιδιοτήτων των ράβδων οπλισμού και R-HFDFRCC που λαμβάνονται από τις δοκιμές υλικών.

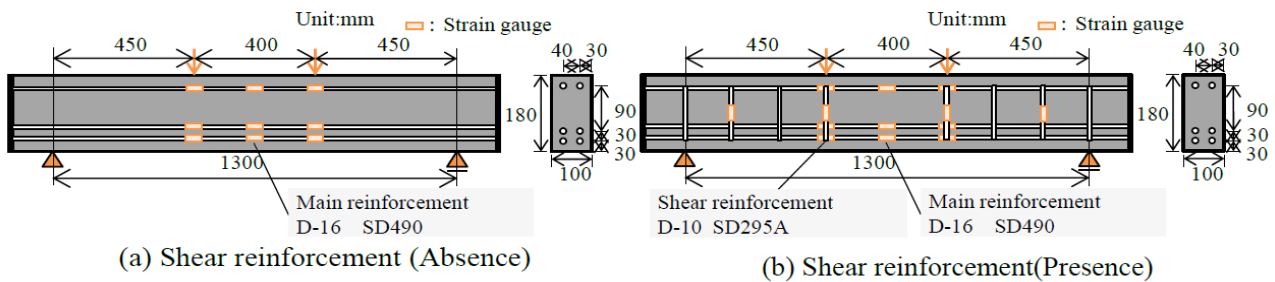
Πίνακας 2: Ιδιότητες υλικών (α) R-HFDRCC

Specimen	Compression			Bending			Pull-out	
	Compressive strength Fc (N/mm ²)	Young's modulus E (kN/mm ²)	Compressive fracture energy GFc (N/mm)	Bending strength (N/mm ²)	Tensile strength Ft,b (N/mm ²)	Ultimate tensile strain (εtu,b)	Bond strength τmax (N/mm ²)	Slip of bond strength Su (mm)
R-HFDFRCC-40-56D	50.4	19.3	64.7	7.15	2.25	0.0190	17.1	205
R-HFDFRCC-50-56D	35.4	15.9	59.7	6.52	2.25	0.0302	15.8	357
R-HFDFRCC-50-56D@150	35.7	15.4	55.8	6.27	2.28	0.0263	14.0	327
R-HFDFRCC-60-56D	28.6	14.1	53.6	6.34	1.88	0.0330	12.3	418

Πίνακας 3: Ιδιότητες υλικών (β) οπλισμός

Specimen	Main reinforcement			Shear reinforcement		
	Ratio (%)	Young's modulus (kN/mm ²)	Yield strength (N/mm ²)	Ratio (%)	Young's modulus (kN/mm ²)	Yield strength (N/mm ²)
R-HFDFRCC-40-56D	5.88	197	511	—	—	—
R-HFDFRCC-50-56D	5.88	197	511	—	—	—
R-HFDFRCC-60-56D	5.88	197	511	—	—	—
R-HFDFRCC-50-56D@150	5.88	197	511	0.95	200	373

Εικόνα 1: Λεπτομέρειες δοκού και διατομής



Πίνακας 4: Παράγοντες ανάλυσης

Specimen	Maximum load(kN)	
	Experiment	Analysis
R-HFDFRCC-40-56D	94.6	111
R-HFDFRCC-50-56D	96.3	112
R-HFDFRCC-50-56D@150	167	—
R-HFDFRCC-60-56D	93.6	89.8

Πίνακας 5: Τα μέγιστα φορτία εξαγόμενα από τις δοκιμές φόρτισης και ανάλυσης των δοκιμίων ΟΣ RHDFRCC

Specimen	Compression			Bending		Pull-out	
	Compressive strength Fc (N/mm ²)	Young's modulus E (kN/mm ²)	Compressive fracture energy Gfc (N/mm)	Tensile strength Ft,b (N/mm ²)	Ultimate tensile strain εtu,b	Bond strength τmax (N/mm ²)	Slip of bond strength Su (mm)
R-HFDFRCC-50-56D	35.4	15.9	59.7	2.25	0.0302	15.8	0.357
Case-1	20	15.9	59.7	2.25	0.0302	15.8	0.357
Case-2	50.4	15.9	59.7	2.25	0.0302	15.8	0.357
Case-3	35.4	15.9	55	2.25	0.0302	15.8	0.357
Case-4	35.4	15.9	65	2.25	0.0302	15.8	0.357
Case-5	35.4	15.9	59.7	2	0.0302	15.8	0.357
Case-6	35.4	15.9	59.7	2.5	0.0302	15.8	0.357
Case-7	35.4	15.9	59.7	2.25	0.019	15.8	0.357
Case-8	35.4	15.9	59.7	2.25	0.0604	15.8	0.357
Case-9	35.4	15.9	59.7	2.25	0.0302	10	0.357
Case-10	35.4	15.9	59.7	2.25	0.0302	20	0.357
Case-11	35.4	15.9	59.7	2.25	0.0302	15.8	0.2
Case-12	35.4	15.9	59.7	2.25	0.0302	15.8	0.5
Case-13	50.4	15.9	59.7	2.25	0.019	15.8	357
Case-14	50.4	15.9	59.7	2.25	0.0604	15.8	0.357

5.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

5.3.1 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

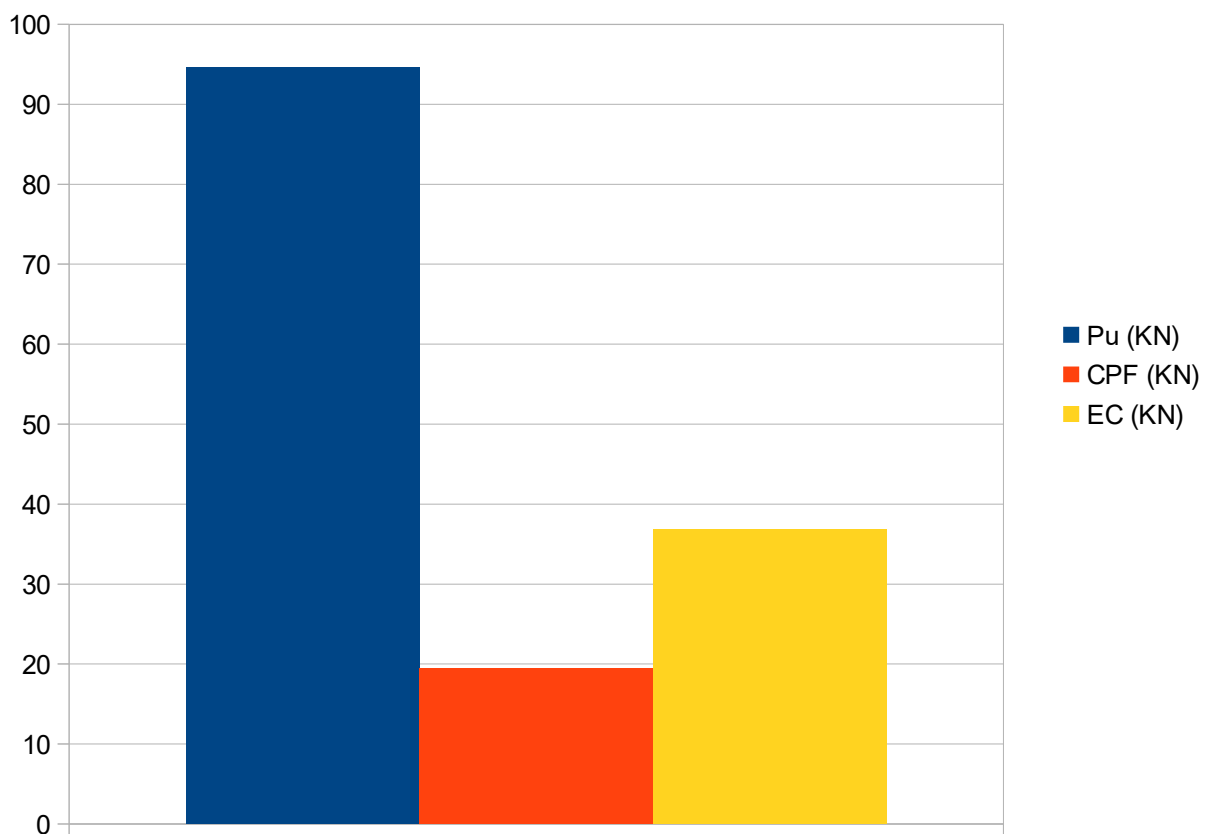
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
94.60	-19.42	0.21

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
94.60	-36.82	0.39

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
94.60	19.42	36.82

Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



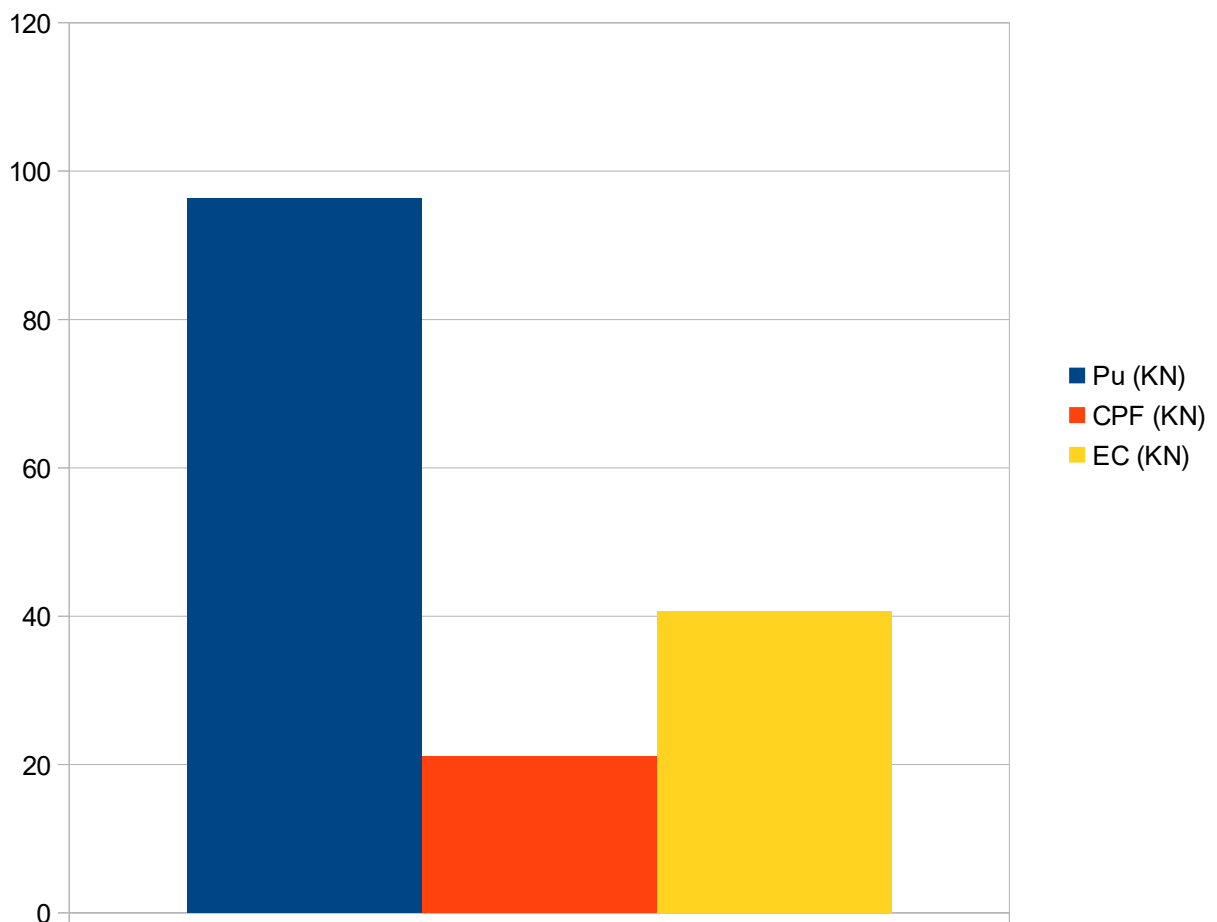
5.3.2 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
96.30	-21.07	0.22
Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
96.30	-40.64	0.42
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
96.30	21.07	40.64

Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



5.3.3 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 3ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

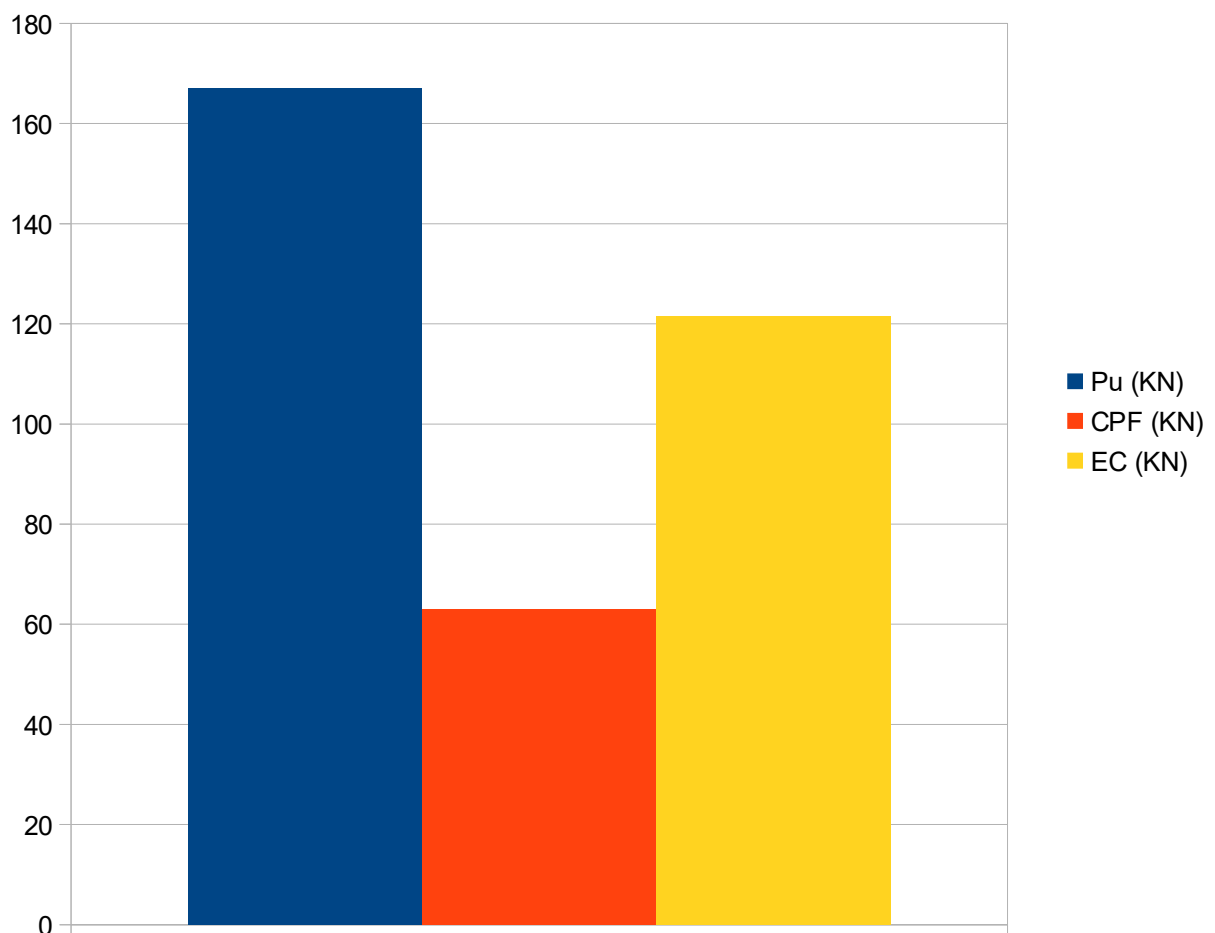
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
167.00	-63.08	0.38

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
167.00	-121.60	0.73

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
167.00	63.08	121.60

Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



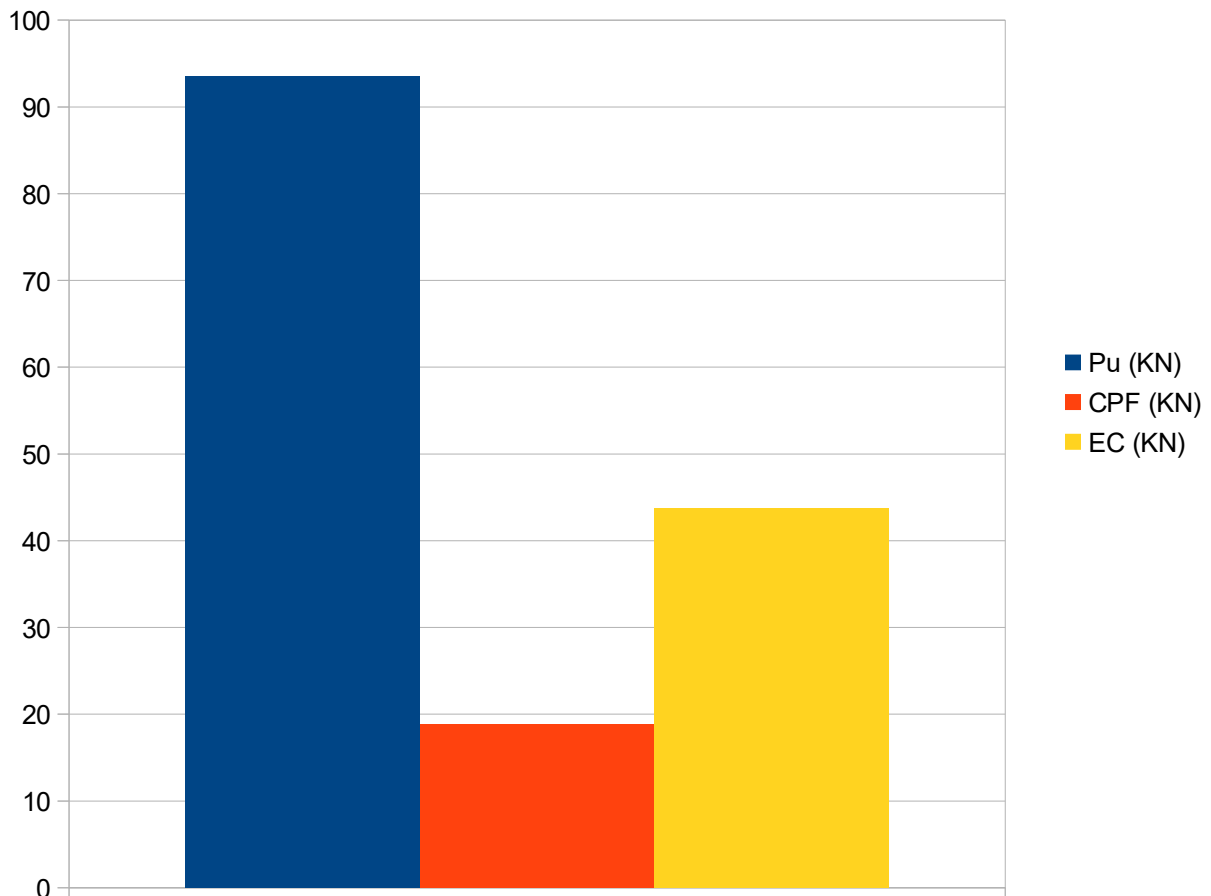
5.3.4 Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 4ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 4: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
93.60	-18.82	0.20
Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
93.60	-43.70	0.47
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
93.60	18.82	43.70

Διάγραμμα 4: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



5.4. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Λόγω απουσίας δείγματος εικόνας αστοχίας δεν μπορεί να γίνει σύγκριση με τον Τύπο II αστοχίας της μορφής όλων των δοκών.

5.5. Συμπεράσματα

Η μόνη σύγκριση γίνεται βάσει αναλογίας οπλισμών και οι τιμές των ποσοστών δεν είναι κοντινές για την Θεωρία της Τ.Θ.Δ., ενώ για τον Ευρωκώδικα συμβαίνει σε κάποιες φορές να είναι κοντινές οι τιμές. Τα ποσοστά για τις 4 δοκούς είναι 0.21 και 0.39, 0.22 και 0.42, 0.38 και 0.73, 0.2 και 0.47 αντίστοιχα. **[5] [12] [13]**.

6. Αριθμητική ανάλυση δοκών RC υψηλής αντοχής στην οριακή κατάστασή τους

6.1. Συνοπτική περιγραφή

Η ανάπτυξη τεχνολογιών παραγωγής δοκών υψηλής αντοχής, με σκοπό την δημιουργία ασφαλούς και ανθεκτικού υλικού, συνδέεται με αριθμητικά μοντέλα πραγματικών αντικειμένων. Σε αυτή την μελέτη διερευνήθηκαν τριδιάστατα μη γραμμικά πεπερασμένα στοιχεία μοντέλων δοκών RC υψηλής αντοχής, με σύνθετη γεωμετρία. Η αριθμητική ανάλυση εκτελέστηκε χρησιμοποιώντας το πακέτο πεπερασμένων στοιχείων, ANSYS. Τα αριθμητικά αποτελέσματα για τα σχέδια με ρωγμές ρωγμών είναι ποιοτικά αποδεκτά ως προς τη θέση, την κατεύθυνση και τη διανομή με τα δεδομένα δοκιμών. Το μοντέλο ήταν σε θέση να προβλέψει την εισαγωγή και διάδοση των καμπτικών και των διαγώνιων ρωγμών. Το συμπέρασμα ήταν ότι το μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων συνέλαβε με επιτυχία την ανελαστική συμπεριφορά κάμψης των δοκών σε αστοχία.

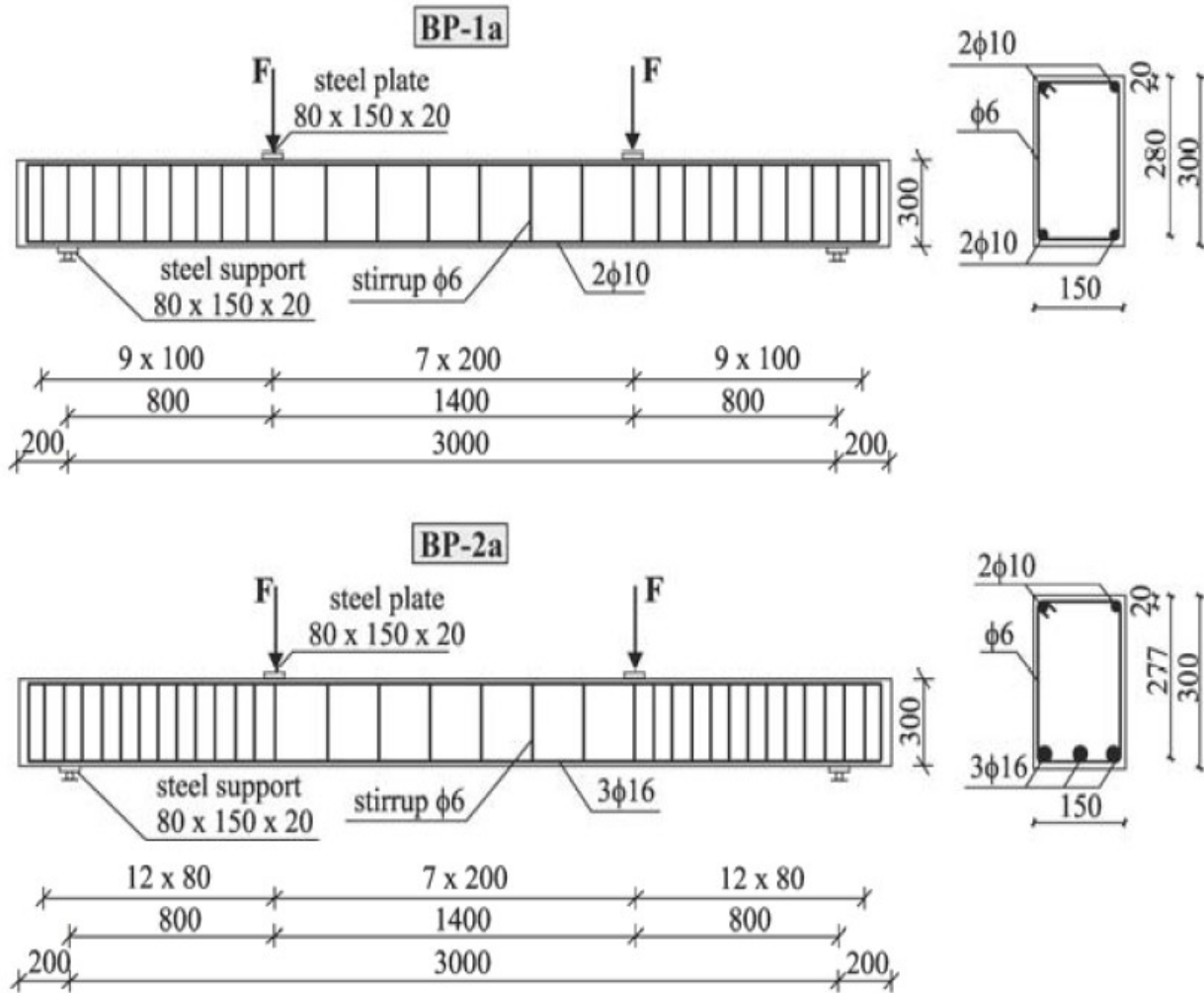
6.2. Ιδιότητες υλικών

Οι μονοαξονικές δυνάμεις συμπίεσης και εφελκυσμού του HSC πραγματοποιήθηκαν σε κύβους και κυλινδρικά δείγματα. Το μοντέλο ελαστικότητας υπολογίζεται με βάση την πειραματικά προσδιορισμένη μονοαξονική αντοχή συμπίεσης σύμφωνα με το ACI 363. Ο συντελεστής διατμητικής μεταφοράς για ανοικτή ρωγμή εκτιμάται με βάση αριθμητική ανάλυση. Οι ιδιότητες των χαλύβδινων ράβδων υπολογίστηκαν με βάση τις αξονικές δοκιμές εφελκυσμού σε χαλύβδινες ράβδους $\phi 16$, $\phi 10$, $\phi 6$ mm. Οι ιδιότητες των HSC και των χαλύβδινων ράβδων δίδονται για τα μοντέλα δοκού BP-1a / BP-2a, αντίστοιχα. Το σκυρόδεμα υψηλής αντοχής ορίζεται από την μονοαξονική θλιπτική αντοχή $f_c = 81,2 / 78,8$ MPa, συντελεστής ελαστικότητας $E_c = 36,8 / 36,4$ GPa, μονοαξονική αντοχή σε εφελκυσμό $f_t = 5,23 / 4,57$ MPa, λόγος Poisson $\nu_c = 0,15$, πυκνότητα $\rho_c = 2600$ kg / m³, συμπιεστική καταπόνηση στο στέλεχος αντοχής $\sigma_{c1} = 6$ ‰, στέλεχος $\epsilon_{cu} = 12$ ‰, συντελεστής διατμητικής μετατόπισης για ανοικτή ρωγμή $\beta_t = 0,3$ και συντελεστής διατμητικής μετατόπισης για κλειστή ρωγμή $\beta_c = 0,9$. Οι κατάλληλες ιδιότητες υλικών για τις χαλύβδινες ράβδους των διαμέτρων $\phi 16 / \phi 10 / \phi 6$ mm έχουν ως εξής: μέτρο ελαστικότητας $E_s = 196/194/201$ GPa, τάση απόδοσης $f_y = 437/420/353$ MPa, μονοαξονική αντοχή εφελκυσμού $f_{st} = 713/624/466$ MPa, τελική καταπόνηση στην τάση απόδοσης $\epsilon_{su} = 106/116/75$ ‰, συντελεστής πλαστικής παραμόρφωσης $E_T = 2659,7 / 1792,1 / 1542,8$ MPa, αναλογία Poisson $\nu_s = 0,3$ και πυκνότητα $\rho_s = 7800$ kg / m³. Οι μεταλλικές πλάκες στήριξης και μεταφοράς φορτίου καθορίζονται από το μέτρο ελαστικότητας $E_s = 210$ GPa, Αναλογία Poisson $\nu_s = 0,3$ και πυκνότητα $\rho_s = 7800$ kg / m³.

6.2. Επίδραση μέτρου ελαστικότητας και συντελεστή μεταφοράς διάτμησης στις καμπύλες φορτίου-παραμόρφωσης

Η αντοχή σε θλίψη είναι απαραίτητη για τον προσδιορισμό άλλων παραμέτρων του μη γραμμικού μοντέλου HSC. Εκτελέστηκαν οι υπολογισμοί μοντέλου δοκού BP-1a από σκυρόδεμα με αντοχή σε θλίψη 81,2 MPa για την εκτίμηση της επίδρασης του συντελεστή ελαστικότητας (E_c) και του συντελεστή μετατόπισης διάτμησης για μια ανοικτή ρωγμή (β_t) στις καμπύλες φορτίου-παραμόρφωσης. Διαφορετικές σχέσεις μεταξύ της αντοχής σε θλίψη και του μέτρου ελαστικότητας για την HPC παρουσιάζεται στον Πίνακα 1. Μπορεί να σημειωθεί ότι οι υπολογισμένες τιμές μέτρησης μέτρου ελαστικότητας έχουν μεγάλη διασπορά αποτελεσμάτων.

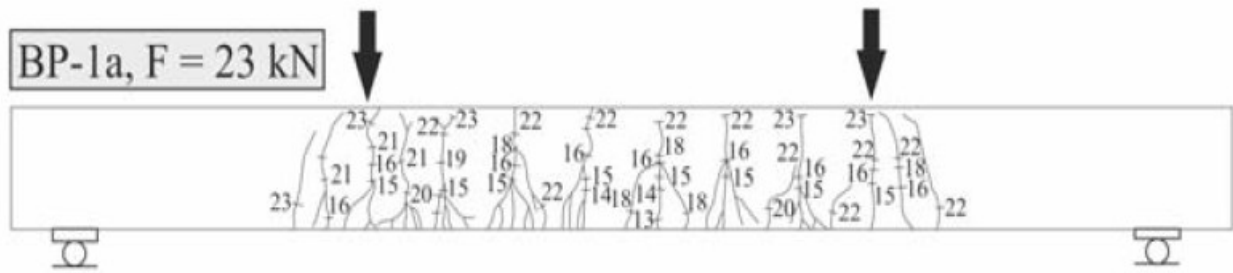
Εικόνα 1: Λεπτομέρειες δοκών και διατομών



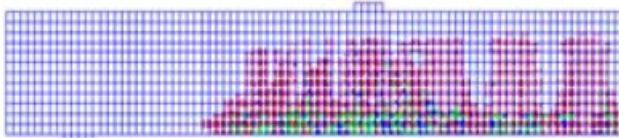
Πίνακας 1: Εξισώσεις για τον προσδιορισμό του μέτρου Ελαστικότητας

	Equations	E_c (MPa) for $f_c = 81.2$ MPa
CEB-FIB	$E_c = 10(\sqrt{f_c} + 8)^{1/3}$	44681
CAN A23.3-M90	$E_c = 5 \sqrt{f_c}$	45056
ACI 363	$E_c = 3.32\sqrt{f_c} + 6.9$	36817
Prop. Kikizaki [17]	$E_c = 3.65 \sqrt{f_c}$	32890
Prop. Neville [17]	$E_c = 57000 \sqrt{f_c}$	42649

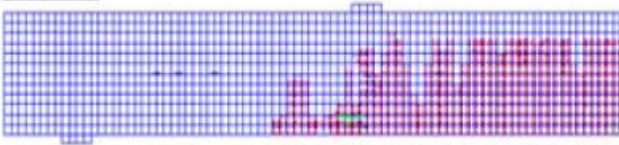
Εικόνα 2: Πειραματικά και αριθμητικά αποτελέσματα διάταξεων ρηγμάτωσης



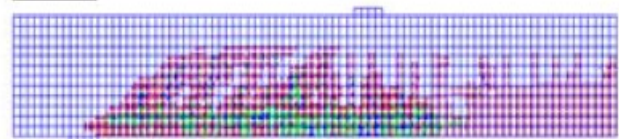
AD



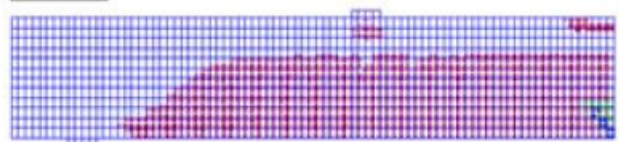
A-L



AD



A-L



6.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

6.3.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

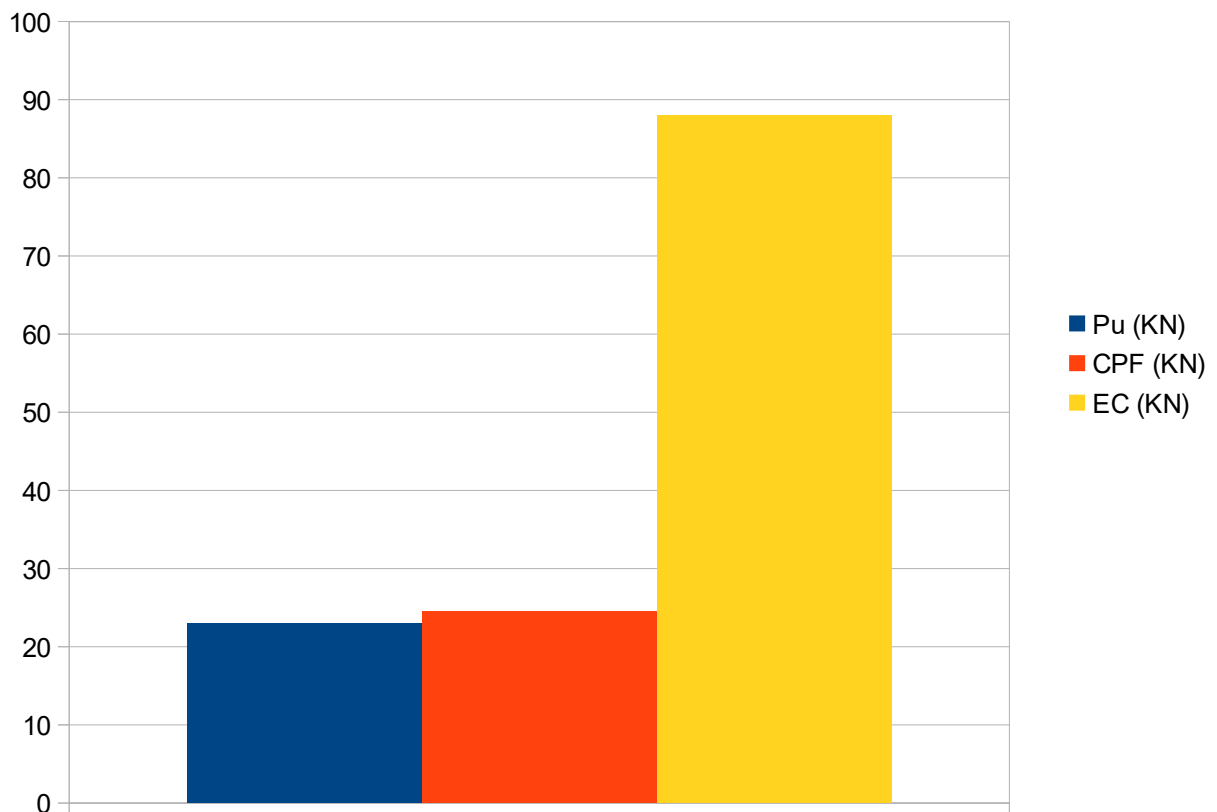
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
23.00	-24.49	1.06

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
23.00	-87.92	3.82

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
23.00	24.49	87.92

Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



6.3.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

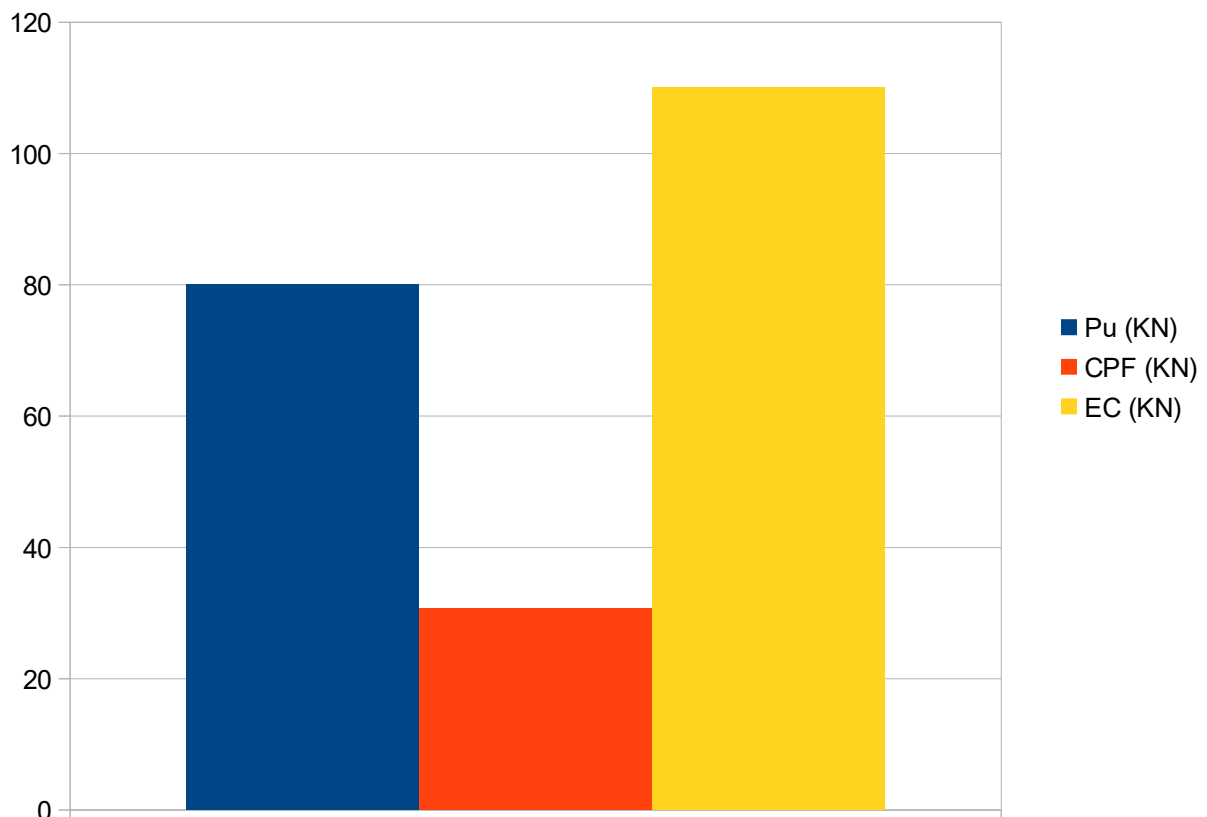
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
80.00	-30.63	0.38

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
80.00	-109.99	1.37

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
80.00	30.63	109.99

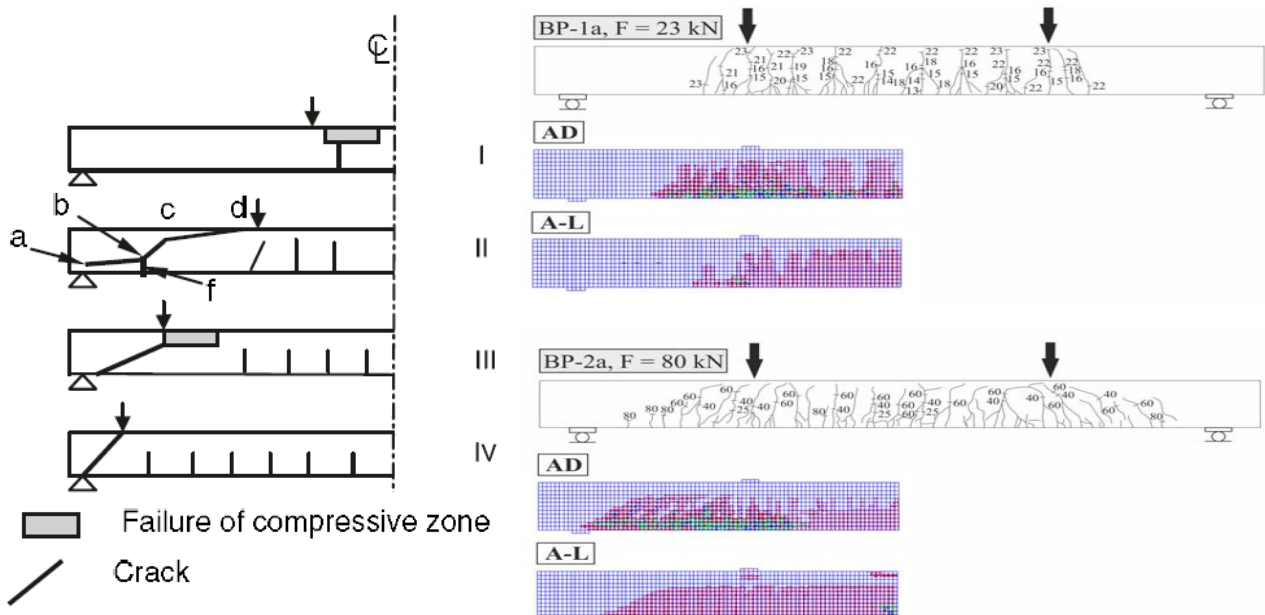
Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



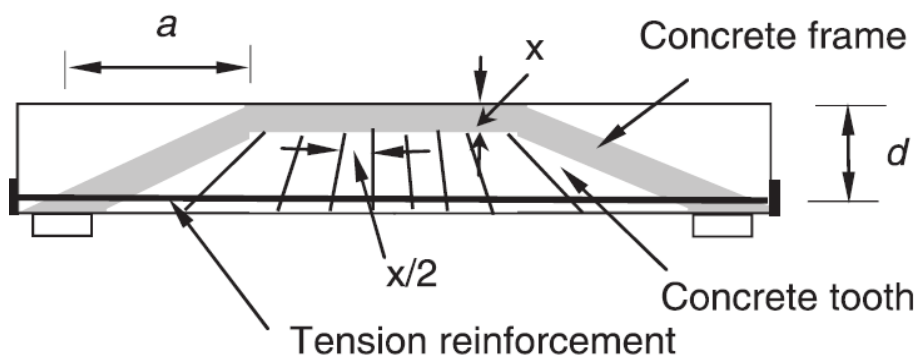
6.4. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Εικόνα 3: Σύγκριση Τύπων αστοχίας II Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμών αναφοράς (δεξιά).



Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου II παρουσιάζει μια εφελκυστική αστοχία με διαγώνιους κλάδους ρήγματος. Χαρακτηριστικό αυτής της αστοχίας είναι ότι η αστοχία συμβαίνει εντός του διαμηθικού μήκους. Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται η διαμηθική ζώνη συνεισφοράς του σκυροδέματος και οι εφελκυστικοί πρόβολοι-”δόντια” που συμβάλουν στην μεταφορά της εφελκυστικής δύναμης του σκυροδέματος στον ισχυρότερο εφελκυστικά οπλισμό ενίσχυσης.

Εικόνα 4: Ζώνη διαμηθικής συνεισφοράς και πρόβολοι-”δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης



6.5. Συμπεράσματα

Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας των δοκών, δείχνουν ότι οι δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών είναι κοντινή μόνο για την πρώτη δοκό ενώ στην δεύτερη ο Ευρωκώδικας έχει καλύτερα αποτελέσματα. Σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 1.06 και 3.82, 0.38 και 1.37 αντίστοιχα. [6] [12] [13].

7. Μοντελοποίηση πεπερασμένων στοιχείων δοκών RC με ινοοπλισμένες ράβδους

7.1. Συνοπτική περιγραφή

Αναφέρεται ότι το σκυρόδεμα είναι ένα ετερογενές σύνθετο υλικό φτιαγμένο από τσιμέντο, άμμο, χοντρόκοκκα αδρανή και νερό, αναμειγμένα σε επιθυμητή αναλογία, για να αποκτήσει την απαιτούμενη δύναμη. Το άοπλό σκυρόδεμα δεν αντέχει σε εφελκυσμό σε σύγκριση με την θλίψη. Για να αντισταθμιστεί το μειονέκτημα αυτό το σκυρόδεμα ενισχύεται με οπλισμό. Σήμερα, για την βελτίωση των ιδιοτήτων του σκυροδέματος και επίσης για να αναλάβει τον εφελκυσμό, ο συνδυασμός χάλυβα και γυαλιού σε ινοοπλισμένες ράβδους πολυμερών (GFRP), υπόσχονται ικανοποιητική αντοχή, λειτουργικότητα και ανθεκτικότητα. Για να διασφαλίσει την υπόσχεση και να υποστηρίξει τον σχεδιασμό κατασκευών με υβριδικό τύπο οπλισμού, η παρούσα μελέτη διερεύνησε την συμπεριφορά φόρτισης-εκτροπής δοκών RC με υβρίδια GFRP και ράβδους χάλυβα, χρησιμοποιώντας το λογισμικό ATENA. Αναλύθηκαν 14 δοκοί, περιλαμβάνοντας 6 δοκούς ελέγχου οπλισμένες με ράβδους μόνο χάλυβα ή μόνο GFRP Η συμπεριφορά των δοκών αυτών διερευνήθηκε μέσω των χαρακτηριστικών παραμόρφωσης φορτίου, της συμπεριφοράς θραύσης και του τρόπου αστοχίας. Η υβριδική δοκός RC GFRP-χάλυβα έδειξε τη βελτίωση της οριακής αντοχής και της παραμόρφωσης σε σχέση με την δοκό RC.

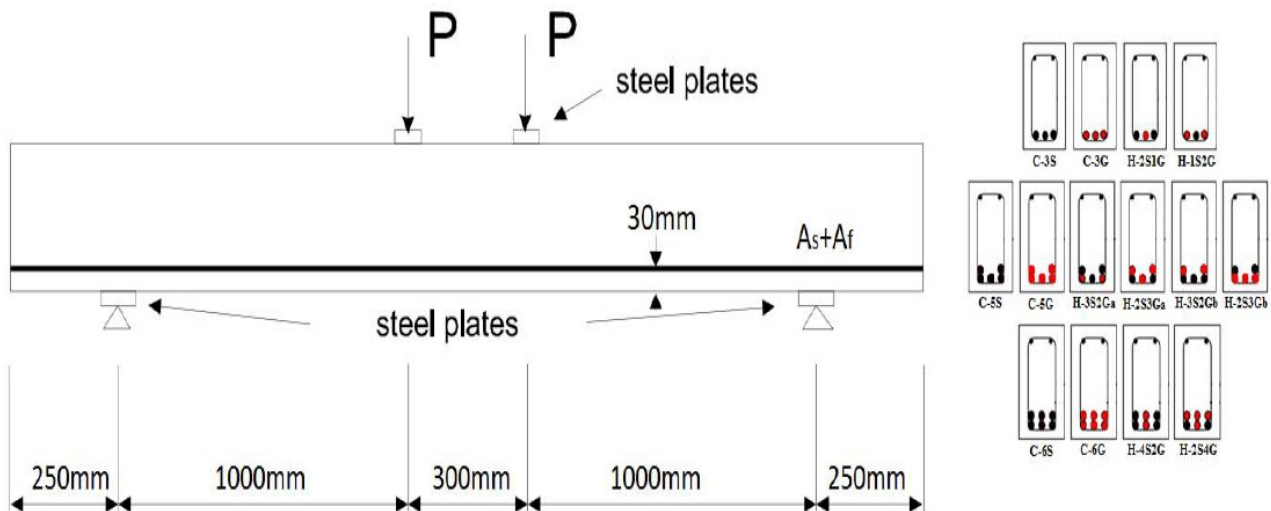
7.2. Λεπτομέρειες των δοκιμών

Κατασκευάστηκαν και αναλύθηκαν δεκατέσσερα δείγματα δοκών από σκυρόδεμα υψηλής απόδοσης ενισχυμένα με διαφορετικούς τύπους καμπτικού οπλισμού και ίνας, συμπεριλαμβανομένων έξι δοκών ελέγχου. Όλα τα δείγματα είχαν μήκος 2300 mm με ορθογώνια διατομή 200 x 250 mm. Η ομάδα A ενισχύθηκε με ένα στρώμα ενίσχυσης και η ομάδα B και Γ ενισχύθηκε με δύο στρώσεις ενίσχυσης και τα αποτελεσματικά βάθη της εξωτερικής στρώσης (d1) και το εσωτερικό στρώμα (d2) ήταν 213,5 mm και 200,5 mm, αντίστοιχα. Κάθε δείγμα είχε διαφορετικούς συνδυασμούς καμπτικής ενίσχυσης των συμβατικών χαλύβδινων ράβδων και των ράβδων GFRP. Το πρώτο γράμμα στα ονόματα των δειγμάτων δείχνει την δοκό ελέγχου και την υβριδική δοκό αντίστοιχα. Σε όλους τους οπλισμούς χρησιμοποιήθηκε η ίδια διάμετρος που είναι 12 mm για τη χαλύβδινη ράβδο και 13 mm για τη ράβδο GFRP. Χρησιμοποιήθηκε ένα κάλυμμα από σκυρόδεμα 30mm και χάλκινες ράβδοι 8 mm χρησιμοποιήθηκαν ως κλειστοί συνδετήρες σε απόσταση 100 mm και ως επιμήκεις ενισχύσεις συμπίεσης για όλα τα δείγματα. Όλα τα δείγματα σχεδιάστηκαν για να αστοχήσουν από θραύση σκυροδέματος και να αποφύγουν την ψαθυρή αστοχία. Οι μηχανικές ιδιότητες του σκυροδέματος, του χάλυβα και των GFRP ενισχύσεων παρουσιάζονται στον παρακάτω Πίνακα 1.

