

3. ΜΗΧΑΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΤΩΝ ΥΛΙΚΩΝ

3.1 Εισαγωγή

Στο Κεφάλαιο αυτό περιγράφονται τα τεχνικά χαρακτηριστικά των υλικών ενίσχυσης των δοκών καθώς και οι έλεγχοι που διενεργήθηκαν στο Εργαστήριο ΟΣ ΕΜΠ για την πιστοποίηση των χαλύβων και του σκυροδέματος που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή των οκτώ δοκιμών. Η αποτίμηση των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών έγινε με πρότυπους ελέγχους σε κυλινδρικά δοκίμια σκυροδέματος που είχαν ληφθεί κατά την σκυροδέτηση των δοκιμών, καθώς και με ελέγχους καθαρού εφελκυσμού σε τμήματα οπλισμού από την παρτίδα των οπλισμών που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή.

Αντικείμενο των ελέγχων ήταν ελεγχθεί ότι τα χαρακτηριστικά των δομικών υλικών που ελήφθησαν υπόψη κατά τον σχεδιασμό ανταποκρίνονται στις πραγματικές τους ιδιότητες, αλλά και για τον καθορισμό των μέσων όρων των αντοχών των υλικών για λόγους επανελέγχου και πρόβλεψης των αποτελεσμάτων. Σε ότι αφορούσε τις ιδιότητες των ΙΝΟΠ για τον σχεδιασμό των ενισχύσεων με τα σύνθετα πολυμερή, ο υπολογισμός της ενίσχυσης, στα δοκίμια που απαιτήθηκε, έγινε με βάση τα ονομαστικά μηχανικά χαρακτηριστικά σχεδιασμού τους, όπως αυτά παρέχονται από τον προμηθευτή (Mac Beton - Degussa C.C. Hellas, 2002).

Όλα τα σύνθετα υλικά ΙΝΟΠ που χρησιμοποιήθηκαν για τους πειραματικούς ελέγχους των δοκών αγοράστηκαν από την εταιρία Mac Beton Degussa C.C. Hellas A.E, με έξοδα που βαρύναν το κονδύλιο των αναλωσίμων υλικών. Για την σκυροδέτηση χρησιμοποιήθηκε έτοιμο σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25 παραδοτέο στο Εργαστήριο ΟΣ ΕΜΠ. Τόσο ο λείος όσο και οι νευροχάλυβες που χρησιμοποιήθηκαν για την όπλιση, αγοράστηκαν για τις ανάγκες του Προγράμματος από προμηθευτή εκτός Αθηνών και κάμφθηκαν εκτός Εργαστηρίου.

3.2 Σκυρόδεμα

Για την κατασκευή των δοκιμών χρησιμοποιήθηκε έτοιμο σκυρόδεμα κατηγορίας C20/25, το οποίο παραδόθηκε στο εργαστήριο ΟΣ ΕΜΠ σε μια παρτίδα. Πριν τη χύτευσή του στα καλούπια που κατασκευάστηκαν, πάρθηκαν επτά κυλινδρικά δοκίμια (Φωτογραφία 3.1) έτσι ώστε να διαπιστωθεί η μέση θλιπτική τους αντοχή και, από τα τρία από αυτά, τα χαρακτηριστικά τάσης – παραμόρφωσης του σκυροδέματος στο χρόνο των πειραμάτων.



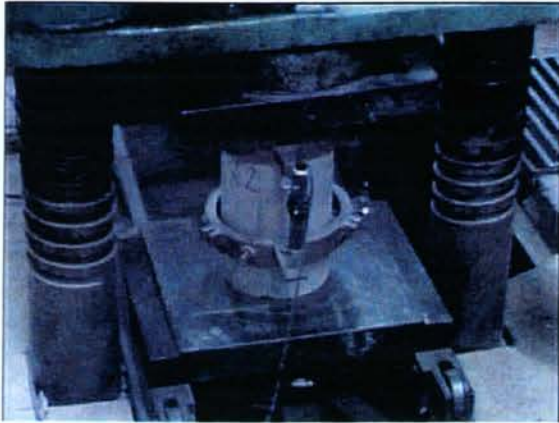
Φωτογραφία 3.1
Σκυροδέτηση των τυποποιημένων κυλινδρικών δοκιμών στις χαλύβδινες μήτρες.

