

**ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ  
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ**



**ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΔΟΜΙΚΩΝ  
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ ΙΝΩΝ  
ΥΑΛΟΥ ΕΜΠΟΤΙΣΜΕΝΩΝ ΜΕ  
ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΕΣ ΡΗΤΙΝΕΣ**

**ΤΟΜΟΣ 2**

**ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΔΟΚΩΝ  
ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ  
ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ**

**ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ**

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

**Επιστημονικός Υπεύθυνος:  
Χρήστος Ζέρης**

**ΑΘΗΝΑ 2004**

ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ  
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ



ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ ΕΝΙΣΧΥΣΕΙΣ ΔΟΜΙΚΩΝ  
ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΟΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΥΛΙΚΑ ΙΝΩΝ  
ΥΑΛΟΥ ΕΜΠΟΤΙΣΜΕΝΩΝ ΜΕ  
ΕΠΟΞΕΙΔΙΚΕΣ ΡΗΤΙΝΕΣ

ΤΟΜΟΣ 2

ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΕΣ ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΔΟΚΩΝ  
ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ  
ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ

ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ  
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Επιστημονικός Υπεύθυνος:  
Χρήστος Ζέρης

ΑΘΗΝΑ 2004

# ΤΟΜΟΣ 2 : ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΛΛΑΚΤΙΚΩΝ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΔΟΚΩΝ ΑΠΟ ΟΣ ΜΕ ΣΥΝΘΕΤΑ ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΑ ΠΟΛΥΜΕΡΗ

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ (βελ.6)

1.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

1.2 ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΟ ΚΑΙ ΠΡΟΤΑΘΕΙΣΑ ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

### 2. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΕΠΙΣΚΟΠΗΣΗ (βελ.10)

2.1 ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΟΚΩΝ  
ΕΝΙΣΧΥΜΕΝΩΝ / ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΜΕΝΩΝ ΜΕ ΙΝΟΠ

2.2 ΔΗΜΟΣΙΕΥΣΗ ΤΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ

### 3. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ (βελ.17)

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

3.2 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

3.3 ΧΑΛΥΒΑΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ

3.4 ΥΦΑΣΜΑΤΑ ΙΝΟΠ ΑΠΟ ΙΝΕΣ ΑΝΘΡΑΚΑ ΚΑΙ ΥΑΛΟΥ

3.5 ΡΑΒΔΟΙ ΙΝΟΠ ΑΠΟ ΕΞΗΛΑΣΜΕΝΕΣ ΙΝΕΣ ΑΝΘΡΑΚΑ Mbar

3.6 ΕΠΙΣΚΕΥΑΣΤΙΚΗ ΤΣΙΜΕΝΤΟΚΟΝΙΑ, ΕΠΙΘΕΙΔΙΚΕΣ ΡΗΤΙΝΕΣ  
ΚΑΙ ΣΤΟΚΟΙ

### 4. ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ (βελ.38)

4.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΣΥΜΒΑΤΙΚΗ ΟΠΛΙΣΗ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

4.2 ΜΕΘΟΔΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ G60, C1-30 ΚΑΙ Mbar

4.3 ΕΝΟΡΓΑΝΩΣΗ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

4.4 ΣΤΑΤΙΚΟ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑ ΤΟΥ ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ

4.5 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

4.6 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

### 5. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (βελ.57)

5.1 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΤΩΝ ΚΛΩΒΩΝ ΟΠΛΙΣΜΩΝ

5.2 ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΥΛΟΤΥΠΩΝ

5.3 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

5.4 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΤΩΝ ΙΝΟΠ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΤΑ ΔΟΚΙΜΙΑ

5.5 ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΤΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΚΥΝΣΙΟΜΕΤΡΩΝ  
ΣΤΑ ΔΟΚΙΜΙΑ