Πίνακας 1: Μηχανικές ιδιότητες σκυροδέματος, οπλισμού και ενίσχυσης GFRP

Material	Elastic Modulus (GPa)	Compressive Strength (MPa)	Yield Strength (MPa)	Tensile Strength (MPa)
High Performance Concrete	36.95	61.8	—	6.18
Steel bars (12 mm)	200	—	550	—
Steel bars (8 mm)	200	—	250	—
GFRP bars (13 mm)	44.1	—	—	920

Εικόνα 1: Λεπτομέρειες δοκού



7.3. Περιγραφή στοιχείων FRP και μέθοδος υπολογισμού ATENA FE

Το συμβατικό οπλισμένο σκυρόδεμα εφαρμόζεται ευρέως στον κατασκευαστικό κλάδο λόγω της τη διαθεσιμότητας και το χαμηλό κόστος του χάλυβα και του σκυροδέματος, τις γνώσεις σχετικά με το σχεδιασμό και την τεράστια εμπειρία χρήσης του στην πράξη. Λόγω των διαφορετικών μηχανικών ιδιοτήτων τους, η συμπεριφορά των μελών FRP RC είναι αρκετά διαφορετική από εκείνη του παραδοσιακού οπλισμένου σκυροδέματος. Πρόσφατα, σημειώθηκε ραγδαία αύξηση στην χρήση των ράβδων ενισχυμένου πολυμερούς ινών (FRP) με αντικατάσταση συμβατικών χαλύβδινων ράβδων για δομές σκυροδέματος, λόγω των πλεονεκτημάτων των μη διαβρωτικών χαρακτηριστικών, της υψηλής αντοχής και του ελαφρού βάρους των ράβδων FRP. Σε σχέση με το μέτρο ελαστικότητας των ράβδων FRP το μέτρο ελαστικότητας των ράβδων χάλυβα, είναι πολύ μικρότερο. Αυτό το χαμηλό μέτρο ελαστικότητας οδηγεί σε μεγαλύτερη εκτροπή και μεγαλύτερο πλάτος ρωγμών στη δοκό οπλισμού σκυροδέματος FRP που έχουν ισοδύναμη αναλογία ενίσχυσης δοκών οπλισμένου σκυροδέματος. Επιπλέον, ενώ οι χαλύβδινοι ράβδοι συμπεριφέρονται ελαστικά μετά τη δύναμη απόδοσης, οι ράβδοι FRP δείχνουν τέλεια ελαστική συμπεριφορά μέχρι την αποτυχία και αποτυγχάνουν με εύθραυστα αποτελέσματα. Προκειμένου να ξεπεραστούν αυτά τα προβλήματα όσον αφορά τη δυνατότητα παραμορφώσεως και ολκιμότητας δοκών από σκυρόδεμα ενισχυμένες με ράβδους FRP, προτάθηκαν εναλλακτικές λύσεις υβριδικής ενίσχυσης με FRP και χαλύβδινες ράβδους με χρήση οπλισμένου σκυροδέματος (FRC). Η χαμηλότερη δυσκαμψία και η μεγαλύτερη εκτροπή της ενισχυμένης δοκού με ράβδους FRP ελέγχθηκαν και βελτιώθηκαν με υβριδική ενίσχυση με χαλύβδινες ράβδους. Λόγω της αυξημένης απόλυτης θλιπτικής καταπόνησης σκυροδέματος, οι ενισχυμένες δοκοί με ράβδους GFRP με χάλυβα και οι συνθετικές ίνες έδειξαν ανελαστική και όλκιμη συμπεριφορά κοντά στην αποτυχία και υψηλότερη απόλυτη κάμψη από την δοκό χωρίς ίνες.

Πίνακας 2: Σύνοψη αποτελεσμάτων ανάλυσης

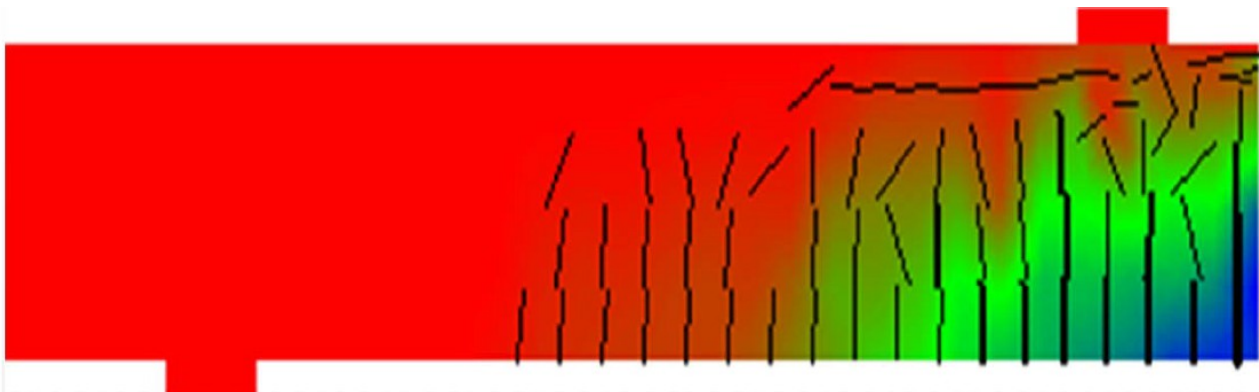
Group of Specimen		Ptheo (kN)	δtheo (mm)	PATE (kN)	δATE (mm)	Δ P (%) (kN)	Δ δ (%) (mm)	ρ (%)
A	C-3S	32.77	22.62	45	48.76	0.73	0.46	0.79
	C-3G	60.78	41.95	55.14	40.51	1.1	1.04	0.93
	H-2S1G	42.49	29.33	50.47	33.36	0.84	0.88	0.84
	H-1S2G	51.83	25.77	49.7	29.74	1.04	0.87	0.89
B	C-5S	50.77	35.04	67	42.1	0.76	0.83	1.37
	C-5G	89.81	61.99	65.25	34.02	1.38	1.82	1.6
	H-3S2Ga	67.55	46.62	67.38	32.23	1	1.45	1.46
	H-2S3Ga	75.35	52.01	65.96	35.21	1.14	1.48	1.51
	H-3S2Gb	67.55	46.62	66.01	34.33	1.02	1.36	1.46
H-2S3Gb	75.35	52.01	65.94	36.1	1.14	1.44	1.51	
C	C-6S	59.67	41.19	77	32.27	0.88	1.41	1.64
	C-6G	102.95	71.06	67.78	29.22	1.34	2.2	1.92
	H-4S2G	75.64	52.21	76.11	33.52	1.05	1.56	1.73
	H-2S4G	90.07	62.17	72.6	33.52	1.24	1.85	1.83

Οι ίνες χάλυβα σε σκυρόδεμα και η υβριδική ενίσχυση με χάλυβα ελεγχόταν για την διάδοση των ρωγμών και για το πλάτος των ρωγμών των ενισχυμένων δοκών FRP. Και τελευταία, αλλά όχι μόνο η προσθήκη ινών και η υβριδική ενίσχυση με χαλύβδινες ράβδους μπορεί να είναι πιθανές μέθοδοι να υπερνικήσουν την χαμηλή ολκιμότητα των ενισχυμένων δοκών FRP. Επιπλέον, η ολκιμότητα της δομής RC και η εύθραυστη αποτυχία της δοκού FRP μπορεί να επιλυθεί με τοποθέτηση των τενόντων FRP στην γωνιακή περιοχή όπου το σκυρόδεμα είναι εύκολο να καταστραφεί και πρέπει ακόμα να συνεχίσει την φόρτιση έως το τελικό φορτίο μετά την απόδοση των χαλύβδινων ράβδων και παρουσιάζει ορισμένο συντελεστή ασφαλείας και καλή πλαστιμότητα. Στο άρθρο αυτό, ερευνάται η ακρίβεια της πρόβλεψης εκτροπής από το πεπερασμένο πακέτο στοιχείων ATENA και οι μέθοδοι κώδικα σχεδιασμού ACI και EC2. Τελικά ο G. Kaklauskas δήλωσε ότι η εκτροπή υπολογίστηκε από την δοκό εντός του διαστήματος φορτίσης που κυμαίνεται από 30 έως 90% του θεωρητικού τελικού φορτίου χρησιμοποιώντας το ATENA FE.

Πίνακας 3: Συμπεριφορά θραύσης και τύπος αστοχίας

Group of Specimen		P _{cr} (kN)	Failure Mode
A	C-3S	17	Flexural
	C-3G	15.9	Flexural
	H-2S1G	16.37	Flexural
	H-1S2G	16.14	Flexural
B	C-5S	18	Flexural
	C-5G	16.03	Flexural
	H-3S2Ga	16.62	Flexural
	H-2S3Ga	16.5	Flexural
	H-3S2Gb	16.74	Flexural
	H-2S3Gb	16.38	Flexural
C	C-6S	18	Flexural
	C-6G	16.09	Flexural
	H-4S2G	16.93	Flexural
	H-2S4G	16.59	Flexural

Εικόνα 2: Σχήμα ρωγμών της υβριδικής δοκού



7.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

7.4.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

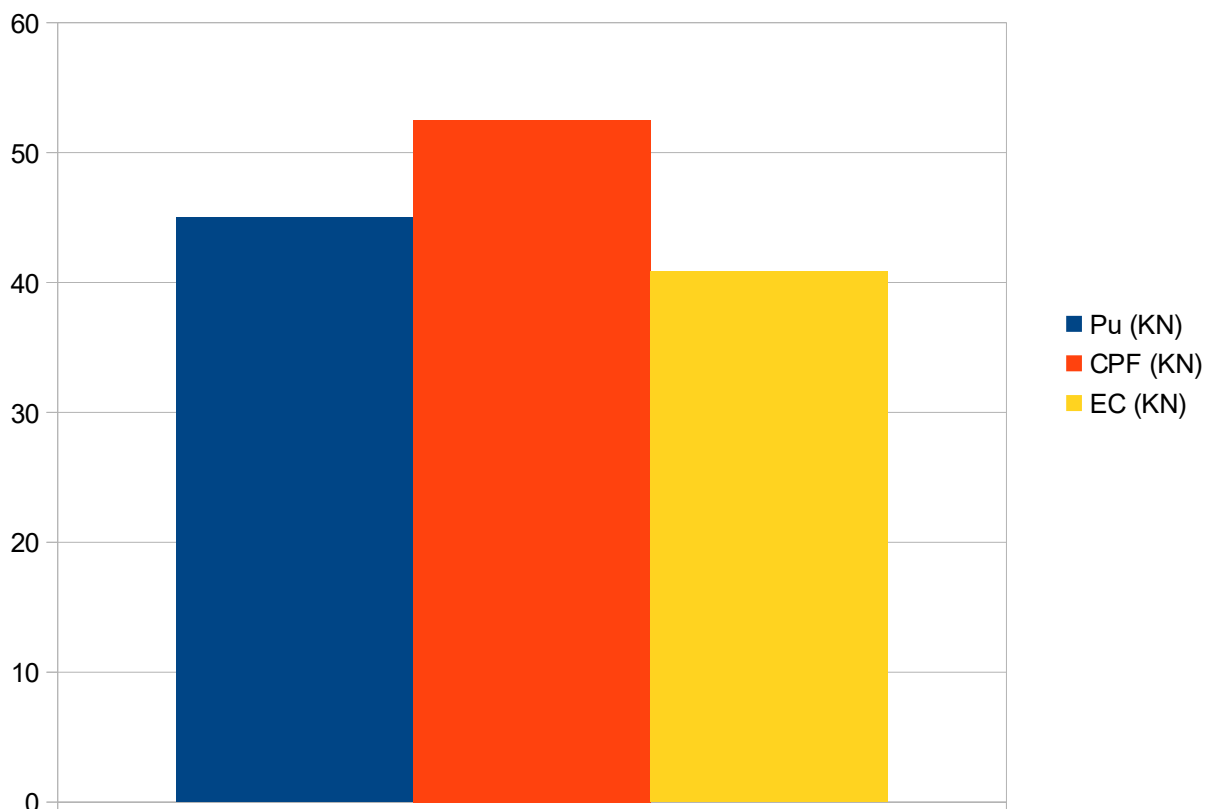
Type II		
P_u (KN) (KN)	P_{f-cfp} (KN)	P_{f-cfp} / P_u (KN)
45.00	-52.51	1.17

P_u (KN) (KN)	P_{f-ec2} (KN)	P_{f-ec2} / P_u (KN)
45.00	-40.83	0.91

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
45.00	52.51	40.83

Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



7.4.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

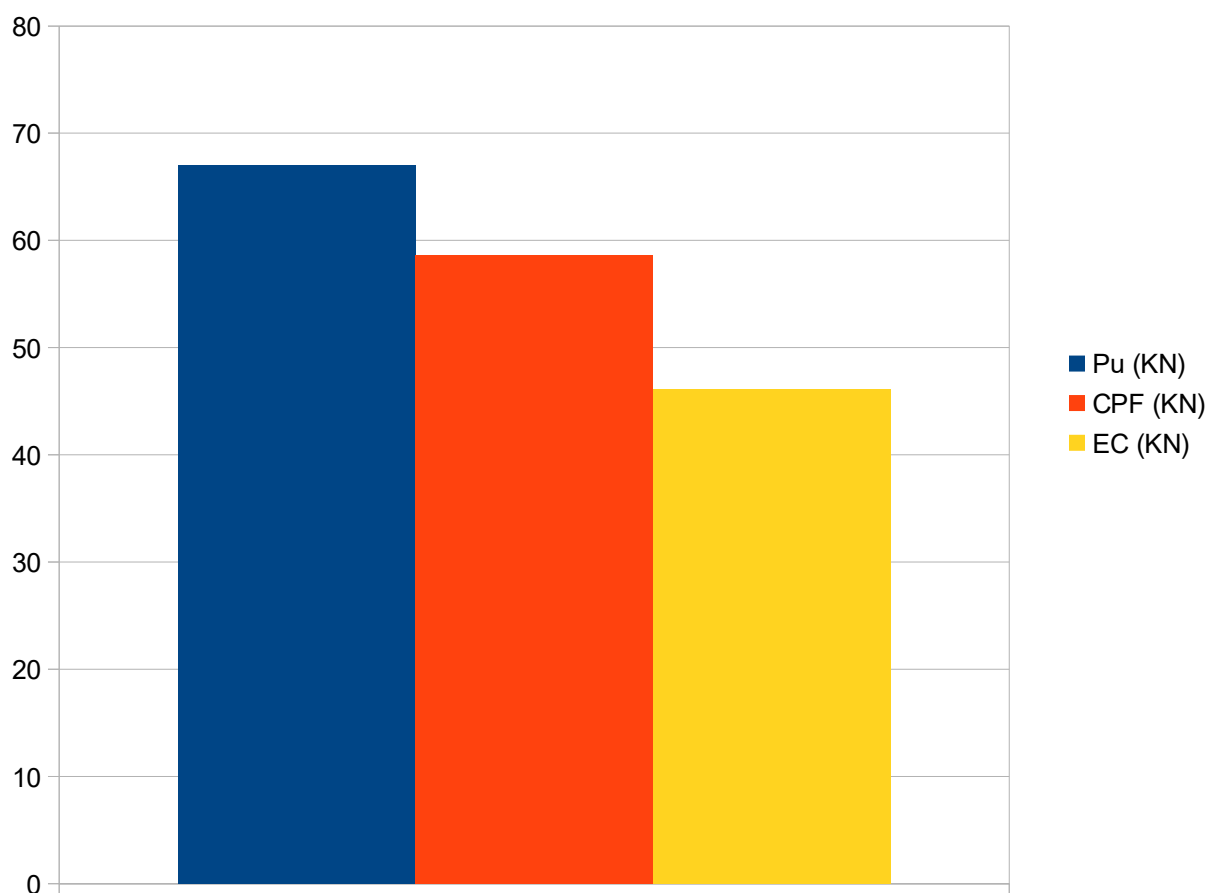
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	V _{II-cr} / Pu (KN)
67.00	-58.67	0.88

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
67.00	-46.08	0.69

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
67.00	58.67	46.08

Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



7.4.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 3ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

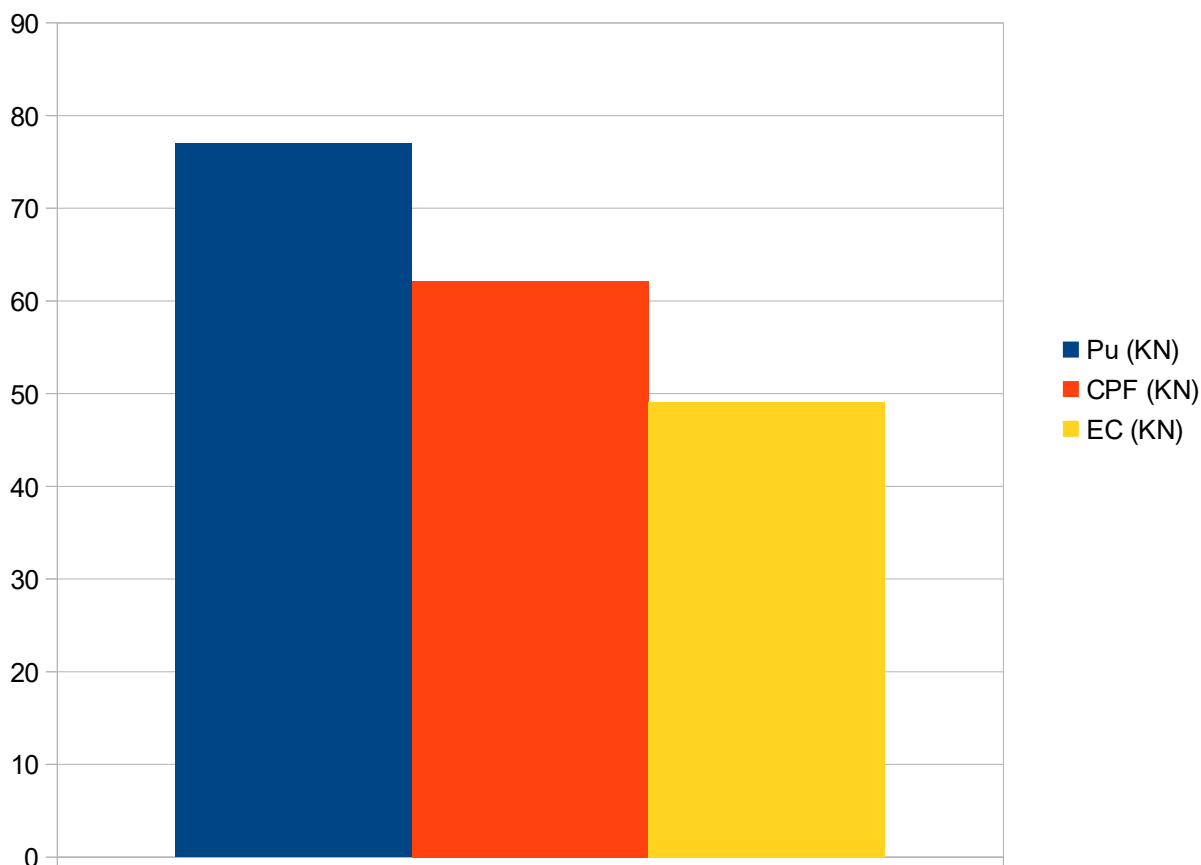
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	V_{II-cr} / Pu (KN)
77.00	-62.15	0.81

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P_{f-ec2} / Pu (KN)
77.00	-49.10	0.64

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
77.00	62.15	49.10

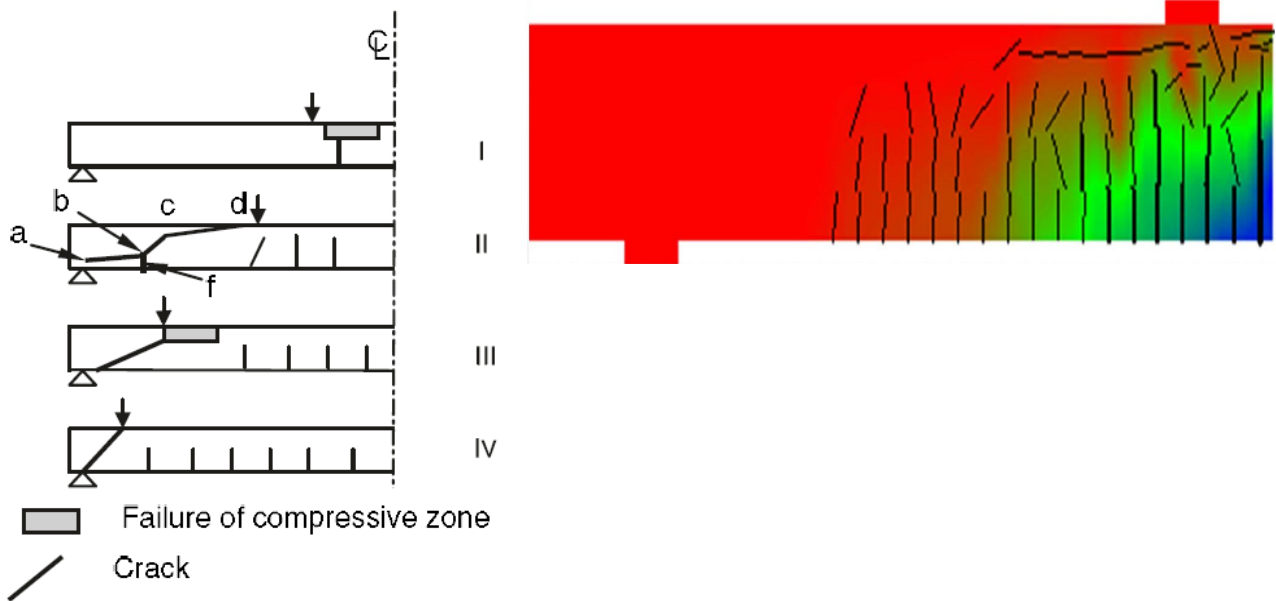
Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



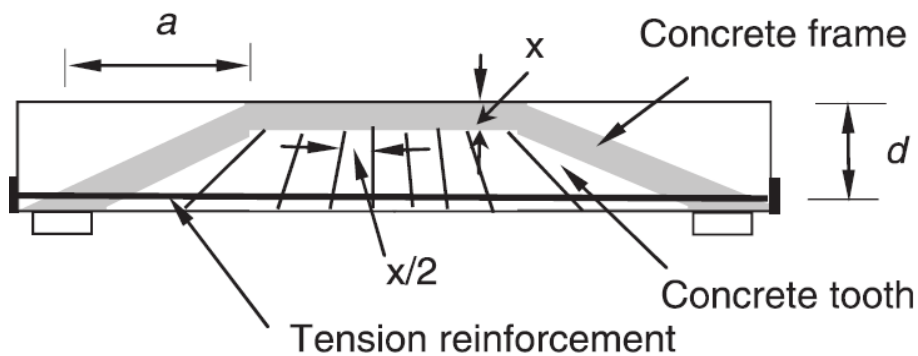
7.5. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Εικόνα 3: Σύγκριση Τύπων αστοχίας II Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίων αναφοράς (δεξιά).



Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου II παρουσιάζει μια εφελκυστική αστοχία με διαγώνιους κλάδους ρήγματος. Χαρακτηριστικό αυτής της αστοχίας είναι ότι η αστοχία συμβαίνει εντός του διατμητικού μήκους. Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται η διατμητική ζώνη συνεισφοράς του σκυροδέματος και οι εφελκυστικοί πρόβολοι-“δόντια” που συμβάλουν στην μεταφορά της εφελκυστικής δύναμης του σκυροδέματος στον ισχυρότερο εφελκυστικά οπλισμό ενίσχυσης.

Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-“δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης



7.6. Συμπεράσματα

Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας των δοκών, όσο και η τιμή δείχνουν ότι οι δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας είναι κοντινότερη για την πρώτη δοκό στον Ευρωκώδικα. Συνολικά οι δύο μέθοδοι έχουν καλά ποσοστά, καλύτερα όμως η Θεωρία Τ.Θ.Δ.. Σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 1.17 και 0.91, 0.88 και 0.69, 0.81 και 0.64 αντίστοιχα. [7] [12] [13].

8. Διατμητική και καμπτική συμπεριφορά προεντεταμένων και μη προεντεταμένων δοκών RC και SFRC δοκών RC

8.1. Συνοπτική περιγραφή

Η παρούσα μελέτη στοχεύει στη βελτίωση της αντοχής σε διάτμηση και κάμψη του σκυροδέματος με την προσθήκη ινών χάλυβα. Επίσης, η μελέτη ερευνά την επίδραση της προέντασης στην αντοχή διάτμησης και κάμψης του σκυροδέματος. Σε αυτό το ερευνητικό έργο, προστίθεται 20% ιπτάμενης τέφρας (κλάση-C) ως υποκατάστατο συνδετικού υλικού στο βάρος του και 1,5% ίνες χάλυβα κατά βάρος σκυροδέματος. Με βάση τα πειραματικά αποτελέσματα, μπορεί να φανεί ότι η ικανότητα μεταφοράς φορτίου των ινών χάλυβα αυξήθηκε κατά 30-50% από την απλή δοκό χωρίς προένταση. Και η χωρητικότητα φορτίου αυξάνεται κατά περίπου 30-90% από την απλή δοκό προεντεταμένου σκυροδέματος. Η χρήση ινών χάλυβα σε ένα μείγμα σκυροδέματος βρέθηκε ότι αυξάνει την αντοχή στη ρωγμή των δοκών. Ως εκ τούτου, βάσει πειραματικών αποτελεσμάτων μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα ότι οι δοκοί από οπλισμένο σκυρόδεμα προεντεταμένης χαλύβδινης ίνας συμβάλλουν στη βελτίωση της διάτμησης, της κάμψης και της διάβρωσης.

8.2. Υλικά και Μεθοδολογία

Για την παρούσα μελέτη χρησιμοποιήθηκε βαθμός σκυροδέματος M40 που είναι σχεδιασμένος σύμφωνα με τον κώδικα IS. Η αναλογία ανάμειξης που ελήφθη ήταν 1: 1.30: 2.37 με λόγο W / C 0.4. Και χρησιμοποιήθηκε ανάμειξη νερού (Flowcon-PC 163 JK) 1% κατά βάρος τσιμέντου. Ο Πίνακας 1 δείχνει το ποσοστό μίγματος σκυροδέματος για απλό και οπλισμένο σκυρόδεμα από χάλυβα. Συγκεντρώθηκαν 36 δείγματα δοκών με το καθένα να έχει διατομή 140 mm x 140 mm με μήκος 1500 mm. Τα δείγματα άοπλων δοκών από σκυρόδεμα αποτελούνται από 20% ιπτάμενη τέφρα κατά βάρους τσιμέντου. Τα δείγματα οπλισμένου σκυροδέματος από χάλυβα αποτελούνται από 20% ιπτάμενης τέφρας κατά βάρος τσιμέντου και 1,5% ίνες χάλυβα κατ' όγκο από σκυρόδεμα. Οι ίνες χάλυβα που χρησιμοποιήθηκαν στη μελέτη έχουν εφελκυστική αντοχή 1050 MPa, λόγο διαστάσεων (μήκος ινών έως την διάμετρο) 80, μήκος ινών 60 mm και διάμετρος = 0,75 mm. Για την παρούσα μελέτη αποφασίστηκε να ληφθεί υπόψη το ποσοστό ινών ως 1,5%, λαμβάνοντας υπόψη τη δυνατότητα επεξεργασίας και την αποφυγή του σβολιάσματος των ινών ώστε να ταιριάζουν στις διαθέσιμες εγκαταστάσεις στο εργαστήριο. Στην παρούσα μελέτη επιλέχθηκε ο τύπος ινών Dramix για χρήση με βάση την ανασκόπηση της βιβλιογραφίας, καθώς αναμειγνύεται σωστά, λεπτομερώς στο καλούπι. Ακόμη και στην ανασκόπηση της βιβλιογραφίας η παράμετρος αντοχής που επιτυγχάνεται με το σκυρόδεμα ήταν επίσης καλύτερη όταν χρησιμοποιήθηκαν ίνες χάλυβα Dramix. Σβόλιασμα ή γύρισμα των ινών βρέθηκαν λιγότερο σε σύγκριση με άλλους τύπους χάλυβα ινών. Οι ίνες ήταν σχετικά άκαμπτες και κολλημένες σε δεσμίδες. Η κόλλα διαλύθηκε στο νερό κατά τη διάρκεια της ανάμειξης, διασκορπίζοντας έτσι τις ίνες στο μείγμα. Το μείγμα σκυροδέματος προετοιμάστηκε σε έναν μόνο γέμισμα και εδράστηκε χρησιμοποιώντας ράβδους συμπίεσης. Μετά την ρύθμιση, τα δοκίμια δοκών καλύφθηκαν με υγρές σακούλες. Το λινάρι διατηρήθηκε για 3 ημέρες. Στο τέλος της τρίτης ημέρας, οι δοκοί απογυμνώθηκαν και τα δείγματα δοκών διατηρήθηκαν για ωρίμανση έως 28 ημέρες. Δύο ράβδοι προέντασης με διάμετρο των 4 mm το καθένα χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα μελέτη. Ο μέσος όρος εκκεντρότητας που διατηρήθηκε ήταν 30 mm. Όλα τα δείγματα προέντασης σχεδιάστηκαν έτσι ώστε να έχουν την ίδια δύναμη προέντασης $P_u = 27156,74 \text{ N}$ και ποσότητα προεντεταμένου χάλυβα (25,13 mm²). Οι κλώνοι προέντασης τάχθηκαν χρησιμοποιώντας ένα μονό υδραυλικό βύσμα μιας ημέρας πριν από τη χύτευση. Η δύναμη του κλώνου

υπολογίστηκε από το επιμηκυμένο μήκος του τεντωμένου κλώνου καθώς και από έναν μετατροπέα πίεσης εγκατεστημένο στον υδραυλικό γρύλο. Οι τεντωμένοι κλώνοι ήταν κλειδωμένοι σε χαλύβδινα στηρίγματα χρησιμοποιώντας βαρέλια (αρσενικό και θηλυκό κώνο) στο ναυπηγείο προέντασης. Μετά από τρεις ημέρες δειγμάτων δέσμης, μια σταδιακή ένταση διαδικασίας μεταφοράς στο σκυρόδεμα χρησιμοποιήθηκε για να κόψει την προένταση από ένα μηχανικό κόπτη, ταυτόχρονα. Η ρύθμιση φόρτωσης ενός σημείου της απλά εδραζόμενης δοκού εφαρμόστηκε με συγκεντρωμένο φορτίο στο μέσο μήκος της δοκού. Χρησιμοποιήθηκε μια δοκιμή διπλού σημείου απλά εδραζόμενης δοκού με δύο συγκεντρωμένα φορτία εφαρμοζόμενα σε απόσταση $l/3$ αποστάσεων από τα στηρίγματα. Το φορτίο εφαρμόστηκε χρησιμοποιώντας υδραυλικό βύσμα έως την αστοχία του. Παρατηρήθηκαν το δείγμα και τα σχέδια ρωγμών. Σε κάθε βήμα φόρτισης, οι ρωγμές επιθεωρήθηκαν, σημειώθηκαν και φωτογραφήθηκαν τα δείγματα δοκών.

Εικόνα 1: Λεπτομέρειες προεντεταμένων και μη προεντεταμένων δοκών

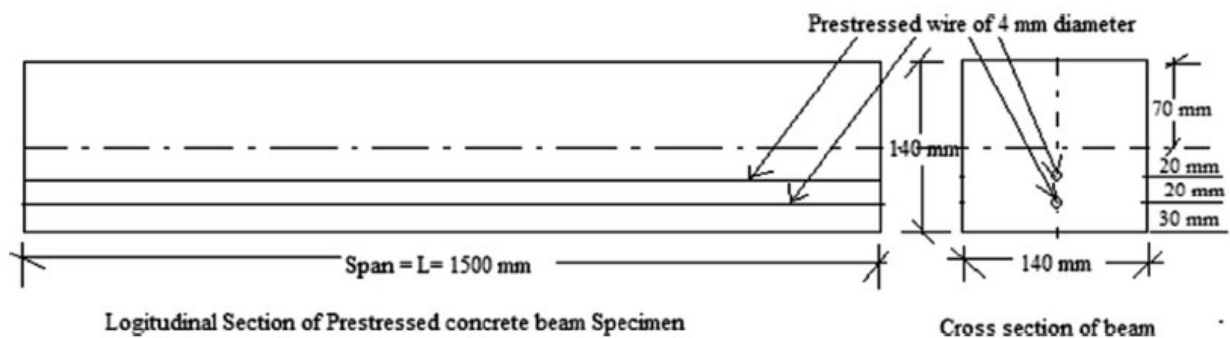


Figure 2 Prestressed concrete beam specimen.

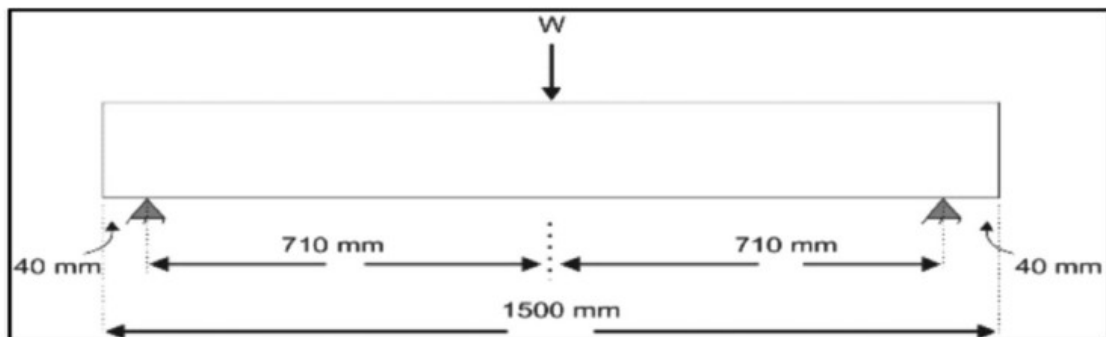
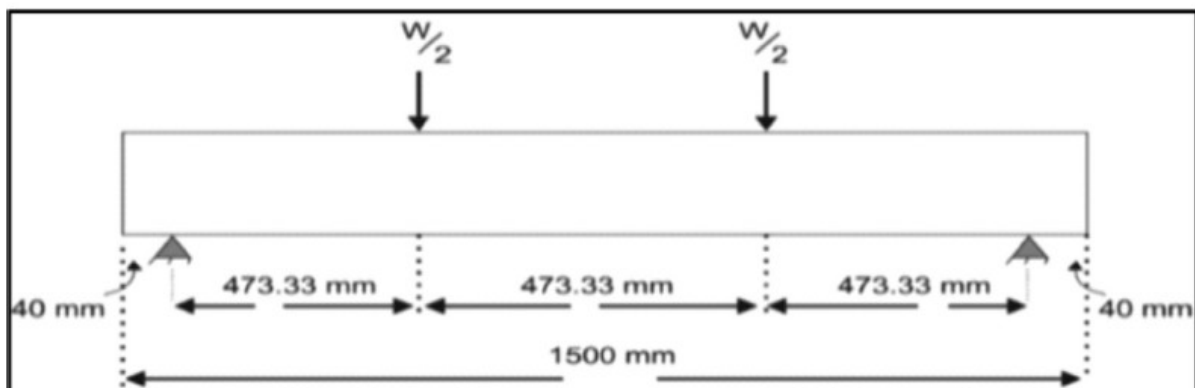


Figure 3a Single point loading setup.



Πίνακας 1: Αναλογίες μίγματος σκυροδέματος

Sr. No.	Mix proportion per cubic metre
Mix-1 (plain concrete)	Cement: 412.8 kg/cu.m, (IS: 12269-1976, IS: 2720-part-3, IS: 4031-1968, IS: 12269-1976, IS: 12269-1976), 43 grade, specific gravity of cement=3.15 (IS: 2720-part-3) Batch type: concrete mixing (IS: 4634:1968) was carried out Coarse aggregate: 1223.89 kg/cu.m. (IS: 2386-part-4, IS 283-1970) Fine aggregate (river sand): 673.5 kg/cu.m (IS 2386-(part-I)-1963) Water: 206.4 kg/cu.m (IS: 456-2000). Water/cement (W/C) ratio was 0.40<0.6 (IS 456-2000) Fly ash: 103.2 kg/cu.m class-C (IS 3812 part I-2003) Water reducing Admixture: 5.16 kg/cu.m
Mix-2 (steel fibre reinforced concrete)	Cement: 412.8 kg/cu.m, (IS: 12269-1976, IS: 2720-part-3, IS: 4031-1968, IS: 12269-1976, IS: 12269-1976), 43 grade, specific gravity of cement=3.15 (IS: 2720-part-3) Batch type: concrete mixing (IS: 4634:1968) was carried out Coarse aggregate: 1223.89 kg/cu.m. (IS: 2386-part-4, IS 283-1970) Fine aggregate (river sand): 673.5 kg/cu.m (IS 2386-(part-I)-1963) Water: 206.4 kg/cu.m (IS: 456-2000). Water/cement (W/C) ratio was 0.40<0.6 (IS 456-2000) Fly ash: 103.2 kg/cu.m class-C (IS 3812 part I-2003) Water reducing Admixture: 5.16 kg/cu.m Steel fibres: 39.37 kg/cu.m. Dramix type-Bekaert company (ISO-9001 certified)

Πίνακας 2: Λεπτομέρειες των μη προεντεταμένων δοκιμών δοκών

Beam specimen series	No. of beam specimens	Specimen denoted	% Fly ash	% of steel fibre	Specimen type	Point loads adopted for testing
Series-1	3	PL-S-1,2,3	20	0	Plain concrete	Single
Series-2	3	PL-D-1,2,3	20	0	Plain concrete	Double
Series-3	3	SF-S-1,2,3	20	1.5	Steel fibre concrete	Single
Series-4	3	SF-D-1,2,3	20	1.5	Steel fibre concrete	Double

Πίνακας 3: Λεπτομέρειες προεντεταμένων δοκιμών δοκών

Beam specimen series	No. of beam specimens	Specimen denoted	% Fly ash	% of steel fibre	Specimen type	Point loads adopted for testing
Series-1	3	PL-P-S-1,2,3	20	0	Plain concrete	Single
Series-2	3	PL-P-D-1,2,3	20	0	Plain concrete	Double
Series-3	9	SF-P-S-1,2,3	20	1.5	Steel fibre concrete	Single
Series-4	9	SF-P-D-1,2,3	20	1.5	Steel fibre concrete	Double

Πίνακας 4: Αντοχή του σκυροδέματος εφαρμοσμένη στο μη προεντεταμένα και στο προεντεταμένα δοκίμια δοκών σκυροδέματος άοπλων και SFRC

Beam specimen series	Compressive strength Fck in MPa	Split tensile strength in MPa	Analytical split tensile strength $0.7\sqrt{Fck}$ in MPa
Series-1–2	42.35	4.03	4.55
Series-3–4	45.72	5.26	4.73

8.3 Μη προεντεταμένα δοκίμια δοκών σκυροδέματος

Με βάση τα παραπάνω στοιχεία μια σύγκριση της άοπλου δοκού από ινο-οπλισμένο σκυροδέμα δείχνουν αύξηση του φορτίου στην φέρουσα ικανότητα ινο-οπλισμένου σκυροδέματος, κατά προσέγγιση 30-50% από την απλή δοκό. Από τα παραπάνω στοιχεία, μπορεί να φανεί σαφώς ότι η ικανότητα μεταφοράς φορτίου της δοκού σκυροδέματος

SFRC πέρα από το ελαστικό όριο ήταν μεγαλύτερη από αυτή των απλών δοκών από σκυρόδεμα. Έτσι, όπως η πλαστική ικανότητα της δοκού ήταν σημαντική με τη χρήση των ινών χάλυβα και η αυξημένη ολκιμότητα ήταν δικαιολογημένη. Η χρήση ινών χάλυβα σε σκυρόδεμα βρέθηκε ότι αυξάνει την αντοχή στην ρωγμή των δοκών. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι η παρουσία ινών σε όλη την εγκάρσια τομή της δοκού και ειδικά, στο ότι η επιφάνεια παγιδεύει τις ρωγμές που αναπτύσσονται στην επιφάνεια και εμποδίζει την περαιτέρω διάδοση της ρωγμής μέσω του βάθους της δοκού. Παρατηρήθηκε ότι η ανάπτυξη της πρώτης ρωγμής για τη δομή από οπλισμένο σκυρόδεμα ήταν υψηλότερη για φορτία από την απλή δοκό σκυροδέματος. Σημειώθηκε επίσης ότι η εκτροπή ήταν ικανοποιητική. Το πλάτος της ρωγμής δεν ήταν μεγαλύτερο από 6 mm σε περίπτωση οποιασδήποτε από τις ενισχυμένες ίνες δοκού. Η εφελκυστική αντοχή καθώς και η αντοχή διάτμησης του σκυροδέματος αυξήθηκε λόγω της παρουσίας των ινών. Σε περίπτωση εμφάνισης ρωγμών δειγμάτων απλής δοκού σε πρώιμο στάδιο. Η φέρουσα ικανότητα της δοκού έληξε μετά την ανάπτυξη ρωγμών. Η ισχύς κάμψης της δοκού αυξάνεται καθώς η απόσταση μεταξύ του σημείου φόρτισης και της στήριξης μειώνεται. Η περίπτωση διπλής φόρτισης παρατηρήθηκε ως μεγαλύτερη από την φόρτιση ενός σημείου. Αστοχία σε περίπτωση μοναχικού φορτίου σημείου υπήρξε ως αστοχία τύπου κάμψης στα αρχικά στάδια και αστοχία κάμψης σε μεταγενέστερο στάδιο φόρτισης. Ενώ στην περίπτωση του προγράμματος δοκιμών φορτίου δύο σημείων διαγώνιες ρωγμές αναπτύχθηκαν κάτω από φορτία που καταλήγουν σε διατμητική αστοχία. Ο Πίνακας 5 δείχνει την αντοχή στην διάτμηση, την αντοχή στην κάμψη και την μετατόπιση της μη προεντεταμένης δοκού σκυροδέματος.

Πίνακας 5: Σύνοψη πειραματικών αποτελεσμάτων για την μη προεντεταμένη δοκό σκυροδέματος

	Shear strength (kN)		Flexure strength (MPa)		Deflections in mm	
	Single point	Double point	Single point	Double point	Single point	Double point
Plain concrete	2.68	3.98	4.1	4.25	0.97	1.14
SFRC	3,44	5.1	5.35	5.48	1.95	2.43

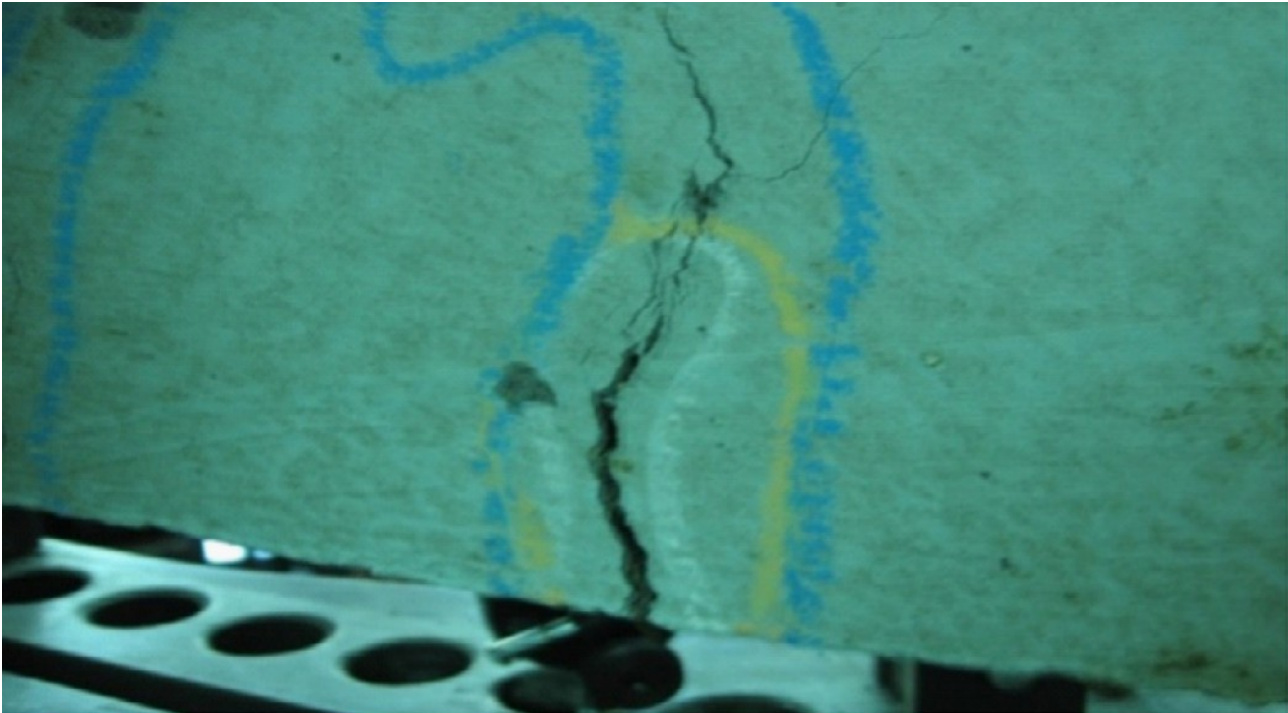
8.4 Προεντεταμένα δοκίμια δοκών σκυροδέματος

Η αντοχή φόρτισης αυξάνεται περίπου κατά 30-90% από την απλή δοκό προεντεταμένου σκυροδέματος. Οι ίνες χάλυβα στο σκυρόδεμα προσθέτει επίσης την ολκιμότητα των στοιχείων της δοκού και βοηθάει στην βελτίωση της χαρακτηριστικής απορρόφησης ενέργειας των δοκών. Η αντοχή διάτμησης και κάμψης του σκυροδέματος αυξάνεται για μια ινοπλισμένη δοκό προεντεταμένου σκυροδέματος. Παρατηρήθηκε ότι η ανάπτυξη της πρώτης ρωγμής για μια ενισχυμένη με ίνες δοκό προεντεταμένου σκυροδέματος ήταν σε υψηλότερα φορτία από την απλή δοκό προεντεταμένου σκυροδέματος. Σημειώθηκε επίσης ότι η μετατόπιση ήταν ικανοποιητική. Το πλάτος της ρωγμής δεν ήταν περισσότερο από 3 mm σε περίπτωση οποιουδήποτε δείγματος δέσμης. Σε περίπτωση διπλής φόρτισης, η δύναμη καμπυλότητας ήταν μεγαλύτερη από τη φόρτιση ενός σημείου. Αποτυχία στην περίπτωση φορτίου ενός σημείου ήταν η αποτυχία τύπου κάμψης στα αρχικά στάδια και στην αποτυχία της κάμψης σε μεταγενέστερο στάδιο φόρτισης. Ενώ στην περίπτωση της διαγώνιου προγράμματος δοκιμών φορτίου δύο σημείων δημιουργήθηκαν ρωγμές κάτω από τα φορτία που κατέληξαν σε αποτυχία διατμήσεως. Ο Πίνακας 6 δείχνει τα συνοπτικά αποτελέσματα για προεντεταμένο σκυροδέμα διάτμησης δοκού και καμπτικής δύναμης.