Όλοι οι κύλινδροι συντηρήθηκαν κατά τις Προδιαγραφές του Κανονισμού Τεχνολογίας Σκυροδέματος (1997). Τα δοκίμια συντηρήθηκαν εκτός Εργαστηρίου, καλυμμένα με λινάτσες και τυλιγμένα με νάιλον σκυροδέτησης. Οι λινάτσες συντηρούνταν συνεχώς υγρές με διαβροχή. Η απομάκρυνση των ξυλοτύπων (οι οποίοι επίσης διαβρέχονταν) έγινε την έβδομη ημέρα.

Πριν την έναρξη των πειραμάτων (περίπου δύο μήνες μετά τη σκυροδέτηση) έγινε ο προσδιορισμός της μέσης θλιπτικής αντοχής και των διαγραμμάτων τάσης παραμόρφωσης των πυρήνων, στην πιστοποιημένη μηχανή μονοαξονικής θλίψης και στην πρέσα ελεγχόμενης παραμόρφωσης, του Εργαστηρίου ΟΣ (Φωτογραφίες 3.2 και 3.3 (α),(β)), αντιστοίχως. Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των δοκιμών φαίνονται στον Πίνακα 2.1:



Φωτογραφία 3.2 Πυρήνες σκυροδέματος που λήφθηκαν κατά τη σκυροδέτηση, δίπλα στη μηχανή μονοαξονικής θλίψης.



Φωτογραφία 3.3(α) Πρέσσα ελεγχόμενης θλίψης και εφελκυσμού του Εργ ΟΣ ΕΜΠ με ένα από τα κυλινδρικά δοκίμια τοποθετημένο και ενωργανωμένο με επαγωγικό βελόμετρο.

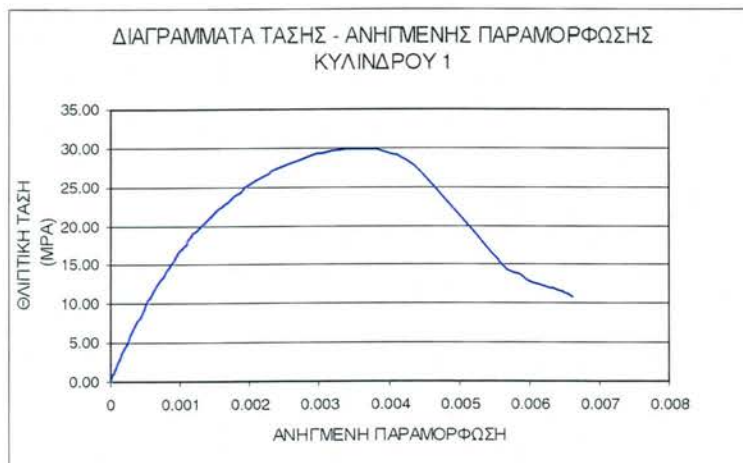


Φωτογραφία 3.3(β) Μηχανή μονοαξονικής θλίψης του Εργ ΟΣ ΕΜΠ με ένα από τα κυλινδρικά δοκίμια.

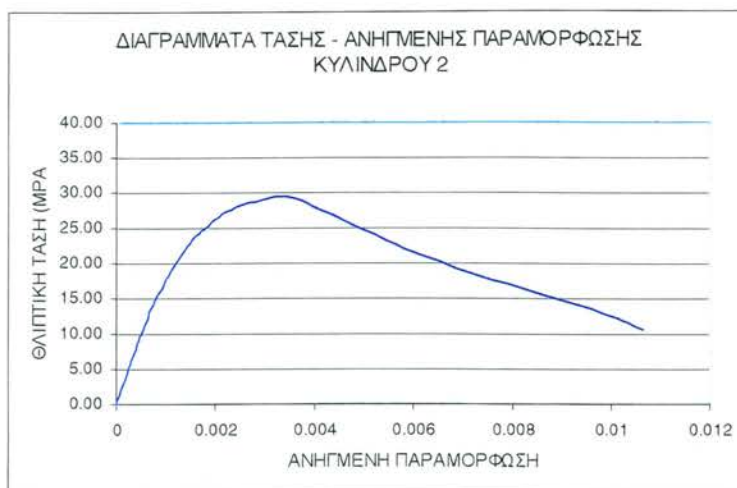
Πίνακας 3.1: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα των δοκιμών πυρήνων σκυροδέματος