## 6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ (βελ.84)

6.1 ΔΟΚΙΜΙΟ # 1: NEAK MONO

6.2 ΔΟΚΙΜΙΟ # 2: NEAK CYCLIC

6.3 ΔΟΚΙΜΙΟ # 3: G60 MONO

6.4 ΔΟΚΙΜΙΟ # 4: G60 CYCLIC

6.5 ΔΟΚΙΜΙΟ # 5: C1-30 MONO

6.6 ΔΟΚΙΜΙΟ # 6: C1-30 CYCLIC

6.7 ΔΟΚΙΜΙΟ # 7: MBAR MONO

6.8 ΔΟΚΙΜΙΟ # 8: MBAR CYCLIC

## 7. ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ (βελ.241)

7.1 ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΚΡΙΣΙΜΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ

7.2 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ

ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΜΕ ΡΑΒΔΟΜΟΡΦΑ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

7.3 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΒΛΕΨΗ ΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΤΩΝ

ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΜΕ ΟΚΤΑΚΟΜΒΙΚΑ ΠΕΠΕΡΑΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

## 8. ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΕΙΡΑΜΑΤΩΝ (βελ.277)

8.1 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΤΙΚΗΣ  
ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ

8.2 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΜΕΤΑΞΥ ΜΟΝΟΤΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ  
ΑΝΑΚΥΚΛΙΖΟΜΕΝΗΣ ΦΟΡΤΙΣΗΣ

8.3 ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΙΣΗΣ ΣΤΗ ΦΕΡΟΥΣΑ ΙΚΑΝΟΤΗΤΑ

8.4 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΩΝ  $P-\delta$  ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ MONO

8.5 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΣ ΚΑΤΑ  
ΤΙΣ ΑΝΑΚΥΚΛΙΣΕΙΣ

8.6 ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΑΡΑΛΑΜΒΑΝΟΜΕΝΗΣ  
ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ

8.7 ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ

– ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΧΟΛΙΑ

9. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ (βελ.317)

10. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ 2ου ΤΟΜΟΥ (βελ.324)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ (βελ.331)

- I) ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΤΩΝ ΔΙΑΤΟΜΩΝ ΤΩΝ ΔΟΚΩΝ
- II) ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΤΩΝ ΔΟΚΙΜΙΩΝ ΔΟΚΩΝ ΕΝΑΝΤΙ ΔΙΑΤΜΗΣΗΣ, ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΙΝΟΠ

**VOLUME 2 : EXPERIMENTAL AND ANALYTICAL INVESTIGATION OF  
RC BEAMS STRENGTHENED WITH ALTERNATIVE  
STRENGTHENING METHODS USING FIBER REINFORCED  
POLYMERS (FRP)**

**Table of Contents**

**1. Introduction**

- 1.1 Statement of the Problem
- 1.2 Scope and Proposed Methodology

**2. Literature Review**

- 2.1 Experimental Investigation of the Response of RC Beams  
Repaired / Strengthened With FRPs
- 2.2 Dissemination of the Project Results

**3. Mechanical Characteristics of the Materials**

- 3.1 Introduction
- 3.2 Concrete
- 3.3 Reinforcing Steel
- 3.4 CFRP and GFRP Sheets
- 3.5 CFRP Reinforcing Bars
- 3.6 Repair Cement Mortar and Epoxy Resins

**4. Design of the Tests**

- 4.1 Description of the Specimens and Their Conventional  
Reinforcement
- 4.2 Strengthening Methods of Specimens G60, C1-30 and MBAR
- 4.3 Specimen Instrumentation
- 4.4 Structural Model of the Experimental Setup
- 4.5 Description of the Test Setup
- 4.6 Description of the Loading

**5. Manufacturing and Strengthening of the Specimens**

- 5.1 Reinforcement Cage Manufacturing
- 5.2 Formwork Manufacturing
- 5.3 Casting of the Specimens