Πίνακας 6: Σύνοψη πειραματικών αποτελεσμάτων για την προεντεταμένη δοκό σκυροδέματος

	Shear strength (kN)		Flexure strength (MPa)		Deflections in mm	
	Single point	Double point	Single point	Double point	Single point	Double point
Plain concrete	4.62	6.79	7.28	7.32	1.7	2.27
SFRC	6.61	9.5	10.55	10.28	2.54	2.98

Εικόνα 2: Ρωγμή στο άοπλο σκυρόδεμα



8.5. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

8.5.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

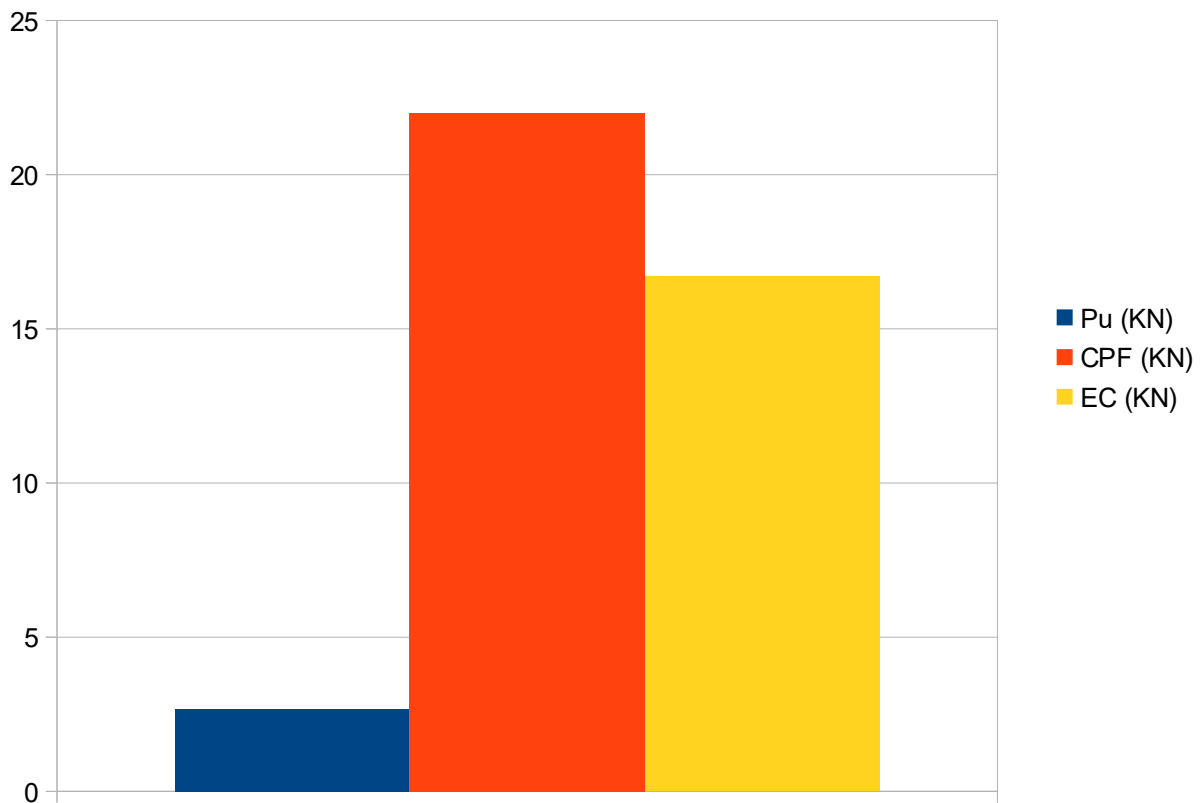
Type I		
P_u (KN) (KN)	V_{l-cr} (KN)	V_{l-cr} / P_u (KN)
2.68	22.00	8.22

P_u (KN) (KN)	P_{f-ec2} (KN)	P_{f-ec2} / P_u (KN)
2.68	16.69	6.24

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
2.68	22.00	16.69

Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type I vs EC



8.5.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

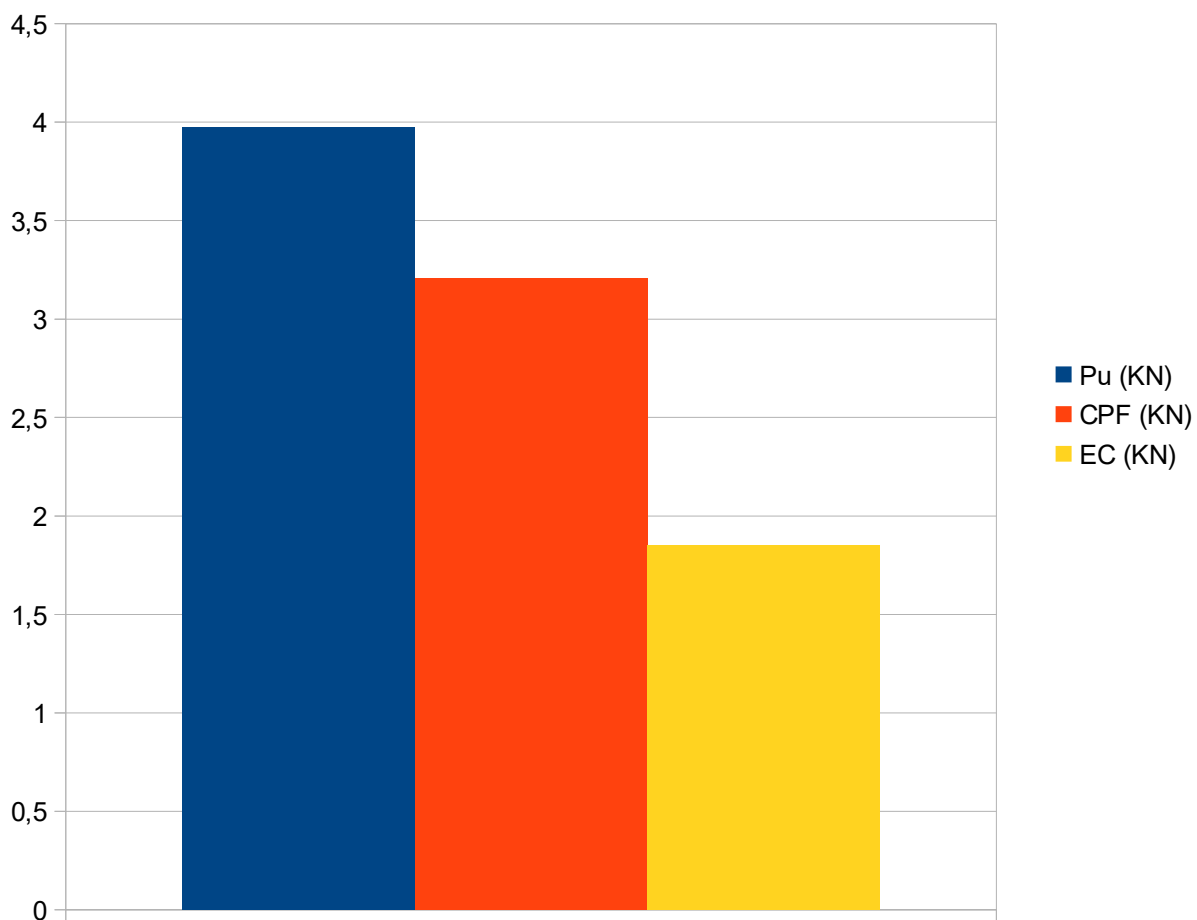
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
3.98	3.21	0.81

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
3.98	1.85	0.47

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
3.98	3.21	1.85

Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



8.5.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 3ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

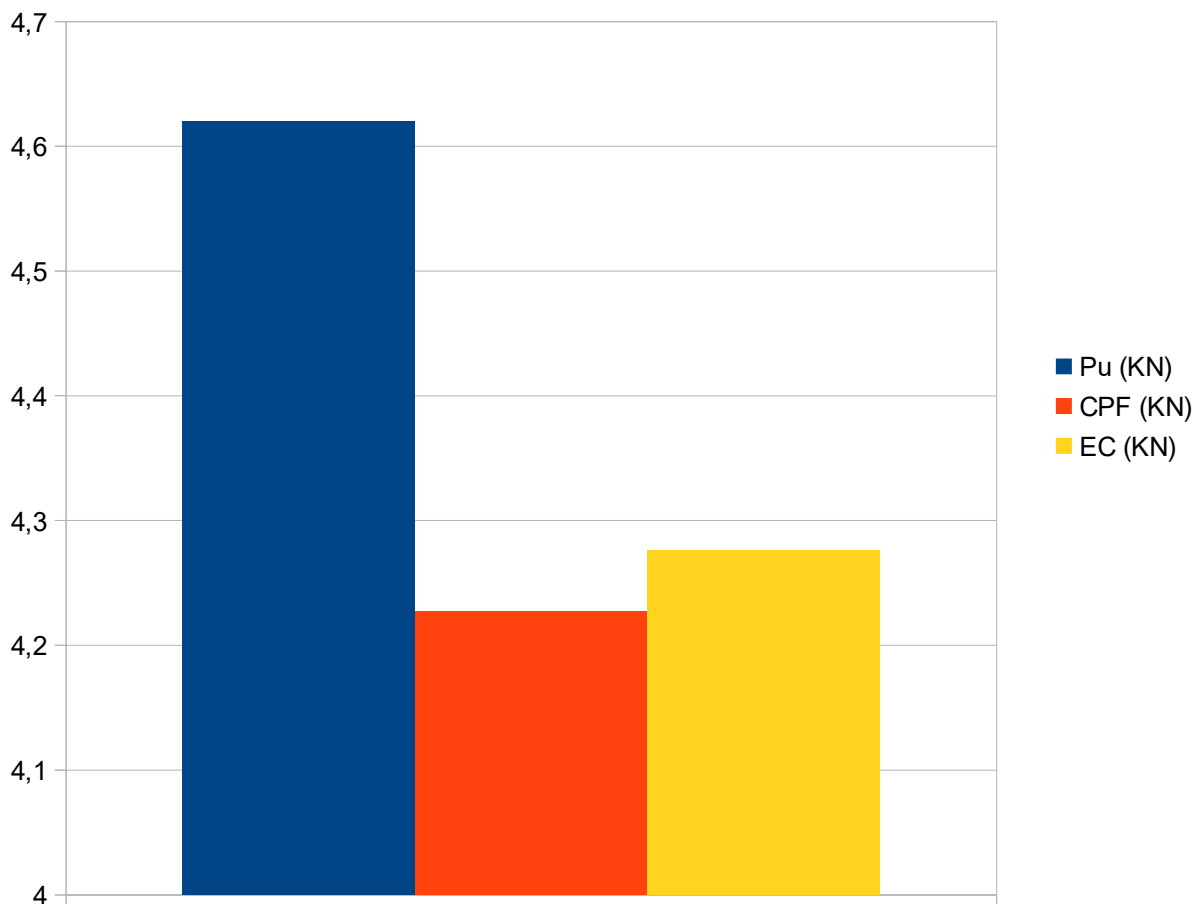
Type I		
P_u (KN)	V_{I-cr} (KN)	V_{I-cr} / P_u (KN)
4.62	-4.23	0.91

P_u (KN)	P_{f-ec2} (KN)	P_{f-ec2} / P_u (KN)
4.62	-4.28	0.93

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
4.62	4.23	4.28

Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type I vs EC



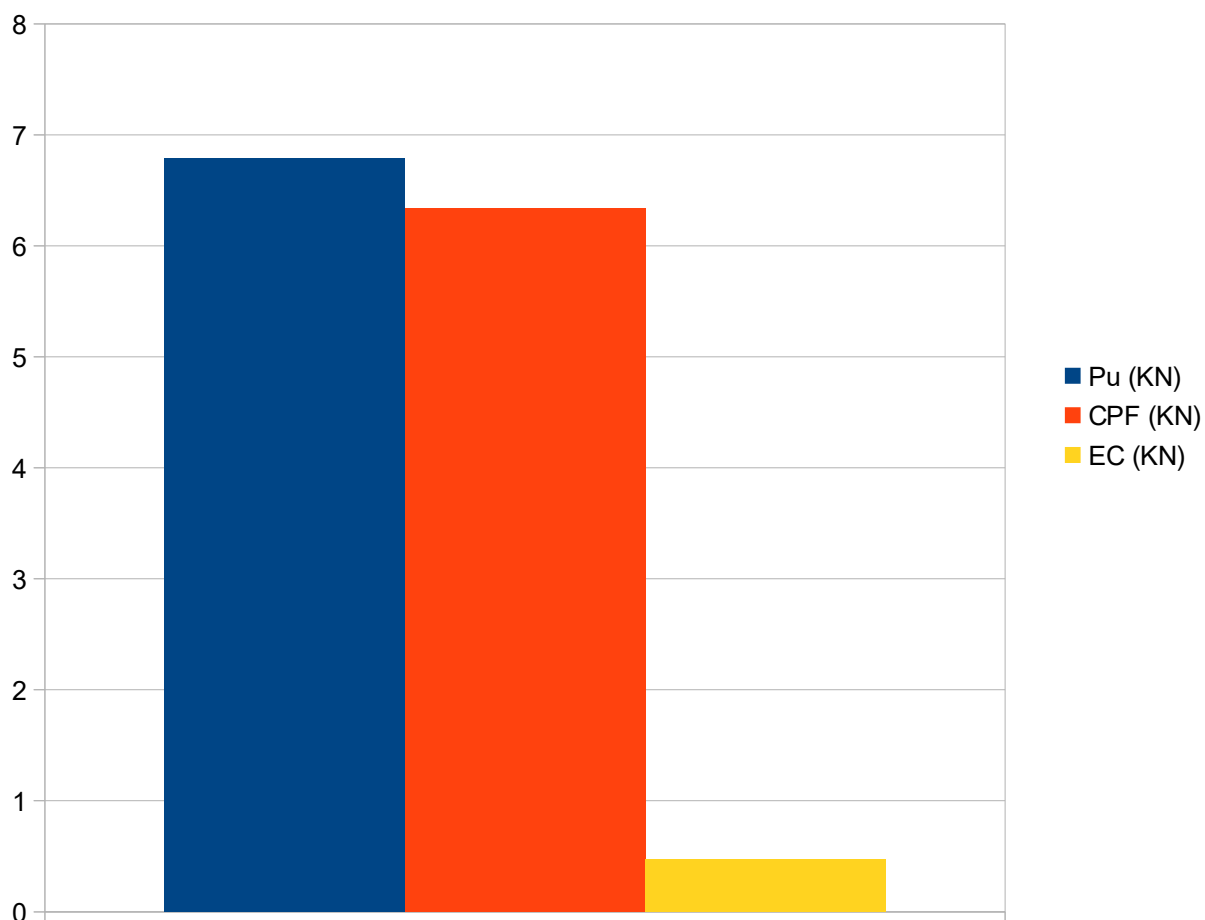
8.5.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 4ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 4: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
6.79	-6.34	0.93
Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
6.79	-0.47	0.07
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
6.79	6.34	0.47

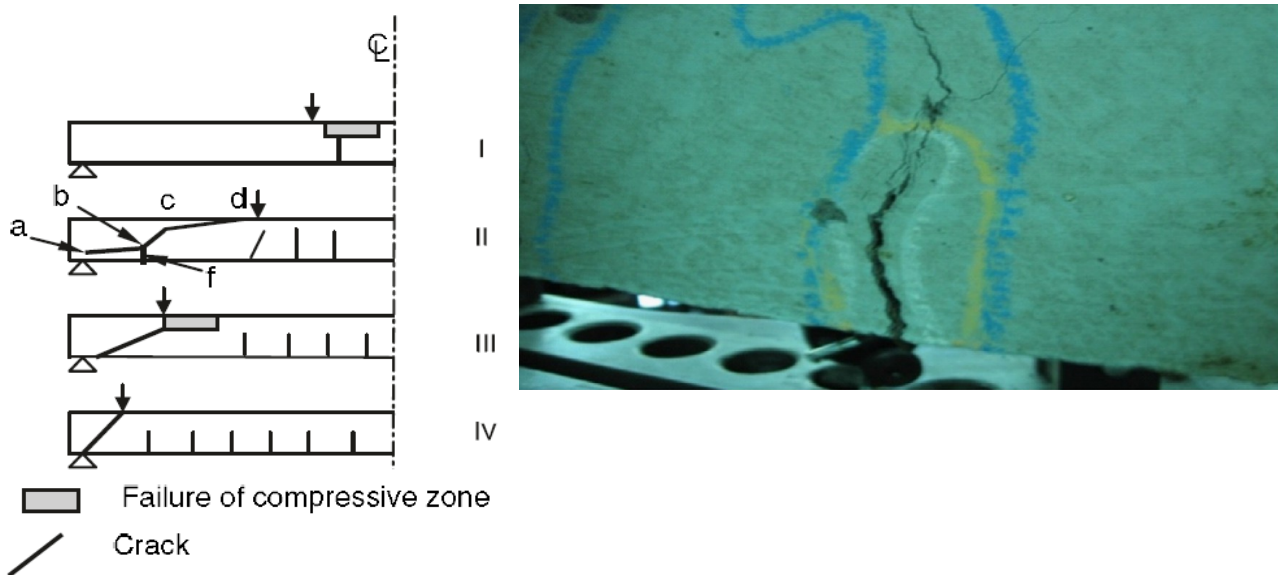
Διάγραμμα 4: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



8.6. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Εικόνα 3: Σύγκριση Τύπων αστοχίας Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίου αναφοράς (δεξιά).

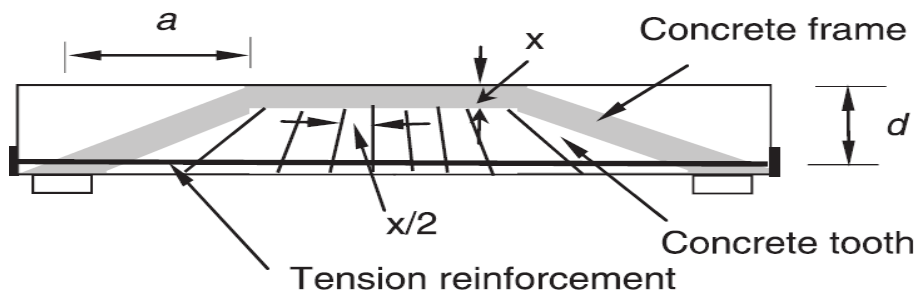


Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου I παρουσιάζει μια εφελκυστική αστοχία.

Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου II παρουσιάζει μια εφελκυστική αστοχία με διαγώνιους κλάδους ρήγματος. Χαρακτηριστικό αυτής της αστοχίας είναι ότι η αστοχία συμβαίνει εντός του διατμητικού μήκους.

Στην Εικόνα 3 παρουσιάζεται η διατμητική ζώνη συνεισφοράς του σκυροδέματος και οι εφελκυστικοί πρόβολοι-“δόντια” που συμβάλουν στην μεταφορά της εφελκυστικής δύναμης του σκυροδέματος στον ισχυρότερο εφελκυστικά οπλισμό ενίσχυσης.

Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-“δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης



8.7. Συμπεράσματα

Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας των δοκών, όσο και η τιμή δείχνουν ότι οι δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου I και II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας για την άοπλη δοκό απέχει για τις δυο μεθόδους. Συνολικά οι δύο μέθοδοι έχουν καλά ποσοστά, καλύτερα όμως η Θεωρία Τ.Θ.Δ.. Σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 8.22 και 6.24, 0.81 και 0.47, 0.91 και 0.93, 0.93 και 0.07 αντίστοιχα. [8] [12] [13].

9. Καμπτική συμπεριφορά και επίδραση μεγέθους της τυπικής αντοχής υποστυλωμάτων υπό μονοτονική οριζόντια φόρτιση

9.1. Συνοπτική περιγραφή

Σε αυτή τη μελέτη, δοκιμάστηκαν συνολικά έξι γεωμετρικά όμοιες σύλτοι RC κανονικής αντοχής διαφορετικών δομικών μεγεθών (σε αναλογία 3: 5: 7) και με αξονικές αναλογίες συμπίεσης (0,4 και 0,6) για να διερευνηθεί η συμπεριφορά κάμψης και το μέγεθος όπου τα μεγέθη διατομής των σύλων κυμαίνονταν από 300mm έως 700mm και η αναλογία διατμήσεως ήταν 4. Τα πειραματικά αποτελέσματα δείχνουν ότι οι επιπτώσεις του μεγέθους στην καμπτική συμπεριφορά των σύλων RC υπό μονοτονικό οριζόντιο φορτίο ήταν προφανείς, συμπεριλαμβάνοντας την φέρουσα ικανότητα των δειγμάτων και την ολκιμότητά τους και την παραμόρφωση συμπίεσης στο σκυρόδεμα, η οποία μειώθηκε με την αύξηση του ύψους της διατομής. Όσο μεγαλύτερος είναι ο λόγος αξονικής συμπίεσης, τόσο πιο εμφανές είναι το αποτέλεσμα μεγέθους της ικανότητας φέρουσας κάμψης και της τελικής τάσης συμπίεσης του σκυροδέματος. Όταν η αξονική αναλογία συμπίεσης ήταν μικρή, η επίδραση μεγέθους της ολκιμότητας ήταν πιο έντονη. Ωστόσο, η παραδοχή ενός επίπεδου τμήματος εξακολουθεί να συκρατείται για δείγματα μεγάλης κλίμακας, γεγονός που αποτελεί ένδειξη μηδενικού αποτελέσματος μεγέθους. Επιπλέον, δεν υπήρχε εμφανής επίδραση μεγέθους στα πρότυπα αποτυχίας εκτός από την αύξηση του πλάτους της ρωγμής με το μέγεθος της εγκάρσιας τομής.

9.2. Σχεδιασμός δοκιμών και μηχανικές ιδιότητες των υλικών

Όπως προαναφέρθηκε, οι δύο στόχοι αυτής της μελέτης είναι να εξεταστούν η καμπτική συμπεριφορά των μεγάλων υποστυλωμάτων RC κάτω από μονοτονική οριζόντια φόρτιση και διερεύνηση του αποτελεσματικού μεγέθους σε αυτό. Έτσι, δύο σειρές από γεωμετρικά παρόμοιους σύλους RC με διαφορετικά μεγέθη διατομών και αξονικές αναλογίες συμπίεσης σχεδιάστηκαν και δοκιμάστηκαν για συνολικά έξι σύλους. Τα αναλυτικά μεγέθη δειγμάτων και οι διαμορφώσεις οπλισμού παρατίθενται στον Πίνακα 1. Οι ομάδες δειγμάτων ήταν W-0.4 και W-0.6, όπου το "W" αντιπροσωπεύει την εμφάνιση της κάμψης και 0.4 και 0.6 αντιπροσωπεύουν τον λόγο της αξονικής συμπίεσης δοκιμής n . Στις ετικέτες των δειγμάτων, το "3" αντιπροσωπεύει το δείγμα που αντιστοιχεί σε μέγεθος εγκάρσιας τομής 300 mm × 300 mm, το "5" αντιπροσωπεύει το δείγμα που αντιστοιχεί σε μέγεθος εγκάρσιας διατομής 500 mm × 500 mm και το "7" το δείγμα που αντιστοιχεί σε μέγεθος διατομής 700 mm X 700 mm. Επομένως, το μέγεθος της εγκάρσιας τομής ($b \times h$) των δοκιμαστικών στηλών RC ήταν μεταξύ 300 mm × 300 mm και 700 mm × 700 mm. Η αναλογία διάτμησης λ για όλους τους σύλους RC ήταν 4. Έτσι, το πραγματικό ύψος τους ($H = \lambda \times h_0$) κυμάνθηκε από 1092 mm έως 2548 mm. Το h_0 αντιπροσωπεύει το αποτελεσματικό ύψος διατομής. Η αναλογία επιμήκους ενίσχυσης ρ_w ήταν 1,51% και η ο βαθμός χάλυβα που χρησιμοποιήθηκε ήταν HRB400. οι διάμετροι των W-0.4-3, W-0.4-5, και W-0.4-7 ήταν 12 mm, 20 mm και 28 mm, αντίστοιχα. Ο λόγος συνδετήρων ρ_{sn} ήταν 1,89% και η χρησιμοποιούμενη ποιότητα χάλυβα ήταν HPB300. Οι διάμετροι των W-0.4-3, W-0.4-5 και W-0.4-7 ήταν 6 mm, 10 mm, και 14 mm, αντίστοιχα. Οι ιδιότητες του υλικού του χρησιμοποιούμενου χάλυβα, συμπεριλαμβανομένων των διαμέτρων, ο βαθμός, το μέτρο ελαστικότητας, η απόδοση δύναμης και η τελική περιεκτικότητα σε σκυρόδεμα είναι C30 και η πραγματική πυκνότητα θλίψεως της θλίψεως ήταν 29,5 MPa, η οποία προσδιορίστηκε χρησιμοποιώντας δείγματα κύβων 150 mm × 150 mm × 150 mm δοκιμασμένα για 28 ημέρες. η αναλογία ανάμειξης του σκυροδέματος παρουσιάζεται στον Πίνακα 3. Τα πάχη επικάλυψης σκυροδέματος από W-0.4-3, W-0.4-5 και W-0.4-7 ήταν 27

mm, 45 mm και 63 mm αντίστοιχα. Μπορεί να παρατηρηθεί ότι ορισμένες παράμετροι διατηρήθηκαν αμετάβλητες, συμπεριλαμβανομένων του λόγου των συνδετήρων, του λόγου διαμήκους ενίσχυσης, των ρυθμίσεων των συνδετήρων και του διαμήκους οπλισμού και της διατμητικής αναλογίας. Ωστόσο, όλες οι γεωμετρικές διαστάσεις σχεδιάστηκαν με την αναλογία 3: 5: 7, συμπεριλαμβανομένης της διαμέτρου, των αποστάσεων των συνδετήρων και του διαμήκους οπλισμού και πάχους επικάλυψης σκυροδέματος.

Εικόνα 1: Λεπτομέρειες υποστυλωμάτων

Unit: mm

Concrete cover thickness:

W-0.4(0.6)-3:15mm

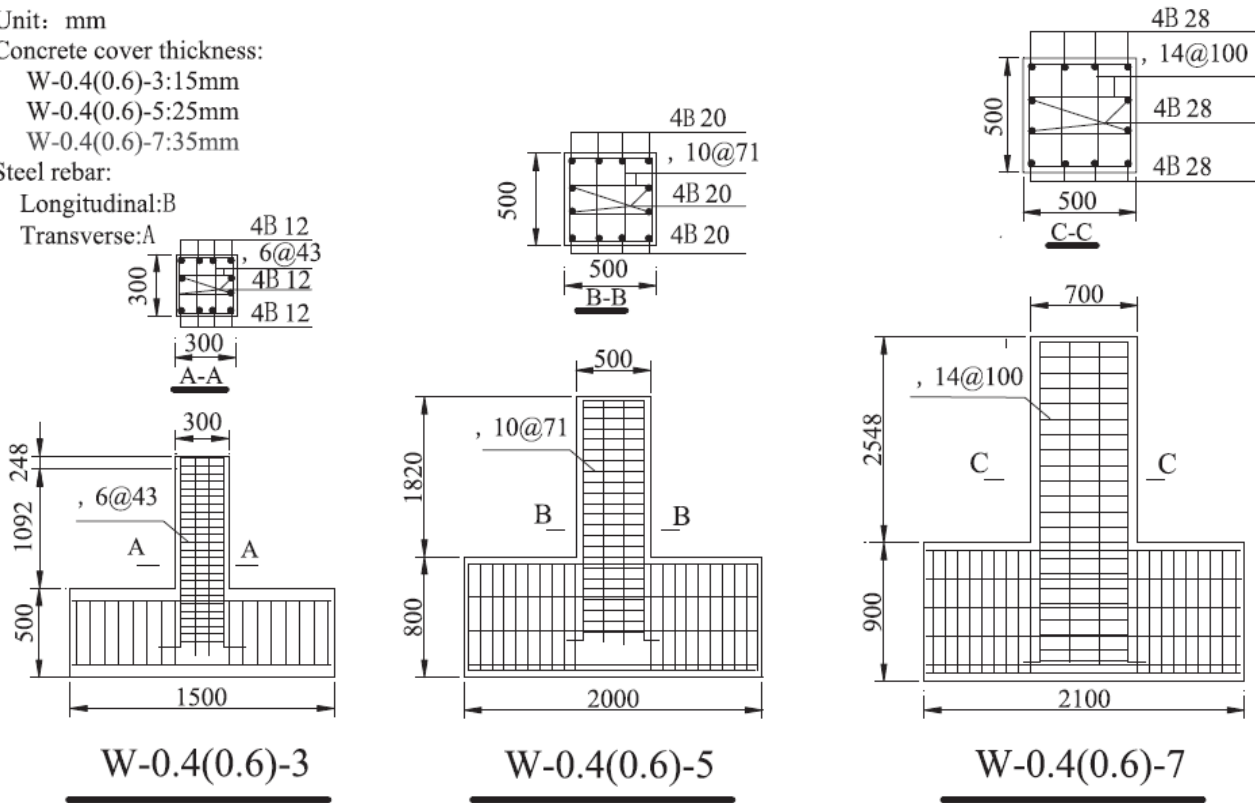
W-0.4(0.6)-5:25mm

W-0.4(0.6)-7:35mm

Steel rebar:

Longitudinal:B

Transverse:A



Πίνακας 1: Παράμετροι των δοκιμών υποστυλώματων ΟΣ

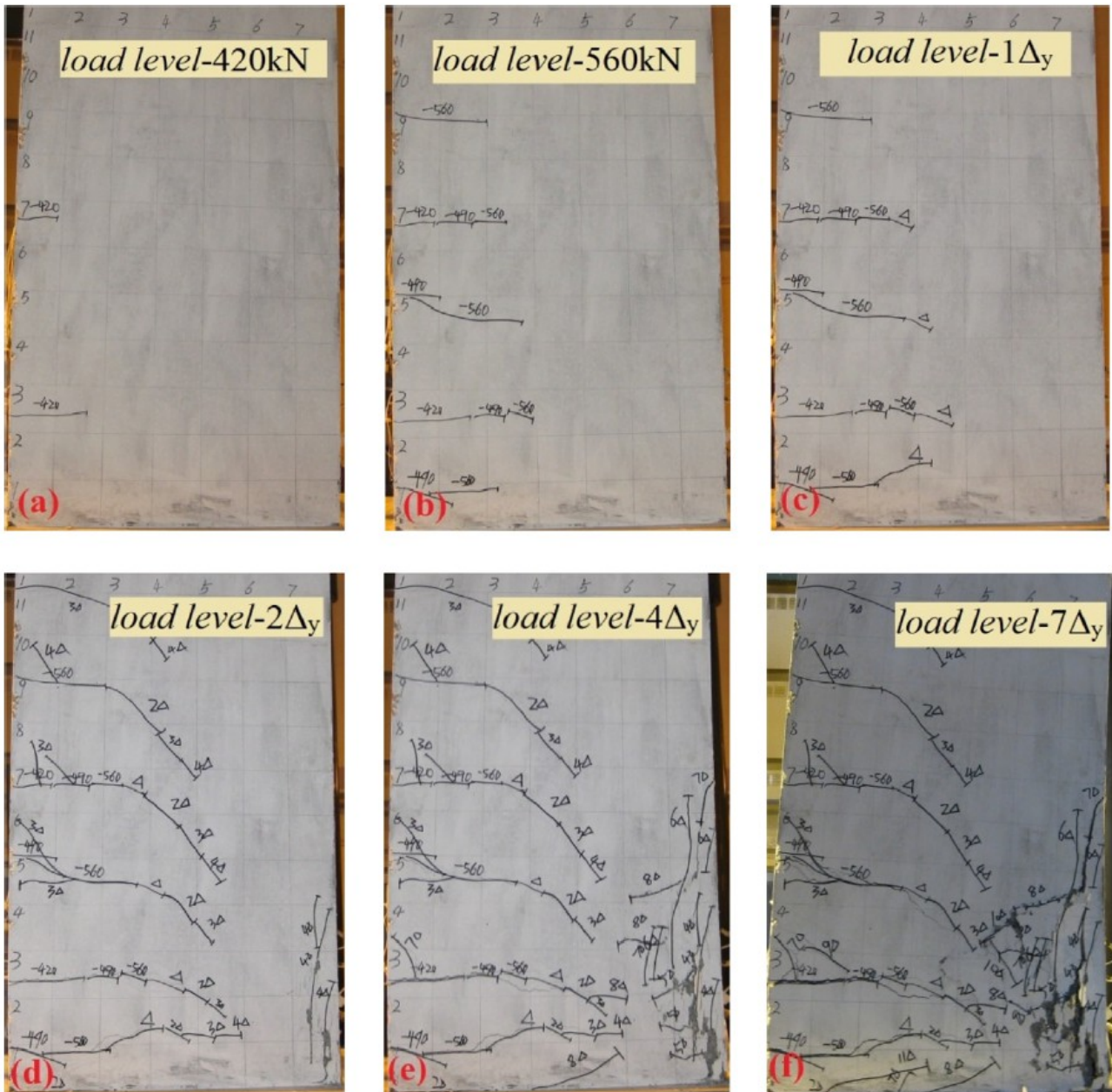
Series Specimen name	W-0.4			W-0.6		
	W-0.4-3	W-0.4-5	W-0.4-7	W-0.6-3	W-0.6-5	W-0.6-7
Cross-sectional width, b (mm)	300	500	700	300	500	700
Cross-sectional height, h (mm)	300	500	700	300	500	700
Concrete cover thickness, c (mm)	15	25	35	15	25	35
Effective cross-sectional height of column, h ₀ (mm)	273	455	637	273	455	637
Effective height of RC columns, H=λ×h ₀ (mm)	1092	1820	2548	1092	1820	2548
Diameter of longitudinal reinforcement (mm)	12	20	28	12	20	28
Diameter of stirrup (mm)	6	10	14	6	10	14
Stirrup spacing, s (mm)	43	71	100	43	71	100
Number of longitudinal reinforcements	12	12	12	12	12	12
Longitudinal reinforcement ratio, ρ _w (%)	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51	1.51
Concrete compressive strength, f _{cu} (MPa)	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5	29.5
Number of stirrups	4	4	4	4	4	4
Shear-span ratio, λ	4	4	4	4	4	4
Stirrup ratio, ρ _w (%)	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89
Test axial compression ratio, n	0.4	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6
Axial compression, N (kN)	1062	2950	5782	1593	4425	8673

9.3. Πρότυπα αποτυχίας κάμψης

9.3.1. Διαδικασία αστοχίας του δοκιμίου W-0.4-7

Η ανάπτυξη ρωγμών του δείγματος φαίνεται στην Εικόνα 2. Στην Εικόνα 2 (α) – (ε) φαίνεται η κατάσταση ρωγμών του δείγματος υπό διαφορετικά οριζόντια φορτία ή οι οριζόντιες μετατοπίσεις. Όταν το οριζόντιο φορτίο που εφαρμόστηκε ήταν 420 kN, δύο οριζόντιες ρωγμές εμφανίστηκαν, 250 χιλιοστά και 670 χιλιοστά από τον αριστερό σύλο όπως φαίνεται στην Εικόνα 2. Όταν το εφαρμοζόμενο φορτίο ήταν 560 kN, το αρχικό οριζόντιο ρωγμές είχε εκτεταμένες κατά μήκος της οριζόντιας κατεύθυνσης και τρεις νέες οριζόντιες ρωγμές εμφανίστηκαν όπως φαίνεται στην Εικόνα 2 (β). Όταν το οριζόντιο φορτίο εφαρμόστηκε ήταν ίδια με την εκτόνωση της απόδοσης, χωρίς νέα οριζόντια εμφάνιση ρωγμής και οι τέσσερις ρωγμές στο κάτω μέρος του δείγματος που εκτείνεται κατά μήκος της οριζόντιας κατεύθυνσης, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2 (γ).

Εικόνα 2: Διαδικασία αστοχίας του δοκιμίου W-0.4-7



Όταν το οριζόντιο φορτίο που εφαρμόστηκε ήταν διπλάσιο, η μετατόπιση της απόδοσης, μια άλλη οριζόντια ρωγμή εμφανίστηκε στα 1,5 h (h είναι η διατομή ύψος), και η ζώνη συμπίεσης εμφάνισε μακρά κατακόρυφη ρωγμή περίπου μήκους 400 mm, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2 (d). Όταν το οριζόντιο φορτίο που εφαρμόστηκε ήταν τετραπλάσιο, η μετατόπιση της απόδοσης, ήταν χωρίς εμφάνιση από νέες ρωγμές και βρέθηκαν έξι έως επτά οριζόντιες ρωγμές στη διάρκεια της 1,5 ώρας στο φάσμα κατά μήκος του ύψους του δείγματος. Ωστόσο, περισσότερες κάθετες ρωγμές εμφανίστηκαν στη ζώνη συμπίεσης και το στρώμα κάλυψης σκυροδέματος στην ζώνη συμπίεσης έπεσε χαμηλά, όπως φαίνεται στην Εικόνα 2 (ε). Με αύξηση του οριζόντιου φορτίου δεν εμφανίστηκαν νέες μεγάλες οριζόντιες ρωγμές. Ωστόσο, το πλάτος των αρχικών οριζόντιων ρωγμών αυξήθηκε. Οι δύο ρωγμές στο κάτω μέρος εκτείνονται κατά μήκος της οριζόντιας κατεύθυνσης, ενώ η άλλη δημιουργεί ρωγμές πρώτα εκτεινόμενες κατά μήκος αυτής της κατεύθυνσης και κάτω της κλίσης. Η γωνία ήταν περίπου 45°. Τέλος, μια μεγάλη ποσότητα σκυροδέματος με συμπίεση έπεσε κάτω, και ο διαμήκης χάλυβας και οι συνδετήρες είχαν εκτεθεί ως που φαίνεται στην Εικόνα (f). Από την παραπάνω περιγραφή είναι προφανές ότι η διαδικασία αποτυχίας του δείγματος W-0.4-7 ήταν μια τυπική βλάβη κάμψης Δγ.

9.3.2. Μορφές αστοχίας όλων των δοκιμών

Αν και τα μεγέθη διατομής όλων των δειγμάτων ήταν διαφορετικά, όλα τα δείγματα παρουσίασαν αρχικά οριζόντιες ρωγμές από το δείγμα στο κάτω μέρος των στύλων. Οριζόντιες ρωγμές στη ζώνη έντασης, στη συνέχεια σταδιακά εμφανίστηκε ένας μεγάλος αριθμός κάθετων ρωγμών στη ζώνη συμπίεσης. Όταν επιτεύχθηκε το μέγιστο φορτίο, εμφανίστηκαν πέντε έως επτά οριζόντιες ρωγμές κατά μήκος της περιοχής των 1,5 h του στύλου. Ακολουθώντας, οι οριζόντιες ρωγμές δεν αυξάνονται πλέον κατά μήκος του ύψους του στύλου μέχρι να ολοκληρωθεί το πείραμα. Ο αριθμός των ρωγμών δεν αυξήθηκε επίσης, αλλά τα πλάτη τους αυξήθηκαν γρήγορα, και παρόλο που οι διαμήκεις ράβδοι και οι συνδετήρες είχαν εκτεθεί, η φέρουσα ικανότητα δεν μειώθηκε γρήγορα. Έτσι, τα πρότυπα αστοχίας όλων των στύλων είχαν τυπικό τύπο αστοχίας κάμψης. Ωστόσο, παρατηρήθηκαν κάποιες διαφορές στα πρότυπα αποτυχίας του αυτές τους στύλους. Για παράδειγμα, η περιοχή της αστοχίας σκυροδέματος συμπίεσης των στύλων με υψηλή αξονική συμπίεση.

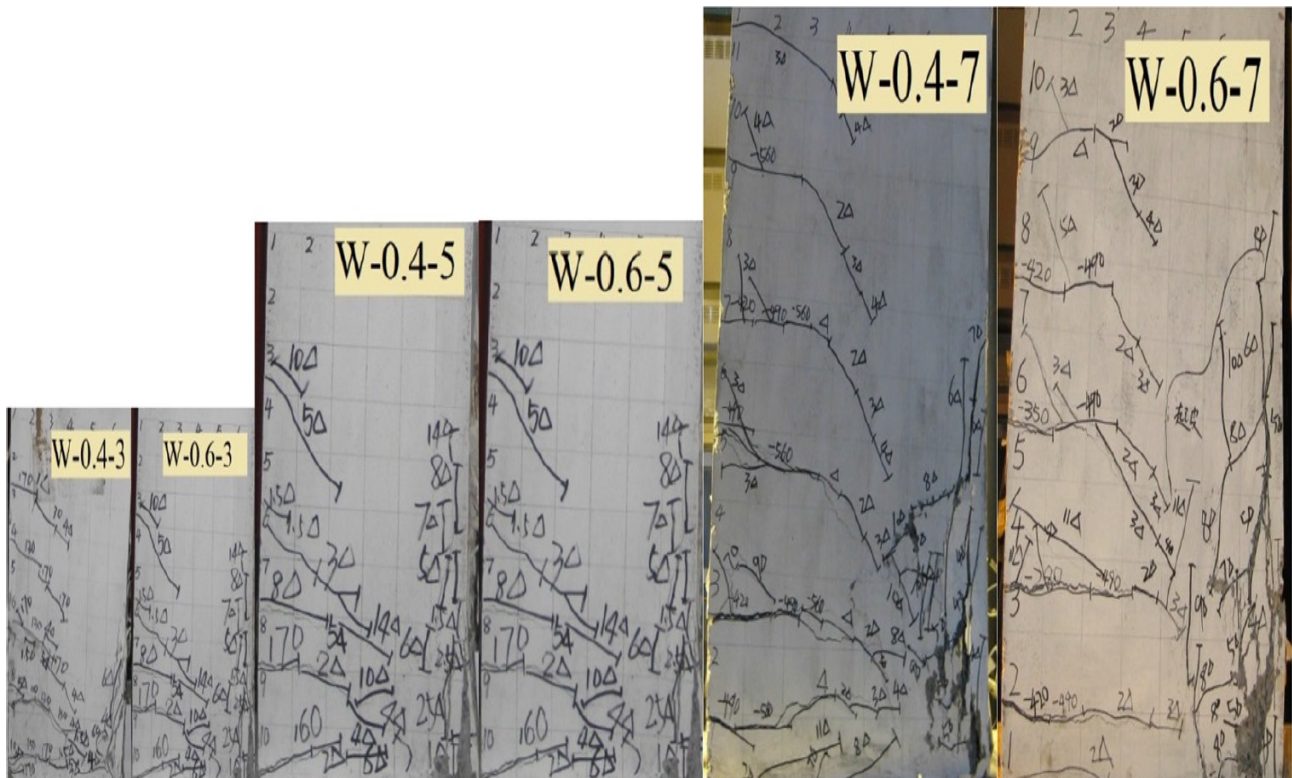
Πίνακας 2: Ιδιότητες υλικών για οπλισμούς ενίσχυσης

Diameter of rebar (mm)	Grade of steel bar	Yield strength, f_y (MPa)	Ultimate strength, f_u (MPa)	Elongation (%)	Elastic modulus (MPa)
6	HPB300	460	545	16.11	2.09×10 ⁵
10	HPB300	382	435	15	2.07×10 ⁵
14	HPB300	327	462	29.05	2.06×10 ⁵
12	HRB400	433	606	20.56	2.03×10 ⁵
20	HRB400	424	589	28.5	2.01×10 ⁵
28	HRB400	422	616	26.43	2.02×10 ⁵

Πίνακας 3: Αναλογίες μίγματος σκυροδέματος

Grade of concrete	Diameter of stone (mm)	Content by volume (kgm ⁻³)			
		Water	Cement	Sand	Stone
C30	5–20	228	380	1008	824

Εικόνα 3: Μορφές αστοχίας όλων των δοκιμίων



Πίνακας 4: Αποτελέσματα δοκιμών χαρακτηριστικών σημείων

Specimen name	Pm (kN)	Tested Mt (kN-m)	Theoretical Mc (kN m)	Mt/Mc	Δy (mm)	Δu (mm)	μ
W-0.4-3	183.2	217.95	150.55	1.44	6.8	43	6.32
W-0.4-5	410.7	910.61	683.34	1.33	11.4	54.7	4.82
W-0.4-7	826.6	2497.83	1896.96	1.31	19.8	78.4	3.97
W-0.6-3	222.8	267.08	152.39	1.59	7.5	39.8	5.31
W-0.6-5	452.5	1020	700.33	1.46	11.2	49	4.36
W-0.6-7	868.24	2718.01	1918.19	1.41	18.7	73.5	3.92

Πίνακας 5: Παράμετροι εφαρμοσμένες στο διάγραμμα

Series	Specimen name	α_1	$\chi=D$	$Y=(1/\alpha_1)^2$	A	Ψ	B	Do	$\log(D/D0)$	$\log(\alpha_1/B)$
W-0.4	W-0.4-3	1.05	300	0.74	0	0.5	1.41	670.8	-0.3495	-0.0847
	W-0.4-5	0.99	500	0.98	0	0.5	1.41	670.8	-0.1276	-0.1437
	W-0.4-7	0.91	700	1.11	0	0.5	1.41	670.8	0.02	-0.1717
W-0.6	W-0.6-3	1.22	300	0.71	0	0.5	1.41	670.8	-0.3495	-0.0735
	W-0.6-5	1.04	500	0.8	0	0.5	1.41	670.8	-0.1276	-0.1019
	W-0.6-7	0.99	700	0.94	0	0.5	1.41	670.8	0.02	-0.1363

Πίνακας 6: Λεπτομέρειες δοκιμών εφαρμοσμένες για θλίψη

	Specimen name	b×h (mm ²)	h ₀ (mm)	N (kN)	Longitudinal reinforcement of tension or compression	f _y (MPa)	f _{cu} (MPa)	M _t (kN m)
Specimen No. [46]	HAS-1	200×200	181	485	4φ8	560	62.1	54.04
	HAS-2	200×200	181	545	4φ8	560	62.1	60.77
	HAM-1	400×400	362	1896	4φ16	383	62.1	419.28
	HAM-2	400×400	362	1650	4φ16	383	62.1	366.71
	HAL-1	800×800	724	6118	4φ32	379	62.1	2705.5
	HAL-2	800×800	724	6350	4φ32	379	62.1	2809.18
	HDS-1	200×200	175	522	4φ8	560	62.1	56.29
	HDS-2	200×200	175	573	4φ8	560	62.1	61.83
	HDM-1	400×400	354	1874	4φ16	383	62.1	405.42
	HDM-2	400×400	354	1738	4φ16	383	62.1	377.93
	HDL-1	800×800	714	7052	4φ32	379	62.1	3076.22
	HDL-2	800×800	714	6696	4φ32	379	62.1	2922.07
Specimen No. [50]	FHC1-0.2	510×510	452	3334	2φ35.8+1φ28.7	473	51.3	1451.67
	FHC2-0.34	510×510	452	5373	2φ35.8+1φ28.7	473	49.7	1671.82
	FHC3-0.22	510×510	452	3630	2φ35.8+1φ28.7	473	49.7	1497.43
	FHC4-0.33	510×510	452	5240	2φ35.8+1φ28.7	473	49.7	1694.45
	FHC5-0.2	510×510	452	3334	2φ35.8+1φ28.7	473	51.3	1483.5
	FHC6-0.2	510×510	452	3334	2φ35.8+1φ28.7	473	51.3	1476.79
Specimen No. [51]	FS-9	305×305	267	2291	3φ19.1	334	25.9	177.66
	ES-13	305×305	267	2298	3φ19.1	305	26	181.58
	AS-3	305×305	267	1853	3φ19.1	334	26.6	208.08
	AS-17	305×305	267	2242	3φ19.1	334	25	199.09
	AS-18	305×305	267	2349	3φ19.1	305	26.2	217.99
Specimen No. [52]	AS-19	305×305	267	1412	3φ19.1	334	25.8	223.98
	AS-3H	305×305	267	3126	3φ19.1	334	43.4	257.85
	AS-18H	305×305	267	3257	3φ19.1	305	43.8	274.33
	AS-20H	305×305	267	3191	3φ19.1	305	42.9	303.82
Specimen No. [53]	A-17H	305×305	267	3574	3φ19.1	334	47.3	177.66
	1	400×400	372	744	3φ16	446	37.6	335.22
	2	400×400	371	2112	3φ16	446	35.2	486
	3	400×400	372	2112	3φ16	446	35.2	479.08
	4	400×400	373	1920	3φ16	446	32	448.11
	5	400×400	371	3280	3φ16	474	32.8	525.78
	6	400×400	373	3200	3φ16	474	32	526.4
	7	400×400	367	4704	3φ16	474	33.6	516.8
	8	400×400	371	4368	3φ16	474	31.2	524.47
9	400×400	367	4480	3φ16	474	32	598.98	

9.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

9.4.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

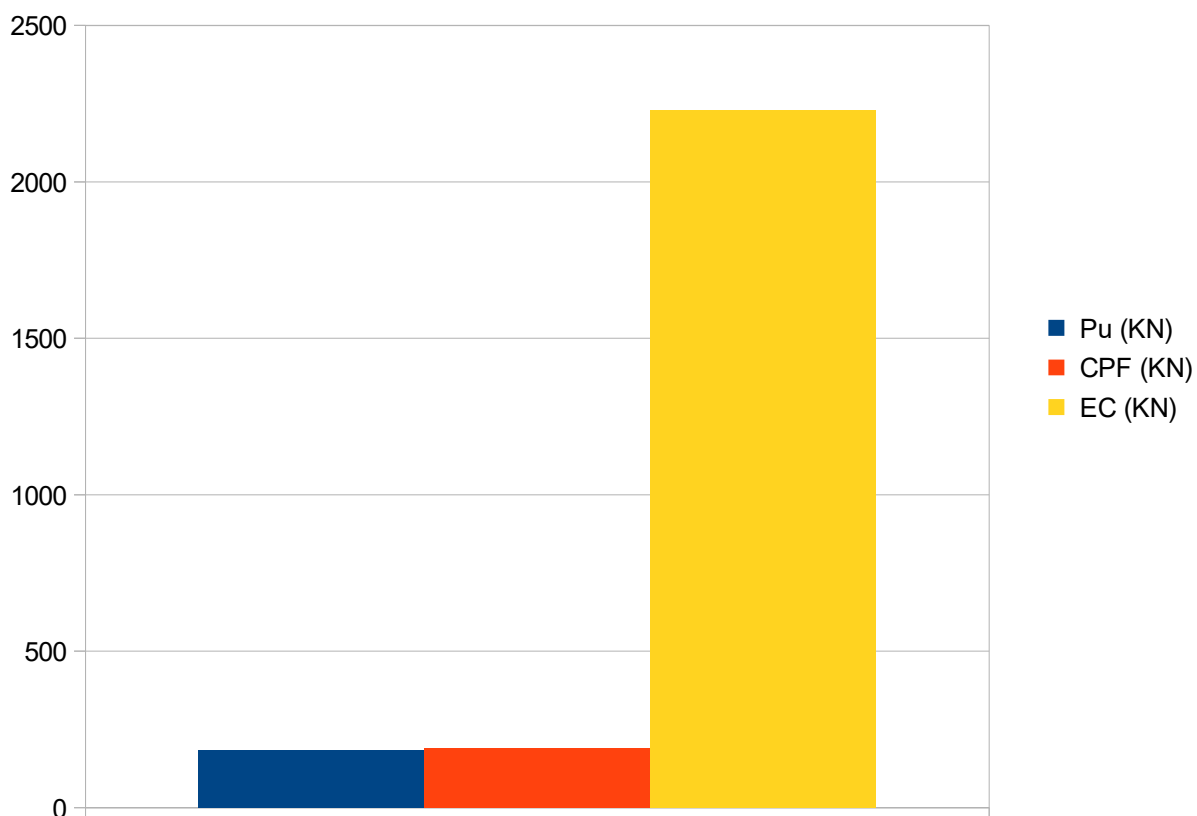
Type III		
P _u (KN) (KN)	P _f – cfp (KN)	P _f – cfp / P _u (KN)
183.20	-189.48	1.03