<u>Δοκίμια αποτίμησης διαγράμματος $f-\epsilon$</u>				
Αριθμός δοκιμίου	1	2	3	
Δύναμη θραύσης (kN)	526,14	518,70	485,42	
Τάση θραύσης (MPa)	29,78	29,35	27,47	
Κατακόρυφη παραμόρφωση κατά την αστοχία των δοκιμών (mm)	0,53	0,50	0,50	
Ανηγμένη παραμόρφωση	0,0035	0,0033	0,0033	
<u>Λοιπά δοκίμια δοκιμής σε θλίψη</u>				
Αριθμός δοκιμίου	4	5	6	7
Δύναμη θραύσης (kN)	454	423	450	445
Τάση θραύσης (MPa)	25,69	23,94	25,46	25,18
Βάρος (Kg)	11,335	11,755	11,695	11,560

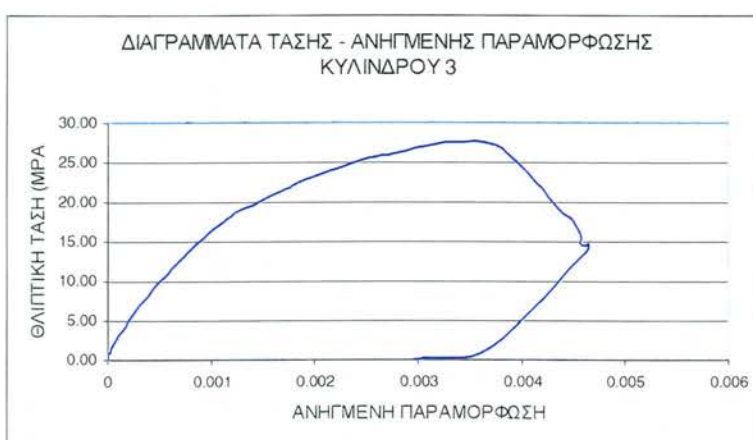
Τα διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων που προέκυψαν από τον έλεγχο των τριών κυλίνδρων δίδονται στα Σχήματα 3.1 έως 3.3. Από τη στατιστική επεξεργασία προκύπτει ότι η μέση θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος είναι 26,7 MPa, με μια τυπική απόκλιση 2 MPa.



Σχήμα 3.1 Διαγράμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 1.



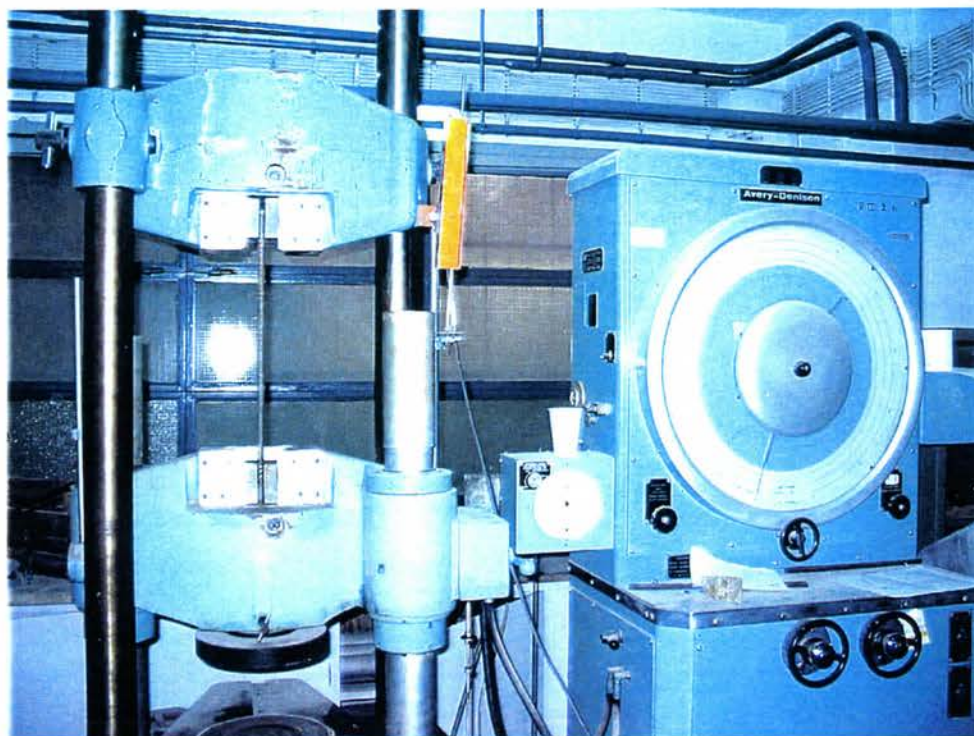
Σχήμα 3.2 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 2.