5.4 Application of the FRP Sheets

5.5 Positioning of the Electronic Strain Gauges on the Specimens

## 6. Description of the Test Results

6.1 Specimen #1: **NEAK MONO**

6.2 Specimen #2: **NEAK CYCLIC**

6.3 Specimen #3: **G60 MONO**

6.4 Specimen #4: **G60 CYCLIC**

6.5 Specimen #5: **C1-30 MONO**

6.6 Specimen #6: **C1-30 CYCLIC**

6.7 Specimen #7: **MBAR MONO**

6.8 Specimen #8: **MBAR CYCLIC**

## 7. Numerical Investigation of the Specimen Response

7.1 Section Mechanical Characteristics

7.2 Numerical Prediction of the Specimen Response Using Beam-Column Finite Elements

7.3 Numerical Prediction of the Specimen Response Using 8 Node Brick Finite Elements

## 8. Comparative Experimental Results

8.1 Comparison of Experimental and Analytical Response

8.2 Comparison between Monotonic and Cyclic Response

8.3 Influence of Cycling to the Bearing Capacity

8.4 Comparison of the Envelope ' $P-\delta$ ' Curves of the **MONO** Specimens

8.5 Comparison of Absorbed Inelastic Energy under Cyclic Action

8.6 Comparison of Internally Resisted Shear Force Diagrams

8.7 Specimen Shear Behavior – Observations and Comments

## 9. Conclusions

## 10. References of Volume 2

## Appendices

I) Section Analysis Models and Modeling Assumptions

II) Calculation of the Beam Specimens for Shear Strengthening Using FRPs

# 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

## 1.1 Περιγραφή του προβλήματος

Παράλληλα με τη χρήση των συμβατικών τεχνολογιών επισκευής και ενίσχυσης κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα (ΟΣ), μετά κυρίως από τον σεισμό του 1999, παρατηρήθηκε μία ραγδαία εισαγωγή νέων τεχνολογιών ενίσχυσης η οποία βασίστηκε στη χρήση των συνθέτων ινοπλισμένων πολυμερών (ΙΝΟΠ - FRP). Αυτά είναι σύνθετα υλικά, που διατίθενται στο εμπόριο σε μορφή ελασμάτων και υφασμάτων αρχικά και, πλέον πρόσφατα, ράβδων οπλισμού, αποτελούμενα από ομοιογενείς ίνες υάλου, αραμιδίου ή άνθρακα, υψηλής αντοχής, εμποτισμένων με ρητίνες, που εφαρμόζονται στο στοιχείο από ΟΣ.

Αυτά τα υλικά διευρύνουν τις δυνατότητες επέμβασης στον φέροντα οργανισμό και οδηγούν σε εναλλακτικούς τρόπους επέμβασης, πέραν από τις συμβατικές τεχνολογίες επισκευής / ενίσχυσης των υφιστάμενων κατασκευών (είτε πρόκειται για συμβατικές κατασκευές από ΟΣ είτε πρόκειται για διατηρητέα και ιστορικά μνημεία). Πολλές φορές, τα νέα αυτά υλικά παρέχουν τη μόνη εναλλακτική δυνατότητα εφαρμογής, ειδικά σε περιπτώσεις όπου οι συμβατικές τεχνικές (μανδύες από έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα) δεν είναι δυνατόν να εφαρμοσθούν, ελλείψει χώρου, χρόνου ή για την αποφυγή παρεμποδισμού της συνεχούς λειτουργίας (Nanni, 1999).

Η λειτουργία των υλικών αυτών δεν είναι ακόμη πλήρως θεωρητικά και πειραματικά τεκμηριωμένη και υπάρχουν ακόμη αρκετές ασάφειες, όσον αφορά α) τη λειτουργία τους, β) τον τρόπο αστοχίας και την αντοχή τους σαν σύμμικτο σύστημα υφάσματος-ρητίνης σε υπόστρωμα από σκυρόδεμα, γ) την ευστάθειά τους στο χρόνο και το περιβάλλον, δ) την αντοχή τους σε πυρκαϊά, ε) την περιβαλλοντική τους όχληση και κυρίως, στ) την επάλληλη συμπεριφορά τους με την κατασκευή από οπλισμένο σκυρόδεμα (ΟΣ) την οποία καλούνται να ενισχύσουν και/ή να επαναφέρουν στην προτέρα κατάσταση, είτε είναι άθικτη είτε έχει ανταπεξέλθει ενός ισχυρού σεισμού.