P _u (KN) (KN)	P _f – ec2 (KN)	P _f – ec2 / P _u (KN)
183.20	-2230.11	12.17

P _u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
183.20	189.48	2230.11

Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



9.4.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

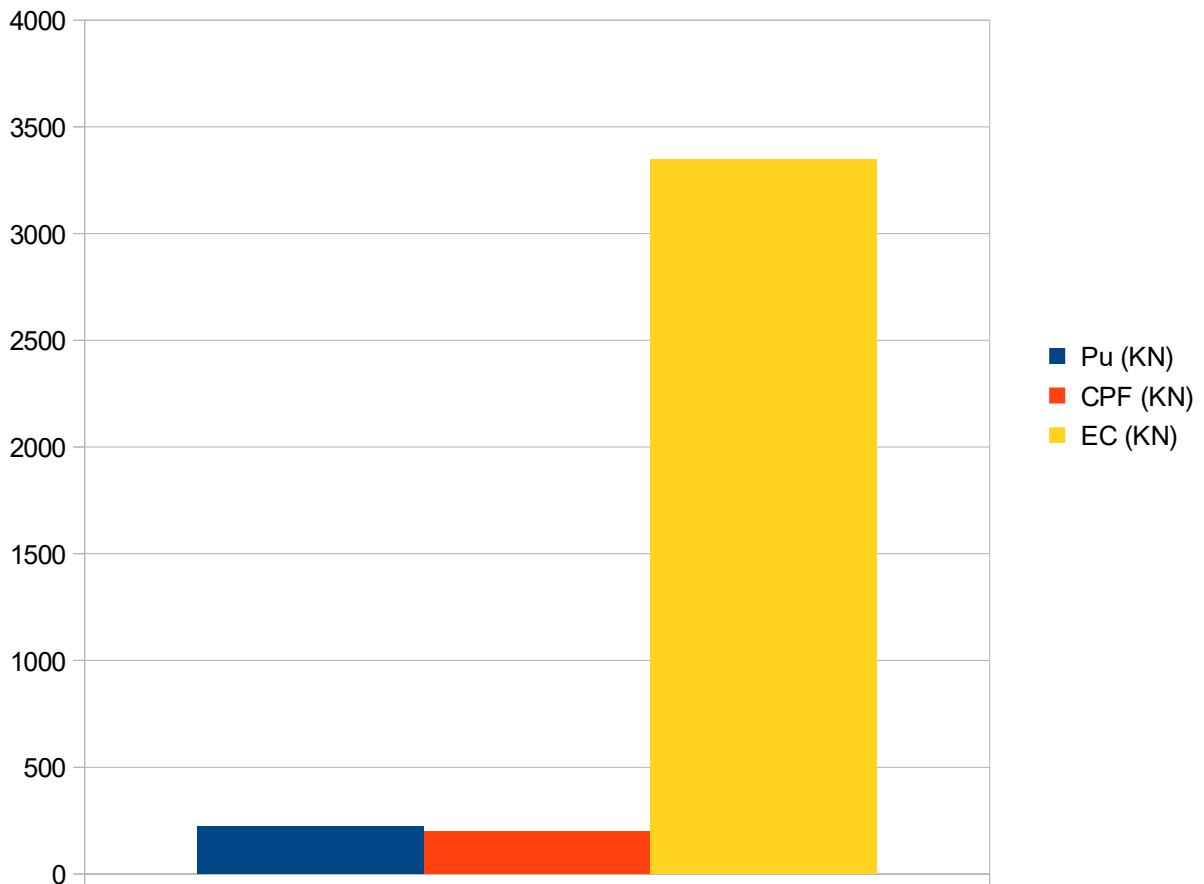
Type III		
Pu (KN) (KN)	V _{III-cr} (KN)	V _{III-cr} / Pu (KN)
222.80	-199.96	0.90

Pu (KN) (KN)	V _f (KN)	V _{f-ec2} / Pu (KN)
222.80	-3348.66	15.03

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
222.80	199.96	3348.66

Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



9.4.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 3ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

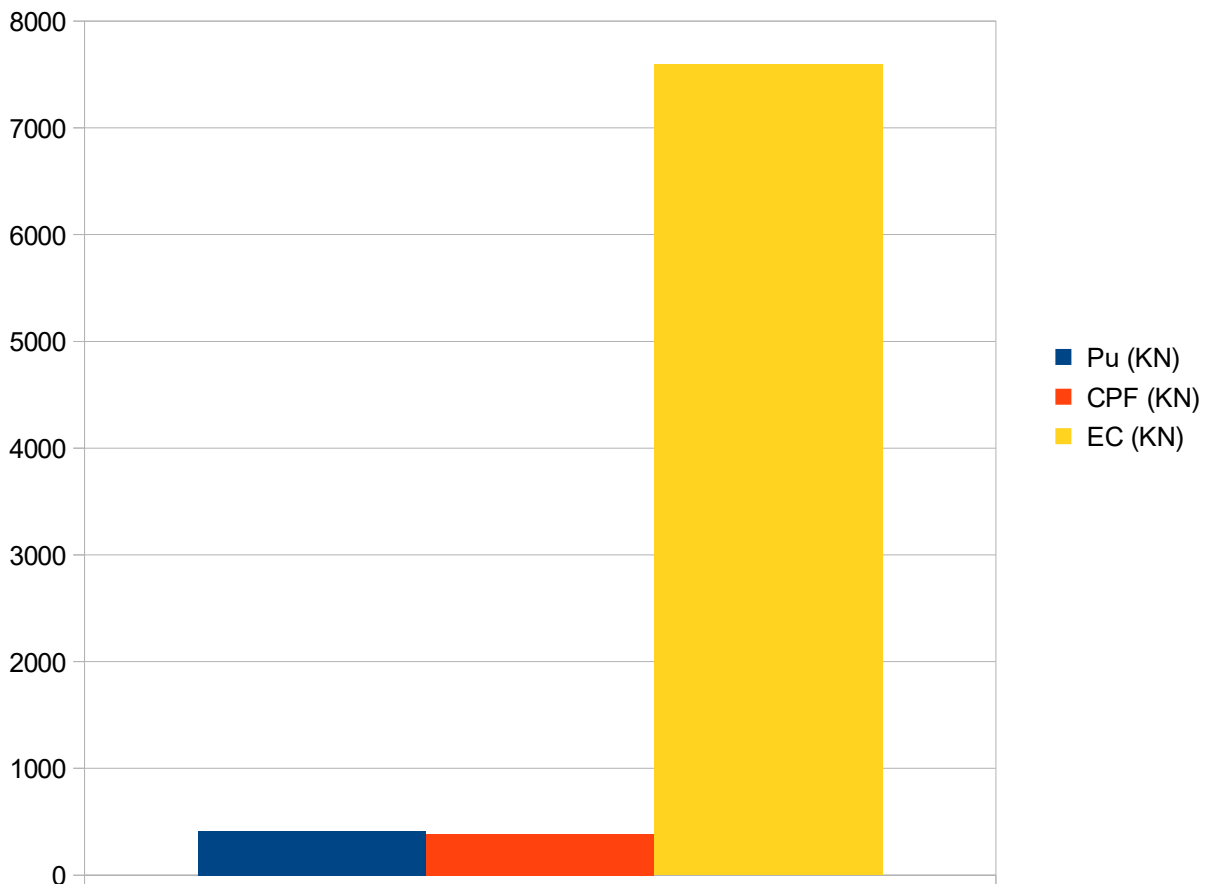
Type III		
P_u (KN) (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / P_u (KN)
410.70	-387.22	0.94

P_u (KN) (KN)	V_f (KN)	V_{f-ec2} / P_u (KN)
410.70	-7592.36	18.49

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
410.70	387.22	7592.36

Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



9.4.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 4ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 4: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

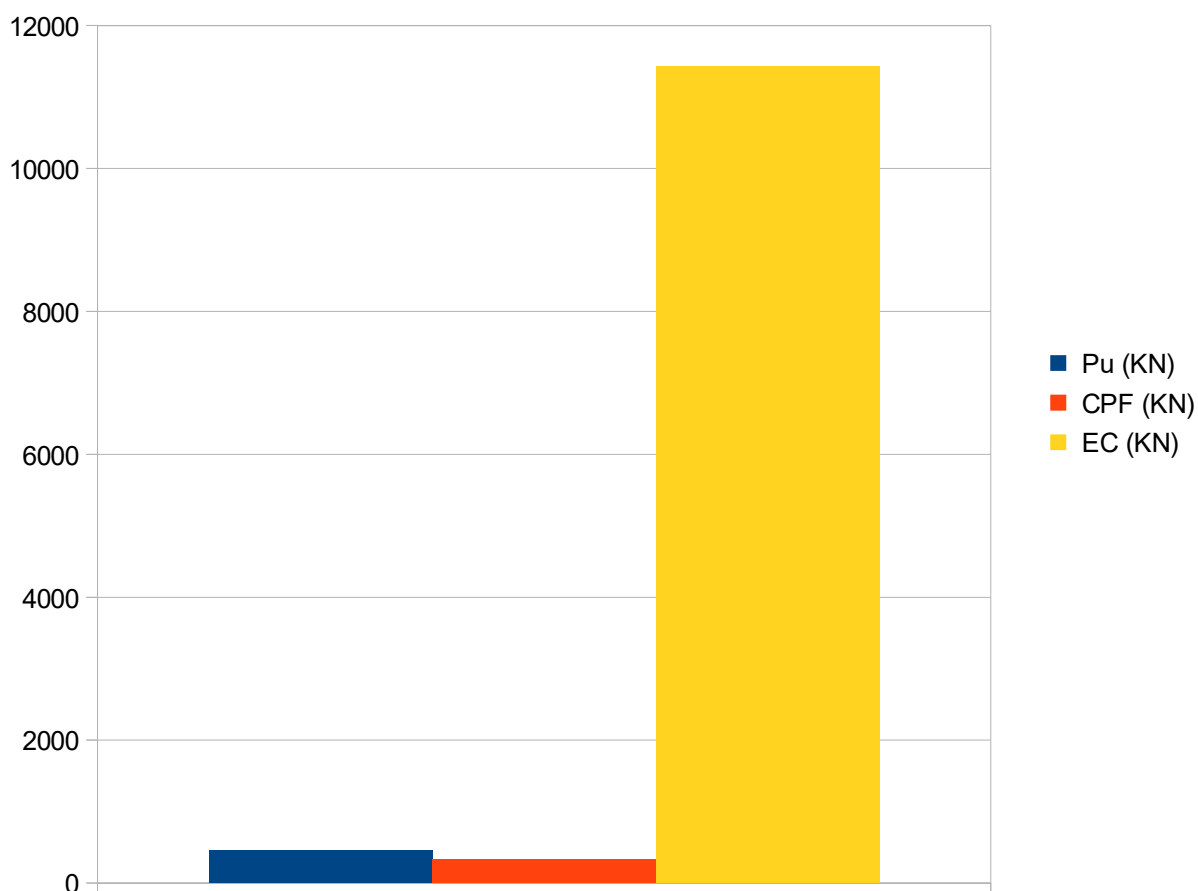
Type III		
P_u (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / P_u (KN)
452.50	-327.58	0.72

P_u (KN)	V_f (KN)	V_{f-ec2} / P_u (KN)
452.50	-11425.45	25.25

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
452.50	327.58	11425.45

Διάγραμμα 4: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



9.4.5. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 5ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 5: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

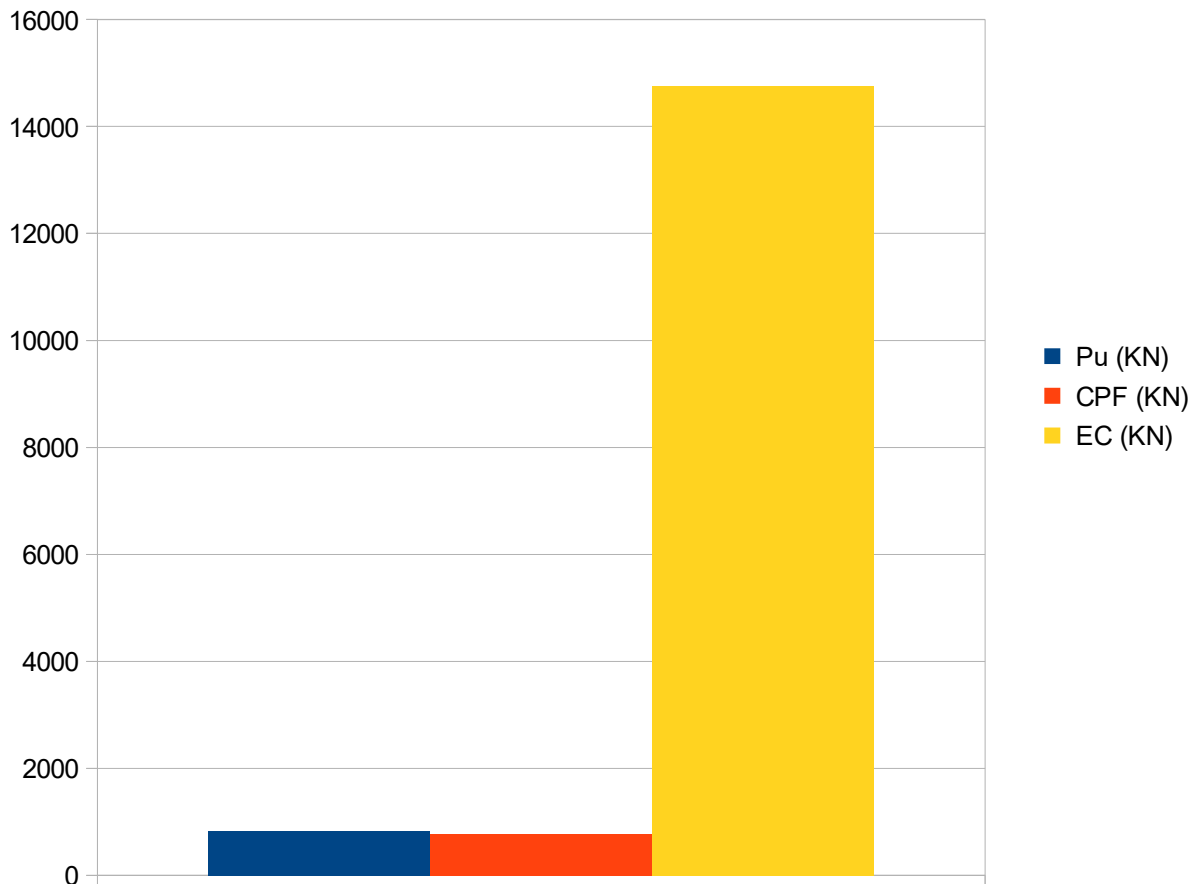
Type III		
P_u (KN) (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / P_u (KN)
826.60	-768.06	0.93

P_u (KN) (KN)	V_f (KN)	V_{f-ec2} / P_u (KN)
826.60	-14755.92	17.85

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
826.60	768.06	14755.92

Διάγραμμα 5: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



9.4.6. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 6ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 6: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

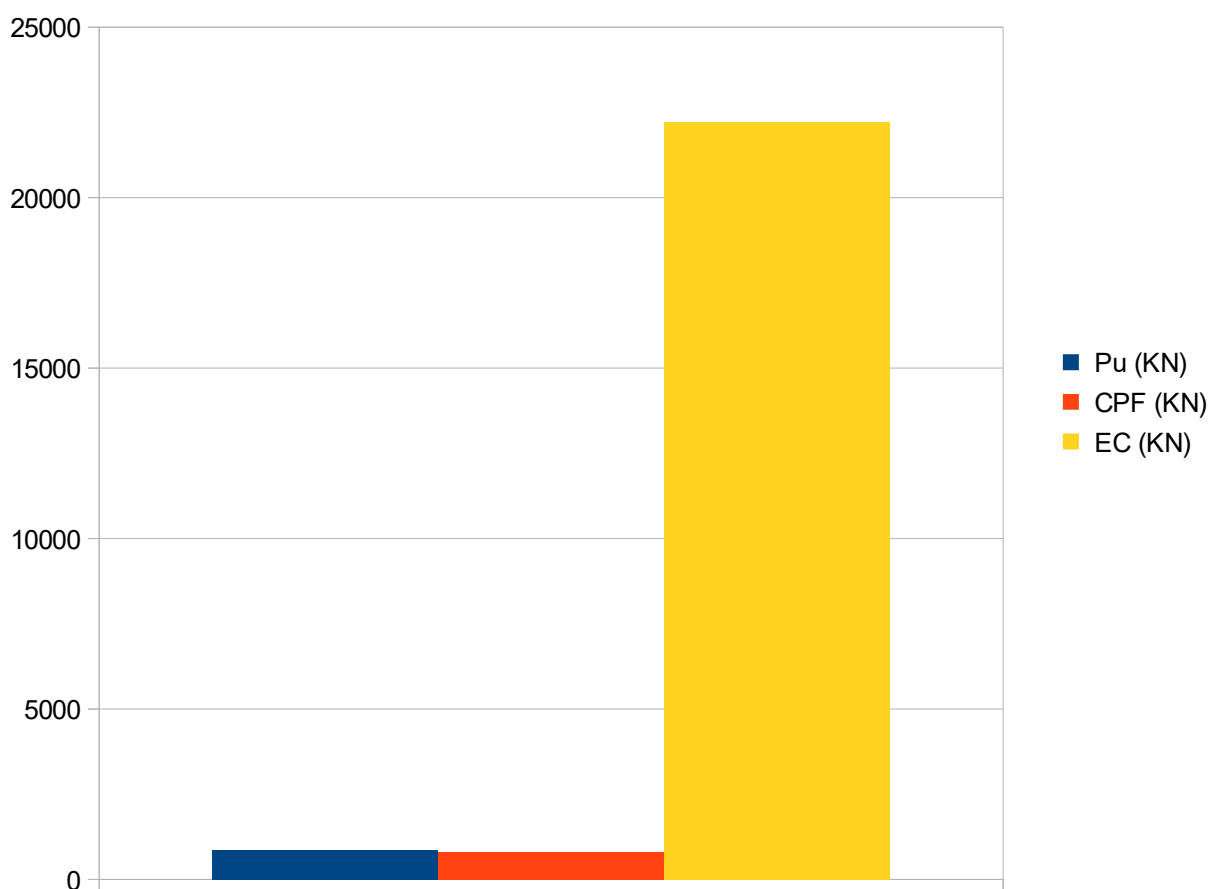
Type III		
Pu (KN) (KN)	V _{III-cr} (KN)	V _{III-cr} / Pu (KN)
868.24	-796.34	0.92

Pu (KN) (KN)	V _f (KN)	V _{f-ec2} / Pu (KN)
868.24	-22218.02	25.59

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
868.24	796.34	22218.02

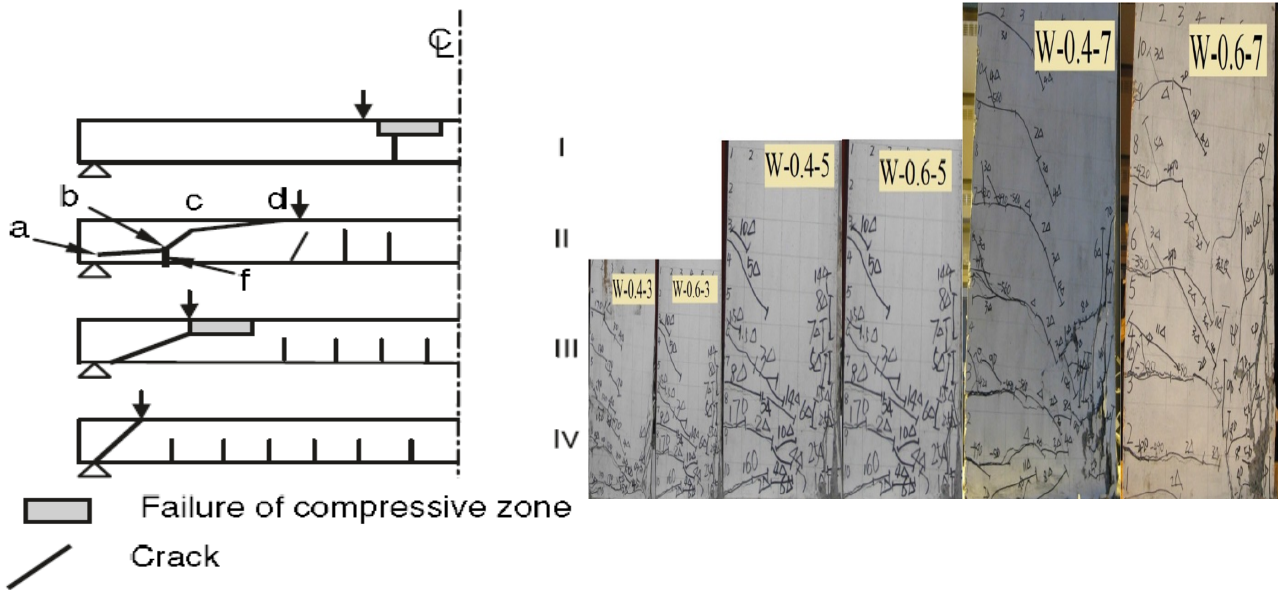
Διάγραμμα 6: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



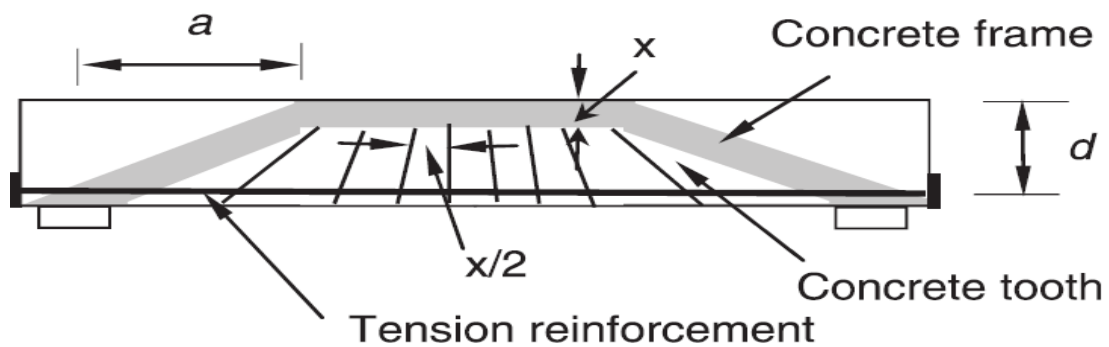
9.5. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Εικόνα 4: Σύγκριση αστοχίας Τύπου III Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμών αναφοράς (δεξιά)



Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου III παρουσιάζει μια ομοιόμορφη εφελκυστική αστοχία διαγώνιου ρήγματος και συνήθως σύνθλιψη της θλιπτικής ζώνης. Χαρακτηριστικό αυτής της αστοχίας είναι ότι η αστοχία συμβαίνει εκτός του διατμητικού μήκους. Στην Εικόνα 5 παρουσιάζεται η διατμητική ζώνη συνεισφοράς του σκυροδέματος και οι εφελκυστικοί πρόβολοι-“δόντια” που συμβάλουν στην μεταφορά της εφελκυστικής δύναμης του σκυροδέματος στον ισχυρότερο εφελκυστικά οπλισμό ενίσχυσης.

Εικόνα 5: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-“δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης



9.6. Συμπεράσματα

Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου III, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 1.03 και 12.17, 0.9 και 15.03, 0.94 και 18.49, 0.72 και 25.25, 0.93 και 17.85, 0.92 και 25.59 αντίστοιχα. [9] [12] [13].

10. Επίδραση της διάταξης στην συμπεριφορά κοντών υποστυλωμάτων

10.1. Συνοπτική περιγραφή

Σε αυτό το πειραματικό πρόγραμμα δοκιμάστηκαν μια σειρά εννέα δειγμάτων υποστυλωμάτων RC που έχουν διάμετρο εγκάρσιας διατομής 150mm x 150mm και ύψος 960mm. Το πείραμα διεξάγεται για έλεγχο υποστυλωμάτος, στύλους με μανδύα τύπου ινοπλέγματος ως ενισχυτικό συγκράτησης πέραν των συνδετήρων και στύλο με μανδύα τύπου ινοπλέγματος ως μόνη ενίσχυση συγκράτησης. Η συνολική απόκριση των δειγμάτων ερευνήθηκε ως προς την ικανότητα μεταφοράς φορτίου, την αξονική μετατόπιση, την τάση, την παραμόρφωση, την πλευρική μετατόπιση και την ολκιμότητα. Τα αποτελέσματα της δοκιμής έδειξαν ότι ο στύλος με προσθήκη ινοπλέγματος δίνει 20% αύξηση στην αξονική αντοχή σε σύγκριση με την κανονικό στύλο ελέγχου. Παρατηρείται ότι οι στύλοι με μανδύες τύπου ινοπλέγματος ως ενίσχυση οπλισμού εκτός από τους συνδετήρες παρέχουν καλύτερη ολκιμότητα και όταν ο στύλος ενισχύεται μόνο με ινοπλέγμα αστοχεί με όλκιμο τρόπο.

10.2. Πειραματικό Πρόγραμμα

Σε αυτό το πειραματικό πρόγραμμα, δοκιμάστηκαν δείγματα εννέα στύλων ενός τρίτου κλίμακας (150 x 150 mm) με ύψος 960mm. Ο διαμήκης οπλισμός που χρησιμοποιείται σε ολόκληρη το στύλο είναι τέσσερις ράβδοι με διάμετρο 10 mm και 6mm διάμετρος ράβδων χρησιμοποιούνται για συνδετήρες. Ένα τετράγωνο συγκολλημένο συρματόπλεγμα διαμέτρου 2mm, χρησιμοποιείται ως κάρναβος r / f με 75 x 75 mm απόσταση μεταξύ των ράβδων. Και οι εννέα στύλοι κατηγοριοποιούνται σε τρεις τύπους ως εξής.

Τύπος I: Δοκιμαστικό δείγμα: Αυτός ο τύπος στύλου έχει μέγεθος 150 x 150 mm με τέσσερις διαμήκεις ράβδους διαμέτρου 10 mm & δακτυλίους διαμέτρου 6 mm.

Τύπος II: Δείγμα στύλου που συγκρατείται με συγκολλημένο συρματόπλεγμα πέρα από τους συνδετήρες 6mm: Αυτός ο τύπος στύλου έχει μέγεθος 150 x 150 mm με τέσσερις διαμήκεις ράβδους διαμέτρου 10mm & δακτυλίους διαμέτρου 6mm, εκτός από αυτό ένα τετράγωνο συγκολλημένο συρματόπλεγμα που είναι τυλιγμένο στον στύλο. Το τετράγωνο συγκολλημένο συρματόπλεγμα έχει μέγεθος 75 x 75 χιλιοστά και πάχος 2 χιλιοστών.

Τύπος III: Δείγμα στύλου με μόνο συγκολλημένο συρματόπλεγμα ως ενίσχυση οπλισμού: Αυτός ο τύπος στύλου έχει μέγεθος 150 x 150 mm με τέσσερις διαμήκεις ράβδους διαμέτρου 10mm και ως κάρναβο r / f σε αυτό ένα τετράγωνο συγκολλημένο συρματόπλεγμα περιτυλίγεται πάνω στον στύλο. Το τετράγωνο συγκολλημένο συρματόπλεγμα έχει μέγεθος 75 x 75 χιλιοστά και πάχος 2 χιλιοστών. Σε αυτόν τον τύπο III του στύλου δεν χρησιμοποιήθηκαν δακτύλιοι. Ο αριθμός και οι λεπτομέρειες του ενός τρίτου δείγματος του στύλου οπλισμένου σκυροδέματος RCC δίνονται στον Πίνακα 1 επίσης. Σε όλους τους παραπάνω τρεις τύπους στύλου, χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις ράβδοι διαμέτρου 10 mm στον στύλο. Και μόνο το μοτίβο περιορισμού άλλαξε. Τόσο το κατώτατο όσο και το ανώτερο άκρο του στύλου ρυθμίστηκαν οριζόντια χρησιμοποιώντας λεπτό στρώμα γύψου, ενώ τοποθετούσαν το δείγμα βάσει UTM. Πριν από την τοποθέτηση του φορτίου στις ράβδους των χαλύβδινων στύλων, στερεώθηκαν και βιδώθηκαν μαζί για να αυξηθεί ο περιορισμός και να αποφευχθεί η πρόωρη αστοχία στα άκρα των στύλων. Η κατακόρυφη θέση του στύλου δοκιμάστηκε με τη βοήθεια πνευματικού μηχανήματος.

10.3. Ιδιότητες Υλικών

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την παρασκευή του μείγματος σκυροδέματος περιλαμβάνουν το συνηθισμένο τσιμέντο Portland της JP Brand, χονδρόκοκκο αδρανές με μέγιστο μέγεθος 20 mm με ξηρό όγκο ειδικού βάρους 2,68, μείγμα πλυμένης άμμου με ξηρό όγκο ειδικού βάρους 2,60, και βρύσης. Οι αναλογίες του μείγματος σχεδιασμού σκυροδέματος προέκυψαν ως αναλογία 1: 2.836: 2.96 και η αναλογία τσιμέντου ύδατος που χρησιμοποιήθηκε ήταν 0.46. Για διαμήκη ενίσχυση του Fe-500, χρησιμοποιείται διάμετρος 6mm ράβδος για συνδετήρες. Χρησιμοποιήθηκε ένα συγκολλημένο συρματόπλεγμα διαμέτρου 2mm. με απόσταση 75 x 75 mm κατά μήκος της κατεύθυνσης. Η πλάκα που χρησιμοποιήθηκε, για να εγκλωβίσει τον στύλο στην στήριξη για να αποφευχθεί η τοπική αστοχία, ήταν πάχους 6 mm.

Πίνακας 1: Περιγραφή των διαφορετικών τύπων υποστυλωμάτων εφαρμοσμένα στο πείραμα

Description of column	Longitudinal R/f	Confinement R/f	type No. of Column casted
Type I	4 bars of 10mm dia	6mm stirrups	3
Type I	4 bars of 10mm dia	wrapped with 2mm thk. Welded wire mesh in addition to 6mm stirrups	3
Type I	4 bars of 10mm dia	Column with welded wire Mesh only	3

Εικόνα 1: Σκελετός r/f στύλου Τύπου I



Πίνακας 2: Περιγραφή των διαφορετικών τύπων υποστυλωμάτων εφαρμοσμένα στο πείραμα

Description of column	Confinement R/f type	Axial strength of column
Type I	6 mm rings	658 kN
Type I	6 mm bars rings & wrapped with 2 mm thk. Ferromesh	795 kN
Type I	wrapped with 2 mm thk. Ferromesh	664 kN

Εικόνα 2: Μορφή αστοχίας στύλου Τύπου I



10.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

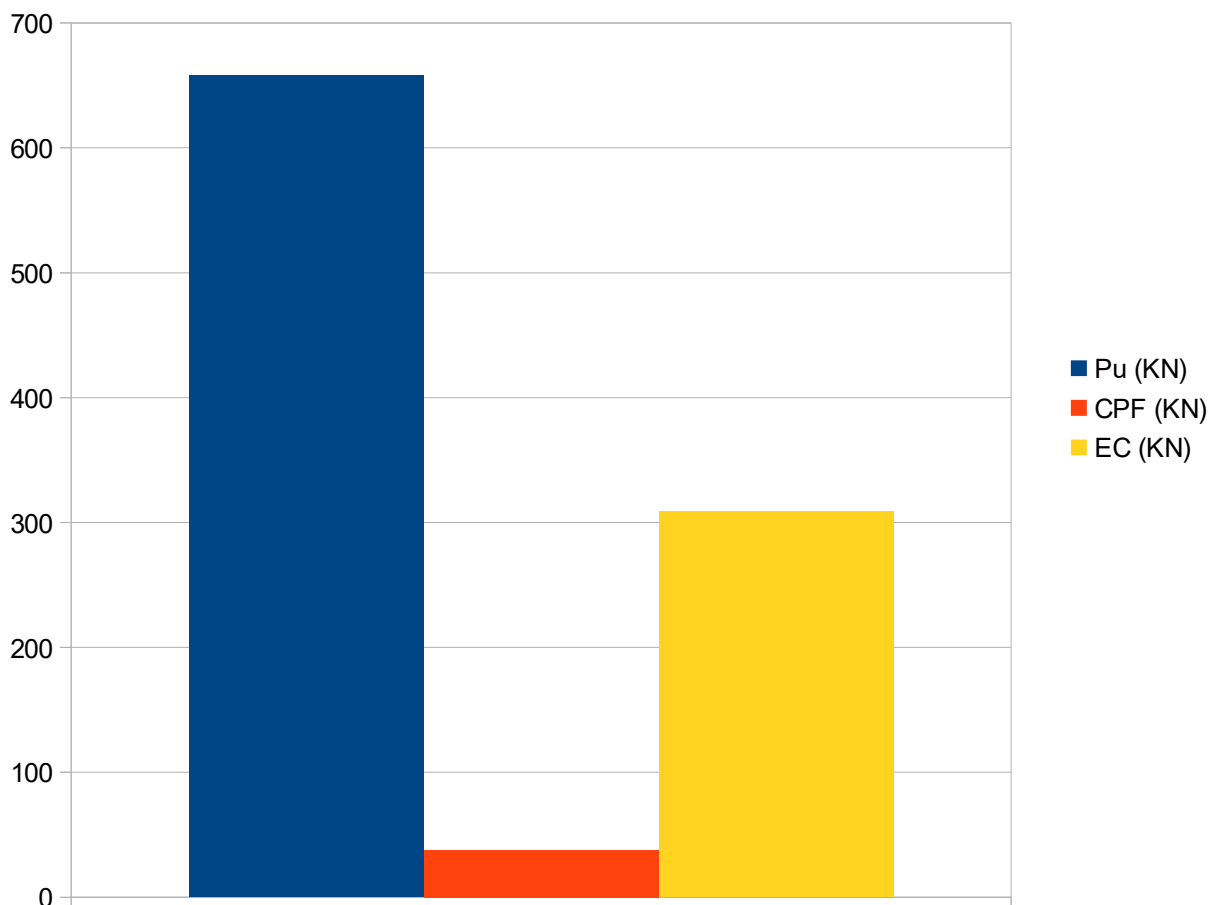
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
658.00	-37.78	0.06

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
658.00	-308.87	0.47

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
658.00	37.78	308.87

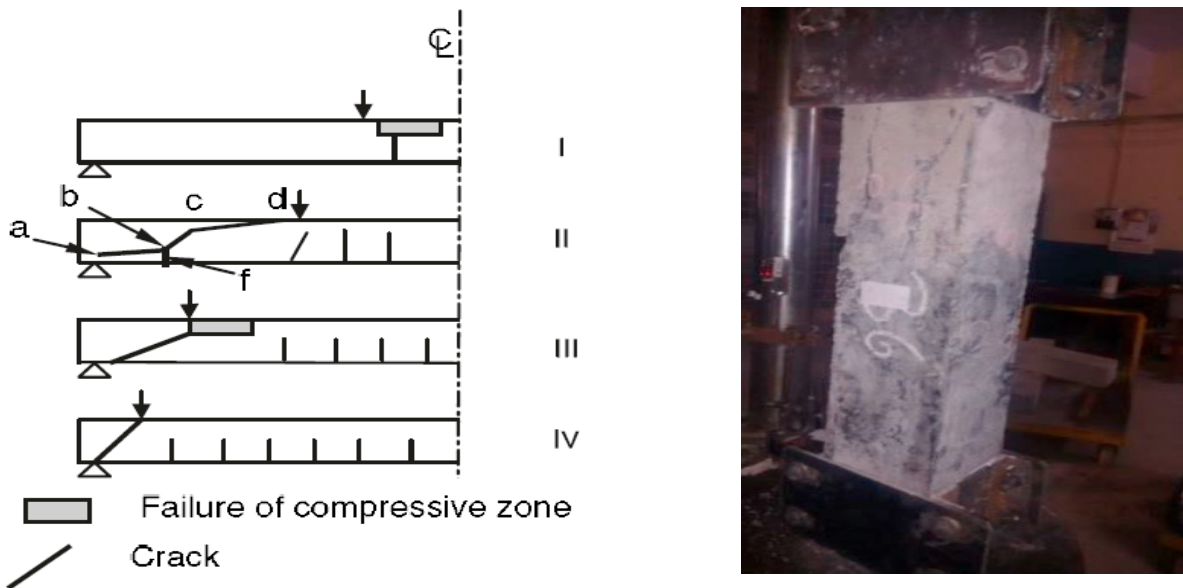
Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



10.5. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

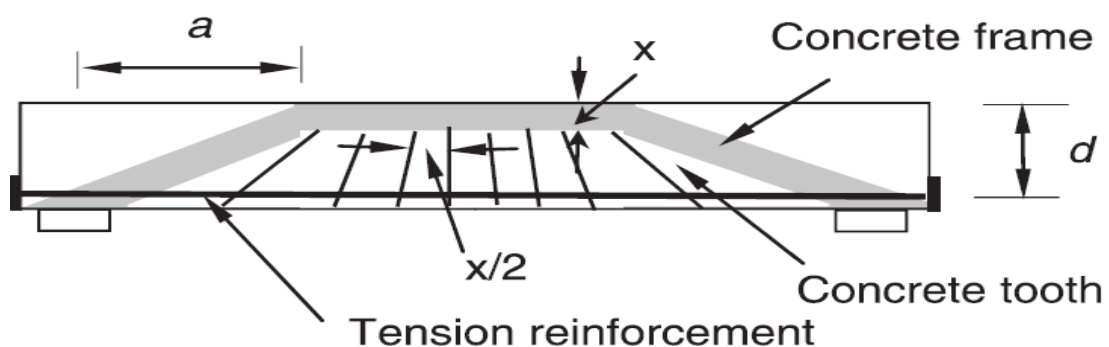
Εικόνα 3: Σύγκριση αστοχίας Τύπου II Θεωρίας Τ.Θ.Δ. (αριστερά) και δοκιμίου αναφοράς (δεξιά)



Σύμφωνα με την Θεωρία Τ.Θ.Δ., η αστοχία Τύπου II παρουσιάζει μια εφελκυστική αστοχία με διαγώνιους κλάδους ρήγματος. Χαρακτηριστικό αυτής της αστοχίας είναι ότι η αστοχία συμβαίνει εντός του διατμητικού μήκους.

Στην Εικόνα 4 παρουσιάζεται η διατμητική ζώνη συνεισφοράς του σκυροδέματος και οι εφελκυστικοί πρόβολοι-“δόντια” που συμβάλουν στην μεταφορά της εφελκυστικής δύναμης του σκυροδέματος στον ισχυρότερο εφελκυστικά οπλισμό ενίσχυσης.

Εικόνα 4: Ζώνη διατμητικής συνεισφοράς και πρόβολοι-“δόντια” μεταφοράς εφελκυσμού στον οπλισμό ενίσχυσης



10.6. Συμπεράσματα

Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, παρόλο που η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών δεν είναι κοντινή, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.06 και 0.47 αντίστοιχα. Ο Ευρωκώδικας παρουσιάζει καλύτερη τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών. [10] [12] [13].

11. Άμεση μέθοδος σχεδιασμού και διαγράμματα σχεδιασμού για υποστυλώματα RC και διατμητικών τοιχείων

11.1. Συνοπτική περιγραφή

Ο σχεδιασμός των κολώνων από οπλισμένο σκυρόδεμα και των διατμητικών τοιχωμάτων είναι μια επαναληπτική διαδικασία. Η αντοχή ενός υποτιθέμενου τμήματος ελέγχεται χρησιμοποιώντας διαγράμματα αλληλεπίδρασης και η διαδικασία συνεχίζεται μέχρι να βρεθεί ικανοποιητικό τμήμα. Η μελέτη εισάγει μια μέθοδο άμεσου σχεδιασμού και διαγράμματα σχεδίασης. Η μέθοδος άμεσης σχεδίασης είναι μια αναλυτική προσέγγιση μέσω της οποίας η απαιτούμενη περιοχή οπλισμού για μικρούς στύλους RC ή τοίχους διάτμησης προσδιορίζεται απευθείας χωρίς την χρήση διαγράμματος αλληλεπίδρασης. Αυτή η μέθοδος παρέχει μια προσαρμοσμένη επίλυση για ένα τμήμα οπλισμένου σκυροδέματος. Η αντοχή του τμήματος είναι ίση με τη ζήτηση από τα εφαρμοζόμενα φορτία και ροπές. Για κάθε κολώνα ή τοίχο διάτμησης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλά προσαρμοσμένα τμήματα με διαφορετικά μεγέθη και διατάξεις ραβδών. Το διάγραμμα σχεδίασης δείχνει όλα τα πιθανά τοποθετημένα τμήματα για ένα συγκεκριμένο στύλο ή τοίχο διάτμησης. Αυτή η μελέτη παρέχει αλγόριθμο για την κατασκευή διαγραμμάτων σχεδίασης.

11.2. Αποδεκτή διαδικασία σχεδιασμού στύλων

Οι ευρέως αποδεκτές προσεγγίσεις για το σχεδιασμό των στύλων RC θα μπορούσαν να ταξινομηθούν ως εξής:

11.2.1. Μονοαξονικό διάγραμμα αλληλεπίδρασης

Μπορεί να δημιουργηθεί ένα "διάγραμμα αλληλεπίδρασης" σχεδιάζοντας το σχέδιο αξονικής δύναμης φορτίου P_n έναντι της αντίστοιχης σχεδιαστικής ροπής δύναμης M_n . Αυτό το διάγραμμα ορίζεται η "χρησιμοποιούμενη" ισχύς ενός τμήματος με διαφορετικές εκκεντρότητες φόρτισης. Οποιοσδήποτε συνδυασμός φόρτισης που πέφτει μέσα στην καμπύλη είναι ικανοποιητικός, ενώ οποιοσδήποτε συνδυασμός που βρίσκεται εκτός της καμπύλης αντιπροσωπεύει βλάβη.

11.2.2. Μονοαξονικοί πίνακες ικανότητας φόρτισης στύλων

Οι πίνακες ικανότητας φόρτισης των στύλων παρέχουν δυνατότητες κάμψης τόσο για τους μεγάλους όσο και για τους μικρούς άξονες. Αυτοί οι πίνακες δίνουν τη δυνατότητα χρήσης αντοχής για συνηθισμένο φάσμα τετραγώνων, ορθογωνίων και στρογγυλών μεγεθών στύλων. Ο κατάλληλος πίνακας εισάγεται με τιμές των παραληφθέντων φορτίων και τη ροπών, καθώς και τις διαστάσεις της στύλων και της ενίσχυσης που ελήφθη. Ο Πίνακας 1 δείχνει έναν πίνακα αντοχής δείγματος στύλων.

11.2.3. Περιγράμματα φόρτισης

Σε αυτή τη μέθοδο τα περιγράμματα φόρτισης και η επιφάνεια αστοχίας προσεγγίζεται από μια οικογένεια καμπυλών που αντιστοιχούν σε σταθερές τιμές P_n . Αυτές οι καμπύλες, μπορεί να θεωρούνται ως "περιγράμματα φορτίου".

11.2.4. Σχέδιο 3D αλληλεπίδρασης

Ένα μονοδιάστατο διάγραμμα αλληλεπίδρασης καθορίζει τη δύναμη φορτίου-ροπής κατά μήκος ενός μονο-επιπέδου τμήματος κάτω από ένα αξονικό φορτίο P και ένα μονοαξονικό ροπή M. Η διαξονική αντίσταση κάμψης ενός αξονικά φορτισμένου στύλου μπορεί να παρουσιαστεί σχηματικά σαν μία επιφάνεια που σχηματίζεται από μία σειρά μονοαξονικών καμπυλών αλληλεπίδρασης που αντλούνται ακτινικά από τον άξονα P.

Πίνακας 1: Πίνακας δεικτών χωρητικότητας υποστυλώματος

SQUARE TIED COLUMNS 16" x 16"														
Short columns – no sidesway														
Bars symmetrical in 4 faces														
fc = 4000 psi														
fy = 60,000 psi														
ϕMn in in. kips														
ϕPn in kips														
et = 0.005														
Zero axial load ϕM														
BARS	RHO	Max Cap	0% fy		25% fy		50% fy		100% fy		et = 0.005		Zero axial load ϕM	
			ϕMn	ϕPn	ϕMn	ϕPn	ϕMn	ϕPn	ϕMn	ϕPn	ϕMn	ϕPn	ϕMn	ϕPn
4-#8	1.23	866	546	1232	468	1483	392	1625	332	1782	239	2064	189	1092
4-#9	1.56	898	570	1321	481	1590	402	1752	338	1950	237	2255	179	1344
4-#10	1.98	936	602	1432	499	1724	415	1912	345	2159	234	2492	166	1660
4-#11	2.44	963	636	1547	514	1853	425	2059	351	2322	224	2653	141	1963
4-#14	3.52	1044	717	1806	561	2169	459	2435	372	2783	210	3161	98	2698
4-#18	6.25	1225	924	2412	681	2914	546	3289	419	3823	166	4254	- 35	4222
8-#6	1.38	831	556	1170	481	1416	402	1550	339	1686	243	1968	160	1217
8-#7	1.88	867	594	1275	503	1543	418	1700	349	1885	240	2205	136	1602
8-#8	2.47	907	639	1395	530	1690	438	1875	361	2119	238	2477	107	2043
8-#9	3.13	949	688	1525	560	1849	459	2065	374	2371	235	2765	73	2513
8-#10	3.97	1001	752	1689	598	2049	487	2304	391	2686	230	3122	28	3056
8-#11	4.88	1041	820	1851	635	2237	512	2524	405	2932	214	3370	- 40	3332
8-#14	7.03	1164	982	2232	733	2709	583	3088	447	3625	191	4136	- 175	3976

Πίνακας 2: Αποτελέσματα σχεδιασμού για τον τομέα του σχήματος 3

Input						Result		
Load case	Pu kN (kip)	Mux kN m (k ft)		Muy kN m (k ft)		Ab mm ² (in. ²)		
1	2180	(490)	190	(140)	0		504	(0.78)
2	1780	(400)	102	(75)	0		- 586	(- 0.91)
3	3335	(750)	339	(250)	0		2268	(3.51)
4	2225	(500)	135	(100)	102	(75)	468	(0.73)

Πίνακας 3: Παραδείγματα σχεδιασμού επικύρωσης

CRSI [25]					Direct design			
Design example	Bars	ϕMn kN m (k in.)		ϕPn kN (kip)	Ab mm ² (in.2)		B si	
1	4#8	139	(1232)	2081	(468)	509	(0.79)	#
2	4#8	168	(1483)	1744	(392)	509	(0.79)	#
3	8#7	192	(1700)	1552	(349)	387	(0.60)	#
4	8#7	213	(1885)	1067	(240)	387	(0.60)	#
4	12#10	228	(2016)	3104	(698)	819	(1.27)	#
4	12#10	314	(2782)	1966	(442)	819	(1.27)	#

Πίνακας 4: Αποτελέσματα σχεδιασμού για κυκλική διατομή του σχήματος 12

Points	Input			Result				
	D mm (in.)		n –	Angle deg.	c mm (in.)		Ab mm ² (in)	
1	600	(23.6)	8	27.6	205	(8.0)	505	(0.78)
2	600	(23.6)	11	26.9	205	(8.0)	355	(0.55)
3	550	(21.6)	10	27.5	230	(9.1)	705	(1.09)

Πίνακας 5: Τιμές σχεδιασμού για τον τομέα L μορφής του σχήματος 14

Points	Input				Result				
	t mm (in.)		s –		Angle deg.	c mm (in.)		Ab mm ² (in)	
1	350	(13.8)	100	(4.0)	128.5	780	(30.8)	330	(0.51)
2	350	(13.8)	150	(6.0)	128.7	795	(31.3)	510	(0.79)
3	300	(11.8)	150	(6.0)	130.2	895	(35.3)	720	(1.1)

11.3. Προγράμματα υπολογιστή

Μερικά από τα διαθέσιμα προγράμματα ηλεκτρονικών υπολογιστών για έρευνα και πρακτική αναφέρονται σε αυτήν την ενότητα. Το spColumn (StructurePoint) είναι ένα λογισμικό για το σχεδιασμό και την διερεύνηση των τμημάτων οπλισμένου σκυροδέματος που υποβάλλονται σε αξονικές και καμπτικές δυνάμεις. Το τμήμα μπορεί να είναι ορθογώνιο, στρογγυλό ή ακανόνιστο, με οποιαδήποτε διάταξη οπλισμού ή σχέδιο. Το CSiCOL (CSi) είναι πακέτο λογισμικού που χρησιμοποιείται για την ανάλυση και τον σχεδιασμό των στύλων. Το πρόγραμμα μπορεί να πραγματοποιήσει τον σχεδιασμό του οπλισμένου σκυροδέματος, ή σύνθετης διατομής. Το Response 2000 (Bentz et al.) είναι ένα πρόγραμμα ανάλυσης διατομής που υπολογίζει την αντοχή και την ολκιμότητα του οπλισμένου σκυροδέματος μιας διατομής που υποβλήθηκε σε διατμητική, στιγμιαία και αξονική φόρτιση με βάση την τροποποιημένη θεωρία πεδίου συμπίεσης. Το OpenSees (Fenves et al.) είναι ένα ανοιχτό σύστημα προσομοίωσης μηχανικής σεισμού, είναι ένα αντικειμενοστραφές, πλαίσιο λογισμικού ανοιχτού κώδικα. Επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν πεπερασμένα στοιχεία για την προσομοίωση της απόκρισης των δομικών συστημάτων, τμήματα και επίπεδα ινών. Το BIAx (Wallace κ.ά.) είναι ένα πρόγραμμα υπολογιστή γενικής χρήσης για την αξιολόγηση μονοαξονικών και διαξονικών αντοχών και παραμόρφωσης των τμημάτων οπλισμένου σκυροδέματος. Το πρόγραμμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να υπολογίσει τις σχέσεις δύναμης ή ροπής-καμπυλότητας για μονοτονική φόρτιση.