Σχήμα 3.3 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 3.

3.3 Χάλυβας οπλισμού

Ο χάλυβας όπλισης που χρησιμοποιήθηκε για την κατασκευή των δοκιμών ήταν ποιότητας Stahl-I για τις διαμήκεις ράβδους διαμέτρου Ø14 σε όλα τα δοκίμια, παρόμοιος με τον οπλισμό των υποστυλωμάτων που περιγράφηκαν στον Πρώτο Τόμο (Δροσόπουλος, 2000). Επί πλέον, χρησιμοποιήθηκε νευροχάλυβας S500 για τους συνδετήρες των δύο δοκιμών που δεν επρόκειτο να ενισχυθούν και λείος Stahl-I για τους συνδετήρες των υπόλοιπων δοκιμών. Εννέα τεμάχια οπλισμού από κάθε κατηγορία χάλυβα δοκιμάστηκαν στην μηχανή εφελκυσμού του Εργ ΟΣ ΕΜΠ (Φωτογραφία 3.4)



Φωτογραφία 3.4 Έλεγχοι στη μηχανή εφελκυσμού του ΕΟΣ ΕΜΠ.

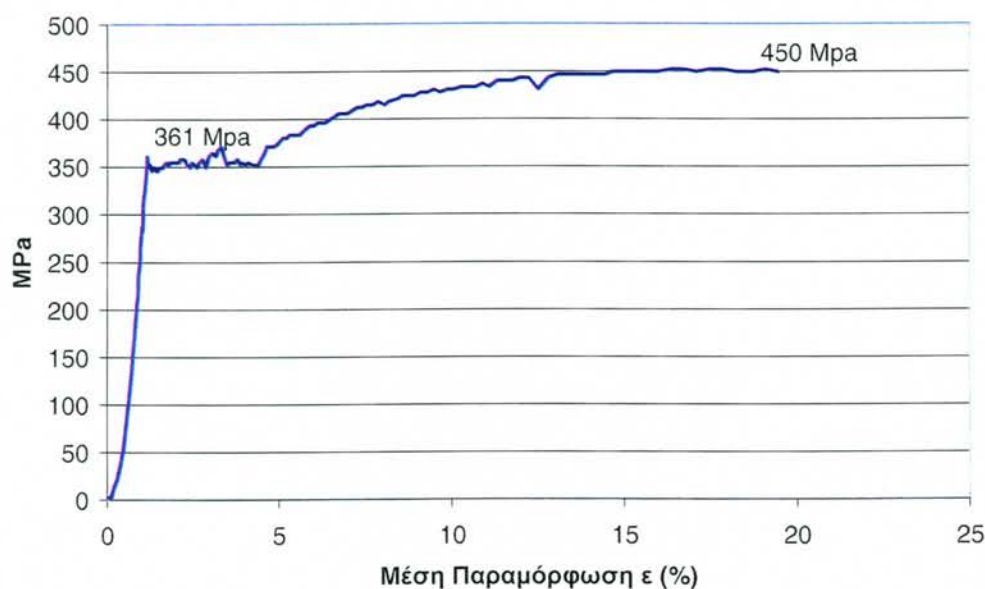
Πίνακας 3.2: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα δοκιμών χάλυβα οπλισμού

α/α	Διάμετρος Φ mm	Κατηγορία	Τάση διαρροής f_y , MPa	Τάση αστοχίας f_u , MPa
Χάλυβας Διαμήκους Όπλισης				
1	14	Stahl-I	361	450
2	14	Stahl-I	355	452
3	14	Stahl-I	383	477
4	14	Stahl-I	370	461
5	14	Stahl-I	358	456
Χάλυβας Εγκάρσιας Όπλισης				
6	8	Stahl-I	364	519
7	8	Stahl-I	372	519
8	8	S-500	614	682
9	8	S-500	595	663