## 1.2 Αντικείμενο και προταθείσα μεθοδολογία

Για τη διερεύνηση του προβλήματος υποβλήθηκε Πρόταση Ερευνητικού Έργου στον ΟΑΣΠ για τη χρηματοδότηση πειραματικής και αναλυτικής εργασίας με στόχο τον έλεγχο της εγκυρότητας τόσο της τεχνολογίας όσο και της διαδικασίας εφαρμογής της τεχνολογίας αυτής σε υφιστάμενες κατασκευές από ΟΣ, για την επισκευή των οποίων η εφαρμογή ΙΝΟΠ μετά τον σεισμό του 1999 της Αθήνας, υπήρξε εκτενής.

Το πρόγραμμα επικεντρώνεται στην ανάπτυξη της τεχνογνωσίας και αξιόπιστης πρόβλεψης της συμπεριφοράς των ΙΝΟΠ, όπως αυτά χρησιμοποιούνται

- στην αποκατάσταση των μηχανικών χαρακτηριστικών δομικών στοιχείων τα οποία έχουν απομειωθεί, λόγω βλάβης από σεισμό και
- στην ενίσχυση του φέροντα οργανισμού κατασκευών ΟΣ, για τον οποίο απαιτείται αύξηση της φέρουσας ικανότητάς του, είτε λόγω αλλαγής χρήσης είτε λόγω αύξησης των φορτίων σχεδιασμού που επιβάλλει η εφαρμογή τροποποιήσεων στον ισχύοντα Κανονισμό ή τη σεισμική ζώνη.

Στα πλαίσια της Πρότασης, αντικείμενο αυτού του τμήματος του Ερευνητικού Έργου (το οποίο περιγράφεται στον Δεύτερο Τόμο) αποτελεί ο σχεδιασμός, η κατασκευή και ο έλεγχος οκτώ δοκιμών από ΟΣ, παραλληλόγραμμης διατομής, σε μορφή συνεχούς δοκού δύο ανοιγμάτων, τα οποία κατασκευάζονται σε φυσική κλίμακα. Τα δοκίμια σχεδιάζονται με χρήση των οπλισμικών διατάξεων που ισχύσαν στους παλαιότερους Κανονισμούς Μελέτης Έργων από Σκυρόδεμα (ΥΔΕ 1954, 1959) και καταπονούνται είτε σε μονότονη είτε σε ανακυκλιζόμενη καταπόνηση σε οριακή παραμόρφωση. Για λόγους σύγκρισης, τα τρία ζεύγη δοκών (ομοίως οπλισμένα) ενισχύονται με τρεις εναλλακτικούς τρόπους ενίσχυσης με σύνθετα ΙΝΟΠ υφασμάτων ή ράβδων, το δε τέταρτο ζεύγος, οπλίζεται με συμβατικό οπλισμό μόνον, κατά ΕΚΟΣ και ΕΑΚ (ΟΑΣΠ, 2000).

Η μεθοδολογία για τα πειράματα των δοκών, όπως προτάθηκε στον ΟΑΣΠ, περιέλαβε τα εξής βήματα:

- Κατασκευή των οκτώ δομικών στοιχείων συνεχών δοκών ΟΣ σε φυσική κλίμακα. Οι δοκοί έχουν οπλισθεί σύμφωνα με αντίστοιχες δοκούς ορόφου μίας τυπικής πενταόροφης κατασκευής που μελετήθηκε με βάση τους παλαιότερους Ελληνικούς Κανονισμούς (ΥΔΕ, 1954, 1959) σε σεισμική ζώνη Ι, με σεισμικό συντελεστή 4%.
- Σχεδιασμός της οριζόντιας πειραματικής διάταξης για την επιβολή της εγκάρσιας παραμόρφωσης, στο μέσον του μεγαλύτερου από τα δύο ανοίγματα της συνεχούς δοκού, δημιουργώντας με αυτό τον τρόπο τρία τμήματα στο φορέα με διαφορετικό διατμητικό μήκος, καθώς και δυνατότητα ανακατανομής του φορτίου κατά τη σταδιακή αστοχία. Δεν επιβάλλεται αξονικό φορτίο.
- Γίνεται απευθείας εξωτερική ενίσχυση των δοκών, πριν την έναρξη του πειράματος μέχρι την αστοχία, με χρήση συνθέτων υλικών ΙΝΟΠ που συναντώνται στην τρέχουσα πρακτική, βάσει τριών εναλλακτικών μεθόδων ενίσχυσης και
- Διεξάγεται πειραματικός έλεγχος σε μονοτονική ή ανακυκλιζόμενη φόρτιση που αντιστοιχεί σε σεισμική καταπόνηση, ώστε να ελεγχθεί η συνολική διαδικασία εφαρμογής της τεχνολογίας και να συγκριθούν μεταξύ τους οι εναλλακτικοί τρόποι ενίσχυσης.
- Ακολουθούν αναλυτικές προβλέψεις της πειραματικής συμπεριφοράς και διερευνάται η αξιοπιστία της πρόβλεψης συμπεριφοράς των φορέων αυτών σε μονότονη ή ανακυκλιζόμενη συμπεριφορά.

Ο τελικός έλεγχος της εγκυρότητας της τεχνολογίας εφαρμογής των συνθέτων υλικών και τα τελικά συμπεράσματα από την πειραματική Ερευνητική εργασία, βασίστηκαν

ι) στην εκτέλεση των δοκιμών και στη σύγκριση της απόκρισης μεταξύ των δοκιμών ελέγχου, που έχουν οπλισθεί κατά ΕΑΚ και πληρούν τις απαιτήσεις περί πλάστιμης συμπεριφοράς και των εναλλακτικά ενισχυμένων υφιστάμενων δοκών, σε σχέση και με τα αποτελέσματα των υποστυλωμάτων που αναπτύχθηκαν στον Πρώτο Τόμο,

ιι) στη σύγκριση των πειραματικών αποτελεσμάτων (μεγέθη και τρόπος αστοχίας) με τις παραδοχές σχεδιασμού και με τα μεγέθη που αναμένονταν χρησιμοποιώντας την υφιστάμενη πρακτική σχεδιασμού ενίσχυσεων με ΙΝΟΠ και, τέλος,

ιιι) στη σύγκριση των πειραματικών αποτελεσμάτων με αναλυτικές προβλέψεις από ανελαστικές αναλύσεις σε επίπεδο διατομής, στοιχείου και φορέα, με χρήση ανελαστικών ανελαστικών αναλύσεων με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων, που χρησιμοποιούνται τόσο σε πρακτικό όσο και σε ερευνητικό επίπεδο εφαρμογής.

Από τα πειραματικά και τα αναλυτικά αποτελέσματα εξάγονται πολλαπλά συμπεράσματα που αφορούν την εφαρμογή ΙΝΟΠ στην ενίσχυση δοκών από ΟΣ, σε ότι αφορά:

- Τη δυνατότητα επίτευξης πλάστιμης συμπεριφοράς, από υφιστάμενες δοκούς οπλισμένες με τους παλαιότερους Κανονισμούς.
- Τη διερεύνηση της αξιοπιστίας εναλλακτικών τρόπων ενίσχυσης δοκών από ΟΣ με υψηλό ή μη λόγο διάτμησης.
- Τη διερεύνηση των κριτηρίων απόκρισης και του τρόπου αστοχίας δοκών ενισχυμένων με ΙΝΟΠ.
- Τον καθορισμό των απαιτήσεων σχεδιασμού υφιστάμενων δοκών, ενισχυμένων με ΙΝΟΠ ώστε να είναι η απόκρισή τους εφάμιλλη με αντίστοιχες δοκούς, οπλισμένες κατά ΕΑΚ (ΟΑΣΠ, 2000).
- Τη σύγκριση της συμπεριφοράς στοιχείων που ενισχύθηκαν με συμβατικά και νέα ΙΝΟΠ ενίσχυσης, όπως οι ράβδοι οπλισμού από ίνες άνθρακα.