11.4. Ορισμός προβλήματος

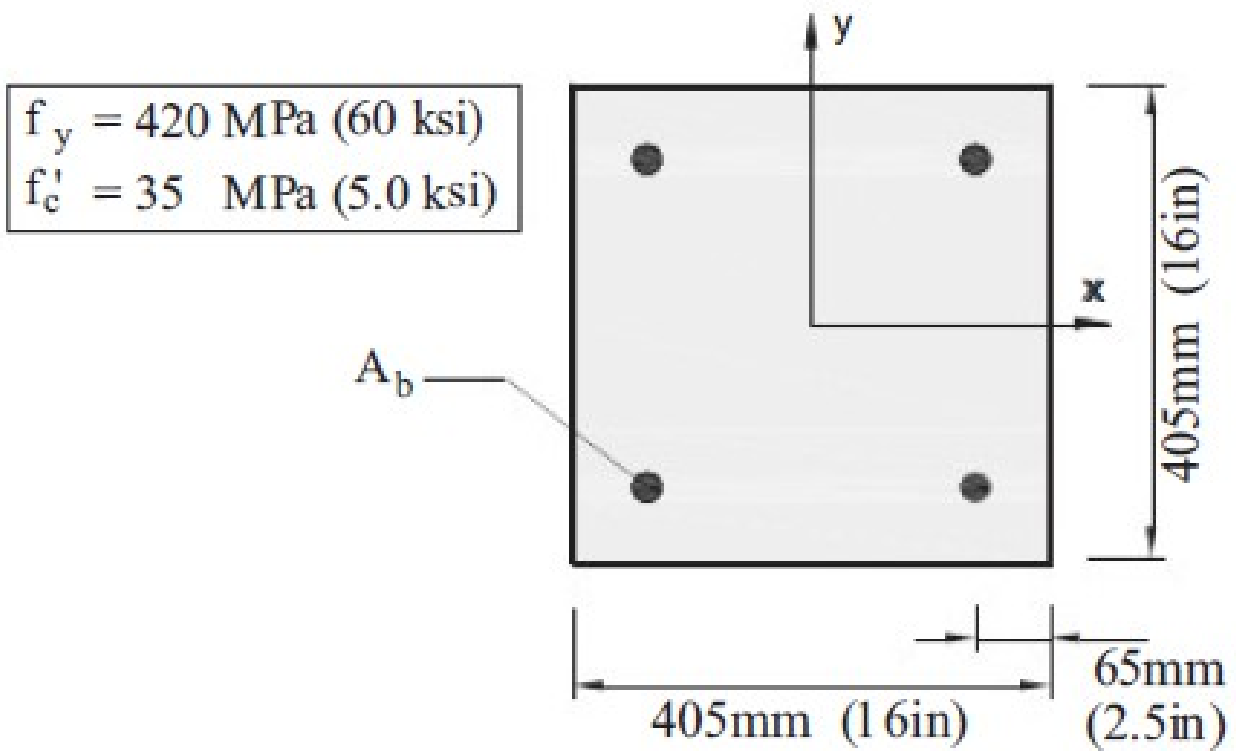
Ο σχεδιασμός των κολώνων από οπλισμένο σκυρόδεμα και των διατμητικών τοιχωμάτων είναι μια δοκιμαστική διαδικασία. Εάν τα γνωστά φορτία και ροπές είναι γνωστά και είναι απαραίτητο να επιλεγεί μια διατομή για να τους αντισταθεί, η διαδικασία παραπέμπεται ως σχέδιο ή αναλογία. Ένα πρόβλημα σχεδίασης επιλύεται από το να προβλεφθεί ένα τμήμα, να αναλυθεί εάν θα είναι ικανοποιητικό, να αναθεωρηθεί η διατομή και η εκ νέου ανάλυσή του. Η διατομή ανάλυσης του προβλήματος για το σχεδιασμό της διατομής του στύλου πραγματοποιείται κυρίως μέσω διαγραμμάτων αλληλεπίδρασης. Αυτά τα διαγράμματα είναι το αποτέλεσμα της ανάλυσης της διατομής για υποτιθέμενες κατανομές

τάσεων. Η παραδοσιακή διαδικασία σχεδιασμού είναι χρονοβόρα και δεν το κάνει να οδηγεί αναγκαστικά σε μια τυπική διατομή. Για παράδειγμα, υποτίθεται ότι απαιτείται για να επιλεγεί μια διατομή για ένα κοντό τετράγωνο στύλο οπλισμένου σκυροδέματος έχει υποστεί το ακόλουθο φορτίο και ροπή: $P_u = 2180\text{kN}$ (490kips): Εφαρμοσμένο αξονικό φορτίο. $M_{ux} = 190\text{kNm}$ (140kft): Εφαρμοσμένη ροπή σχετικά με τον άξονα x . Το μέγεθος και η διάταξη ενίσχυσης της διατομής είναι γνωστά. Απαιτείται να διερευνηθεί η υποτιθέμενη διατομή με διαφορετικές περιοχές ράβδων A_b που θα βρεθούν αν οποιοδήποτε από αυτά θα ικανοποιούσε τα εφαρμοζόμενα φορτία. Η γραφική παράσταση για $A_b = 500\text{ mm}^2$ (0,8 in. ²). Δείχνει ότι η αντοχή του το τμήματος με $A_b = 500\text{ mm}^2$ ισούται με τα εφαρμοζόμενα φορτία. Άλλα τμήματα με $A_b > 500\text{ mm}^2$ είναι πάνω από τα σχεδιασμένα και τα τμήματα με $A_b < 500\text{ mm}^2$ δεν επαρκούν. Η υπολογιζόμενη περιοχή ράβδων είναι αποδεκτή για διαφορετικούς σχεδιαστές και πρέπει να αναθεωρείται η διάσταση της διατομής ή η διάταξη των γραμμών και να επαναλαμβάνεται η διαδικασία. Ένας κοντός ορθογώνιος στύλος οπλισμένου σκυροδέματος που υποβλήθηκε πάνω στο ορισμένο φορτίο και ροπή, έχει ένα τυπικό τετράγωνο τμήμα μήκους 405 mm με τέσσερις ράβδους με $A_b = 500\text{ mm}^2$ (# 8 bar).

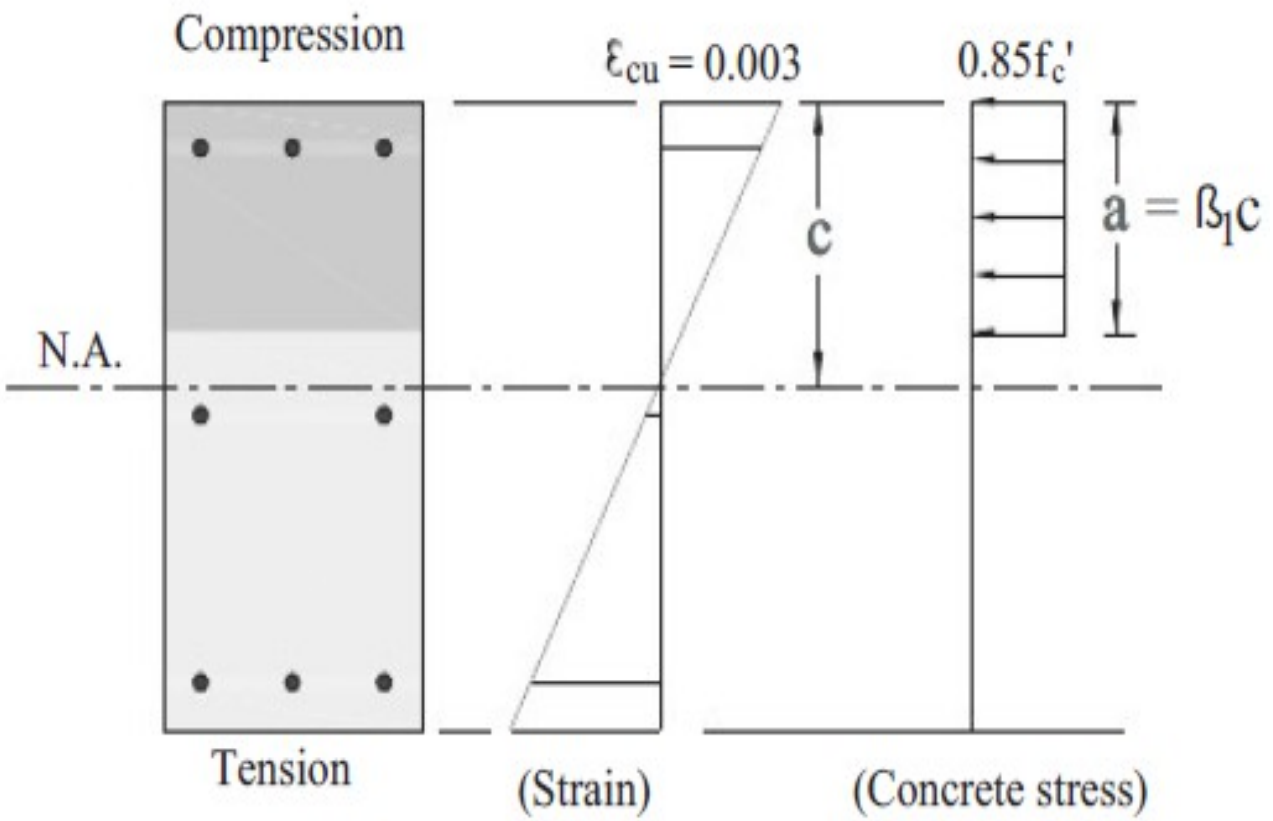
11.5. Θεωρία του ιστορικού υποβάθρου και ανάπτυξης της μεθόδου.

Για να δημιουργηθεί ένα διάγραμμα σχεδίασης, είναι απαραίτητο να υπάρχει μια αποτελεσματική μέθοδος για τον υπολογισμό της απαιτούμενης επιφάνειας ράβδων. Σε αυτή τη μελέτη, η άμεση μέθοδος σχεδιασμού χρησιμοποιείται για τον αποτελεσματικό και γρήγορο υπολογισμό των απαιτούμενων περιοχών ενίσχυσης. Η σύνθεση που αναπτύχθηκε για την μέθοδο άμεσου σχεδιασμού σε αυτή την εργασία έγινε σύμφωνα με την ACI 318-14 Building Code. Υποτίθεται ότι η μέγιστη επιτρεπόμενη παραμόρφωση στο σκυρόδεμα είναι $\epsilon_{cu} = 0,003$ και στα στελέχη η ενίσχυση και το σκυρόδεμα είναι ανάλογες της απόστασης τους από τον ουδέτερο άξονα. Επίσης, η τάση του σκυροδέματος $0,85f'_c$ είναι ομοιόμορφη και διαμετρήθηκε στη ζώνη συμπίεσης που οριοθετείται από τη διατομή και η ευθεία γραμμή παράλληλη προς τον ουδέτερο άξονα σε απόσταση $a = \beta_1 c$ από τις ίνες μέγιστης θλιπτικής καταπόνησης, όπου c είναι η απόσταση από τον ουδέτερο άξονα στην ίνα της μέγιστης θλιπτικής τάσης. Η ενίσχυση θεωρείται ελαστική - τέλεια πλαστική. Ωστόσο, αυτή η διαδικασία επιτρέπει την χρήση οποιουδήποτε διαγράμματος τάσης-παραμόρφωσης για το σκυρόδεμα και την ενίσχυση. Η επιτρεπόμενη επιφάνεια του επιμήκους οπλισμού για τα μη σύνθετα μέλη συμπίεσης θεωρείται ότι δεν είναι από $0,01A_g$ ή περισσότερο από $0,08A_g$. Το σύστημα συντεταγμένων αναφέρεται στο κεντροειδές του τσιμέντου. Η θέση του ουδέτερου ο άξονας ορίζεται από τις μεταβλητές c , θ . Όπου θ είναι η γωνία του ουδέτερου με τον άξονα x .

Εικόνα 1: Τυπική διατομή σύλου οπλισμένου σκυροδέματος



Εικόνα 2: Τυπική διατομή σύλου οπλισμένου σκυροδέματος



11.6. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών

11.6.1. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 1ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 1: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

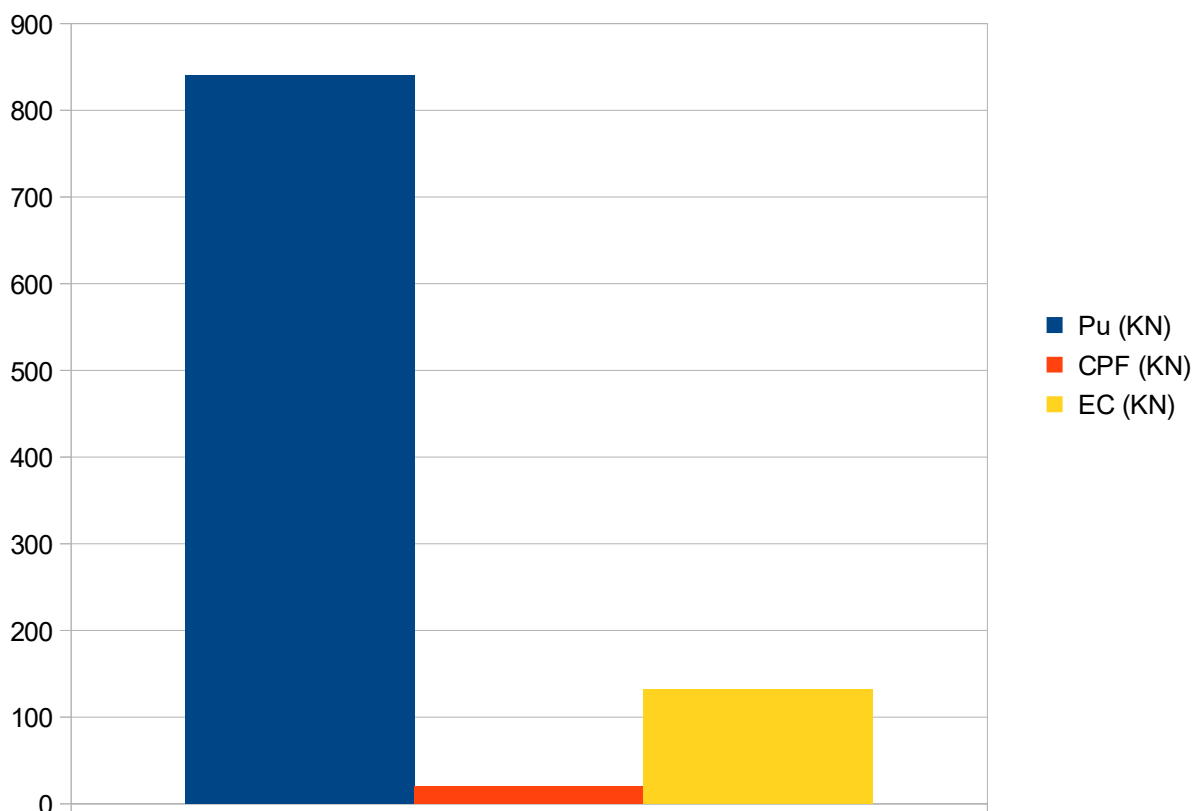
Type III		
P_u (KN) (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / P_u (KN)
840.71	-20.59	0.02

P_u (KN) (KN)	V_f (KN)	V_{f-ec2} / P_u (KN)
840.71	-132.27	0.16

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
840.71	20.59	132.27

Διάγραμμα 1: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



11.6.2. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 2ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 2: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

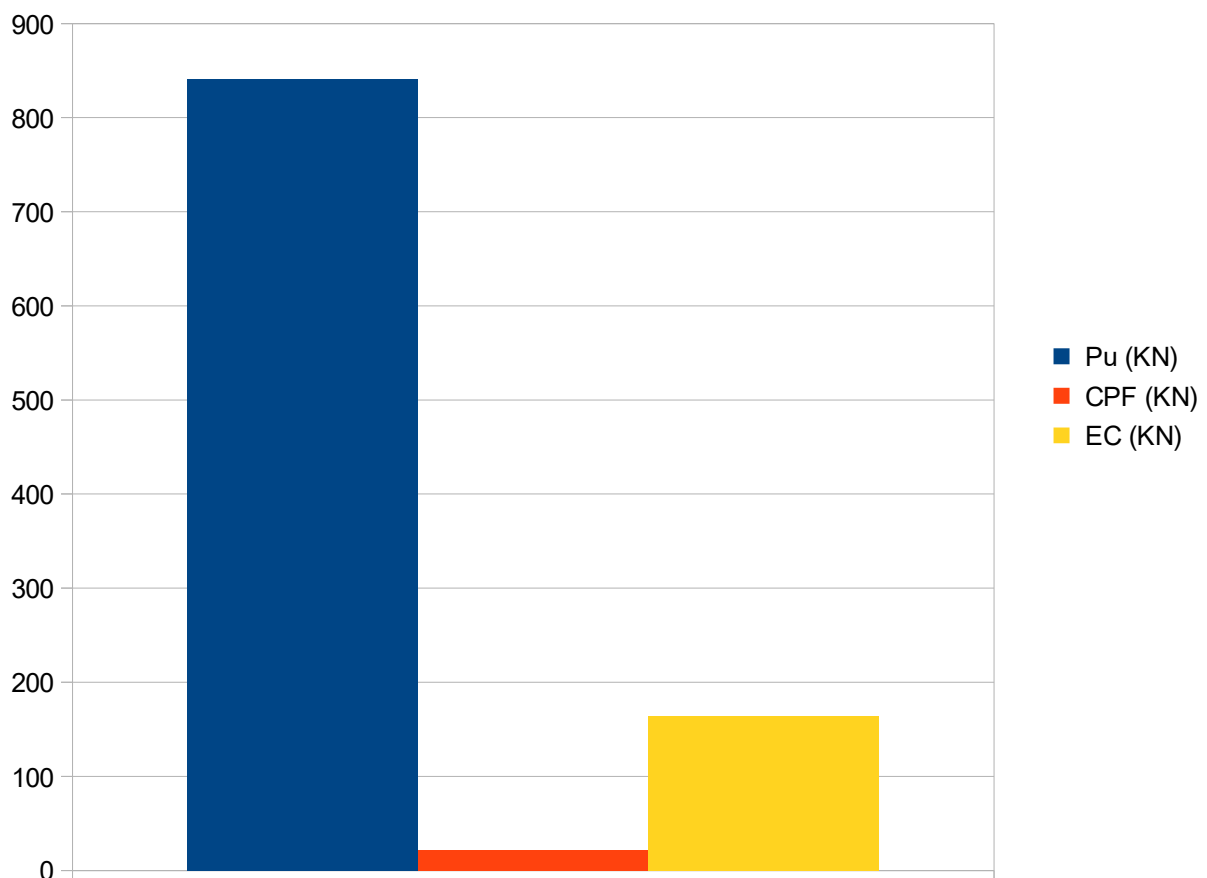
Type III		
P_u (KN) (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / P_u (KN)
840.71	-21.33	0.03

P_u (KN) (KN)	V_f (KN)	V_{f-ec2} / P_u (KN)
840.71	-164.45	0.20

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
840.71	21.33	164.45

Διάγραμμα 2: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



11.6.3. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 3ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 3: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

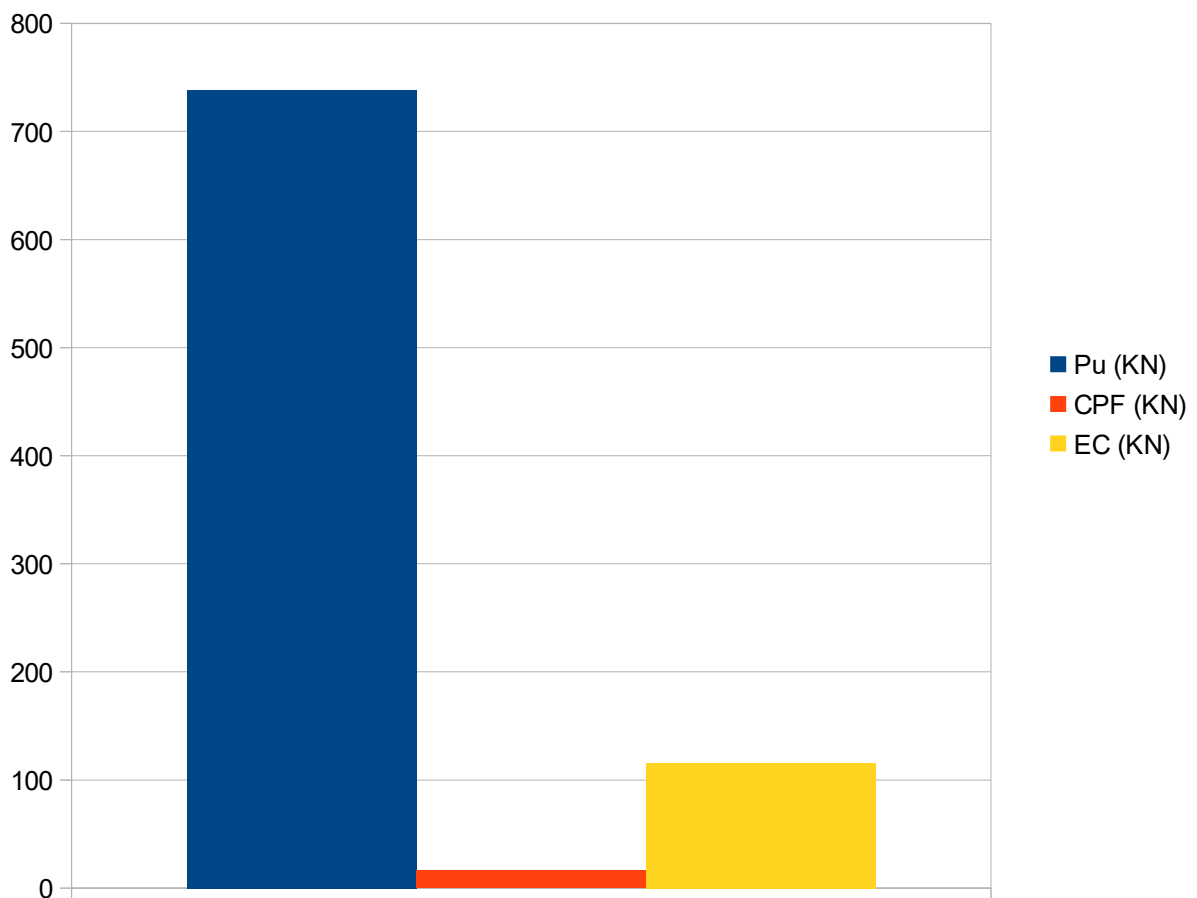
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
738.40	-16.19	0.02

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
738.40	-115.60	0.16

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
738.40	16.19	115.60

Διάγραμμα 3: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



11.6.4. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 4ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 4: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

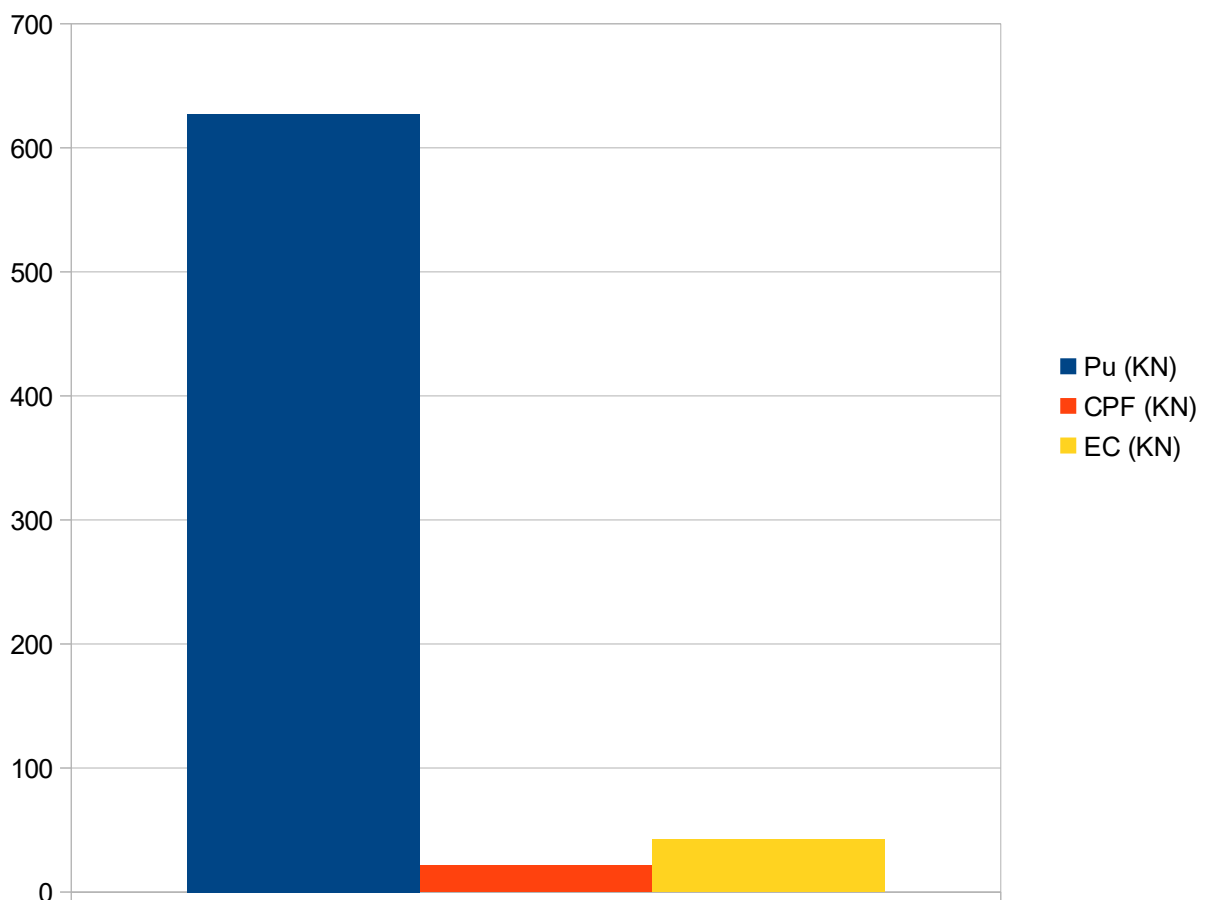
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
627.20	-21.77	0.03

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
627.20	-42.74	0.07

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
627.20	21.77	42.74

Διάγραμμα 4: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



11.6.5. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 5ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 5: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

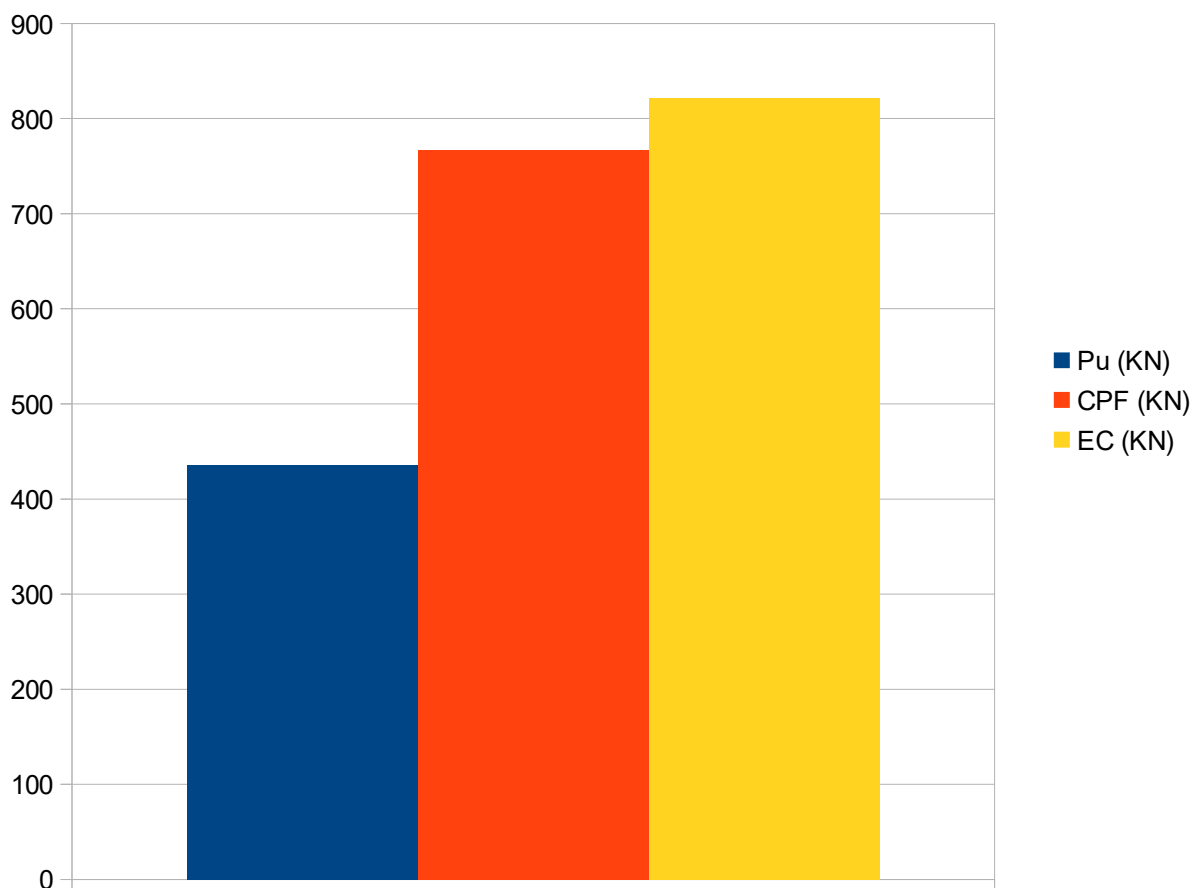
Type I		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
435.93	-766.96	1.76

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
435.93	-821.47	1.88

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
435.93	766.96	821.47

Διάγραμμα 5: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type I vs EC



11.6.6. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 6ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 6: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

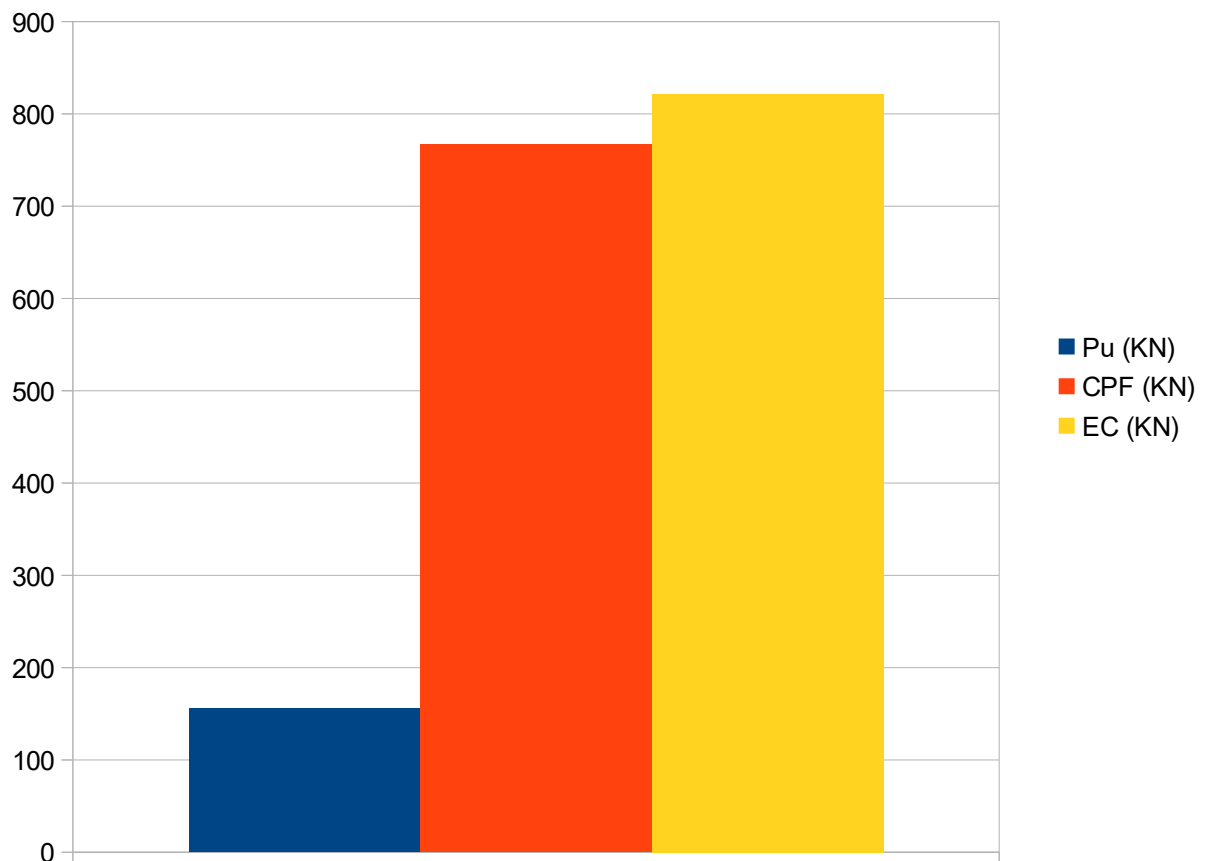
Type I		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
155.69	-766.96	4.93

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
155.69	-821.47	5.28

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
155.69	766.96	821.47

Διάγραμμα 6: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type I vs EC



11.6.7. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 7ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 7: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

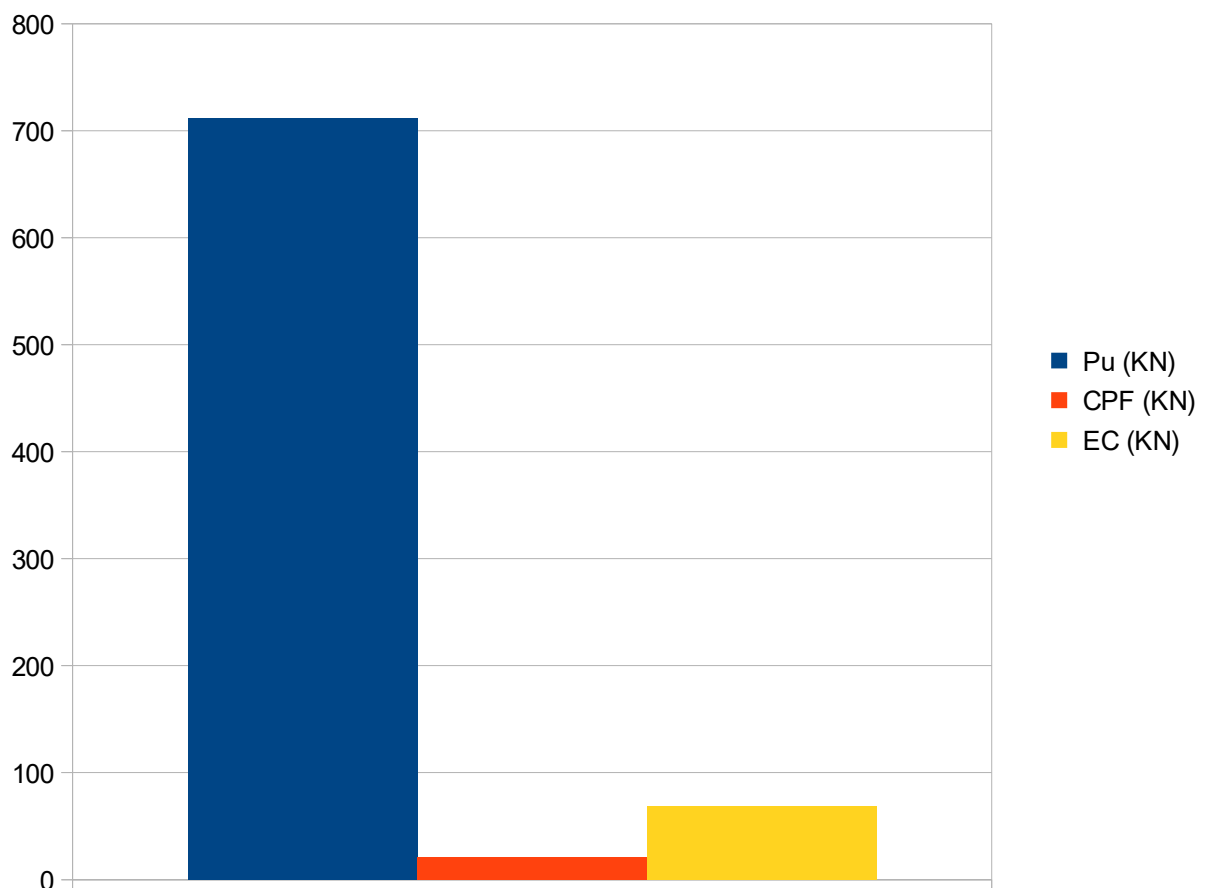
Type III		
P_u (KN) (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / P_u (KN)
711.72	-21.40	0.03

P_u (KN) (KN)	V_f (KN)	V_{f-ec2} / P_u (KN)
711.72	-68.76	0.10

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
711.72	21.40	68.76

Διάγραμμα 7: Σύγκριση Τύπου III Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type III vs EC



11.6.8. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 8ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 8: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

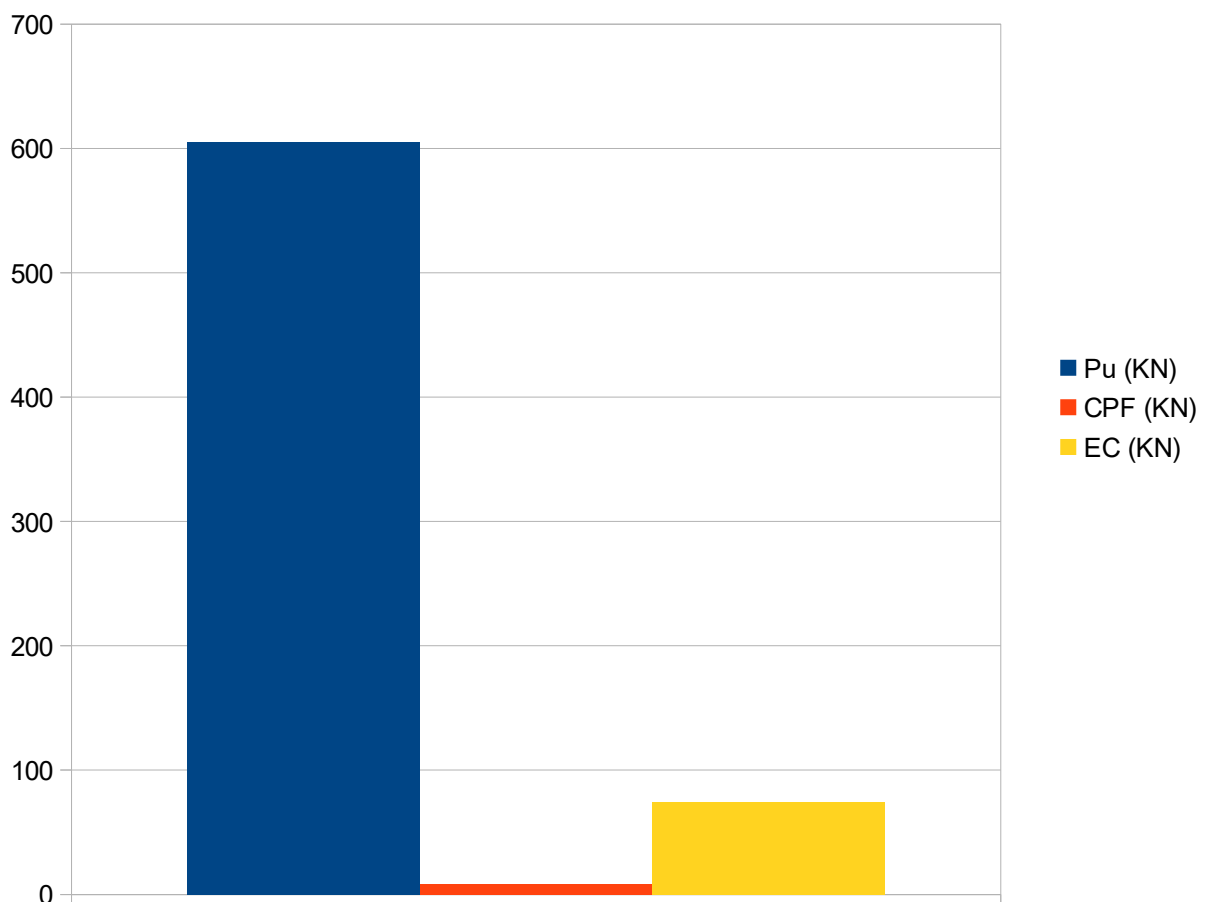
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
604.96	-8.65	0.01

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
604.96	-74.10	0.12

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
604.96	8.65	74.10

Διάγραμμα 8: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Ολιππικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



11.6.9. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 9ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 9: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

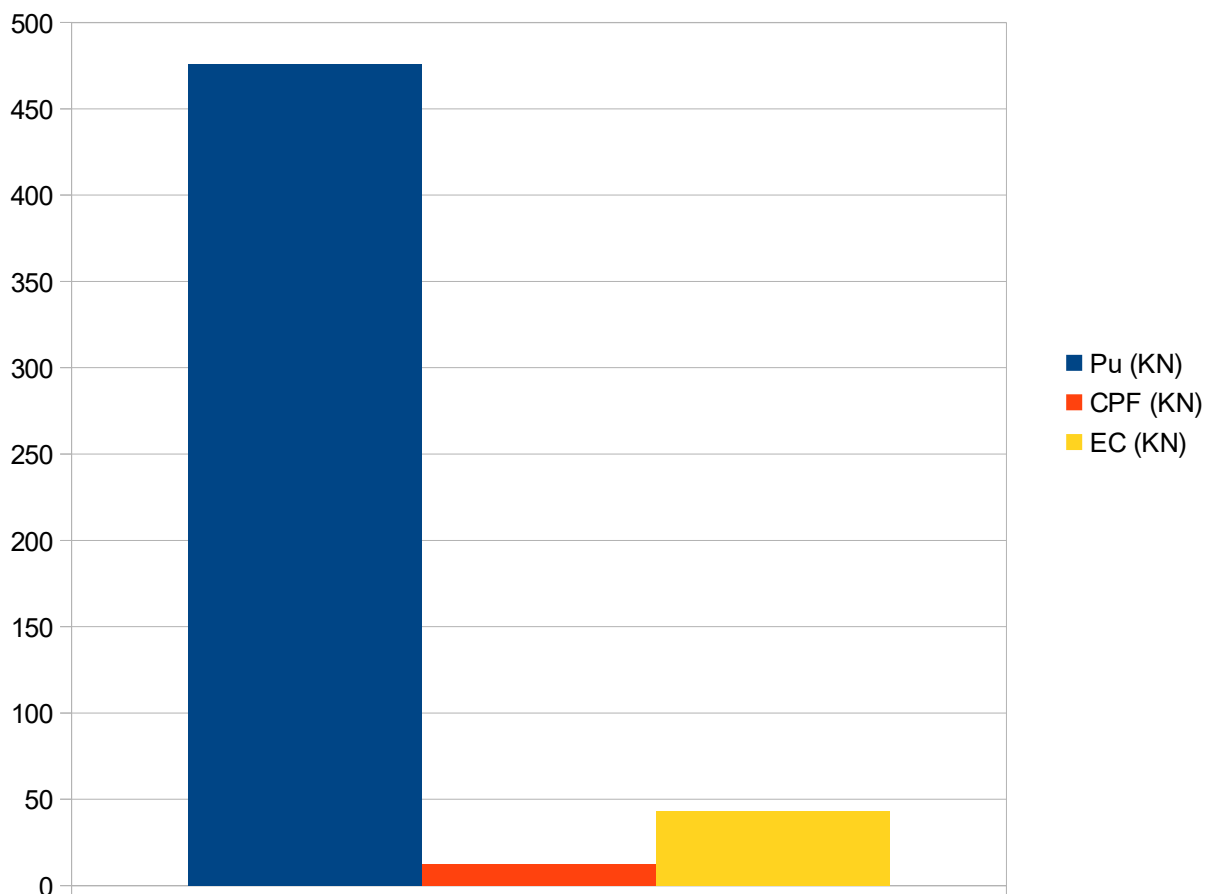
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
475.96	-12.52	0.03

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
475.96	-42.93	0.09

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
475.96	12.52	42.93

Διάγραμμα 9: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



11.6.10. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 10ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 10: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

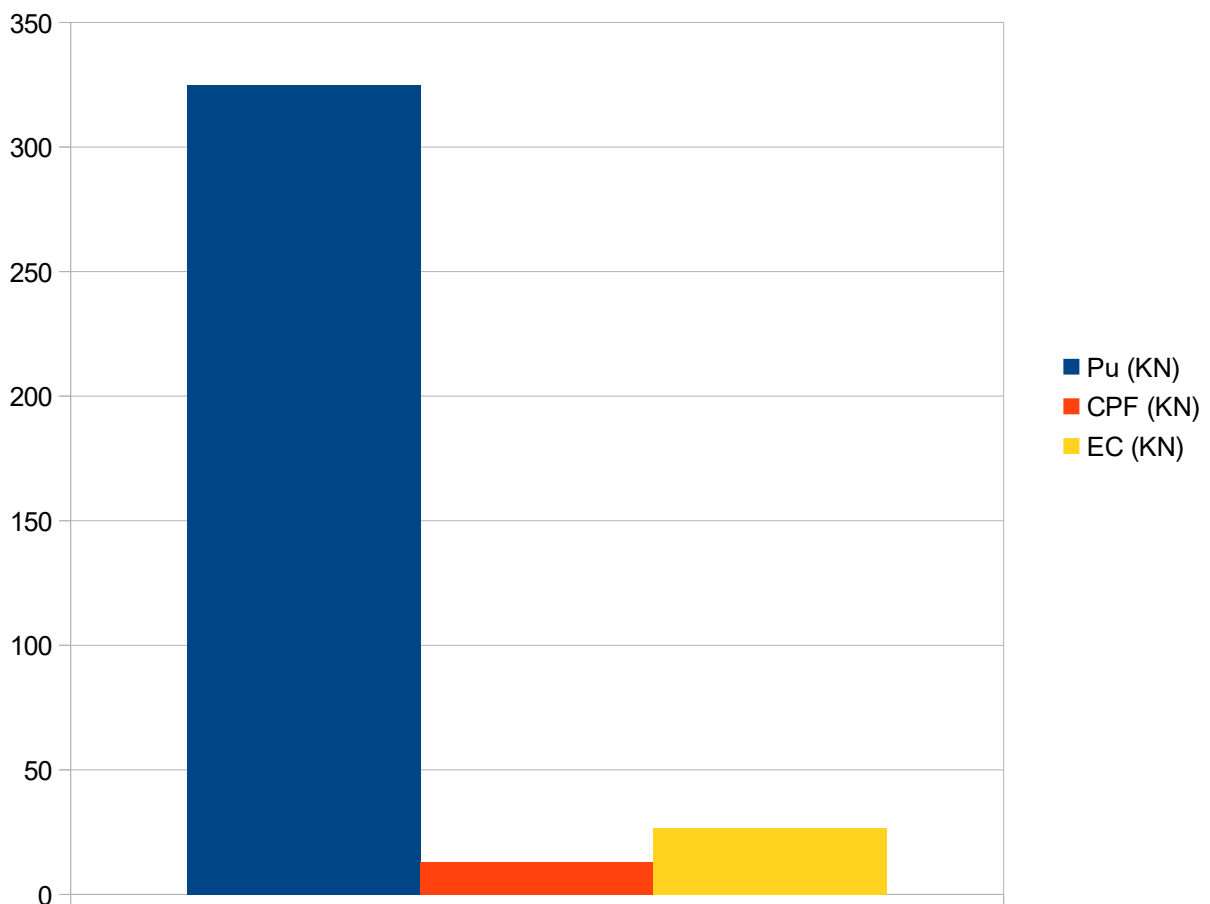
Type II		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
324.72	-13.00	0.04

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)
324.72	-26.73	0.08

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
324.72	13.00	26.73

Διάγραμμα 10: Σύγκριση Τύπου II Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type II vs EC



11.6.11. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 11ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 11: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

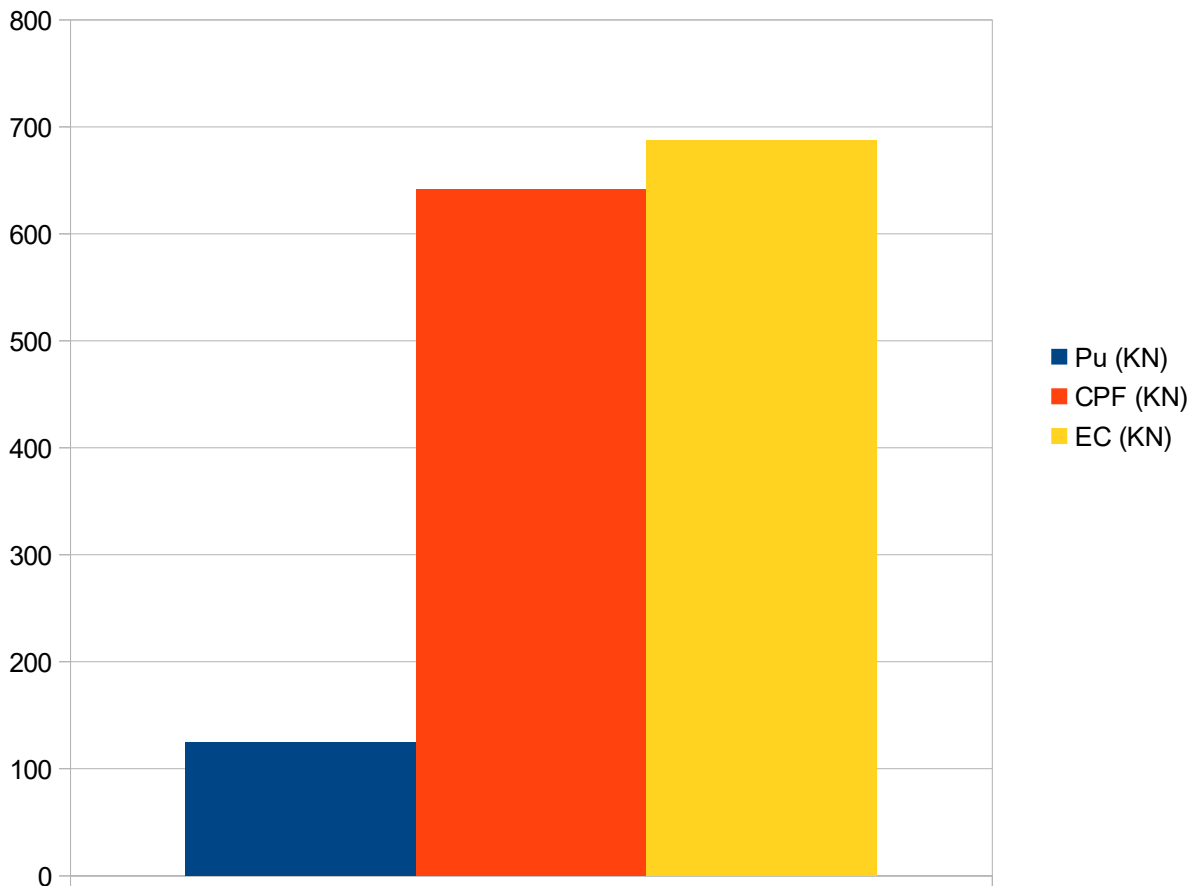
Type I		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
124.55	-641.45	5.15