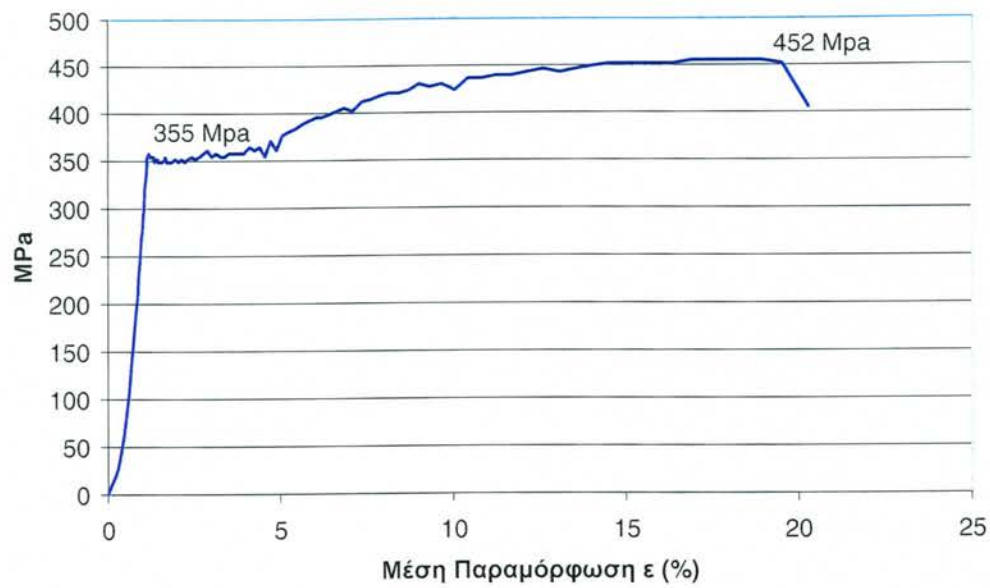
για να μετρηθεί η τάση διαρροής και η αντοχή θραύσης σε εφελκυσμό των τριών διαμέτρων – δύο κατηγοριών του οπλισμού που χρησιμοποιήθηκε στην όπλιση των δοκιμίων. Τα συγκεντρωτικά αποτελέσματα των ελέγχων αναφέρονται στον Πίνακα 3.2, ενώ τα αντίστοιχα διαγράμματα τάσεων-παραμορφώσεων που προέκυψαν από τις μετρήσεις δείχνονται στα Σχήματα 3.4 έως 3.10 που ακολουθούν.

Σημειώνεται ότι το μέτρο ελαστικότητας δεν ήταν εφικτό να προσδιοριστεί από τα αποτελέσματα που δίνει η μηχανή εφελκυσμού λόγω μέτρησης της μέσης παραμόρφωσης στο συνολικό μήκος του δοκιμίου. Θεωρήθηκε έτσι ότι το μέτρο ελαστικότητας E_s είναι ίσο προς 200.000 MPa και, βάσει των τάσεων, υπολογίσθηκαν όλες οι ανηγμένες παραμορφώσεις που δείχνονται στα σχετικά διαγράμματα.

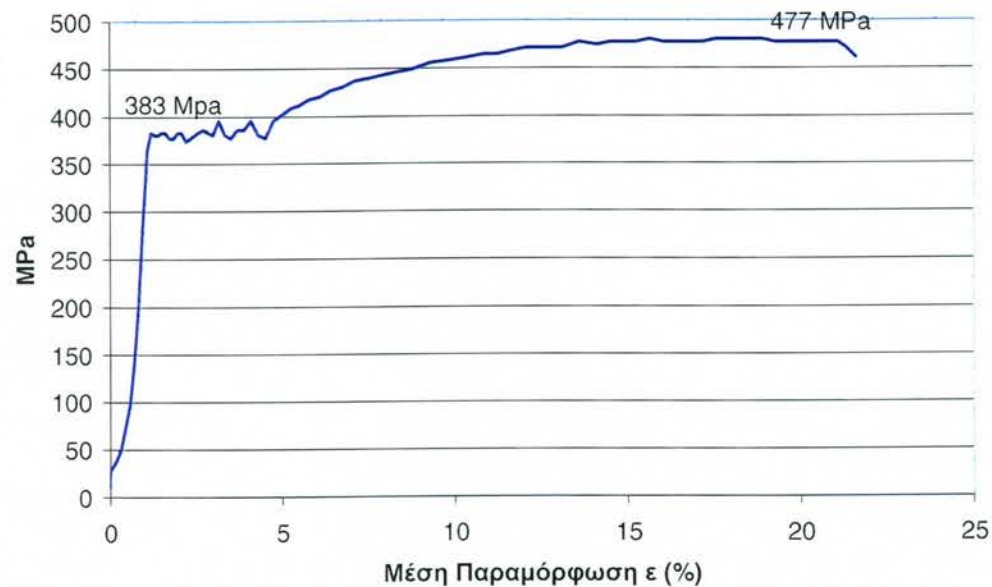
3.3.1 Διαμήκης λείος χάλυβας Φ14, Κατηγορίας Stahl-I