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
124.55	-687.15	5.52

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
124.55	641.45	687.15

Διάγραμμα 11: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type I vs EC



11.6.12. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 12ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 12: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

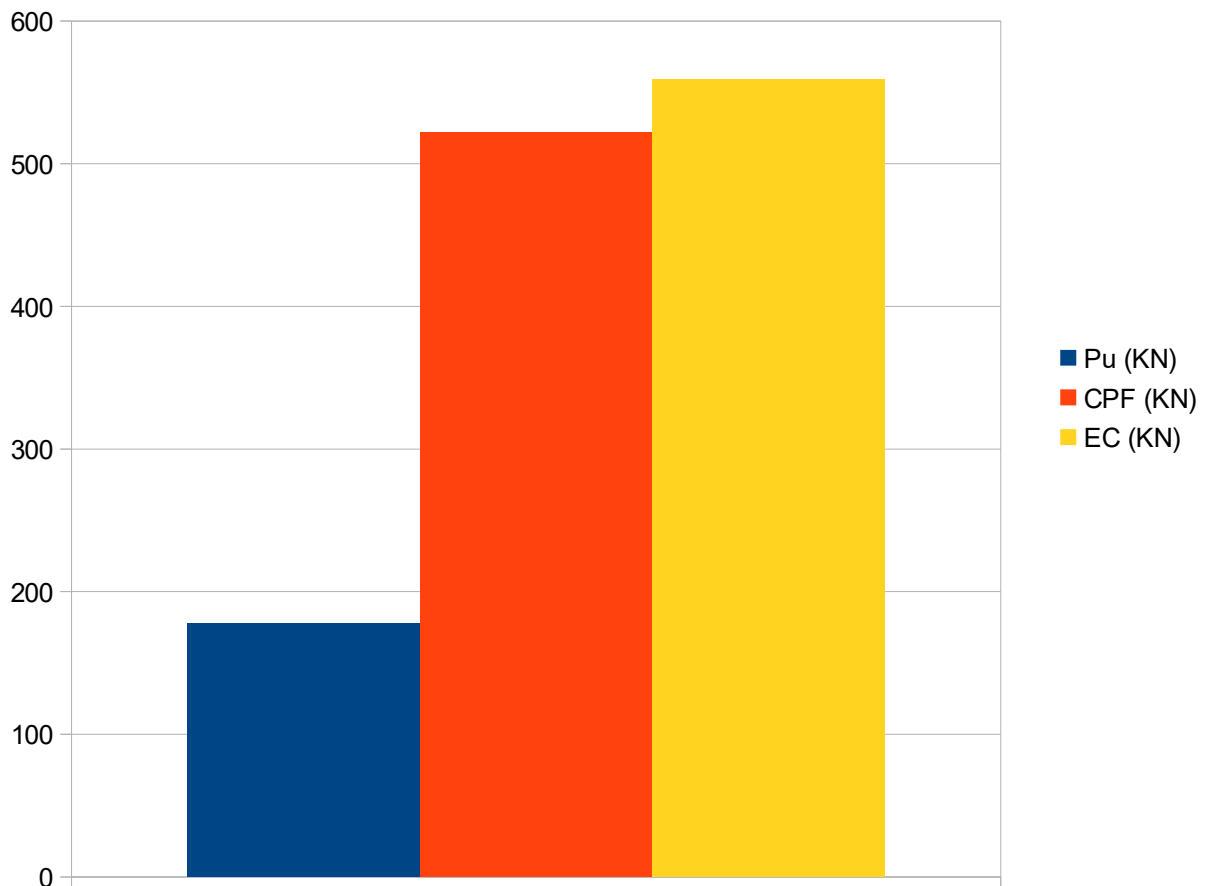
Type I		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
177.93	-521.84	2.93

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
177.93	-559.01	3.14

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
177.93	521.84	559.01

Διάγραμμα 12: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Θλιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type I vs EC



11.6.13. Συγκεντρωτικά Αποτελέσματα Υπολογισμών 13ου δοκιμίου

Συγκεντρωτικός Πίνακας Αποτελεσμάτων 13: Σύγκριση Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και Ευρωκώδικα

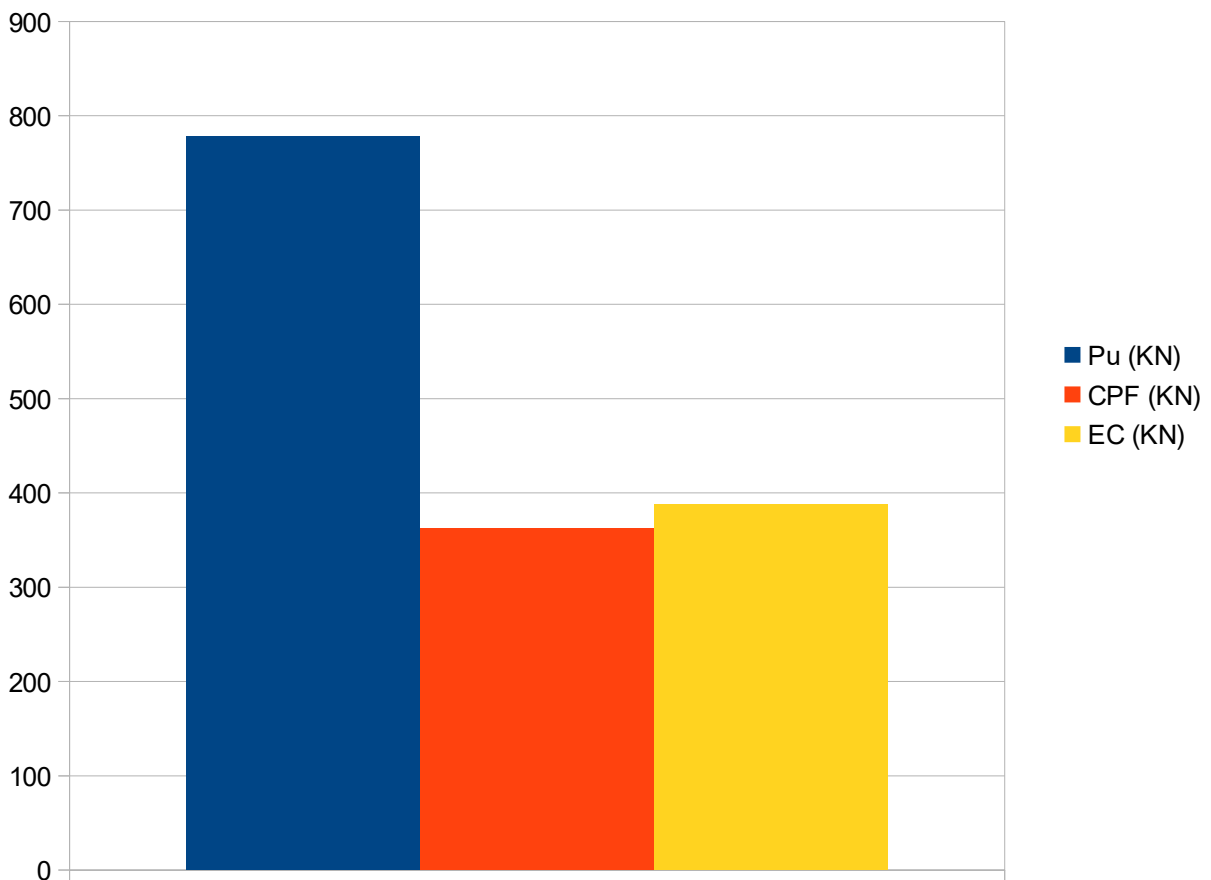
Type I		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
-778.44	-362.24	0.47

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
-778.44	-388.05	0.50

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
778.44	362.24	388.05

Διάγραμμα 13: Σύγκριση Τύπου I Θεωρίας Τροχιάς Ολιπτικής Δύναμης και Ευρωκώδικα

Type I vs EC



11.7. Σύγκριση και σχολιασμός αποτελεσμάτων

Λόγω απουσίας δείγματος εικόνας αστοχίας δεν μπορεί να γίνει σύγκριση με τον Τύπο I, II και III αστοχίας της μορφής όλων των στύλων.

11.8. Συμπεράσματα

Η μόνη σύγκριση γίνεται βάσει αναλογίας οπλισμών και οι τιμές των ποσοστών δεν είναι κοντινές ούτε για την Θεωρία της Τ.Θ.Δ., ούτε για τον Ευρωκώδικα. Τα ποσοστά για τους δεκατρείς (13) στύλους είναι 0.02 και 0.16, 0.03 και 0.20, 0.02 και 0.16, 0.03 και 0.07, 1.76 και 1.88, 4.93 και 5.28, 0.03 και 0.10, 0.01 και 0.12, 0.03 και 0.09, 0.04 και 0.08, 5.15 και 5.52, 2.93 και 3.14, 0.47 και 0.50 αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές θραύσης των δοκιμίων είναι χωρίς συνδετήρες και οι τιμές αντοχής των στύλων χωρίς συνδετήρες, για τις δυο θεωρίες, παρουσιάζει κοντινές τιμές. Συνεπώς οι μέθοδοι είναι υπέρ της ασφαλείας. [11] [12] [13].

Ανασκόπηση Συμπερασμάτων

Στο άρθρο 1, ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου III, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.76 και 2.27 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 2, ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.76 και 0.87 αντίστοιχα. Στο ποσοστό αναλογίας ο Ευρωκώδικας είναι λίγο καλύτερος.

Στο άρθρο 3, ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού $a/d=2.6$ και $a/d=3.6$, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 1.16 και 2.99, 1.12 και 3.13 αντίστοιχα. Ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού $a/d=1.6$, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου III, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.49 και 1.95 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 4, ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών δεν είναι κοντινή, σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 0.17 και 0.21 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 5, η μόνη σύγκριση γίνεται βάσει αναλογίας οπλισμών και οι τιμές των ποσοστών δεν είναι κοντινές για την Θεωρία της Τ.Θ.Δ., ενώ για τον Ευρωκώδικα συμβαίνει σε κάποιες φορές να είναι κοντινές οι τιμές. Τα ποσοστά για τις 4 δοκούς είναι 0.21 και 0.39, 0.22 και 0.42, 0.38 και 0.73, 0.2 και 0.47 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 6, ο τρόπος και η μορφή αστοχίας των δοκών, δείχνουν ότι οι δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών είναι κοντινή μόνο για την πρώτη δοκό ενώ στην δεύτερη ο Ευρωκώδικας έχει καλύτερα αποτελέσματα. Σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 1.06 και 3.82, 0.38 και 1.37 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 7, ο τρόπος και η μορφή αστοχίας των δοκών, όσο και η τιμή δείχνουν ότι οι δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας είναι κοντινότερη για την πρώτη δοκό στον Ευρωκώδικα. Συνολικά οι δύο μέθοδοι έχουν καλά ποσοστά, καλύτερα όμως η Θεωρία Τ.Θ.Δ.. Σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 1.17 και 0.91, 0.88 και 0.69, 0.81 και 0.64 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 8, ο τρόπος και η μορφή αστοχίας των δοκών, όσο και η τιμή δείχνουν ότι οι δοκοί έχουν παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου I και II. Ωστόσο η τιμή αστοχίας για την άοπλη δοκό απέχει για τις δυο μεθόδους. Συνολικά οι δύο μέθοδοι έχουν καλά ποσοστά, καλύτερα όμως η Θεωρία Τ.Θ.Δ.. Σε σύγκριση με τον Ευρωκώδικα διαφέρουν κατά ποσοστά 8.22 και 6.24, 0.81 και 0.47, 0.91 και 0.93, 0.93 και 0.07 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 9, ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, τόσο και η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου III, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 1.03 και 12.17, 0.9 και 15.03, 0.94 και 18.49, 0.72 και 25.25, 0.93 και 17.85, 0.92 και 25.59 αντίστοιχα.

Στο άρθρο 10, ο τρόπος και η μορφή αστοχίας της δοκού, παρόλο που η τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών δεν είναι κοντινή, δείχνουν ότι η δοκός έχει παρόμοια συμπεριφορά αστοχίας με την δοκό Τύπου II, σε αντίθεση με τον Ευρωκώδικα με τον

οποίο διαφέρουν κατά ποσοστά 0.06 και 0.47 αντίστοιχα. Ο Ευρωκώδικας παρουσιάζει καλύτερη τιμή αστοχίας βάσει αναλογίας οπλισμών.

Στο άρθρο 11, η μόνη σύγκριση γίνεται βάσει αναλογίας οπλισμών και οι τιμές των ποσοστών δεν είναι κοντινές ούτε για την Θεωρία της Τ.Θ.Δ., ούτε για τον Ευρωκώδικα. Τα ποσοστά για τους δεκατρείς (13) στύλους είναι 0.02 και 0.16, 0.03 και 0.20, 0.02 και 0.16, 0.03 και 0.07, 1.76 και 1.88, 4.93 και 5.28, 0.03 και 0.10, 0.01 και 0.12, 0.03 και 0.09, 0.04 και 0.08, 5.15 και 5.52, 2.93 και 3.14, 0.47 και 0.50 αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι οι τιμές θραύσης των δοκιμίων είναι χωρίς συνδετήρες και οι τιμές αντοχής των στύλων χωρίς συνδετήρες, για τις δυο θεωρίες, παρουσιάζει κοντινές τιμές. Συνεπώς οι μέθοδοι είναι υπέρ της ασφαλείας.

Δικτυογραφία

[1] Hybrid NSE/EB technique for shear strengthening of reinforced concrete beams using FRCM: Experimental study

Tadesse G. Wakjira ^a, Usama Ebead ^b, *

^a Department of Civil and Architectural Engineering, College of Engineering, Qatar University, P.O. Box 2713, Doha, Qatar

^b Department of Civil and Architectural Engineering, College of Engineering, Qatar University, P. O. Box 2713, Doha, Qatar

*Corresponding author, E-mail addresses: twakjira@qu.edu.qa (T.G. Wakjira), uebead@qu.edu.qa (U. Ebead).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061817326296?via%3Dihub>

[2] Flexural behavior of basalt fiber reinforced concrete beams with recycled concrete coarse aggregates

Wael Alnahhal ^{*}, Omar Aljidda Department of Civil and Architectural Engineering, College of Engineering, Qatar University, Qatar University, P. O. Box 2713, Doha, Qatar

*Corresponding author at: Department of Civil and Architectural Engineering, College of Engineering, Qatar University, P.O. Box 2713, Doha, Qatar. E-mail address: wael.alnahhal@qu.edu.qa (W. Alnahhal).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950061818303842?via%3Dihub>

[3] Shear strengthening of concrete members with TRM jackets: Effect of shear span-to-depth ratio, material and amount of external reinforcement

Zoi C. Tetta ^{a, *}, Lampros N. Koutas ^b, Dionysios A. Bournas ^c

^a Dept. of Civil Engineering, University of Nottingham, NG7 2RD, Nottingham, UK

^b Dept. of Civil Engineering, University of Thessaly Volos, GR-38221 Greece

^c European Commission, Joint Research Centre (JRC), Directorate for Space, Security & Migration, Safety and Security of Buildings Unit, Via E. Fermi 2749, I-21027, Ispra, Italy

* Corresponding author. E-mail addresses: zoi_tetta@hotmail.com (Z.C. Tetta), koutasciv@gmail.com (L.N. Koutas), dionysios.bournas@ec.europa.eu (D.A. Bournas).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1359836817303943>

[4] Experimental Study and Shear Strength Prediction for Reactive Powder Concrete Beams

Maha M.S. Ridha ^{a, *}, Kaiss F. Sarsama ^a, Ihsan A.S. Al-Shaarbaf ^b

^a University of Technology, Iraq

^b Al-Nahrain University, Iraq

* Corresponding author. E-mail addresses: srmaha@yahoo.com.au (M.M.S. Ridha), kaissarsam@yahoo.com (K.F. Sarsam), ishaarbaf@yahoo.com (I.A.S. Al-Shaarbaf).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509517302462?via%3Dihub>

[5] Effects of material properties of HFDFRCC Using recycled fine aggregate on shear strength of RC beam

Yuhei Shiratori ¹ and Ken Watanabe ²

¹ Tokai University/Department of Architecture, Hiratsuka City, Japan E-mail: yuhei1228kentiku@gmail.com

² Tokai University/Department of Architecture, Hiratsuka City, Japan E-mail: kenw@keyaki.cc.u-tokai.ac.jp

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/264/1/012009>

[6] Numerical Analysis on the High-Strength Concrete Beams Ultimate Behaviour

Piotr Smarzewski ¹, Adam Stolarski ²

¹ Lublin University of Technology, 40 Nadbystrzycka, 20-618 Lublin, Poland

² Military University of Technology, 2 Kaliskiego, 00-908 Warsaw-49, Poland p.smarzewski@pollub.pl

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/245/3/032013/pdf>

[7] Finite element modelling of concrete beams reinforced with hybrid fiber reinforced bars

Santa binti Sinring ^{1, a, *}, Norhafizah Salleh ^{1, b}, NoorAzlina Abdul Hamid ^{1, c}, Masni A. Majid ^{1, d}

¹ Department of Structural and Material Engineering, Faculty of Civil

Engineering and Environmental, Universiti Tun Hussein Onn Malaysia*

Corresponding author: santasinring@gmail.com

<http://iopscience.iop.org/article/10.1088/1757-899X/271/1/012093/pdf>

[8] Shear and flexural behaviour of prestressed and non-prestressed plain and SFRC concrete beams

Sudhir P. Patil ^{*}, Keshav K. Sangle

Structural Engineering Department, Veermata Jijabai Technological Institute (VJTI), Matunga, Mumbai, India* Corresponding author: E-mail address: sudhir_pp@yahoo.com (S.P. Patil). Peer review under responsibility of King Saud University

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S101836391600009X>

[9] Flexural behavior and size effect of normal-strength RC columns under monotonic horizontal loading

Yongping Xie ^a, Zhenbao Li ^{b,*}, Lei Jia ^a, Hongyu Zhou ^b, Wenting Bai ^a, Yuan Li ^a

^a College of Exploration Technology and Engineering, HeBei GEO University, Shijiazhuang 050031, China

^b The Key Laboratory of Urban Security and Disaster Engineering, Ministry of Education, Beijing University of Technology, Beijing 100124, China

* Corresponding author: E-mail addresses: axyapa@163.com (Y. Xie), lizb@bjut.edu.cn (Z. Li), jialei1978@126.com (L. Jia), zhouhy@bjut.edu.cn (H. Zhou), bwenting@163.com (W. Bai), 32158700@qq.com (Y. Li).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0141029617338099>

[10] Effect of confinement on behavior of short concrete column

Syed Wasim N Razvi ^a, M. G. Shaikh ^b

^a Marathwada Institute of Technology, Aurangabad, 431001, India

^b Department of applied mechanics, Government college of engineering, Aurangbad, 431001, India

* Corresponding author: Tel.: +91-9422212942 .E-mail address:

wasim.razvi@mit.asia

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978918301197>

[11] Direct design method and design diagrams for reinforced concrete columns and shear walls

Mustafa Mahamid ^{a,*}, Majid Houshiar ^b

^a University of Illinois at Chicago, USA

^b StructurePoint, LLC, USA

* Corresponding author: E-mail address: mmahamid@uic.edu (M. Mahamid).
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352710217306459>

[12] EN 1998-1 (2004) (English): Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings [Authority: The European Union Per Regulation 305/2011, Directive 98/34/EC, Directive 2004/18/EC]

www.phd.eng.br/wp-content/uploads/2015/02/en.1998.1.2004.pdf

Βιβλιογραφία

[13] Compressive Force-Path Method: Unified Ultimate Limit-State Design of Concrete Structures

Michael D Kotsovos

Series: Engineering Materials

Publisher: Springer International Publishing

Year: 2014

Language: English

Edition: 1

ISBN: 978-3-319-00487-7, 978-3-319-00488-4

Παράρτημα Ι

Πίνακας Υπολογισμών 1: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 1 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH SE KAMPH						
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[1]				
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης				
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc		
				-85.00	-0.0035	32.37	412.68	-85.63		
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-85.00
1				0	0,00%	0.00	0	-0		
2	34.000	2	8	100.531	-1,57%	-535.00	-53.7840662295	-7.0457126761	N _{εξωτ}	0.00
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική	
4	280.000	3	16	603.186	-0,56%	-595.00	-358.8955447461	-47.0153163617	Τελική ροπή	
5				0	0,00%	0.00	0	-0		
6				0	0,00%	0.00	0	-0		
7				0	0,00%	0.00	0	-0		
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	150.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	330.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.	
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc= 1.00	
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs= 1.00	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	30.00
									a=	1.08
									fcd=	32.37
									λ=	1.00
									1.00	fyk= 0.00
									2.00	fyd= 535.00
									3.00	fyd= 0.00
									4.00	fyk= 595.00
									5.00	fyd= 595.00
									6.00	fyd= 0.00
									7.00	fyd= 0.00
									8.00	fyd= 0.00
									9.00	fyd= 0.00
									10.00	fyd= 0.00
									11.00	fyd= 0.00
									12.00	fyd= 0.00
									13.00	fyd= 0.00
									14.00	fyd= 0.00
									15.00	fyd= 0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-412.6796109756	-54.0610290378		
				min	-0.015689					

Πίνακας Υπολογισμών 2: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 1 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[1]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-107.89	-0.0035	25.50	412.68	-90.35					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	χ=	-134.86			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	34.000	2	8	100.531	-1,57%	-535.00	-53.7840662295	-7.0457126761	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική				
4	280.000	3	16	603.186	-0,56%	-595.00	-358.8955447461	-47.0153163617			N =	0.00	
5				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική ροπή				
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	150.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	330.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	30.00	fcd=	25.50	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-412.6796109756	-54.0610290378	2.00	fyk=	535.00	fyd=	535.00
				min	-0.015689				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	595.00	fyd=	595.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 3: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp		για κανονική ανοχή σκυροδέματος											
Specimen		$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$	
ID	f_{t0}	fck0	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	
Reference	1.40	10.00	30.00	22.00	2.37	32.37	-85.00	150.00	-412.68	-53.78	-358.90	0.00	0.00

EC														
Specimen						x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$		
ID						(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)		
Reference	-	-	-	-	-	-	-	-134.86	150.00	412.68	-53.78	-358.90	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 4: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp											
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$					
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	Type					
-139.69	0.55	1.86	-253.98	-357.46	104.00	Type III	49.73	110.53			

EC											
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$					
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	Type					
-144.42	0.55	1.86	-262.57	-369.55	104.00	-	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 5: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	Pf - cfp (KN)	Pf - cfp / Pu (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{III}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	one side number of stirrups #8D + 1#8D	25.00 stirrups at a distance of mm	other side number of stirrups #8D - 1#8D	uniformly stirrups at a # 8D /
34.81	34.81	104.00	-78.64	0.76	1186.09	25.00	22.00	61.00	22.00		
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	Pf - ec2 (KN)	Pf - ec2 / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s (mm)	
-	-	104.00	-236.51	2.27	330.00	64.00	10.00	128.00	-		
		Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s (mm)			
		104.00	78.64	236.51	495.00	48.00	20.00	96.00	-		

Παράρτημα II

Πίνακας Υπολογισμών 6: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 2 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[2]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-46.42	-0.0035	37.71	262.59	-38.92					
α/α	y	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	x =	-46.42			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	25.00	2	8	100.531	-2,05%	-512.00	-51.4718540364	-5.1471854036	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	225.00	2	16	402.124	-0,54%	-525.00	-211.1150263212	-21.1115026321	Τελική ροπή		M =	-65.18	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	150.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	250.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Ανοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	37.71	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-262.5868803577	-26.2586880358	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
				min	-0.020466				2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
									3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 7: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 2 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[2]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-58.84	-0.0035	29.75	262.59	-40.55					
a/a	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x=	-73.55			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	25.00	2	8	100.531	-2,05%	-512.00	-51.4718540364	-5.1471854036	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	225.00	2	16	402.124	-0,54%	-525.00	-211.1150263212	-21.1115026321	Τελική ροπή		M =	-66.81	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	150.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	250.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	29.75	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-262.5868803577	-26.2586880358	2.00	f _{yk} =	512.00	f _{yd} =	512.00
				min	-0.020466				3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 8: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen		f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$	
ID	f_{t0}	f_{ck0}	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	-46.42	150.00	-262.59	-51.47	-211.12	0.00	0.00	
EC													
Specimen													
ID						x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$	
						(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-73.55	150.00	262.59	-51.47	-211.12	0.00	0.00	

Πίνακας Υπολογισμών 9: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5bdf_t$	$V_{II,2} = F_c(1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$			
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)
-65.18	0.85	3.78	-76.68	-153.36	113.10	45.81	Type II	69.49	
EC									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5bdf_t$	$V_{II,2} = F_c(1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$			
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)
-66.81	0.85	3.78	-78.60	-157.19	113.10	-	-	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 10: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance	at a distance	Location 2			
Pu (KN)	Pf – cfp	Pf – cfp / Pu	Asw	d	2.5*d	562.50	Asw	b	stirrups	4.00
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	stirrups	4.00	(mm ²)	(mm)	# 8D / d	# 8D /
113.10	-85.88	0.76	149.76	225.00	# 8D / d	# 8D /	149.76	150.00	4.00	37.00
				στο lcr		εκτός lcr				
Pu (KN)	Pf – ec2	Pf – ec2 / Pu	medium ductility	διάστημα	number of	ανά διάστημα				
(KN)	(KN)	(KN)	Lcr = h	s	stirrups	2*s				
			(mm)	(mm)	#8D + 1#8D	(mm)				
113.10	-98.25	0.87	250.00	62.50	8.00	125.00	-	-	-	-
				στο lcr		εκτός lcr				
Pu	CPF	EC	high ductility	διάστημα	number of	ανά διάστημα				
(KN)	(KN)	(KN)	Lcr = 1.5 * h	s	stirrups	2*s				
			(mm)	(mm)	#8D + 1#8D	(mm)				
113.10	85.88	98.25	375.00	48.00	14.00	96.00	-			

Παράρτημα ΙΙΙ

Πίνακας Υπολογισμών 11: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[3]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-136.44	-0.0035	22.12	307.89	-52.26					
α/α	y	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	x =	-136.44			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	26.00	2	10	157.08	-0,80%	-547.00	-85.9225590757	-6.4871532102	Nεξωτ	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	177.00	2	16	402.124	-0,42%	-552.00	-221.972370532	-16.7589139752	Τελική ροπή		M =	-75.50	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	102.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	203.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	20.50	fcd=	22.12	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-307.8949296077	-23.2460671854	2.00	fyk=	547.00	fyd=	547.00
				min	-0.008041				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	552.00	fyd=	552.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 12: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH SE KAMPH									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[3]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-173.23	-0.0035	17.43	307.89	-57.92					
a/a	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x=	-216.54			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	26.00	2	10	157.08	-0,80%	-547.00	-85.9225590757	-6.4871532102	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	177.00	2	16	402.124	-0,42%	-552.00	-221.972370532	-16.7589139752	Τελική ροπή		M =	-81.17	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	102.00	γc= 1.00		
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	203.00	γs= 1.00		
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	20.50	fcd=	17.43	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-307.8949296077	-23.2460671854	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
				min	-0.008041				2.00	f _{yk} =	547.00	f _{yd} =	547.00
									3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	552.00	f _{yd} =	552.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 13: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp		για κανονική αντοχή σκυροδέματος											
Specimen		f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$	
ID	f_{t0}	fck0	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	
Reference	1.40	10.00	20.50	12.50	1.62	22.12	-136.44	102.00	-307.89	-85.92	-221.97	0.00	0.00

EC														
Specimen						x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$		
ID						(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)		
Reference	-	-	-	-	-	-	-	-216.54	102.00	307.89	-85.92	-221.97	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 14: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp										
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c(1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$				
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)		
-75.50	0.28	1.58	-269.65	-364.38	88.40	Type III	14.66	82.68		

EC										
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c(1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$				
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)		
-81.17	0.28	1.58	-289.88	-339.98	88.40	-	-	-		

Πίνακας Υπολογισμών 15: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5d)})(2.5d - \alpha_v)/(1.5d)$ (KN*m)	Pu (KN) (KN)	Pf - cfp (KN)	Pf - cfp / Pu (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{III}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	one side number of stirrups #8D + 1#8D	22.00 stirrups at a distance of mm	other side number of stirrups #8D - 1#8D	uniformly stirrups at a 8D /
6.49	6.48	88.40	-43.73	0.49	1030.99	22.00	12.00	66.00	12.00	
						medium ductility	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s (mm)	
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)	$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5d)})(2.5d - \alpha_v)/(1.5d)$ (KN*m)	Pu (KN) (KN)	Pf - ec2 (KN)	Pf - ec2 / Pu (KN)	Lcr = h (mm)	50.75	8.00	101.50	-	
-	-	88.40	-172.54	1.95	203.00					
						high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s (mm)	
		Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	304.50	50.75	12.00	101.50	-	
		88.40	43.73	172.54						

Πίνακας Υπολογισμών 16: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[3]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-129.45	-0.0035	23.32	307.89	-51.18					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-129.45			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	26.00	2	10	157.08	-0,83%	-547.00	-85.9225590757	-6.4871532102	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	177.00	2	16	402.124	-0,42%	-552.00	-221.972370532	-16.7589139752	Τελική ροπή		M =	-74.43	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	102.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	203.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Ανοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	21.60	fcd=	23.32	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-307.8949296077	-23.2460671854	2.00	f _{yk} =	547.00	f _{yd} =	547.00
				min	-0.008286				3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	552.00	f _{yd} =	552.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 17: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[3]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-164.41	-0.0035	18.36	307.89	-56.56					
a/a	y	#Φ	Φ	As	εi	σι	Fi	Mi	x=	-205.51			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	26.00	2	10	157.08	-0,83%	-547.00	-85.9225590757	-6.4871532102	Nεξωτ	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	177.00	2	16	402.124	-0,42%	-552.00	-221.972370532	-16.7589139752	Τελική ροπή		M =	-79.81	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	102.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	203.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	21.60	fcd=	18.36	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-307.8949296077	-23.2460671854	2.00	fyk=	547.00	fyd=	547.00
				min	-0.008286				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	552.00	fyd=	552.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 18: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp		για κανονική ανοχή σκυροδέματος											
Specimen		f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$	
ID	f_{t0}	fck0	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	
Reference	1.40	10.00	21.60	13.60	1.72	23.32	-129.45	102.00	-307.89	-85.92	-221.97	0.00	0.00

EC												
Specimen						x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$
ID						(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-205.51	102.00	307.89	-85.92	-221.97	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 19: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp										$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	Vf	Pf - cfp	Pu (KN)	Type	(KN)	(KN)			
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)						
-74.43	0.46	2.60	-161.80	-282.42	51.80	Type II	15.51	-82.91			

EC										$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	Vf	Pf - ec2	Pu (KN)	Type	(KN)	(KN)			
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)						
-79.81	0.46	2.60	-173.50	-228.92	51.80	-	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 20: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance 2.5*d	at a distance 442.50	Location 2			
Pu (KN)	Pf – cfp	Pf – cfp / Pu	Asw	d	stirrups	11.00	Asw	b	stirrups	11.00
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	# 8D / d	# 8D /	(mm ²)	(mm)	# 8D / d	# 8D /
51.80	-60.25	1.16	497.22	177.00	11.00	16.00	497.22	102.00	11.00	9.00
Pu (KN)	Pf – ec2	Pf – ec2 / Pu	medium ductility Lcr = h	στο lcr διάστημα s	number of stirrups	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s				
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	(mm)	#8D + 1#8D	(mm)	-	-	-	-
51.80	-154.90	2.99	203.00	50.75	8.00	101.50	-	-	-	-
Pu	CPF	EC	high ductility Lcr = 1.5 * h	στο lcr διάστημα s	number of stirrups	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s				
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	(mm)	#8D + 1#8D	(mm)				
51.80	60.25	154.90	304.50	50.75	12.00	101.50	-			

Πίνακας Υπολογισμών 21: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[3]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-136.44	-0.0035	22.12	307.89	-52.26					
a/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-136.44			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	26.00	2	10	157.08	-0,80%	-547.00	-85.9225590757	-6.4871532102	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	177.00	2	16	402.124	-0,42%	-552.00	-221.972370532	-16.7589139752	Τελική ροπή		M =	-75.50	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	102.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	203.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	20.50	fcd=	22.12	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-307.8949296077	-23.2460671854	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
				min	-0.008041				2.00	f _{yk} =	547.00	f _{yd} =	547.00
									3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	552.00	f _{yd} =	552.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 22: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 3 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[3]
Δομ. Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc				
				-173.23	-0.0035	17.43	307.89	-57.92				
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x=			
1				0	0,00%	0.00	0	-0				
2	26.00	2	10	157.08	-0,80%	-547.00	-85.9225590757	-6.4871532102	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00
4	177.00	2	16	402.124	-0,42%	-552.00	-221.972370532	-16.7589139752	Τελική ροπή		M =	-81.17
5				0	0,00%	0.00	0	-0				
6				0	0,00%	0.00	0	-0				
7				0	0,00%	0.00	0	-0				
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	102.00	γc=	1.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	203.00	γs=	1.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0				
12				0	0,00%	0.00	0	-0				
13				0	0,00%	0.00	0	-0				
14				0	0,00%	0.00	0	-0				
15				0	0,00%	0.00	0	-0				
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-307.8949296077	-23.2460671854				
				min	-0.008041							

Αντοχές (MPa)				
fck=	20.50	fcd=	17.43	
a=	0.85	λ=	0.80	
1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
2.00	f _{yk} =	547.00	f _{yd} =	547.00
3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
4.00	f _{yk} =	552.00	f _{yd} =	552.00
5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 23: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen ID	f_{t0}	fck0	f_c' (MPa)	$f_{ck} = f_c - 8$ (MPa)	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$ (MPa)	$\sigma_a = f_c + f_t $ (MPa)	x (mm)	b (mm)	$F_c = x b \sigma_a$ (KN)	F's (KN)	Fs (KN)	N (KN)	$F_c + F's - Fs = N$ (KN)
Reference	1.40	10.00	20.50	12.50	1.62	22.12	-136.44	102.00	-307.89	-85.92	-221.97	0.00	0.00

EC													
Specimen ID							x (mm)	b (mm)	$F_c = \lambda x b f_{cd}$ (KN)	F's (KN)	Fs (KN)	N (KN)	$F_c + F's - Fs = N$ (KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-216.54	102.00	307.89	-85.92	-221.97	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 24: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$ (KN*m)	α_v (m)	α_v / d	Vf (KN)	Pf - cfp (KN)	Pu (KN)	Type	$V_{ll,1} = 0.5 b d f_t$ (KN)	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$ (KN)	
-75.50	0.64	3.59	-118.90	-289.72	62.20	Type II	14.66	-82.68	

EC									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$ (KN*m)	α_v (m)	α_v / d	Vf (KN)	Pf - ec2 (KN)	Pu (KN)	Type	$V_{ll,1} = 0.5 b d f_t$ (KN)	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$ (KN)	
-81.17	0.64	3.59	-127.82	-191.98	62.20	-	-	-	

Πίνακας Υπολογισμών 25: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			at a distance 2.5*d				at a distance 2.5*d			
			Location 1		Location 2		Location 2			
Pu (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)	Asw (mm ²)	d (mm)	stirrups # 8D / d	12.00 # 8D /	Asw (mm ²)	b (mm)	stirrups # 8D / d	12.00 # 8D /
62.20	-69.53	1.12	510.07	177.00	12.00	14.00	510.07	102.00	12.00	8.00
			medium ductility	στο lcr διάστημα s	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s				
Pu (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)	Lcr = h (mm)	(mm)	(mm)	(mm)	-	-	-	-
62.20	-194.86	3.13	203.00	50.75	8.00	101.50	-	-	-	-
			high ductility	στο lcr διάστημα s	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s				
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	Lcr = 1.5 * h (mm)	(mm)	(mm)	(mm)	-	-	-	-
62.20	69.53	194.86	304.50	50.75	12.00	101.50	-	-	-	-

Παράρτημα IV

Πίνακας Υπολογισμών 26: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 4 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[4]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-25.56	-0.0035	82.61	211.12	-17.48					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	x =	-25.56			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2				0	0,00%	0.00	0	0	N _{εξωτ}	0.00			
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική				
4	112.00	2	16	402.124	-0,73%	-525.00	-211.1150263212	-14.7780518425	Τελική ροπή				
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	100.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	140.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.				
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc=	1.00			
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs=	1.00			
14				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
15				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	78.00			
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-211.1150263212	-14.7780518425	fcd=	82.61			
				min	-0.007335				a=	1.06	λ=	1.00	
									1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
									3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 27: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 4 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[4]
Δομ.Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	χ=	-39.80			
				-31.84	-0.0035	66.30	211.12	-18.14					
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2				0	0,00%	0.00	0	0	N _{εξωτ}	0.00			
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική	N =			
4	112.00	2	16	402.124	-0,73%	-525.00	-211.1150263212	-14.7780518425	Τελική ροπή	M =			
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	Συντ. Ασφ.			
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	100.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	140.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	78.00			
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85			
15				0	0,00%	0.00	0	-0	λ=	0.80			
									1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									2.00	f _{yk} =	512.00	f _{yd} =	512.00
									3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%								
				min	-0.007335	Σ	-211.1150263212	-14.7780518425					

Πίνακας Υπολογισμών 28: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfr για υψηλή αντοχή σκυροδέματος													
Specimen	f_{t0}	f_{c0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0} \ln(1 + f_c / f_{c0})$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
B1	2.12	10.00	78.00	-	4.61	82.61	-25.56	100.00	-211.12	0.00	-211.12	0.00	0.00

EC													
Specimen							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
B1	-	-	-	-	-	-	-39.80	100.00	211.12	0.00	-211.12	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 29: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfr											
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfr$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$			
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)			
-32.25	0.39	3.50	-82.28	-164.56	71.00	Type II	25.82	-46.06			

EC											
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$			
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)			
-32.92	0.39	3.50	-83.97	-167.95	71.00	-	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 30: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance 2.5*d	at a distance 280.00	Location 2			
Pu (KN)	V _{II-cr}	V _{II-cr} / Pu	Asw	d	stirrups	4.00	Asw	b	stirrups	4.00
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	# 8D / d	# 8D /	(mm ²)	(mm)	# 8D / d	# 8D /
71.00	-11.75	0.17	149.60	112.00	4.00	28.00	149.60	100.00	4.00	25.00
Pu (KN)	Pf – ec2	P _{f-ec2} / Pu	medium ductility Lcr = h	στο lcr διάστημα s	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s	-	-	-	-
71.00	-15.00	0.21	140.00	35.00	6.00	70.00	-	-	-	-
Pu	CPF	EC	high ductility Lcr = 1.5 * h	στο lcr διάστημα s	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s	-	-	-	-
71.00	11.75	15.00	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)	-	-	-	-
			210.00	35.00	10.00	70.00	-	-	-	-

Παράρτημα V

Πίνακας Υπολογισμών 31: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path		ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[5]
Δομ.Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-77.13	-0.0035	54.07	417.00	-53.61					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	x =				
1				0	0,00%	0.00	0	-0		-77.13			
2	30.00	2	16	402.124	-1,03%	-512.00	-205.8874161457	-12.3532449687	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3	120.00	2	16	402.124	-0,62%	0.00	-0	0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	150.00	2	16	402.124	-0,49%	-525.00	-211.1150263212	-12.6669015793	Τελική ροπή		M =	-78.63	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	100.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	180.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	50.40	fcd=	54.07	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.07	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-417.0024424669	-25.020146548	2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
				min	-0.010307				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00	
								5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
								6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
								7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
								8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
								9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
								10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
								11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
								12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
								13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
								14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
								15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	

Πίνακας Υπολογισμών 32: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ								
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[5]						
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης						
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc				
				-97.34	-0.0035	42.84	417.00	-57.83				
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σi	Fi	Mi	x=	-121.67		
1	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
2	30	2	16	402.124	-1,03%	-512.00	-205.8874161457	-12.3532449687	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00
3	120	2	16	402.124	-0,62%	0.00	-0	0	Τελική αξονική		N =	0.00
4	150	2	16	402.124	-0,49%	-525.00	-211.1150263212	-12.6669015793	Τελική ροπή		M =	-82.85
5	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
6	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
7	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
8	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συνρ. Ασφ.	
9	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	b=	100.00	γc=	1.00
10	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	h=	180.00	γs=	1.00
11	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
12	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
13	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
14	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
15	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-417.0024424669	-25.020146548	Ανοχές (MPa)			
				min	-0.010307				fck=	50.40	fcd=	42.84
							a=	0.85	λ=	0.80		
							1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							2.00	f _{yk} =	512.00	f _{yd} =	512.00	
							3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							4.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00	
							5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	

Πίνακας Υπολογισμών 33: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	fck0	f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	50.40	42.40	3.67	54.07	-77.13	100.00	-417.00	-205.89	-211.12	0.00	0.00

EC													
Specimen							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$
ID							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-121.67	100.00	417.00	-205.89	-211.12	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 34: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp										
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v			Vf	Pf - cfp	Pu (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$	
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)	
-78.63	0.45	3.00		-174.74	-349.47	94.60	Type II	27.51	-105.61	

EC										
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v			Vf	Pf - ec2	Pu (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$	
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)	
-82.85	0.45	3.00		-184.10	-368.20	94.60	-	-	-	

Πίνακας Υπολογισμών 35: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance 2.5*d	at a distance 375.00	Location 2			
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)	Asw (mm ²)	d (mm)	stirrups # 10D / d	6.00 # 10D /	Asw (mm ²)	b (mm)	stirrups # 8D / d	6.00 # 8D /
94.60	-19.42	0.21	341.95	150.00	6.00	25.00	341.95	100.00	6.00	16.00
Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s (mm)				
94.60	-36.82	0.39	180.00	45.00	6.00	90.00	-	-	-	-
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός lcr ανά διάστημα 2*s (mm)				
94.60	19.42	36.82	270.00	45.00	10.00	90.00	-			

Πίνακας Υπολογισμών 36: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[5]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-109.33	-0.0035	38.14	417.00	-60.33					
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-109.33			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	30.00	2	16	402.124	-0,83%	-512.00	-205.8874161457	-12.3532449687	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3	120.00	2	16	402.124	-0,54%	0.00	-0	0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	150.00	2	16	402.124	-0,45%	-525.00	-211.1150263212	-12.6669015793	Τελική ροπή		M =	-85.35	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	100.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	180.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.40	fcd=	38.14	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-417.0024424669	-25.020146548	2.00	f _{yk} =	512.00	f _{yd} =	512.00
				min	-0.008302				3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 37: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ								
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[5]						
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης						
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc				
				-138.59	-0.0035	30.09	417.00	-66.43				
a/a	γ	#Φ	Φ	As	εi	σι	Fi	Mi	x=	-173.23		
1	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
2	30	2	16	402.124	-0,83%	-512.00	-205.8874161457	-12.3532449687	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00
3	120	2	16	402.124	-0,54%	0.00	-0	0	Τελική αξονική		N =	0.00
4	150	2	16	402.124	-0,45%	-525.00	-211.1150263212	-12.6669015793	Τελική ροπή		M =	-91.45
5	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
6	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
7	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
8	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.	
9	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	b=	100.00	γc=	1.00
10	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	h=	180.00	γs=	1.00
11	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
12	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
13	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
14	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
15	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0				
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-417.0024424669	-25.020146548	Αντοχές (MPa)			
				min	-0.008302				fck=	35.40	fcd=	30.09
							a=	0.85	λ=	0.80		
							1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							2.00	f _{yk} =	512.00	f _{yd} =	512.00	
							3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							4.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00	
							5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
							15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	

Πίνακας Υπολογισμών 38: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	35.40	27.40	2.74	38.14	-109.33	100.00	-417.00	-205.89	-211.12	0.00	0.00

EC													
cfp													
Specimen							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$
ID							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-173.23	100.00	417.00	-205.89	-211.12	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 39: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp										
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	Vf	Pf - cfp	Pu (KN)	Type	$V_{ll,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$		
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)		
-85.35	0.45	3.00	-189.66	-379.32	96.30	Type II	20.56	110.24		

EC										
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	Vf	Pf - ec2	Pu (KN)	Type	$V_{ll,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$		
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)		
-91.45	0.45	3.00	-203.21	-406.42	96.30	-	-	-		

Πίνακας Υπολογισμών 40: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance 2.5*d	at a distance 375.00	Location 2			
P _u (KN)	P _f – c _{fp} (KN)	P _f – c _{fp} / P _u (KN)	A _{sw} (mm ²)	d (mm)	stirrups # 10D / d	6.00 # 10D /	A _{sw} (mm ²)	b (mm)	stirrups # 8D / d	6.00 # 8D /
96.30	-21.07	0.22	371.15	150.00	6.00	25.00	371.15	100.00	6.00	16.00
P _u (KN)	P _f – ec ₂ (KN)	P _f – ec ₂ / P _u (KN)	medium ductility L _{cr} = h (mm)	στο l _{cr} διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός l _{cr} ανά διάστημα 2*s (mm)				
96.30	-40.64	0.42	180.00	45.00	6.00	90.00	-	-	-	-
P _u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility L _{cr} = 1.5 * h (mm)	στο l _{cr} διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D	εκτός l _{cr} ανά διάστημα 2*s (mm)				
96.30	21.07	40.64	270.00	45.00	10.00	90.00	-			

Πίνακας Υπολογισμών 41: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ										
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[5]								
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης								
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc						
				-108.42	-0.0035	38.46	417.00	-60.14						
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-108.42				
1				0	0,00%	0.00	0	-0						
2	30.00	2	16	402.124	-0,83%	-512.00	-205.8874161457	-12.3532449687	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00		
3	120.00	2	16	402.124	-0,54%	0.00	-0	0	Τελική αξονική		N =	0.00		
4	150.00	2	16	402.124	-0,45%	-525.00	-211.1150263212	-12.6669015793	Τελική ροπή		M =	-85.16		
5				0	0,00%	0.00	0	-0						
6				0	0,00%	0.00	0	-0						
7				0	0,00%	0.00	0	-0						
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.			
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	100.00	γc=	1.00		
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	180.00	γs=	1.00		
11				0	0,00%	0.00	0	-0						
12				0	0,00%	0.00	0	-0						
13				0	0,00%	0.00	0	-0						
14				0	0,00%	0.00	0	-0						
15				0	0,00%	0.00	0	-0						
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-417.0024424669	-25.020146548	Ανοχές (MPa)					
				min	-0.008342				fck=	35.70	fcd=	38.46		
						a=	1.08	λ=	1.00	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
										3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
										5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 42: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[5]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-137.42	-0.0035	30.35	417.00	-66.18					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	χ=	-171.78			
1	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0					
2	30	2	16	402.124	-0,83%	-512.00	-205.8874161457	-12.3532449687	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3	120	2	16	402.124	-0,54%	0.00	-0	0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	150	2	16	402.124	-0,45%	-525.00	-211.1150263212	-12.6669015793	Τελική ροπή		M =	-91.20	
5	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0					
6	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0					
7	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0					
8	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	b=	100.00	γc=	1.00	
10	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	h=	180.00	γs=	1.00	
11	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0					
12	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0					
13	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.70	fcd=	30.35	
15	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-417.0024424669	-25.020146548	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
				min	-0.008342				2.00	f _{yk} =	512.00	f _{yd} =	512.00
								3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								4.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00	
								5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	
								15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00	

Πίνακας Υπολογισμών 43: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen ID	f_{t0}	fck0	fc' (MPa)	$f_{ck} = f_c - 8$ (MPa)	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$ (MPa)	$\sigma_a = f_c + f_t $ (MPa)	x (mm)	b (mm)	$F_c = x b \sigma_a$ (KN)	F's (KN)	Fs (KN)	N (KN)	$F_c + F's - Fs = N$ (KN)
Reference	1.40	10.00	35.70	27.70	2.76	38.46	-108.42	100.00	-417.00	-205.89	-211.12	0.00	0.00

EC													
Specimen ID							x (mm)	b (mm)	$F_c = \lambda x b f_{cd}$ (KN)	F's (KN)	Fs (KN)	N (KN)	$F_c + F's - Fs = N$ (KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-171.78	100.00	417.00	-205.89	-211.12	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 44: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$ (KN*m)	α_v m	α_v / d	Vf (KN)	Pf - cfp (KN)	Pu (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$ (KN)	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$ (KN)	
-85.16	0.45	3.00	-189.24	-378.47	167.00	Type II	20.71	-110.15	

EC									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$ (KN*m)	α_v m	α_v / d	Vf (KN)	Pf - ec2 (KN)	Pu (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$ (KN)	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$ (KN)	
-91.20	0.45	3.00	-202.67	-405.35	167.00	-	-	-	

Πίνακας Υπολογισμών 45: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance	at a distance	Location 2			
Pu (KN)	Pf – cfp	Pf – cfp / Pu	Asw	d	2.5*d	375.00	Asw	b	stirrups	11.00
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	stirrups	6.00	(mm ²)	(mm)	# 8D / d	# 8D /
167.00	-63.08	0.38	370.33	150.00	# 10D / d	# 10D /	740.65	100.00	11.00	9.00
			medium ductility		στο lcr	number of				
Pu (KN)	Pf – ec2	Pf – ec2 / Pu	Lcr = h	διάστημα	s	#8D + 1#8D				
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	(mm)			-	-	-	-
167.00	-121.60	0.73	180.00	45.00	6.00					
			high ductility		στο lcr	number of				
Pu	CPF	EC	Lcr = 1.5 * h	διάστημα	s	#8D + 1#8D				
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	(mm)			-	-		
167.00	63.08	121.60	270.00	45.00	10.00					

Πίνακας Υπολογισμών 46: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[5]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-135.10	-0.0035	30.87	417.00	-65.70					
a/a	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-135.10			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	30.00	2	16	402.124	-0,74%	-512.00	-205.8874161457	-12.3532449687	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3	120.00	2	16	402.124	-0,51%	0.00	-0	0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	150.00	2	16	402.124	-0,43%	-525.00	-211.1150263212	-12.6669015793	Τελική ροπή		M =	-90.72	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	100.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	180.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	28.60	fcd=	30.87	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-417.0024424669	-25.020146548	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
				min	-0.007386				2.00	f _{yk} =	512.00	f _{yd} =	512.00
									3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 47: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 5 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ										
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[5]								
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης								
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc						
				-171.54	-0.0035	24.31	417.00	-73.30						
a/a	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x=	-214.42				
1	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0						
2	30	2	16	402.124	-0,74%	-512.00	-205.8874161457	-12.3532449687	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00		
3	120	2	16	402.124	-0,51%	0.00	-0	0	Τελική αξονική		N =	0.00		
4	150	2	16	402.124	-0,43%	-525.00	-211.1150263212	-12.6669015793	Τελική ροπή		M =	-98.32		
5	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0						
6	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0						
7	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0						
8	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.			
9	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	b=	100.00	γc=	1.00		
10	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0	h=	180.00	γs=	1.00		
11	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0						
12	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0						
13	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0						
14	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0						
15	0	0	0	0	0,00%	0.00	0	-0						
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-417.0024424669	-25.020146548	Αντοχές (MPa)					
				min	-0.007386				fck=	28.60	fcd=	24.31		
						a=	0.85	λ=	0.80	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
										3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
										5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
										15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 48: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp		για κανονική ανοχή σκυροδέματος											
Specimen		f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$	
ID	f_{t0}	fck0	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	28.60	20.60	2.27	-135.10	100.00	-417.00	-205.89	-211.12	0.00	0.00	
EC													
Specimen						x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$	
ID						(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-214.42	100.00	417.00	-205.89	-211.12	0.00	0.00	

Πίνακας Υπολογισμών 49: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp		για κανονική ανοχή σκυροδέματος									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t/f_c))$				
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)				
-90.72	0.45	3.00	-201.60	-403.19	93.60	Type II	17.00	111.99			
EC											
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t/f_c))$				
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)				
-98.32	0.45	3.00	-218.48	-436.96	93.60	-	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 50: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance	at a distance	Location 2			
Pu (KN)	Pf – cfp	Pf – cfp / Pu	Asw	d	2.5*d	375.00	Asw	b	stirrups	7.00
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	stirrups	7.00	(mm ²)	(mm)	# 8D / d	# 8D /
93.60	-18.82	0.20	394.51	150.00	# 10D / d	# 10D /	394.51	100.00	7.00	14.00
			medium ductility		στο lcr					
Pu (KN)	Pf – ec2	Pf – ec2 / Pu	Lcr = h	διάστημα	number of					
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	s	stirrups					
93.60	-43.70	0.47	180.00	45.00	#8D + 1#8D	-	-	-	-	-
			high ductility		στο lcr					
Pu	CPF	EC	Lcr = 1.5 * h	διάστημα	number of					
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	s	stirrups					
93.60	18.82	43.70	270.00	45.00	#8D + 1#8D	-	-	-	-	-

Παράρτημα VI

Πίνακας Υπολογισμών 51: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 6 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH SE KAMPH									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[6]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-12.64	-0.0035	85.89	162.89	-25.46					
α/α	y	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	x =	-12.64			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	20.00	2	10	157.08	-8,10%	-512.00	-80.4247719319	-10.4552203511	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	280.00	2	10	157.08	-0,90%	-525.00	-82.4668071567	-10.7206849304	Τελική ροπή		M =	-46.64	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	150.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	300.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	81.20	fcd=	85.89	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.06	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-162.8915790886	-21.1759052815	2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
				min	-0.081007				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 52: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 6 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[6]
Δομ.Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-15.73	-0.0035	69.02	162.89	-25.72					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x=	-19.67			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	20.00	2	10	157.08	-8,10%	-512.00	-80.4247719319	-10.4552203511	N _{εξωτ}	0.00			
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική				
4	280.00	2	10	157.08	-0,90%	-525.00	-82.4668071567	-10.7206849304	Τελική ροπή				
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	150.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	300.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.				
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	81.20			
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85			
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-162.8915790886	-21.1759052815	fcd=	69.02			
				min	-0.081007				λ=	0.80			
									1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									2.00	f _{yk} =	512.00	f _{yd} =	512.00
									3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 53: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για υψηλή αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{c0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0} \ln(1 + f_c / f_{c0})$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	2.12	10.00	81.20	-	4.69	85.89	-12.64	150.00	-162.89	-80.42	-82.47	0.00	0.00

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-19.67	150.00	162.89	-80.42	-82.47	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 54: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp										
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v			V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)			$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)	(KN)
-46.64	0.80	2.86		-58.30	-116.60	23.00	Type II	98.41		34.91

EC										
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v			V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)			$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)	(KN)
-46.89	0.80	2.86		-58.61	-117.23	23.00	-	-		-

Πίνακας Υπολογισμών 55: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance	at a distance	Location 2			
Pu (KN)	Pf – cfp	Pf – cfp / Pu	Asw	d	2.5*d	700.00	Asw	b	stirrups	7.00
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	stirrups	#VALUE!	(mm ²)	(mm)	# 6D / d	# 8D /
					# 8D / d	# 8D /				
23.00	-24.49	1.06	Επαρκεί	280.00	#VALUE!	#VALUE!	165.15	150.00	7.00	21.00
				στο lcr						
			medium ductility	διάστημα	number of					
Pu (KN)	Pf – ec2	Pf – ec2 / Pu	Lcr = h	s	stirrups					
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	(mm)	#8D + 1#8D					
23.00	-87.92	3.82	300.00	75.00	8.00	-	-	-	-	-
				στο lcr						
			high ductility	διάστημα	number of					
Pu	CPF	EC	Lcr = 1.5 * h	s	stirrups					
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	(mm)	#8D + 1#8D					
23.00	24.49	87.92	450.00	60.00	14.00	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 56: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 6 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[6]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-13.02	-0.0035	83.43	162.89	-25.49					
a/a	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-13.02			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	20.00	2	10	157.08	-7,88%	-512.00	-80.4247719319	-10.4552203511	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	280.00	2	10	157.08	-0,89%	-525.00	-82.4668071567	-10.7206849304	Τελική ροπή		M =	-46.67	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	150.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	300.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	78.80	fcd=	83.43	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.06	λ=	1.00	
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-162.8915790886	-21.1759052815	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
				min	-0.07879				2.00	f _{yk} =	512.00	f _{yd} =	512.00
									3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 57: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 6 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[6]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-16.21	-0.0035	66.98	162.89	-25.75					
a/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x=	-20.27			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	20.00	2	10	157.08	-7,88%	-512.00	-80.4247719319	-10.4552203511	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	280.00	2	10	157.08	-0,89%	-525.00	-82.4668071567	-10.7206849304	Τελική ροπή		M =	-46.93	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	150.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	300.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	78.80	fcd=	66.98	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-162.8915790886	-21.1759052815	2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
				min	-0.07879				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 58: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για υψηλή ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen		f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0} \ln(1 + f_c / f_{c0})$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$	
ID	f_{t0}	f_{c0}	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	2.12	10.00	78.80	-	4.63	83.43	-13.02	150.00	-162.89	-80.42	-82.47	0.00	0.00
EC													
Specimen						x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$	
ID						(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-20.27	150.00	162.89	-80.42	-82.47	0.00	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 59: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$			
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)
-46.67	0.80	2.86	-58.34	-116.67	80.00	Type II	97.22	35.38	
EC									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$			
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)
-46.93	0.80	2.86	-58.66	-117.33	80.00	-	-	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 60: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance	at a distance	Location 2			
Pu (KN)	Pf – cfp	Pf – cfp / Pu	Asw	d	2.5*d	700.00	Asw	b	stirrups	7.00
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	stirrups	#VALUE!	(mm ²)	(mm)	# 6D / d	# 6D /
80.00	-30.63	0.38	Επαρκεί	280.00	#VALUE!	#VALUE!	165.26	150.00	7.00	21.00
Pu (KN)	Pf – ec2	Pf – ec2 / Pu	medium ductility	στο lcr	number of	εκτός lcr	in the middle			
(KN)	(KN)	(KN)	Lcr = h	διάστημα	stirrups	ανά διάστημα	number of			
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	s	#8D + 1#8D	2*s	stirrups			
80.00	-109.99	1.37	300.00	75.00	8.00	150.00	21.00			
Pu	CPF	EC	high ductility	στο lcr	number of	εκτός lcr	in the middle			
(KN)	(KN)	(KN)	Lcr = 1.5 * h	διάστημα	stirrups	ανά διάστημα	number of			
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	s	#8D + 1#8D	2*s	stirrups			
80.00	30.63	109.99	450.00	60.00	14.00	120.00	16.00			

Παράρτημα VII

Πίνακας Υπολογισμών 61: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[7]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-17.40	-0.0035	65.98	229.60	-30.70					
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-17.40			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	30.00	2	8	100.531	-4,78%	-512.00	-51.4718540364	-4.8898261335	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	237.00	3	12	339.292	-0,61%	-525.00	-178.1283034585	-16.9221888286	Τελική ροπή		M =	-52.51	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	200.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	250.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	61.80	fcd=	65.98	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.07	λ=	1.00	
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-229.600157495	-21.812014962	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
				min	-0.047754				2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
									3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 62: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[7]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-21.85	-0.0035	52.53	229.60	-31.21					
a/a	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x=	-27.32			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	30.00	2	8	100.531	-4,78%	-512.00	-51.4718540364	-4.8898261335	Nεξωτ	0.00	Διαφορά:	0.00	
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική			N =	0.00
4	237.00	3	12	339.292	-0,61%	-525.00	-178.1283034585	-16.9221888286	Τελική ροπή			M =	-53.02
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	200.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	250.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	61.80	fcd=	52.53	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-229.600157495	-21.812014962	2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
				min	-0.047754				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 63: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για υψηλή αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{c0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0} \ln(1 + f_c / f_{c0})$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
B1	2.12	10.00	61.80	-	4.18	65.98	-17.40	200.00	-229.60	-51.47	-178.13	0.00	0.00

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
B1	-	-	-	-	-	-	-27.32	200.00	229.60	-51.47	-178.13	0.00	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 64: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v			V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$ $V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$		
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)
-52.51	1.00	4.22		-52.51	-52.51	45.00	Type II	99.05	-55.23

EC									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v			V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$ $V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$		
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)
-53.02	1.00	4.22		-53.02	-53.02	45.00	-	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 65: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1	Location 2
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	P_{f-cfp} / P_u (KN)	Asw (mm ²)	Asw (mm ²)
45.00	-52.51	1.17	Επαρκεί	Επαρκεί
Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P_{f-ec2} / P_u (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	in the middle number of stirrups #8D - 1#8D
45.00	-40.83	0.91	250.00	23.00
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	in the middle number of stirrups #8D - 1#8D
45.00	52.51	40.83	375.00	19.00

Πίνακας Υπολογισμών 66: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ				
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[7]		
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης		
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc
a/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi
1				0	0,00%	0.00	0	-0
2	30.00	2	8	100.531	-3,27%	-512.00	-51.4718540364	-4.8898261335
3	224.00	2	12	226.195	-0,69%	-525.00	-118.7522023057	11.281459219
4	237.00	3	12	339.292	-0,52%	-525.00	-178.1283034585	-16.9221888286
5				0	0,00%	0.00	0	-0
6				0	0,00%	0.00	0	-0
7				0	0,00%	0.00	0	-0
8				0	0,00%	0.00	0	-0
9				0	0,00%	0.00	0	-0
10				0	0,00%	0.00	0	-0
11				0	0,00%	0.00	0	-0
12				0	0,00%	0.00	0	-0
13				0	0,00%	0.00	0	-0
14				0	0,00%	0.00	0	-0
15				0	0,00%	0.00	0	-0
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-348.3523598007	-10.530555743
				min	-0.032668			

x =	-26.40		
N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00
Τελική αξονική		N =	0.00
Τελική ροπή		M =	-58.67
Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.	
b =	200.00	γc =	1.00
h =	250.00	γs =	1.00
Αντοχές (MPa)			
fck =	61.80	fcd =	65.98
a =	1.07	λ =	1.00
1.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
2.00	fyk = 512.00	fyd =	512.00
3.00	fyk = 525.00	fyd =	525.00
4.00	fyk = 525.00	fyd =	525.00
5.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
6.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
7.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
8.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
9.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
10.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
11.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
12.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
13.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
14.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00
15.00	fyk = 0.00	fyd =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 67: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ			
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[7]	
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης	

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-33.16	-0.0035	52.53	348.35	-49.32					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	χ=				
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	30.00	2	8	100.531	-3,27%	-512.00	-51.4718540364	-4.8898261335	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3	224.00	2	12	226.195	-0,69%	-525.00	-118.7522023057	11.281459219	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	237.00	3	12	339.292	-0,52%	-525.00	-178.1283034585	-16.9221888286	Τελική ροπή		M =	-59.85	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	200.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	250.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Ανοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	61.80	fcd=	52.53	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-348.3523598007	-10.530555743	2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
				min	-0.032668				3.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
									4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 68: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp		για υψηλή ανοχή σκυροδέματος											
Specimen		f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0} \ln(1 + f_c / f_{c0})$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$	
ID	f_{t0}	fc0	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	
B1	2.12	10.00	61.80	-	4.18	-26.40	200.00	-348.35	-51.47	-178.13	0.00	118.75	

EC													
Specimen						x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$	
ID						(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	
B1	-	-	-	-	-	-41.45	200.00	348.35	-51.47	-178.13	0.00	118.75	

Πίνακας Υπολογισμών 69: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp										
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	Vf	Pf - cfp	Pu (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c(1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$			
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)			
-58.67	1.00	4.22	-58.67	-58.67	67.00	Type II	99.05	-83.79		

EC										
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	Vf	Pf - ec2	Pu (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c(1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$			
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)			
-59.85	1.00	4.22	-59.85	-59.85	67.00	-	-	-		

Πίνακας Υπολογισμών 70: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1	Location 2
P_u (KN) (KN)	$P_f - cfp$ (KN)	V_{ll-cr} / P_u (KN)	A_{sw} (mm ²)	A_{sw} (mm ²)
67.00	-58.67	0.88	Επαρκεί	Επαρκεί
P_u (KN) (KN)	$P_f - ec2$ (KN)	P_{f-ec2} / P_u (KN)	medium ductility $L_{cr} = h$ (mm)	in the middle number of stirrups #8D - 1#8D
67.00	-46.08	0.69	250.00	23.00
P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility $L_{cr} = 1.5 * h$ (mm)	in the middle number of stirrups #8D - 1#8D
67.00	58.67	46.08	375.00	19.00

Πίνακας Υπολογισμών 71: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ											
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[7]									
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης									
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc							
				-30.90	-0.0035	65.98	407.73	-57.27							
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-30.90					
1				0	0,00%	0.00	0	-0							
2	30.00	2	8	100.531	-2,84%	-512.00	-51.4718540364	-4.8898261335	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00			
3	224.00	3	12	339.292	-0,64%	-525.00	-178.1283034585	16.9221888286	Τελική αξονική		N =	0.00			
4	237.00	3	12	339.292	-0,50%	-525.00	-178.1283034585	-16.9221888286	Τελική ροπή		M =	-62.15			
5				0	0,00%	0.00	0	-0							
6				0	0,00%	0.00	0	-0							
7				0	0,00%	0.00	0	-0							
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	200.00	γc=	1.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	250.00	γs=	1.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0							
12				0	0,00%	0.00	0	-0							
13				0	0,00%	0.00	0	-0							
14				0	0,00%	0.00	0	-0							
15				0	0,00%	0.00	0	-0							
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-407.7284609535	-4.8898261335	Αντοχές (MPa)						
				min	-0.02842				fck=	61.80	fcd=	65.98			
						a=	1.07	λ=	1.00	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00	
											2.00	fyk=	512.00	fyd=	512.00
											3.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
											4.00	fyk=	525.00	fyd=	525.00
											5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
											6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
											7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
											8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
											9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
											10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
											11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
											12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
											13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
											14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
											15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 72: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 7 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[7]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-38.81	-0.0035	52.53	407.73	-58.88					
a/a	y	#Φ	Φ	As	εi	σι	Fi	Mi	x=	-48.51			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	30.00	2	8	100.531	-2,84%	-512.00	-51.4718540364	-4.8898261335	N _{εξωτ}	0.00	Διαφορά:	0.00	
3	224.00	3	12	339.292	-0,64%	-525.00	-178.1283034585	16.9221888286	Τελική αξονική		N =	0.00	
4	237.00	3	12	339.292	-0,50%	-525.00	-178.1283034585	-16.9221888286	Τελική ροπή		M =	-63.77	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	200.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	250.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	61.80	fcd=	52.53	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-407.7284609535	-4.8898261335	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
				min	-0.02842				2.00	f _{yk} =	512.00	f _{yd} =	512.00
									3.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00
									4.00	f _{yk} =	525.00	f _{yd} =	525.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 73: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp		για υψηλή αντοχή σκυροδέματος											
Specimen	f_{t0}	fc0	fc'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0} \ln(1 + f_c / f_{c0})$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
B1	2.12	10.00	61.80	-	4.18	65.98	-30.90	200.00	-407.73	-51.47	-178.13	0.00	178.13

EC													
Specimen							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$
ID							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
B1	-	-	-	-	-	-	-48.51	200.00	407.73	-51.47	-178.13	0.00	178.13

Πίνακας Υπολογισμών 74: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp											
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$				
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)				
-62.15	1.00	4.22	-62.15	-62.15	77.00	Type II	99.05	-98.07			

EC											
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$				
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)				
-63.77	1.00	4.22	-63.77	-63.77	77.00	-	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 75: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1	Location 2
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	V_{ll-cr} / Pu (KN)	Asw (mm ²)	Asw (mm ²)
77.00	-62.15	0.81	Επαρκεί	Επαρκεί
Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P_{f-ec2} / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	in the middle number of stirrups #8D - 1#8D
77.00	-49.10	0.64	250.00	23.00
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	in the middle number of stirrups #8D - 1#8D
77.00	62.15	49.10	375.00	19.00

Παράρτημα VIII

Πίνακας Υπολογισμών 76: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH SE KAMPH								
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο: [8]								
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης						
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc				
				70.00	-0.0035	45.54	-446.26	15.62				
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	70.00		
1				0	0,00%	0.00	0	-0				
2	0.00	0	0	0	0,00%	0.00	0	0	N _{εξωτ}	0.00		
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική			
4	0.00	0	0	0	0,00%	0.00	0	0	Τελική ροπή			
5				0	0,00%	0.00	0	-0	N =	-446.26		
6				0	0,00%	0.00	0	-0	M =	15.62		
7				0	0,00%	0.00	0	-0				
8				0	0,00%	0.00	0	-0				
9				0	0,00%	0.00	0	-0				
10				0	0,00%	0.00	0	-0				
11				0	0,00%	0.00	0	-0				
12				0	0,00%	0.00	0	-0				
13				0	0,00%	0.00	0	-0				
14				0	0,00%	0.00	0	-0				
15				0	0,00%	0.00	0	-0				
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	0	0				
				min	-0.0035							
								Διαστ. (mm)				
								b=	140.00			
								h=	140.00			
								Συντ. Ασφ.				
								γc=	1.00			
								γs=	1.00			
								Ανοχές (MPa)				
								fck=	42.35	fcd=	45.54	
								a=	1.08	λ=	1.00	
								1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								2.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								4.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 77: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[8]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				56.00	-0.0035	36.00	-282.22	11.85					
a/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	χ=	70.00			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	0.00	0	0	0	0,00%	0.00	0	0	N _{εξωτ}	0.00			
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική				
4	0.00	0	0	0	0,00%	0.00	0	0	Τελική ροπή				
5				0	0,00%	0.00	0	-0	N =	-282.22			
6				0	0,00%	0.00	0	-0	M =	11.85			
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	140.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	140.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.				
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc=	1.00			
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs=	1.00			
14				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
15				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	42.35			
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	0	0	fcd=	36.00			
				min	-0.0035				a=	0.85			
									λ=	0.80			
									1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									2.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 78: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	42.35	34.35	3.19	45.54	70.00	140.00	446.26	0.00	0.00	-446.26	-446.26

EC													
Specimen													
ID	x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$						
	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)						
Reference	-	-	-	-	-	-	-						

Πίνακας Υπολογισμών 79: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp							
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)		
15.62	0.71	5.07	22.00	44.00	2.68	Type I	

EC							
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)		
11.85	0.71	5.07	16.69	33.39	2.68	-	

Πίνακας Υπολογισμών 80: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type I		
Pu (KN) (KN)	V _{l-cr} (KN)	V _{l-cr} / Pu (KN)
2.68	22.00	8.22

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
2.68	16.69	6.24

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
2.68	22.00	16.69

Πίνακας Υπολογισμών 81: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[8]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				70.00	-0.0035	45.54	-446.26	15.62					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	70.00			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2				0	0,00%	0.00	0	0	N _{εξωτ}	0.00			
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική	N =			
4				0	0,00%	0.00	0	0	Τελική ροπή	M =			
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	Συντ. Ασφ.			
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	140.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	140.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	42.35			
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08			
15				0	0,00%	0.00	0	-0	λ=	1.00			
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	0	0	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
				min	-0.0035				2.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 82: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ						
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[8]				
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης				
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc		
				56.00	-0.0035	36.00	-282.22	11.85		
a/a	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x=	70.00
1				0	0,00%	0.00	0	-0		
2	0.00	0	0	0	0,00%	0.00	0	0	N _{εξωτ}	0.00
3				0	0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική	
4	0.00	0	0	0	0,00%	0.00	0	0	Τελική ροπή	
5				0	0,00%	0.00	0	-0		
6				0	0,00%	0.00	0	-0		
7				0	0,00%	0.00	0	-0		
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	140.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	140.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.	
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc= 1.00	
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs= 1.00	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	42.35
				0	0,00%	0.00	0	-0	fcd=	36.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85
				0	0,00%	0.00	0	-0	λ=	0.80
				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	2.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	3.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	4.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	5.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	6.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	7.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	8.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	9.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	10.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	11.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	12.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	13.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	14.00	f _{yk} = 0.00
				0	0,00%	0.00	0	-0	15.00	f _{yk} = 0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	0	0	f _{yd} =	0.00
				min	-0.0035				f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 83: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	42.35	34.35	3.19	45.54	70.00	140.00	446.26	0.00	0.00	-446.26	-446.26

για κανονική ανοχή σκυροδέματος												
EC												
Specimen	x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$					
ID	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)					
Reference	-	-	-	-	-	-	-					

Πίνακας Υπολογισμών 84: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$			
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)			
15.62	0.47	33.00	66.00	3.98	31.23	115.69			

EC									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$			
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)			
11.85	0.47	25.04	50.08	3.98	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 85: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance	at a distance	Location 2
Pu (KN)	Pf – cfp	Pf – cfp / Pu	Asw	d	2.5*d	350.00	Asw
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	stirrups	3.00	(mm ²)
					# 8D / d	# 8D /	
3.98	3.21	0.81	60.00	140.00	3.00	46.00	Επάρκει
			medium ductility	στο lcr			
Pu (KN)	Pf – ec2	Pf – ec2 / Pu	Lcr = h	διάστημα	number of		
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	s	stirrups		
				(mm)	#8D + 1#8D		
3.98	1.85	0.47	140.00	35.00	6.00	-	-
			high ductility	στο lcr			
Pu	CPF	EC	Lcr = 1.5 * h	διάστημα	number of		
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	s	stirrups		
				(mm)	#8D + 1#8D		
3.98	3.21	1.85	210.00	35.00	10.00	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 86: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ						
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[8]				
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης				
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00
				-6.43	-0.0035	45.54	40.99	-3.00	x =	-2.17
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-6.43
1				0	0,00%	0.00	0	-0		
2	0.00	0	0	0	0,00%	0.00	0	0	Nεξωτ	27.17
3	90.00	1	4	12.5664	-3,07%	-550.00	-6.9115038379	0.4838052687	Τελική αξονική	N =
4	110.00	1	4	12.5664	-1,98%	-550.00	-6.9115038379	-0.4838052687	Τελική ροπή	M =
5				0	0,00%	0.00	0	-0		0.00
6				0	0,00%	0.00	0	-0		
7				0	0,00%	0.00	0	-0		
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	140.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	140.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0		Συντ. Ασφ.
12				0	0,00%	0.00	0	-0		γc=
13				0	0,00%	0.00	0	-0		γs=
14				0	0,00%	0.00	0	-0		
15				0	0,00%	0.00	0	-0		
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-13.8230076758	0	Αντοχές (MPa)	
				min	-0.030716				fck=	42.35
							a=	1.08	λ=	1.00
							1.00	fyk=	0.00	fyd=
							2.00	fyk=	0.00	fyd=
							3.00	fyk=	550.00	fyd=
							4.00	fyk=	550.00	fyd=
							5.00	fyk=	0.00	fyd=
							6.00	fyk=	0.00	fyd=
							7.00	fyk=	0.00	fyd=
							8.00	fyk=	0.00	fyd=
							9.00	fyk=	0.00	fyd=
							10.00	fyk=	0.00	fyd=
							11.00	fyk=	0.00	fyd=
							12.00	fyk=	0.00	fyd=
							13.00	fyk=	0.00	fyd=
							14.00	fyk=	0.00	fyd=
							15.00	fyk=	0.00	fyd=

Πίνακας Υπολογισμών 87: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH SE KAMPH									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[8]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-8.13	-0.0035	36.00	40.99	-3.04					
a/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-10.17			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2	0.00	0	0	0	0,00%	0.00	0	0	N _{εξωτ}	27.17			
3	90.00	1	4	12.5664	-3,07%	-550.00	-6.9115038379	0.4838052687	Τελική αξονική	N =	27.17		
4	110.00	1	4	12.5664	-1,98%	-550.00	-6.9115038379	-0.4838052687	Τελική ροπή	M =	-3.04		
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	140.00	Συντ. Ασφ.		
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	140.00	γc=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0			γs=	1.00	
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	42.35	fcd=	36.00	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-13.8230076758	0	2.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
				min	-0.030716				3.00	f _{yk} =	550.00	f _{yd} =	550.00
									4.00	f _{yk} =	550.00	f _{yd} =	550.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 88: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen			$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID	f_{t0}	f_{ck0}	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	42.35	34.35	3.19	45.54	-6.43	140.00	-40.99	0.00	-6.91	27.17	34.08

EC													
Specimen							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-10.17	140.00	40.99	0.00	-6.91	27.17	34.08

Πίνακας Υπολογισμών 89: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp						
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)		
-3.00	0.71	5.07	-4.23	-8.45	4.62	Type I

EC						
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	
(KN*m)	m	(KN)	(KN)	(KN)		
-3.04	0.71	5.07	-4.28	-8.55	4.62	-

Πίνακας Υπολογισμών 90: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type I		
P_u (KN) (KN)	V_{l-cr} (KN)	V_{l-cr} / P_u (KN)
4.62	-4.23	0.91

P_u (KN) (KN)	P_{f-ec2} (KN)	P_{f-ec2} / P_u (KN)
4.62	-4.28	0.93

P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
4.62	4.23	4.28

Πίνακας Υπολογισμών 91: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[8]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00			
				-6.43	-0.0035	45.54	40.99	-3.00	x =	-2.17			
a/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-6.43			
1				0	0,00%	0.00	0	-0					
2				0	0,00%	0.00	0	0	Nεξωτ	27.17			
3	90.00	1	4	12.5664	-3,07%	-550.00	-6.9115038379	0.4838052687	Τελική αξονική	N =	27.17		
4	110.00	1	4	12.5664	-1,98%	-550.00	-6.9115038379	-0.4838052687	Τελική ροπή	M =	-3.00		
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	140.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	140.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	42.35	fcd=	45.54	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-13.8230076758	0	2.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
				min	-0.030716				3.00	f _{yk} =	550.00	f _{yd} =	550.00
									4.00	f _{yk} =	550.00	f _{yd} =	550.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 92: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 8 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ						
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[8]				
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης				
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc		
				-8.13	-0.0035	36.00	40.99	-3.04		
a/a	y	#Φ	Φ	As	εi	σι	Fi	Mi	x =	-10.17
1				0	0,00%	0.00	0	-0		
2	0.00	0	0	0	0,00%	0.00	0	0	N _{εξωτ}	27.17
3	90.00	1	4	12.5664	-3,07%	-550.00	-6.9115038379	0.4838052687	Τελική αξονική	
4	110.00	1	4	12.5664	-1,98%	-550.00	-6.9115038379	-0.4838052687	Τελική ροπή	
5				0	0,00%	0.00	0	-0		
6				0	0,00%	0.00	0	-0		
7				0	0,00%	0.00	0	-0		
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	140.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	140.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.	
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc=	
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs=	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-13.8230076758	0	Αντοχές (MPa)	
				min	-0.030716				fck=	42.35
						a=	0.85	λ=	0.80	
						1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						2.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						3.00	f _{yk} =	550.00	f _{yd} =	550.00
						4.00	f _{yk} =	550.00	f _{yd} =	550.00
						5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
						15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 93: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	42.35	34.35	3.19	45.54	-6.43	140.00	-40.99	0.00	-6.91	27.17	34.08

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-10.17	140.00	40.99	0.00	-6.91	27.17	34.08

Πίνακας Υπολογισμών 94: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

										$k=(h-x)/(h-x_N)$		
										0.97		
cfp	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$				
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)				
(KN*m)												
-3.00	0.47	3.38	-6.34	-12.68	6.79	Type II	23.83	-10.63				

										$k=(h-x)/(h-x_N)$		
										0.97		
EC	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$				
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)				
(KN*m)												
-3.04	0.47	3.38	-6.41	-12.83	6.79	-	-	-				

Πίνακας Υπολογισμών 95: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II				
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)	Location 1 Asw (mm ²)	Location 2 Asw (mm ²)
6.79	-6.34	0.93	Επαρκεί	Επαρκεί
Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)
6.79	-0.47	0.07	140.00	35.00
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)
6.79	6.34	0.47	210.00	24.00

Παράρτημα ΙΧ

Πίνακας Υπολογισμών 96: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ							
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[9]					
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης					
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00	
				-172.75	-0.0035	31.83	1649.65	-389.93	x =	-61.54	
a/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-172.75	
1	27.000	4	12	452.389	-0,90%	-433.00	-195.8845851366	16.8460743218			
2	64.00	2	12	226.195	-0,83%	-433.00	-97.9422925683	-8.4230371609	N _{εξωτ}	1062.00	
3	155.00	2	12	226.195	-0,64%	-433.00	-97.9422925683	8.4230371609	Τελική αξονική	N = 1062.00	
4	273.00	4	12	452.389	-0,40%	-433.00	-195.8845851366	-16.8460743218	Τελική ροπή	M = -389.93	
5				0	0,00%	0.00	0	-0			
6				0	0,00%	0.00	0	-0			
7				0	0,00%	0.00	0	-0			
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	300.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	300.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0			
12				0	0,00%	0.00	0	-0			
13				0	0,00%	0.00	0	-0			
14				0	0,00%	0.00	0	-0			
15				0	0,00%	0.00	0	-0			
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-587.6537554099	0	Αντοχές (MPa)		
				min	-0.009031				fck=	29.50	fcd=
							a=	1.08	λ=	1.00	
							1.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
							2.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
							3.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
							4.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
							5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 97: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΦΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[9]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-219.30	-0.0035	25.08	1649.65	-428.33					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-274.12			
1	27.000	4	12	452.389	-0,90%	-433.00	-195.8845851366	16.8460743218					
2	64.00	2	12	226.195	-0,83%	-433.00	-97.9422925683	-8.4230371609	N _{εξωτ}	1062.00			
3	155.00	2	12	226.195	-0,64%	-433.00	-97.9422925683	8.4230371609	Τελική αξονική				
4	273.00	4	12	452.389	-0,40%	-433.00	-195.8845851366	-16.8460743218	Τελική ροπή				
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	300.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	300.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	29.50			
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85			
									fcd=	25.08			
									λ=	0.80			
									1.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
									2.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
									3.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
									4.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-587.6537554099	0					
				min	-0.009031								
								N =		1062.00			
								M =		-428.33			
								Διαφορά:		0.00			
								Συντ. Ασφ.					
								γc=		1.00			
								γs=		1.00			

Πίνακας Υπολογισμών 98: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος												
cfp		f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$
Specimen ID	f_{t0}	fck0 (MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	29.50	21.50	2.33	-172.75	300.00	-1649.65	-97.94	-195.88	1062.00	1355.83

EC												
Specimen ID						x (mm)	b (mm)	$F_c = \lambda x b f_{cd}$ (KN)	F's (KN)	Fs (KN)	N (KN)	$F_c + F's - Fs = N$ (KN)
Reference	-	-	-	-	-	-274.12	300.00	1649.65	-97.94	-195.88	1062.00	1355.83

Πίνακας Υπολογισμών 99: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκίμων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp							$k = (h-x)/(h-x_N)$		
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v		Vf	Pf - cfp	Pu (KN)		0.76	$V_{II,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)	(KN)
-389.93	0.67	2.45	-581.99	-581.99	183.20	Type III	73.04	442.28	

EC							$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v		Vf	Pf - ec2	Pu (KN)	Type	(KN)	(KN)
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)
-428.33	0.67	2.45	-639.30	-639.30	183.20	-	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 100: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	Pf - cfp (KN)	P_{f-cfp} / Pu (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{III}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	one side number of stirrups #6D + 1#6D	85.00 stirrups at a distance of mm	other side number of stirrups #6D - 1#6D	uniformly stirrups at a 6D /
43.09	43.05	183.20	-189.48	1.03	2371.52	85.00	7.00	95.00	7.00		
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	Pf - ec2 (KN)	P_{f-ec2} / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #6D + 1#6D	-	-
-	-	183.20	-2230.11	12.17	300.00	75.00	8.00	-	-		
		Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #6D + 1#6D	-	-		
		183.20	189.48	2230.11	450.00	72.00	12.00	-	-		

Πίνακας Υπολογισμών 101: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[9]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00			
				-228.35	-0.0035	31.83	2180.65	-576.07	x =	-61.54			
α/α	y	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	x _N =	-228.35			
1	27.000	4	12	452.389	-0,77%	-433.00	-195.8845851366	16.8460743218					
2	64.00	2	12	226.195	-0,71%	-433.00	-97.9422925683	-8.4230371609	N _{εξωτ}	1593.00			
3	155.00	2	12	226.195	-0,57%	-433.00	-97.9422925683	8.4230371609	Τελική αξονική	N = 1593.00			
4	273.00	4	12	452.389	-0,39%	-433.00	-195.8845851366	-16.8460743218	Τελική ροπή	M = -576.07			
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	300.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	300.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0		Συνρ. Ασφ.			
12				0	0,00%	0.00	0	-0		γc=	1.00		
13				0	0,00%	0.00	0	-0		γs=	1.00		
14				0	0,00%	0.00	0	-0					
15				0	0,00%	0.00	0	-0					
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%				Ανοχές (MPa)				
				min	-0.007684	Σ	-587.6537554099	0	fck=	29.50	fcd=	31.83	
									a=	1.08	λ=	1.00	
									1.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
									2.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
									3.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
									4.00	f _{yk} =	433.00	f _{yd} =	433.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 102: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH SE KAMPH									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[9]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-289.88	-0.0035	25.08	2180.65	-643.17					
a/a	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-362.36			
1	27.000	4	12	452.389	-0,77%	-433.00	-195.8845851366	16.8460743218					
2	64.00	2	12	226.195	-0,71%	-433.00	-97.9422925683	-8.4230371609	N _{εξωτ}	1593.00			
3	155.00	2	12	226.195	-0,57%	-433.00	-97.9422925683	8.4230371609	Τελική αξονική	N = 1593.00			
4	273.00	4	12	452.389	-0,39%	-433.00	-195.8845851366	-16.8460743218	Τελική ροπή	M = -643.17			
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	300.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	300.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0		Συντ. Ασφ.			
12				0	0,00%	0.00	0	-0		γc=	1.00		
13				0	0,00%	0.00	0	-0		γs=	1.00		
14				0	0,00%	0.00	0	-0					
15				0	0,00%	0.00	0	-0					
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%				Αντοχές (MPa)				
				min	-0.007684	Σ	-587.6537554099	0	fck=	29.50	fcd=	25.08	
									a=	0.85	λ=	0.80	
									1.00	fyk=	433.00	fyd=	433.00
									2.00	fyk=	433.00	fyd=	433.00
									3.00	fyk=	433.00	fyd=	433.00
									4.00	fyk=	433.00	fyd=	433.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 103: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	29.50	21.50	2.33	31.83	-228.35	300.00	-2180.65	-97.94	-195.88	1593.00	1886.83

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-362.36	300.00	2180.65	-97.94	-195.88	1593.00	1886.83

Πίνακας Υπολογισμών 104: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

										$k=(h-x)/(h-x_N)$
										0.68
cfp	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{ll,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$		
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)		
(KN*m)										
-576.07	0.67	2.45	-859.81	-859.81	222.80	Type III	65.35	584.65		

										$V_{ll,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
EC	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	(KN)	(KN)			
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	m		(KN)	(KN)	(KN)						
(KN*m)											
-643.17	0.67	2.45	-959.95	-959.95	222.80	-	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 105: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		Type III		P_u (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / P_u (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{III}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	one side number of stirrups #6D + 1#6D	121.00 stirrups at a distance of mm	other side number of stirrups #6D - 1#6D	uniformly stirrups at a 6D /
$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) / (2.5d - \alpha_v) * (1.5d)$ (KN*m)				222.80	-199.96	0.90	3366.23	121.00	5.00	133.00	5.00
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) / (2.5d - \alpha_v) * (1.5d)$ (KN*m)		P_u (KN)	V_f (KN)	V_{f-ec2} / P_u (KN)	medium ductility $L_{cr} = h$ (mm)	στο l_{cr} διάστημα s (mm)	number of stirrups #6D + 1#6D		
-		-		222.80	-3348.66	15.03	300.00	75.00	8.00	-	-
				P_u (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility $L_{cr} = 1.5 * h$ (mm)	στο l_{cr} διάστημα s (mm)	number of stirrups #6D + 1#6D		
				222.80	199.96	3348.66	450.00	72.00	12.00	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 106: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[9]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00			
				-285.78	-0.0035	31.83	4548.44	-1787.03	x =	-100.43			
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-285.78			
1	45.000	4	20	1256.64	-0,91%	-424.00	-532.8141140488	76.3700230137					
2	106.67	2	20	628.319	-0,83%	-424.00	-266.4070570244	-38.1850115068	N _{εξωτ}	2950.00			
3	258.33	2	20	628.319	-0,65%	-424.00	-266.4070570244	38.1850115068	Τελική αξονική	N = 2950.00			
4	455.00	4	20	1256.64	-0,41%	-424.00	-532.8141140488	-76.3700230137	Τελική ροπή	M = -1787.03			
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	Συντ. Ασφ.			
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	500.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	500.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	29.50			
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08			
15				0	0,00%	0.00	0	-0	λ=	1.00			
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-1598.4423421465	0	1.00	f _{yk} =	424.00	f _{yd} =	424.00
				min	-0.009073				2.00	f _{yk} =	424.00	f _{yd} =	424.00
									3.00	f _{yk} =	424.00	f _{yd} =	424.00
									4.00	f _{yk} =	424.00	f _{yd} =	424.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 107: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[9]
Δομ.Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc		
				-362.79	-0.0035	25.08	4548.44	-1962.17		
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-453.48
1	45.000	4	20	1256.64	-0,91%	-424.00	-532.8141140488	76.3700230137		
2	106.67	2	20	628.319	-0,83%	-424.00	-266.4070570244	-38.1850115068	N _{εξωτ}	2950.00
3	258.33	2	20	628.319	-0,65%	-424.00	-266.4070570244	38.1850115068	Τελική αξονική	N =
4	455.00	4	20	1256.64	-0,41%	-424.00	-532.8141140488	-76.3700230137	Τελική ροπή	M =
5				0	0,00%	0.00	0	-0		
6				0	0,00%	0.00	0	-0		
7				0	0,00%	0.00	0	-0		
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	Συντ. Ασφ.
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	500.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	500.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0		
12				0	0,00%	0.00	0	-0		
13				0	0,00%	0.00	0	-0		
14				0	0,00%	0.00	0	-0		
15				0	0,00%	0.00	0	-0		
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-1598.4423421465	0		
				min	-0.009073					

Αντοχές (MPa)				
fck=	29.50	fcd=	25.08	
a=	0.85	λ=	0.80	
1.00	f _{yk} =	424.00	f _{yd} =	424.00
2.00	f _{yk} =	424.00	f _{yd} =	424.00
3.00	f _{yk} =	424.00	f _{yd} =	424.00
4.00	f _{yk} =	424.00	f _{yd} =	424.00
5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 108: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen		f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$	
ID	f_{t0}	f_{ck0}	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	
Reference	1.40	10.00	29.50	21.50	2.33	31.83	-285.78	500.00	-4548.44	-266.41	-532.81	2950.00	3749.22

EC												
Specimen						x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID						(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-453.48	500.00	4548.44	-266.41	-532.81	2950.00	3749.22

Πίνακας Υπολογισμών 109: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

										$k=(h-x)/(h-x_N)$		
										0.76		
										$V_{II,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$	
cfp		α_v			V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)			Type	(KN)	(KN)
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$		m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)	(KN)	
-1787.03		0.91	2.00	-1963.77	-1963.77	410.70	Type III	202.71	1219.46			

EC												
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$		α_v			V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)			$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$	
(KN*m)		m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)		
-1962.17		0.91	2.00	-2156.23	-2156.23	410.70	-	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 110: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)	Pu (KN) (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / Pu (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{II}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	one side number of stirrups #10D + 1#10D	129.00 stirrups at a distance of mm	other side number of stirrups #10D - 1#10D	uniformly stirrups at a 10D /
199.33	199.13	410.70	-387.22	0.94	10034.90	129.00	7.00	129.00	7.00	
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)	Pu (KN) (KN)	Vf (KN)	V_{f-ec2} / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #10D + 1#10D		
-	-	410.70	-7592.36	18.49	500.00	125.00	8.00	-	-	
		Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #10D + 1#10D			
		410.70	387.22	7592.36	750.00	120.00	12.00	-	-	

Πίνακας Υπολογισμών 111: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path		ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[9]
Δομ. Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00
				-378.45	-0.0035	31.83	6023.44	-2645.65	x =	-100.43
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-378.45
1	45.000	4	20	1256.64	-0,77%	-424.00	-532.8141140488	76.3700230137		
2	106.67	2	20	628.319	-0,71%	-424.00	-266.4070570244	-38.1850115068	Nεξωτ	4425.00
3	258.33	2	20	628.319	-0,57%	-424.00	-266.4070570244	38.1850115068	Τελική αξονική	N = 4425.00
4	455.00	4	20	1256.64	-0,39%	-424.00	-532.8141140488	-76.3700230137	Τελική ροπή	M = -2645.65
5				0	0,00%	0.00	0	-0		
6				0	0,00%	0.00	0	-0		
7				0	0,00%	0.00	0	-0		
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	500.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	500.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0		
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)	
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	29.50
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08
15				0	0,00%	0.00	0	-0	fcd=	31.83
									λ=	1.00
									1.00	fyk= 424.00
									2.00	fyd= 424.00
									3.00	fyd= 424.00
									4.00	fyd= 424.00
									5.00	fyd= 0.00
									6.00	fyd= 0.00
									7.00	fyd= 0.00
									8.00	fyd= 0.00
									9.00	fyd= 0.00
									10.00	fyd= 0.00
									11.00	fyd= 0.00
									12.00	fyd= 0.00
									13.00	fyd= 0.00
									14.00	fyd= 0.00
									15.00	fyd= 0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%					
				min	-0.007708	Σ	-1598.4423421465	0		

Πίνακας Υπολογισμών 112: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH SE KAMPH								
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[9]						
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης						
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc				
				-480.43	-0.0035	25.08	6023.44	-2952.79				
α/α	y	#Φ	Φ	As	εi	σι	Fi	Mi	x =	-600.54		
1	45.000	4	20	1256.64	-0,77%	-424.00	-532.8141140488	76.3700230137				
2	106.67	2	20	628.319	-0,71%	-424.00	-266.4070570244	-38.1850115068	N _{εξωτ}	4425.00		
3	258.33	2	20	628.319	-0,57%	-424.00	-266.4070570244	38.1850115068	Τελική αξονική			
4	455.00	4	20	1256.64	-0,39%	-424.00	-532.8141140488	-76.3700230137	Τελική ροπή			
5				0	0,00%	0.00	0	-0				
6				0	0,00%	0.00	0	-0				
7				0	0,00%	0.00	0	-0				
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)			
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	500.00		
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	500.00		
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.			
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc=			
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs=			
14				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00			
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00			
				Αντοχές (MPa)								
				fck=		29.50	fcd=		25.08			
				a=		0.85	λ=		0.80			
				1.00	fyk=	424.00	fyd=	424.00				
				2.00	fyk=	424.00	fyd=	424.00				
				3.00	fyk=	424.00	fyd=	424.00				
				4.00	fyk=	424.00	fyd=	424.00				
				5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
				6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
				7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
				8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
				9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
				10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
				11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
				12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
				13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
				14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
				15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00				
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-1598.4423421465		0			
				min	-0.007708							

Πίνακας Υπολογισμών 113: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	29.50	21.50	2.33	31.83	-378.45	500.00	-6023.44	-266.41	-532.81	4425.00	5224.22

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-600.54	500.00	6023.44	-266.41	-532.81	4425.00	5224.22

Πίνακας Υπολογισμών 114: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

										$k=(h-x)/(h-x_N)$	
										0.68	
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type		$V_{ll,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$		
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)			(KN)	(KN)		
-2645.65	0.91	2.00	-2907.31	-2907.31	452.50	Type III		181.32	1614.92		

EC									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type		$V_{ll,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)			(KN)	(KN)
-2952.79	0.91	2.00	-3244.83	-3244.83	452.50	-		-	-

Πίνακας Υπολογισμών 115: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / Pu (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{III}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	one side number of stirrups #10D + 1#10D	183.00 stirrups at a distance of mm	other side number of stirrups #10D - 1#10D	uniformly stirrups at a 10D /
178.30	178.12	452.50	-327.58	0.72	14266.85	183.00	4.00	227.00	4.00		
							medium ductility	στο lcr διάστημα	number of stirrups #10D + 1#10D		
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	Vf (KN)	V_{f-ec2} / Pu (KN)	Lcr = h (mm)	s (mm)			
-	-	452.50	-11425.45	25.25	500.00	125.00	8.00	-	-		
							high ductility	στο lcr διάστημα	number of stirrups #10D + 1#10D		
				Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	Lcr = 1.5 * h (mm)	s (mm)			
				452.50	327.58	11425.45	750.00	120.00	12.00	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 116: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 5 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[9]
Δομ.Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00			
				-399.42	-0.0035	31.83	8900.17	-4892.53	x =	-204.27			
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-399.42			
1	63.000	4	28	2463.01	-0,91%	-422.00	-1039.3896462549	208.5708556818					
2	149.33	2	28	1231.5	-0,83%	-422.00	-519.6948231274	-104.2854278409	N _{εξωτ}	5782.00			
3	361.67	2	28	1231.5	-0,65%	-422.00	-519.6948231274	104.2854278409	Τελική αξονική	N = 5782.00			
4	637.00	4	28	2463.01	-0,41%	-422.00	-1039.3896462549	-208.5708556818	Τελική ροπή	M = -4892.53			
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	700.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	700.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0		Συντ. Ασφ.			
12				0	0,00%	0.00	0	-0		γc=	1.00		
13				0	0,00%	0.00	0	-0		γs=	1.00		
14				0	0,00%	0.00	0	-0					
15				0	0,00%	0.00	0	-0					
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-3118.1689387646	0	Αντοχές (MPa)				
				min	-0.009082				fck=	29.50	fcd=	31.83	
									a=	1.08	λ=	1.00	
									1.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
									2.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
									3.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
									4.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 117: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 5 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[9]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-507.06	-0.0035	25.08	8900.17	-5371.52					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-633.82			
1	63.000	4	28	2463.01	-0,91%	-422.00	-1039.3896462549	208.5708556818					
2	149.33	2	28	1231.5	-0,83%	-422.00	-519.6948231274	-104.2854278409	N _{εξωτ}	5782.00			
3	361.67	2	28	1231.5	-0,65%	-422.00	-519.6948231274	104.2854278409	Τελική αξονική				
4	637.00	4	28	2463.01	-0,41%	-422.00	-1039.3896462549	-208.5708556818	Τελική ροπή				
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	700.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	700.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.				
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc=				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs=				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00				
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00				
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-3118.1689387646	0	Αντοχές (MPa)				
				min	-0.009082				fck=	29.50	fcd=	25.08	
									a=	0.85	λ=	0.80	
									1.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
									2.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
									3.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
									4.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 118: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	29.50	21.50	2.33	31.83	-399.42	700.00	-8900.17	-519.69	-1039.39	5782.00	7341.08

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-633.82	700.00	8900.17	-519.69	-1039.39	5782.00	7341.08

Πίνακας Υπολογισμών 119: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

										$k=(h-x)/(h-x_N)$
										0.82
cfp	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$		
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)		
(KN*m)										
-4892.53	1.27	2.00	-3840.29	-3840.29	826.60	Type III	427.66	2386.19		