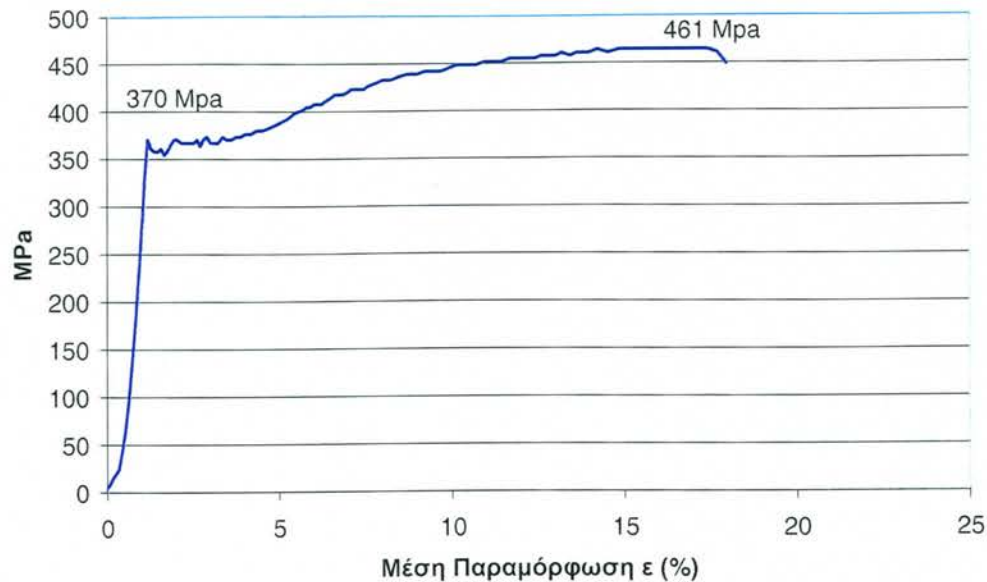
Σχήμα 3.4 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 1, Φ14 Stahl-I.



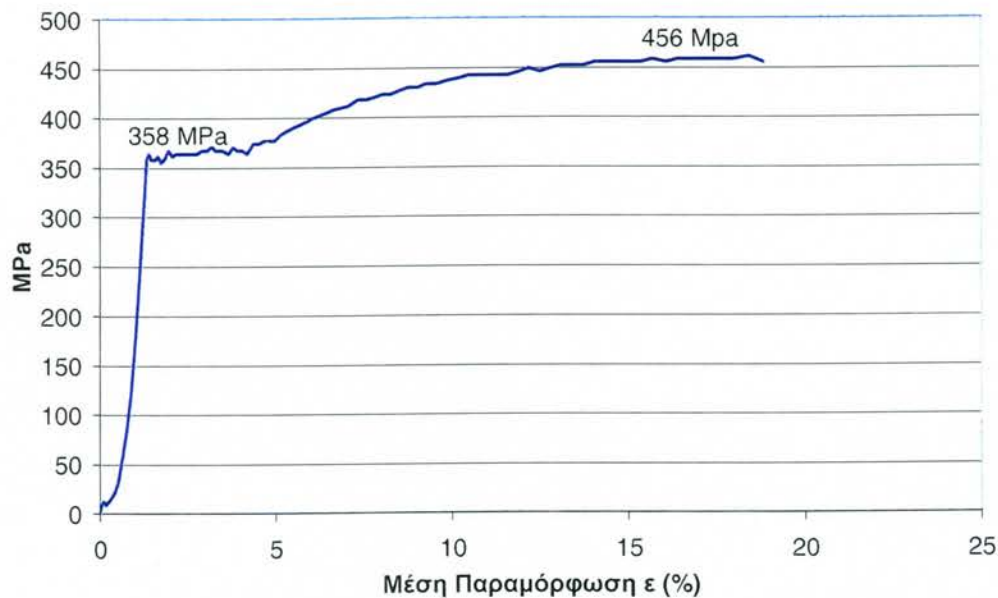
Σχήμα 3.5 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 2, Φ14 Stahl-I.



Σχήμα 3.6 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 3, Φ14 Stahl-I.



Σχήμα 3.7 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 4, Φ14 Stahl-I.



Σχήμα 3.8 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 5, Φ14 Stahl-I.