										$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
EC	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	(KN)	(KN)			
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	m		(KN)	(KN)	(KN)						
(KN*m)											
-5371.52	1.27	2.00	-4216.26	-4216.26	826.60	-	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 120: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / Pu (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{II}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	one side number of stirrups #14D + 1#14D	121.00 stirrups at a distance of mm	other side number of stirrups #14D - 1#14D	uniformly stirrups at a 14D /
588.74		588.15		826.60	-768.06	0.93	18623.13	121.00	10.00	127.00	10.00
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	Vf (KN)	V_{f-ec2} / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #14D + 1#14D		
-		-		826.60	-14755.92	17.85	700.00	175.00	8.00	-	-
				Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #14D + 1#14D		
				826.60	768.06	14755.92	1050.00	168.00	12.00	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 121: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 6 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ							
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[9]					
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης					
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00	
				-529.17	-0.0035	31.83	11791.17	-7246.66	x =	-139.94	
a/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-529.17	
1	63.000	4	28	2463.01	-0,77%	-422.00	-1039.3896462549	208.5708556818			
2	149.33	2	28	1231.5	-0,71%	-422.00	-519.6948231274	-104.2854278409	N _{εξωτ}	8673.00	
3	361.67	2	28	1231.5	-0,57%	-422.00	-519.6948231274	104.2854278409	Τελική αξονική	N =	
4	637.00	4	28	2463.01	-0,39%	-422.00	-1039.3896462549	-208.5708556818	Τελική ροπή	M =	
5				0	0,00%	0.00	0	-0		0.00	
6				0	0,00%	0.00	0	-0			
7				0	0,00%	0.00	0	-0			
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	700.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	700.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0		Συντ. Ασφ.	
12				0	0,00%	0.00	0	-0		γc=	
13				0	0,00%	0.00	0	-0		γs=	
14				0	0,00%	0.00	0	-0			
15				0	0,00%	0.00	0	-0			
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-3118.1689387646	0	Αντοχές (MPa)		
				min	-0.007713				fck=	29.50	fcd=
							a=	1.08	λ=	1.00	
							1.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
							2.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
							3.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
							4.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
							5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
							15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 122: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 9 για το δοκίμιο αναφοράς 6 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[9]							
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-671.77	-0.0035	25.08	11791.17	-8087.36					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-839.71			
1	63.000	4	28	2463.01	-0,77%	-422.00	-1039.3896462549	208.5708556818					
2	149.33	2	28	1231.5	-0,71%	-422.00	-519.6948231274	-104.2854278409	N _{εξωτ}	8673.00	Διαφορά:	0.00	
3	361.67	2	28	1231.5	-0,57%	-422.00	-519.6948231274	104.2854278409	Τελική αξονική		N =	8673.00	
4	637.00	4	28	2463.01	-0,39%	-422.00	-1039.3896462549	-208.5708556818	Τελική ροπή		M =	-8087.36	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	700.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	700.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	29.50	fcd=	25.08	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-3118.1689387646	0	2.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
				min	-0.007713				3.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
									4.00	f _{yk} =	422.00	f _{yd} =	422.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 123: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	29.50	21.50	2.33	31.83	-529.17	700.00	-11791.17	-519.69	-1039.39	8673.00	10232.08

για κανονική ανοχή σκυροδέματος												
EC												
Specimen	x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$					
ID	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)					
Reference	-	-	-	-	-	-	-					

Πίνακας Υπολογισμών 124: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος									
cfp	$k=(h-x)/(h-x_N)$								
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{ll,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$	
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)	
-7246.66	1.27	2.00	-5688.12	-5688.12	868.24	Type III	355.30	3161.28	

για κανονική ανοχή σκυροδέματος									
EC	$k=(h-x)/(h-x_N)$								
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	$V_{ll,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$	
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)	
-8087.36	1.27	2.00	-6348.01	-6348.01	868.24	-	-	-	

Πίνακας Υπολογισμών 125: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		Type III		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		P_u (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / P_u (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{III}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	one side number of stirrups #14D + 1#14D	172.00 stirrups at a distance of mm	other side number of stirrups #14D - 1#14D	uniformly stirrups at a 14D /
489.13		488.64		868.24		-796.34		0.92	26284.25	172.00	7.00	181.00	7.00
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		P_u (KN)	V_f (KN)	V_{f-ec2} / P_u (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)		στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #14D + 1#14D			
-		-		868.24		-22218.02		25.59	700.00	175.00	8.00	-	-
P_u (KN)		CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)		στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #14D + 1#14D						
868.24		796.34	22218.02			1050.00	168.00	12.00	-	-			

Παράρτημα Χ

Πίνακας Υπολογισμών 126: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 10 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο: [10]									
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00			
				-251.79	-0.0035	21.58	815.08	-163.75	x =	-48.52			
α/α	y	#Φ	Φ	As	εi	σι	Fi	Mi	x _N =	-251.79			
1	0.000	0			0,00%	0.00	0	-0					
2	35.00	2	10	157.08	-0,51%	-500.00	-78.5398163397	-3.1415926536	N _{εξωτ}	658.00	Διαφορά:	0.00	
3	0.00	0			0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική				
4	115.00	2	10	157.08	-0,40%	-500.00	-78.5398163397	-3.1415926536	Τελική ροπή				
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	150.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	150.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	20.00	fcd=	21.58	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-157.0796326795	-6.2831853072	2.00	fyk=	500.00	fyd=	500.00
				min	-0.005099				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	500.00	fyd=	500.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 127: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 10 για το δοκίμιο αναφοράς και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[10]
Δομ. Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-319.64	-0.0035	17.00	815.08	-191.40					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-399.55			
1	0.000	0			0,00%	0.00	0	-0					
2	35.00	2	10	157.08	-0,51%	-500.00	-78.5398163397	-3.1415926536	N _{εξωτ}	658.00	Διαφορά:	0.00	
3	0.00	0			0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	658.00	
4	115.00	2	10	157.08	-0,40%	-500.00	-78.5398163397	-3.1415926536	Τελική ροπή		M =	-197.68	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	150.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	150.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	20.00	fcd=	17.00	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-157.0796326795	-6.2831853072	2.00	fyk=	500.00	fyd=	500.00
				min	-0.005099				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	500.00	fyd=	500.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 128: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = ft0(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	20.00	12.00	1.58	21.58	-251.79	150.00	-815.08	-78.54	-78.54	658.00	658.00

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-399.55	150.00	815.08	-78.54	-78.54	658.00	658.00

Πίνακας Υπολογισμών 129: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

										$k = (h-x)/(h-x_N)$
										0.49
cfp	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$		
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)		(KN)
(KN*m)										
-170.03	0.48	4.17	-354.23	-708.45	658.00	Type II	6.74	218.51		

										$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
EC	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	(KN)	(KN)			
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	m		(KN)	(KN)	(KN)						
(KN*m)											
-197.68	0.48	4.17	-411.83	-823.67	658.00	-	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 130: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance	at a distance	Location 2		Location 3			at a distance			
Pu (KN)	Pf – cfp	Pf – cfp / Pu	Asw	d	2.5*d	287.50	Asw	b	stirrups	27.00	Asw	d	stirrups	23.00	
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	# 6D / d	# 6D /	(mm ²)	(mm)	# 6D / d	# 6D /	(mm ²)	(mm)	# 6D / d	# 6D /	
658.00	-37.78	0.06	708.45	115.00	27.00	4.00	708.45	150.00	27.00	5.00	644.05	150.00	23.00	6.00	
		medium ductility		στο lcr	εκτός lcr										
Pu (KN)	Pf – ec2	Pf – ec2 / Pu	Lcr = h	διάστημα	number of	ανά διάστημα									
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	s	stirrups	2*s									
658.00	-308.87	0.47	150.00	37.50	#8D + 1#8D	75.00	-	-	-	-	-	-	-	-	
		high ductility		στο lcr	εκτός lcr										
Pu (KN)	CPF	EC	Lcr = 1.5 * h	διάστημα	number of	ανά διάστημα									
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	s	stirrups	2*s									
658.00	37.78	308.87	225.00	37.50	#8D + 1#8D	75.00	-								

Παράρτημα XI

Πίνακας Υπολογισμών 131: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path		ΑΝΤΟΧΗ ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[11]
Δομ. Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00			
				-149.72	-0.0035	37.71	2286.88	-634.29	x =	-7.00			
a/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-149.72			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	2	9	127.235	-1,14%	-420.00	-53.4384910376	-7.3477925177	N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3					0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	2180.00	
4	340.00	2	9	127.235	-0,50%	-420.00	-53.4384910376	-7.3477925177	Τελική ροπή		M =	-648.98	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	37.71	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-106.8769820751	-14.6955850353	2.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
				min	-0.011448				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 132: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 1 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-189.80	-0.0035	29.75	2286.88	-680.12					
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =				
1					0,00%	0.00	0	-0	-237.25				
2	65.00	2	9	127.235	-1,14%	-420.00	-53.4384910376	-7.3477925177	N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3					0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	2180.00	
4	340.00	2	9	127.235	-0,50%	-420.00	-53.4384910376	-7.3477925177	Τελική ροπή		M =	-694.82	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0					
14				0	0,00%	0.00	0	-0					
15				0	0,00%	0.00	0	-0					
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-106.8769820751	-14.6955850353	Ανοχές (MPa)				
				min	-0.011448				fck=	35.00	fcd=	29.75	
									a=	0.85	λ=	0.80	
									1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
									3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 133: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-149.72	405.00	-2286.88	-53.44	-53.44	2180.00	2180.00

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-237.25	405.00	2286.88	-53.44	-53.44	2180.00	2180.00

Πίνακας Υπολογισμών 134: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

										$k=(h-x)/(h-x_N)$	
										0.74	
cfp	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$			
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)			
(KN*m)											
-648.98	0.62	1.81	-1055.26	-2110.51	840.71	Type III	138.81	605.21			

										$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$		$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$	
EC	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	(KN)	(KN)					
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	m		(KN)	(KN)	(KN)								
(KN*m)													
-694.82	0.62	1.81	-1129.78	-2259.56	840.71	-	-	-					

Πίνακας Υπολογισμών 135: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / Pu (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{III}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	one side number of stirrups #8D + 1#8D	92.00 stirrups at a distance of mm	other side number of stirrups #8D - 1#8D	uniformly stirrups at a 8D /
117.99		117.87		840.71	-20.59	0.02	4534.25	92.00	6.00	102.00	6.00
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) (2.5d - \alpha_v) / (1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	Vf (KN)	V_{f-ec2} / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D	-	-
-		-		840.71	-132.27	0.16	405.00	72.00	10.00	-	-
				Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D	-	-
				840.71	20.59	132.27	607.50	54.00	22.00	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 136: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[11]
Δομ.Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00			
				-149.72	-0.0035	37.71	2286.88	-634.29	x =	-7.00			
a/α	y	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	x _N =	-149.72			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	2	9	127.235	-1,14%	-420.00	-53.4384910376	-7.3477925177	Nεξωτ	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3					0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	2180.00	
4	340.00	2	9	127.235	-0,50%	-420.00	-53.4384910376	-7.3477925177	Τελική ροπή		M =	-648.98	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	37.71	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-106.8769820751	-14.6955850353	2.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
				min	-0.011448				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 137: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 2 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ								
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]						
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης						
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc				
				-189.80	-0.0035	29.75	2286.88	-680.12				
a/a	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-237.25		
1					0,00%	0.00	0	-0				
2	65.00	2	9	127.235	-1,14%	-420.00	-53.4384910376	-7.3477925177	N _{εξωτ}	2180.00		
3					0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική			
4	340.00	2	9	127.235	-0,50%	-420.00	-53.4384910376	-7.3477925177	Τελική ροπή			
5				0	0,00%	0.00	0	-0	N =			
6				0	0,00%	0.00	0	-0	2180.00			
7				0	0,00%	0.00	0	-0	M =			
8				0	0,00%	0.00	0	-0	-694.82			
9				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00		
11				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00		
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.			
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γc=			
14				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00			
15				0	0,00%	0.00	0	-0	γs=			
				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00			
				Αντοχές (MPa)								
				fck=		35.00	fcd=		29.75			
				a=		0.85	λ=		0.80			
				1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00				
				3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				4.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00				
				5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
				15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00				
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-106.8769820751	-14.6955850353				
				min	-0.011448							

Πίνακας Υπολογισμών 138: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-149.72	405.00	-2286.88	-53.44	-53.44	2180.00	2180.00

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-237.25	405.00	2286.88	-53.44	-53.44	2180.00	2180.00

Πίνακας Υπολογισμών 139: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = k \cdot 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$	$k = (h-x) / (h-x_N)$
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)	0.74
-648.98	0.78	2.29	-832.03	-1664.06	840.71	Type III	138.81	605.21	

EC									
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$	
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)	
-694.82	0.78	2.29	-890.79	-1781.58	840.71	-	-	-	

Πίνακας Υπολογισμών 140: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5d)})(2.5d - \alpha_v)/(1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / Pu (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{III}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	one side number of stirrups #8D + 1#8D	73.00 stirrups at a distance of mm	other side number of stirrups #8D - 1#8D	uniformly stirrups at a 8D /
117.99		117.87		840.71	-21.33	0.03	3575.08	73.00	10.00	77.00	10.00
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)		$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5d)})(2.5d - \alpha_v)/(1.5d)$ (KN*m)		Pu (KN)	Vf (KN)	V_{f-ec2} / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D		
-		-		840.71	-164.45	0.20	405.00	72.00	10.00	-	-
				Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	στο lcr διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D		
				840.71	21.33	164.45	607.50	54.00	22.00	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 141: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[11]
Δομ. Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00			
				-151.36	-0.0035	37.71	2311.95	-643.14	x =	-8.64			
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-151.36			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	2	10	157.08	-1,14%	-420.00	-65.9734457254	-9.0713487872	Nεξωτ	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3					0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	2180.00	
4	340.00	2	10	157.08	-0,50%	-420.00	-65.9734457254	-9.0713487872	Τελική ροπή		M =	-661.28	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	37.71	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-131.9468914508	-18.1426975745	2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
				min	-0.011362				3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 142: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 3 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-191.88	-0.0035	29.75	2311.95	-689.98					
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-239.85			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	2	10	157.08	-1,14%	-420.00	-65.9734457254	-9.0713487872	N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3					0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	2180.00	
4	340.00	2	10	157.08	-0,50%	-420.00	-65.9734457254	-9.0713487872	Τελική ροπή		M =	-708.12	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	29.75	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-131.9468914508	-18.1426975745	2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
				min	-0.011362				3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 143: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen ID	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$ (MPa)	$f_{ck} = f_c - 8$ (MPa)	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$ (MPa)	$\sigma_a = f_c + f_t $ (MPa)	x (mm)	b (mm)	$F_c = xb\sigma_a$ (KN)	F's (KN)	Fs (KN)	N (KN)	$F_c + F's - Fs = N$ (KN)
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-151.36	405.00	-2311.95	-65.97	-65.97	2180.00	2180.00

EC													
Specimen ID							x (mm)	b (mm)	$F_c = \lambda x b f_{cd}$ (KN)	F's (KN)	Fs (KN)	N (KN)	$F_c + F's - Fs = N$ (KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-239.85	405.00	2311.95	-65.97	-65.97	2180.00	2180.00

Πίνακας Υπολογισμών 144: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp										$k = (h-x)/(h-x_N)$
Mf = $F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$ (KN*m)										0.74
α_v (m)	α_v / d	Vf (KN)	Pf - cfp (KN)	Pu (KN)	Type	$V_{ll,1} = k * 0.5 b d f_t$ (KN)	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$ (KN)			
0.99	2.91	-667.96	-1335.92	738.40	Type II	138.95	611.84			

EC										$V_{ll,1} = 0.5 b d f_t$ (KN)	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$ (KN)
Mf = $F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$ (KN*m)											
α_v (m)	α_v / d	Vf (KN)	Pf - ec2 (KN)	Pu (KN)	Type						
0.99	2.91	-715.28	-1430.55	738.40	-	-	-				

Πίνακας Υπολογισμών 145: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance	at a distance	Location 2		at a distance	Location 3		at a distance		
Pu (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)	Asw (mm ²)	d (mm)	2.5*d stirrups # 8D / d	850.00 # 8D /	Asw (mm ²)	b (mm)	2.5*d stirrups # 8D / d	28.00 # 8D /	Asw (mm ²)	1.5*d (mm)	2.5*d stirrups # 8D / d	25.00 # 8D /
738.40	-16.19	0.02	1335.92	340.00	28.00	12.00	1335.92	405.00	28.00	14.00	1214.47	510.00	25.00	20.00
στο lcr														
Pu (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D									
738.40	-115.60	0.16	405.00	80.00	10.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
στο lcr														
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D									
738.40	16.19	115.60	607.50	60.00	20.00	-	-							

Πίνακας Υπολογισμών 146: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00			
				-153.17	-0.0035	37.71	2339.66	-652.97	x =	-8.64			
a/a	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-153.17			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	2	11	190.066	-1,13%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326	Nεξωτ	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3					0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	2180.00	
4	340.00	2	11	190.066	-0,50%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326	Τελική ροπή		M =	-674.92	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
12				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	37.71	
13				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
15				0	0,00%	0.00	0	-0	2.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-159.6557386554	-21.9526640651	3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
				min	-0.011269				4.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 147: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 4 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[11]
Δομ. Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc
				-194.18	-0.0035	29.75	2339.66	-700.94
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi
1					0,00%	0.00	0	-0
2	65.00	2	11	190.066	-1,13%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326
3					0,00%	0.00	0	-0
4	340.00	2	11	190.066	-0,50%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326
5				0	0,00%	0.00	0	-0
6				0	0,00%	0.00	0	-0
7				0	0,00%	0.00	0	-0
8				0	0,00%	0.00	0	-0
9				0	0,00%	0.00	0	-0
10				0	0,00%	0.00	0	-0
11				0	0,00%	0.00	0	-0
12				0	0,00%	0.00	0	-0
13				0	0,00%	0.00	0	-0
14				0	0,00%	0.00	0	-0
15				0	0,00%	0.00	0	-0
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-159.6557386554	-21.9526640651
				min	-0.011269			

x = -242.73

N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00
Τελική αξονική		N =	2180.00
Τελική ροπή		M =	-722.89

Διαστ. (mm)	
b=	405.00
h=	405.00

Συντ. Ασφ.	
γc=	1.00
γs=	1.00

Αντοχές (MPa)			
fck=	35.00	fcd=	29.75
a=	0.85	λ=	0.80

1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
4.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 148: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-153.17	405.00	-2339.66	-79.83	-79.83	2180.00	2180.00

EC													
cfp													
Specimen							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-242.73	405.00	2339.66	-79.83	-79.83	2180.00	2180.00

Πίνακας Υπολογισμών 149: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμών για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

										$k=(h-x)/(h-x_N)$	
										0.74	
										$V_{II,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
cfp		α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1}$ (KN)	$V_{II,2}$ (KN)		
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$		m		(KN)	(KN)	(KN)					
(KN*m)											
-674.92		1.22	3.59	-553.21	-1106.43	627.20	Type II	138.50	-619.18		

										$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
										(KN)	(KN)
EC		α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1}$ (KN)	$V_{II,2}$ (KN)		
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$		m		(KN)	(KN)	(KN)					
(KN*m)											
-722.89		1.22	3.59	-592.54	-592.54	627.20	-	-	-		

Πίνακας Υπολογισμών 150: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance 2.5*d	at a distance 850.00	Location 2	Location 3	at a distance 2.5*d		
Pu (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)	Asw (mm ²)	d (mm)	stirrups # 8D / d	24.00 # 8D /	Asw (mm ²)	Asw (mm ²)	1.5*d (mm)	stirrups # 8D / d	21.00 # 8D /
627.20	-21.77	0.03	1106.43	340.00	24.00	14.00	Επαρκεί	1005.84	510.00	21.00	24.00
			medium ductility	στο lcr	number of						
Pu (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)	Lcr = h (mm)	διάστημα s (mm)	stirrups #8D + 1#8D						
627.20	-42.74	0.07	405.00	88.00	10.00	-	-	-	-	-	-
			high ductility	στο lcr	number of						
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	Lcr = 1.5 * h (mm)	διάστημα s (mm)	stirrups #8D + 1#8D						
627.20	21.77	42.74	607.50	66.00	18.00	-	-				

Πίνακας Υπολογισμών 151: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 5 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[11]
Δομ. Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00			
				-153.17	-0.0035	37.71	2339.66	-652.97	x =	-8.64			
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-153.17			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	2	11	190.066	-1,13%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326	N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3					0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική		N =	2180.00	
4	340.00	2	11	190.066	-0,50%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326	Τελική ροπή		M =	-674.92	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	Συνρ. Ασφ.		
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γc=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0			γs=	1.00	
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Ανοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	37.71	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-159.6557386554	-21.9526640651	2.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
				min	-0.011269				3.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									4.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 152: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 5 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[11]
Δομ. Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc
				-194.18	-0.0035	29.75	2339.66	-700.94
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi
1					0,00%	0.00	0	-0
2	65.00	2	11	190.066	-1,13%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326
3					0,00%	0.00	0	-0
4	340.00	2	11	190.066	-0,50%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326
5				0	0,00%	0.00	0	-0
6				0	0,00%	0.00	0	-0
7				0	0,00%	0.00	0	-0
8				0	0,00%	0.00	0	-0
9				0	0,00%	0.00	0	-0
10				0	0,00%	0.00	0	-0
11				0	0,00%	0.00	0	-0
12				0	0,00%	0.00	0	-0
13				0	0,00%	0.00	0	-0
14				0	0,00%	0.00	0	-0
15				0	0,00%	0.00	0	-0
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-159.6557386554	-21.9526640651
				min	-0.011269			

x = -242.73

N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00
Τελική αξονική		N =	2180.00
Τελική ροπή		M =	-722.89

Διαστ. (mm)	
b=	405.00
h=	405.00

Συντ. Ασφ.	
γc=	1.00
γs=	1.00

Ανοχές (MPa)			
fck=	35.00	fcd=	29.75
a=	0.85	λ=	0.80

1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
4.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 153: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp Specimen ID	f_{t0}	fck0	fc' (MPa)	$f_{ck} = f_c - 8$ (MPa)	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$ (MPa)	$\sigma_a = f_c + f_t $ (MPa)	x (mm)	b (mm)	$F_c = xb\sigma_a$ (KN)	F's (KN)	Fs (KN)	N (KN)	$F_c + F's - Fs = N$ (KN)
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-153.17	405.00	-2339.66	-79.83	-79.83	2180.00	2180.00

EC													
Specimen ID							x (mm)	b (mm)	$F_c = \lambda x b f_{cd}$ (KN)	F's (KN)	Fs (KN)	N (KN)	$F_c + F's - Fs = N$ (KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-242.73	405.00	2339.66	-79.83	-79.83	2180.00	2180.00

Πίνακας Υπολογισμών 154: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp						
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$ (KN*m)	α_v (m)	α_v / d	Vf (KN)	Pf - cfp (KN)	Pu (KN)	Type
-674.92	1.76	5.18	-383.48	-766.96	435.93	Type I

EC						
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$ (KN*m)	α_v (m)	α_v / d	Vf (KN)	Pf - ec2 (KN)	Pu (KN)	Type
-722.89	1.76	5.18	-410.73	-821.47	435.93	-

Πίνακας Υπολογισμών 155: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type I		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
435.93	-766.96	1.76
Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
435.93	-821.47	1.88
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
435.93	766.96	821.47

Πίνακας Υπολογισμών 156: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 6 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΦΗ						
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]				
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης				
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00
				-153.17	-0.0035	37.71	2339.66	-652.97	x =	-8.64
a/a	y	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	X _N =	-153.17
1					0,00%	0.00	0	-0		
2	65.00	2	11	190.066	-1,13%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326	Nεξωτ	2180.00
3					0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική	N = 2180.00
4	340.00	2	11	190.066	-0,50%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326	Τελική ροπή	M = -674.92
5				0	0,00%	0.00	0	-0		
6				0	0,00%	0.00	0	-0		
7				0	0,00%	0.00	0	-0		
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0		
12				0	0,00%	0.00	0	-0		
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08
									λ=	1.00
									1.00	fyk= 0.00
									2.00	fyk= 420.00
									3.00	fyk= 0.00
									4.00	fyk= 420.00
									5.00	fyk= 0.00
									6.00	fyk= 0.00
									7.00	fyk= 0.00
									8.00	fyk= 0.00
									9.00	fyk= 0.00
									10.00	fyk= 0.00
									11.00	fyk= 0.00
									12.00	fyk= 0.00
									13.00	fyk= 0.00
									14.00	fyk= 0.00
									15.00	fyk= 0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-159.6557386554	-21.9526640651	fyd= 0.00	
				min	-0.011269				fyd= 420.00	

Πίνακας Υπολογισμών 157: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 6 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-194.18	-0.0035	29.75	2339.66	-700.94					
a/a	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-242.73			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	2	11	190.066	-1,13%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326	N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3					0,00%	0.00	0	-0	Τελική αξονική			N =	2180.00
4	340.00	2	11	190.066	-0,50%	-420.00	-79.8278693277	-10.9763320326	Τελική ροπή			M =	-722.89
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	29.75	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-159.6557386554	-21.9526640651	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
				min	-0.011269				2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
									3.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									4.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 158: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp			f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_c = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_c$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
ID													
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-153.17	405.00	-2339.66	-79.83	-79.83	2180.00	2180.00

EC													
Specimen							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-242.73	405.00	2339.66	-79.83	-79.83	2180.00	2180.00

Πίνακας Υπολογισμών 159: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp						
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v			V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)
Type						
-674.92	1.76	5.18		-383.48	-766.96	155.69
Type I						

EC						
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v			V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)
Type						
-722.89	1.76	5.18		-410.73	-821.47	155.69
-						

Πίνακας Υπολογισμών 160: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type I		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
155.69	-766.96	4.93
Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
155.69	-821.47	5.28
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
155.69	766.96	821.47

Πίνακας Υπολογισμών 161: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 7 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ								
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]						
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης						
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00		
				-148.94	-0.0035	37.71	2275.00	-630.11	x =	-6.22		
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-148.94		
1					0,00%	0.00	0	-0				
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Nεξωτ	2180.00		
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική			
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή			
5				0	0,00%	0.00	0	-0	N =	2180.00		
6				0	0,00%	0.00	0	-0	M =	-636.64		
7				0	0,00%	0.00	0	-0				
8				0	0,00%	0.00	0	-0				
9				0	0,00%	0.00	0	-0				
10				0	0,00%	0.00	0	-0				
11				0	0,00%	0.00	0	-0				
12				0	0,00%	0.00	0	-0				
13				0	0,00%	0.00	0	-0				
14				0	0,00%	0.00	0	-0				
15				0	0,00%	0.00	0	-0				
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268				
				min	-0.01149							
								Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
								b=	405.00	γc=	1.00	
								h=	405.00	γs=	1.00	
								Αντοχές (MPa)				
								fck=	35.00	fcd=	37.71	
								a=	1.08	λ=	1.00	
								1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								2.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
								3.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
								4.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
								5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
								15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 162: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 7 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ											
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]									
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης									
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc							
				-188.82	-0.0035	29.75	2275.00	-675.47							
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-236.02					
1					0,00%	0.00	0	-0							
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00			
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική			N =	2180.00		
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή			M =	-682.00		
5				0	0,00%	0.00	0	-0							
6				0	0,00%	0.00	0	-0							
7				0	0,00%	0.00	0	-0							
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0							
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)						
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	29.75			
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80			
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268	2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00		
				min	-0.01149				3.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00	4.00	f _{yk} =
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00		

Πίνακας Υπολογισμών 163: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ανοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-148.94	405.00	-2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-236.02	405.00	2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

Πίνακας Υπολογισμών 164: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

										$k=(h-x)/(h-x_N)$
										0.74
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v			V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)			$V_{II,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)	Type		(KN)	(KN)
-636.64	0.69	2.03		-922.67	-1845.34	711.72	Type III		138.75	602.07

										$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v			V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)			(KN)	(KN)	
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)	Type				
-682.00	0.69	2.03		-988.40	-1976.81	711.72	-		-	-	

Πίνακας Υπολογισμών 165: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

cfp		Type III				one side	81.00	other side	uniformly
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)	$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) / (2.5d - \alpha_v) (1.5d)$ (KN*m)	Pu (KN)	V_{III-cr} (KN)	V_{III-cr} / Pu (KN)	$A_{sv,III} = 2 * (M_f - M_{III}) / (a_v * f_{yv})$ (mm ²)	number of stirrups #8D + 1#8D	distance of stirrups at a mm	number of stirrups #8D - 1#8D	stirrups at a 8D /
117.93	117.81	711.72	-21.40	0.03	3976.05	81.00	8.00	86.00	8.00
EC		medium ductility				στο lcr	διάστημα	number of	
$M_{II}^{(2.5d)} = (2.5d) \min(V_{II,1}, V_{II,2})$ (KN*m)	$M_{III} = M_{II}^{(2.5d)} + (M_f - M_{II}^{(2.5)}) / (2.5d - \alpha_v) (1.5d)$ (KN*m)	Pu (KN)	Vf (KN)	V_{f-ec2} / Pu (KN)	Lcr = h (mm)	s (mm)	stirrups #8D + 1#8D		
-	-	711.72	-68.76	0.10	405.00	48.00	16.00	-	-
		Pu	CPF	EC	high ductility	στο lcr	διάστημα	number of	
		(KN)	(KN)	(KN)	Lcr = 1.5 * h (mm)	s (mm)	stirrups #8D + 1#8D		
		711.72	21.40	68.76	607.50	36.00	32.00	-	-

Πίνακας Υπολογισμών 166: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 8 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ						
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]				
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης				
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00
				-148.94	-0.0035	37.71	2275.00	-630.11	x =	-6.22
a/a	y	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	x _N =	-148.94
1					0,00%	0.00	0	-0		
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	N _{εξωτ}	2180.00
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική N = 2180.00	
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή M = -636.64	
5				0	0,00%	0.00	0	-0		
6				0	0,00%	0.00	0	-0		
7				0	0,00%	0.00	0	-0		
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b =	405.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h =	405.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.	
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc = 1.00	
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs = 1.00	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	fck =	35.00
									fcd =	37.71
									a =	1.08
									λ =	1.00
									1.00	fyk = 0.00
									2.00	fyd = 0.00
									3.00	fyk = 420.00
									4.00	fyd = 420.00
									5.00	fyk = 420.00
									6.00	fyd = 420.00
									7.00	fyk = 0.00
									8.00	fyd = 0.00
									9.00	fyk = 0.00
									10.00	fyd = 0.00
									11.00	fyk = 0.00
									12.00	fyd = 0.00
									13.00	fyk = 0.00
									14.00	fyd = 0.00
									15.00	fyk = 0.00
										fyd = 0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268		
				min	-0.01149					

Πίνακας Υπολογισμών 167: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 8 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-188.82	-0.0035	29.75	2275.00	-675.47					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-236.02			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	N _{εξωτ}	2180.00			
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική				
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή				
5				0	0,00%	0.00	0	-0	N = 2180.00				
6				0	0,00%	0.00	0	-0	M = -682.00				
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.				
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc= 1.00				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs= 1.00				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
15				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00			
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268	a=	0.85	λ=	0.80	
				min	-0.01149				1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									2.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									3.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									4.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 168: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp		fc'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xb\sigma_a$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$	
Specimen ID	f_{t0}	fck0	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-148.94	405.00	-2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

EC												
cfp		x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$				
Specimen ID		(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)				
Reference	-	-	-	-	-	-236.02	405.00	2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

Πίνακας Υπολογισμών 169: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp							$k=(h-x)/(h-x_N)$ 0.74			
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	$V_{II,1} = k \cdot 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$			
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)			
-636.64	0.94	2.76	-677.28	-1354.56	604.96	Type II	138.75	-602.07		

EC							$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$		$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	(KN)	(KN)		
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)		
-682.00	0.94	2.76	-725.53	-1451.06	604.96	-	-	-	

Πίνακας Υπολογισμών 170: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance 2.5*d		at a distance 850.00		Location 2		at a distance 2.5*d		Location 3		at a distance 2.5*d	
Pu (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)	Asw (mm ²)	d (mm)	stirrups # 8D / d	28.00 # 8D /	Asw (mm ²)	b (mm)	stirrups # 8D / d	28.00 # 8D /	Asw (mm ²)	1.5*d (mm)	stirrups # 8D / d	25.00 # 8D /		
604.96	-8.65	0.01	1354.56	340.00	28.00	12.00	1354.56	405.00	28.00	14.00	1231.41	510.00	25.00	20.00		
στο lcr																
Pu (KN)	Pf – ec2 (KN)	Pf – ec2 / Pu (KN)	medium ductility Lcr = h (mm)	διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D											
604.96	-74.10	0.12	405.00	48.00	16.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
στο lcr																
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)	high ductility Lcr = 1.5 * h (mm)	διάστημα s (mm)	number of stirrups #8D + 1#8D											
604.96	8.65	74.10	607.50	36.00	32.00	-	-									

Πίνακας Υπολογισμών 171: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 9 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00			
				-148.94	-0.0035	37.71	2275.00	-630.11	x =	-6.22			
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-148.94			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Nεξωτ	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική				
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή				
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Ανοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	37.71	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268	2.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
				min	-0.01149				3.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									4.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 172: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 9 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ								
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]						
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης						
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc				
				-188.82	-0.0035	29.75	2275.00	-675.47				
a/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-236.02		
1					0,00%	0.00	0	-0				
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	N _{εξωτ}	2180.00		
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική			
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή			
5				0	0,00%	0.00	0	-0				
6				0	0,00%	0.00	0	-0				
7				0	0,00%	0.00	0	-0				
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)			
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00		
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00		
11				0	0,00%	0.00	0	-0				
12				0	0,00%	0.00	0	-0				
13				0	0,00%	0.00	0	-0				
14				0	0,00%	0.00	0	-0				
15				0	0,00%	0.00	0	-0				
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268				
				min	-0.01149							
								Αντοχές (MPa)				
								fck=	35.00	fcd=	29.75	
								a=	0.85	λ=	0.80	
								1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
								3.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
								4.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
								5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
								15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 173: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική ατοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen		$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$	
ID	f_{t0}	f_{ck0}	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-148.94	405.00	-2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

EC													
Specimen													
ID						x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$	
ID						(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-236.02	405.00	2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

Πίνακας Υπολογισμών 174: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

										$k = (h-x)/(h-x_N)$	
cfp										0.74	
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v		V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)					$V_{II,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)
-636.64	1.24	3.63	-515.50	-1031.00	475.96	Type II	138.75	602.07			

										$k = (h-x)/(h-x_N)$	
EC										0.74	
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v		V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)					$V_{II,1} = 0.5 b d f_t$	$V_{II,2} = F_c (1 - 1 / (1 + 5 f_t / f_c))$
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)		(KN)	(KN)
-682.00	1.24	3.63	-552.23	-1104.45	475.96	-	-	-			

Πίνακας Υπολογισμών 175: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance	at a distance	Location 2		Location 3		at a distance	
Pu (KN)	Pf – cfp	Pf – cfp / Pu	Asw	d	2.5*d	850.00	Asw	b	Asw	1.5*d	stirrups	19.00
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	# 8D / d	# 8D /	(mm ²)	(mm)	(mm ²)	(mm)	# 8D / d	# 8D /
475.96	-12.52	0.03	1031.00	340.00	22.00	15.00	Επαρκεί	405.00	937.27	510.00	19.00	26.00
				στο lcr								
			medium ductility	διάστημα	number of							
Pu (KN)	Pf – ec2	Pf – ec2 / Pu	Lcr = h	s	stirrups							
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	(mm)	#8D + 1#8D							
475.96	-42.93	0.09	405.00	48.00	16.00	-	-	-	-	-	-	-
				στο lcr								
			high ductility	διάστημα	number of							
Pu	CPF	EC	Lcr = 1.5 * h	s	stirrups							
(KN)	(KN)	(KN)	(mm)	(mm)	#8D + 1#8D							
475.96	12.52	42.93	607.50	36.00	32.00	-	-					

Πίνακας Υπολογισμών 176: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 10 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ						
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]				
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης				
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00
				-148.94	-0.0035	37.71	2275.00	-630.11	x =	-6.22
a/a	y	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	x _N =	-148.94
1					0,00%	0.00	0	-0		
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	N _{εξωτ}	2180.00
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική	
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή	
5				0	0,00%	0.00	0	-0		
6				0	0,00%	0.00	0	-0		
7				0	0,00%	0.00	0	-0		
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.	
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc= 1.00	
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs= 1.00	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00
									a=	1.08
									λ=	1.00
									1.00	fyk= 0.00
									2.00	fyk= 420.00
									3.00	fyk= 420.00
									4.00	fyk= 420.00
									5.00	fyk= 0.00
									6.00	fyk= 0.00
									7.00	fyk= 0.00
									8.00	fyk= 0.00
									9.00	fyk= 0.00
									10.00	fyk= 0.00
									11.00	fyk= 0.00
									12.00	fyk= 0.00
									13.00	fyk= 0.00
									14.00	fyk= 0.00
									15.00	fyk= 0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268		
				min	-0.01149					

Πίνακας Υπολογισμών 177: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 10 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-188.82	-0.0035	29.75	2275.00	-675.47					
α/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-236.02			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική		N =	2180.00	
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή		M =	-682.00	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συνρ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	29.75	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85	λ=	0.80	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268	2.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
				min	-0.01149				3.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									4.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 178: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp			f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_t(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$
Specimen	f_{t0}	fck0	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
ID													
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-148.94	405.00	-2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

EC													
Specimen							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	F's	Fs	N	$F_c + F's - Fs = N$
ID							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-236.02	405.00	2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

Πίνακας Υπολογισμών 179: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp							$k = (h-x)/(h-x_N)$ 0.74			
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v		Vf	Pf - cfp	Pu (KN)		$V_{ll,1} = k * 0.5 b d f_t$	$V_{ll,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$		
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)	(KN)	
-636.64	1.57	4.60	-406.80	-813.60	324.72	Type II	138.75	-602.07		

EC							$V_{ll,1} = 0.5 b d f_t$			
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + Fs)(h/2 - d')$	α_v		Vf	Pf - ec2	Pu (KN)		$V_{ll,2} = F_c (1 - 1/(1 + 5 f_t /f_c))$			
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)	Type	(KN)	(KN)	(KN)	
-682.00	1.57	4.60	-435.78	-871.56	324.72	-	-	-	-	

Πίνακας Υπολογισμών 180: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type II			Location 1		at a distance	at a distance	Location 2	Location 3	at a distance		
Pu (KN)	Pf – cfp	Pf – cfp / Pu	Asw	d	2.5*d	937.50	Asw	Asw	1.5*d	2.5*d	15.00
(KN)	(KN)	(KN)	(mm ²)	(mm)	stirrups	18.00	(mm ²)	(mm ²)	(mm)	stirrups	# 8D /
					# 8D / d	# 8D /				# 8D / d	# 8D /
324.72	-13.00	0.04	813.60	375.00	18.00	20.00	Επαρκεί	739.64	375.00	15.00	25.00
στο lcr											
Pu (KN)	Pf – ec2	Pf – ec2 / Pu	medium ductility	διάστημα	number of						
(KN)	(KN)	(KN)	Lcr = h	s	stirrups						
			(mm)	(mm)	#8D + 1#8D						
324.72	-26.73	0.08	405.00	48.00	16.00	-	-	-	-	-	-
στο lcr											
Pu	CPF	EC	high ductility	διάστημα	number of						
(KN)	(KN)	(KN)	Lcr = 1.5 * h	s	stirrups						
			(mm)	(mm)	#8D + 1#8D						
324.72	13.00	26.73	607.50	36.00	32.00	-	-				

Πίνακας Υπολογισμών 181: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 11 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ						
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]				
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης				
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	N _{εξωτ}	0.00
				-148.94	-0.0035	37.71	2275.00	-630.11	x =	-6.22
a/α	γ	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-148.94
1					0,00%	0.00	0	-0		
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	N _{εξωτ}	2180.00
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική	
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή	
5				0	0,00%	0.00	0	-0		
6				0	0,00%	0.00	0	-0		
7				0	0,00%	0.00	0	-0		
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.	
12				0	0,00%	0.00	0	-0	γc= 1.00	
13				0	0,00%	0.00	0	-0	γs= 1.00	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00
									a=	1.08
									λ=	1.00
									1.00	fyk= 0.00
									2.00	fyd= 0.00
									3.00	fyk= 420.00
									4.00	fyd= 420.00
									5.00	fyk= 420.00
									6.00	fyd= 420.00
									7.00	fyk= 0.00
									8.00	fyd= 0.00
									9.00	fyk= 0.00
									10.00	fyd= 0.00
									11.00	fyk= 0.00
									12.00	fyd= 0.00
									13.00	fyk= 0.00
									14.00	fyd= 0.00
									15.00	fyk= 0.00
										fyd= 0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268		
				min	-0.01149					

Πίνακας Υπολογισμών 182: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 11 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[11]
Δομ.Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc				
				-188.82	-0.0035	29.75	2275.00	-675.47				
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x =	-236.02		
1					0,00%	0.00	0	-0				
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική		N =	2180.00
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή		M =	-682.00
5				0	0,00%	0.00	0	-0				
6				0	0,00%	0.00	0	-0				
7				0	0,00%	0.00	0	-0				
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.	
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00
11				0	0,00%	0.00	0	-0				
12				0	0,00%	0.00	0	-0				
13				0	0,00%	0.00	0	-0				
14				0	0,00%	0.00	0	-0				
15				0	0,00%	0.00	0	-0				
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268	Αντοχές (MPa)			
				min	-0.01149				fck=	35.00	fcd=	29.75
						a=	0.85	λ=	0.80			
						1.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						2.00	fyk=	420.00	fyd=			420.00
						3.00	fyk=	420.00	fyd=			420.00
						4.00	fyk=	420.00	fyd=			420.00
						5.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						6.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						7.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						8.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						9.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						10.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						11.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						12.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						13.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						14.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00
						15.00	fyk=	0.00	fyd=			0.00

Πίνακας Υπολογισμών 183: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp			$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
ID													
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-148.94	405.00	-2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

EC													
Specimen							x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-236.02	405.00	2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

Πίνακας Υπολογισμών 184: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp							
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v			V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)	
Type							
-636.64	1.99	5.84		-320.73	-641.45	124.55	Type I

EC							
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v			V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	
(KN*m)	m	α_v / d		(KN)	(KN)	(KN)	
Type							
-682.00	1.99	5.84		-343.58	-687.15	124.55	-

Πίνακας Υπολογισμών 185: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type I		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
124.55	-641.45	5.15

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
124.55	-687.15	5.52

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
124.55	641.45	687.15

Πίνακας Υπολογισμών 186: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 12 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ									
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]							
Δομ. Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης							
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00			
				-148.94	-0.0035	37.71	2275.00	-630.11	x =	-6.22			
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-148.94			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Nεξωτ	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική		N =	2180.00	
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή		M =	-636.64	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	37.71	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268	2.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
				min	-0.01149				3.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									4.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 187: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 12 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[11]
Δομ. Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc					
				-188.82	-0.0035	29.75	2275.00	-675.47					
α/α	y	#Φ	Φ	As	εi	σι	Fi	Mi	x =	-236.02			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	N _{εξωτ}	2180.00			
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική N = 2180.00				
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή M = -682.00				
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)				
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00			
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00			
11				0	0,00%	0.00	0	-0	Συντ. Ασφ.				
12				0	0,00%	0.00	0	-0					
13				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
14				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00			
15				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	0.85			
									λ=	0.80			
									1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
									3.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
									4.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
									5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
									15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%								
				min	-0.01149	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268					

Πίνακας Υπολογισμών 188: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen		f_c'	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = x b \sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$	
ID	f_{t0}	f_{ck0}	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-148.94	405.00	-2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

EC													
Specimen													
ID						x	b	$F_c = \lambda x b f_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$	
						(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-236.02	405.00	2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

Πίνακας Υπολογισμών 189: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp							
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v		V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type	
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)		
-636.64	3.52	10.34	-181.12	-362.24	-778.44	Type I	

EC							
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v		V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type	
(KN*m)	m	α_v / d	(KN)	(KN)	(KN)		
-682.00	3.52	10.34	-194.03	-388.05	-778.44	-	

Πίνακας Υπολογισμών 190: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type I		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
-778.44	-362.24	0.47
Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
-778.44	-388.05	0.50
Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
778.44	362.24	388.05

Πίνακας Υπολογισμών 191: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 13 και επίλυση προβλήματος Θεωρίας Τ.Θ.Δ.

Compressive Force Path		ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ	
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.		Άρθρο:	[11]
Δομ. Μέλος	Δοκός	Μελετητής:	Αχιλλέας Θεοδωρούλης

Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc	Nεξωτ	0.00			
				-148.94	-0.0035	37.71	2275.00	-630.11	x =	-6.22			
α/α	y	#Φ	Φ	As	ει	σι	Fi	Mi	x _N =	-148.94			
1					0,00%	0.00	0	-0					
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Nεξωτ	2180.00	Διαφορά:	0.00	
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική		N =	2180.00	
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή		M =	-636.64	
5				0	0,00%	0.00	0	-0					
6				0	0,00%	0.00	0	-0					
7				0	0,00%	0.00	0	-0					
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.		
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00	
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00	
11				0	0,00%	0.00	0	-0					
12				0	0,00%	0.00	0	-0	Αντοχές (MPa)				
13				0	0,00%	0.00	0	-0	fck=	35.00	fcd=	37.71	
14				0	0,00%	0.00	0	-0	a=	1.08	λ=	1.00	
15				0	0,00%	0.00	0	-0	1.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268	2.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
				min	-0.01149				3.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									4.00	fyk=	420.00	fyd=	420.00
									5.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									6.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									7.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									8.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									9.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									10.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									11.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									12.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									13.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									14.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00
									15.00	fyk=	0.00	fyd=	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 192: Εισαγωγή δεδομένων άρθρου 11 για το δοκίμιο αναφοράς 13 και επίλυση προβλήματος Ευρωκώδικα

Eurocode				ANTOXH ΣΕ ΚΑΜΨΗ										
Σχεδιασμού Κατασκευών Ο.Σ.				Άρθρο:		[11]								
Δομ.Μέλος		Δοκός		Μελετητής:		Αχιλλέας Θεοδωρούλης								
Σκυρόδεμα				λx	εc	fcd	Fc	Mc						
				-188.82	-0.0035	29.75	2275.00	-675.47						
a/a	γ	#Φ	Φ	As	εi	σi	Fi	Mi	x =	-236.02				
1					0,00%	0.00	0	-0						
2	65.00	3	6	84.823	-1,15%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	N _{εξωτ}	2180.00	Διαφορά:	0.00		
3	202.50	2	6	56.5487	-0,83%	-420.00	-23.7504404611	3.2656855634	Τελική αξονική		N =	2180.00		
4	340.00	3	6	84.823	-0,50%	-420.00	-35.6256606917	-4.8985283451	Τελική ροπή		M =	-682.00		
5				0	0,00%	0.00	0	-0						
6				0	0,00%	0.00	0	-0						
7				0	0,00%	0.00	0	-0						
8				0	0,00%	0.00	0	-0	Διαστ. (mm)		Συντ. Ασφ.			
9				0	0,00%	0.00	0	-0	b=	405.00	γc=	1.00		
10				0	0,00%	0.00	0	-0	h=	405.00	γs=	1.00		
11				0	0,00%	0.00	0	-0						
12				0	0,00%	0.00	0	-0						
13				0	0,00%	0.00	0	-0						
14				0	0,00%	0.00	0	-0						
15				0	0,00%	0.00	0	-0						
Ακραίες Παραμορφώσεις				max	0.00%	Σ	-95.0017618446	-6.5313711268	Αντοχές (MPa)					
				min	-0.01149				fck=	35.00	fcd=	29.75		
						a=	0.85	λ=	0.80	1.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										2.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
										3.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
										4.00	f _{yk} =	420.00	f _{yd} =	420.00
										5.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										6.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										7.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										8.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										9.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										10.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										11.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										12.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										13.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										14.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00
										15.00	f _{yk} =	0.00	f _{yd} =	0.00

Πίνακας Υπολογισμών 193: Επίλυση εξισώσεων για διατήρηση ισορροπίας δυνάμεων της Θεωρίας Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

για κανονική αντοχή σκυροδέματος													
cfp													
Specimen	f_{t0}	f_{ck0}	$f_{c'}$	$f_{ck} = f_c - 8$	$f_t = f_{t0}(f_{ck}/f_{ck0})^{2/3}$	$\sigma_a = f_c + f_t $	x	b	$F_c = xbf\sigma_a$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
ID			(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	1.40	10.00	35.00	27.00	2.71	37.71	-148.94	405.00	-2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

EC													
Specimen													
ID							x	b	$F_c = \lambda xbf_{cd}$	$F's$	F_s	N	$F_c + F's - F_s = N$
							(mm)	(mm)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)	(KN)
Reference	-	-	-	-	-	-	-236.02	405.00	2275.00	-35.63	-35.63	2180.00	2203.75

Πίνακας Υπολογισμών 194: Εύρεση τέμνουσών και φόρτισης δοκιμίων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και του Ευρωκώδικα

cfp						
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - cfp$	P_u (KN)	Type
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)	
-636.64	3.52	10.34	-181.12	-362.24	-778.44	Type I

EC						
$M_f = F_c(h/2 - 0.5x) + (F's + F_s)(h/2 - d')$	α_v	α_v / d	V_f	$P_f - ec2$	P_u (KN)	Type
(KN*m)	m		(KN)	(KN)	(KN)	
-682.00	3.52	10.34	-194.03	-388.05	-778.44	-

Πίνακας Υπολογισμών 195: Σύγκριση αποτελεσμάτων βάσει απαιτούμενων συνδετήρων για την Θεωρία Τ.Θ.Δ. και τον Ευρωκώδικα

Type I		
Pu (KN) (KN)	Pf – cfp (KN)	Pf – cfp / Pu (KN)
-778.44	-362.24	0.47

Pu (KN) (KN)	Pf – ec2 (KN)	P _{f-ec2} / Pu (KN)
-778.44	-388.05	0.50

Pu (KN)	CPF (KN)	EC (KN)
778.44	362.24	388.05