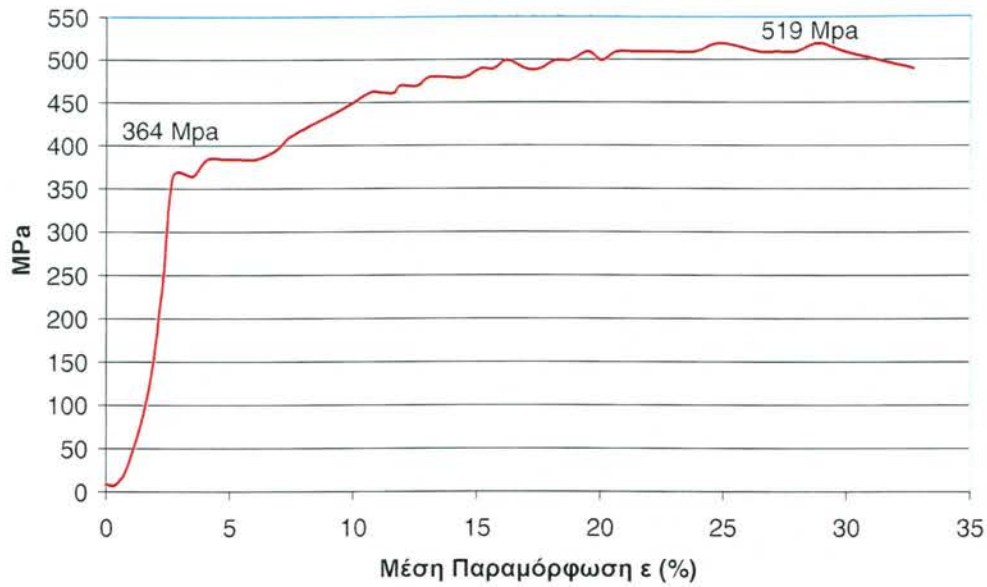
Η μέση τάση διαρροής (f_{ym}) του λείου χάλυβα Φ14 προσδιορίστηκε από τα παραπάνω πειραματικά διαγράμματα τάσεων-ανηγμένων παραμορφώσεων, ίση προς 365 MPa, ενώ η τάση αντοχής σε θραύση (f_u) μετρήθηκε ίση προς 459

MPa. Η αντίστοιχη παραμόρφωση διαρροής ε_y (θεωρώντας το μέτρο ελαστικότητας του υλικού ίσο προς 200.000 MPa), είναι ίση προς 0.18%. Σημειώνεται εδώ ότι η προδιαγραφή του υλικού αυτού για έλεγχο σε ανασχεδιασμό είναι Κατηγορίας S220, με χαρακτηριστική αντοχή σε εφελκυσμό 220 MPa. Η αύξηση αυτή της αντοχής διαρροής σε εφελκυσμό σε σχέση με την ονομαστική, είναι αναμενόμενη κατά τους παραγωγούς χάλυβα με τους οποίους ήρθαμε σε επαφή, για παλαιούς χάλυβες της κατηγορίας αυτής.

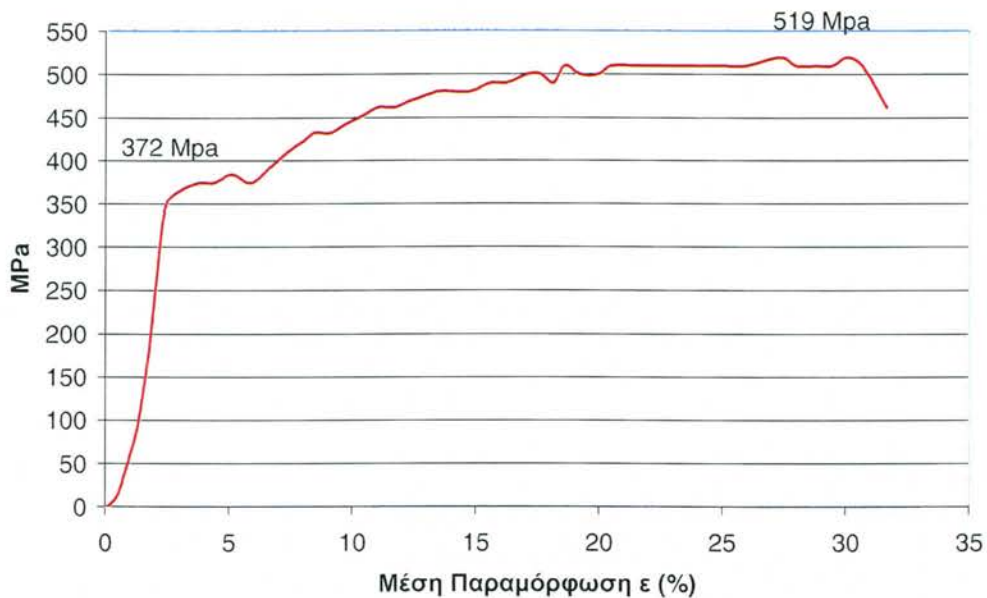
Συνεπώς, η υπεραντοχή που προκύπτει στα υφιστάμενα δομικά έργα της σεισμικής ζώνης Ι, η οποία είναι υπό διερεύνηση στην παρούσα Εργασία, σε σχέση με το χαμηλό επίπεδο φορτίων σχεδιασμού λειτουργίας, είναι σημαντική και πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον ανασχεδιασμό τόσο της πραγματικής φέρουσας ικανότητας της κατασκευής, όσο και στην ικανοποίηση των ικανοτικών απαιτήσεων. Η επιρροή της αύξησης της αντοχής αυτής διερευνήθηκε διεξοδικά σε παράλληλο Ερευνητικό Πρόγραμμα, χρηματοδοτούμενο από τον ΟΑΣΠ (Βιντζηλαίου, 2003). Το Πρόγραμμα αυτό είχε σαν αντικείμενο την αποτίμηση του δείκτη συμπεριφοράς υφισταμένων κτιρίων. Ως εκ τούτου, η αναφερόμενη σε Κανονισμούς ανασχεδιασμού (ΟΑΣΠ 2004, FEMA, 1997) πειραματική αποτίμηση της πραγματικής αντοχής του υλικού στο έργο είναι, για αυτό το λόγο, απαραίτητη.

3.3.2 Εγκάρσιος λείος χάλυβας Φ8, Κατηγορίας Stahl-I

Με βάση τα παρακάτω πειραματικά διαγράμματα τάσεων-ανηγμένων παραμορφώσεων των Σχημάτων 3.9 και 3.10, η μέση τάση διαρροής (f_{ym}) του λείου χάλυβα διαμέτρου Φ8 προσδιορίστηκε ίση προς 368 MPa, ίση με τον Φ14 παραπάνω, ενώ η τάση αντοχής σε θραύση (f_u) μετρήθηκε ίση προς 519 MPa, ή 141% της τιμής της αντοχής διαρροής και 13% αυξημένη σε σχέση με την αντίστοιχη τιμή του



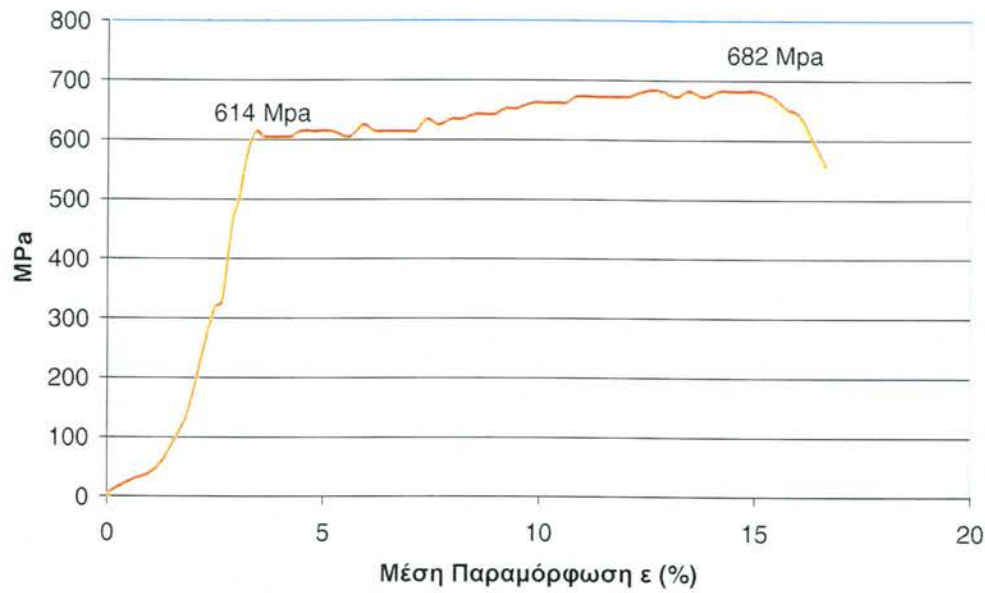
Σχήμα 3.9 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 6, Φ8 Stahl-I.



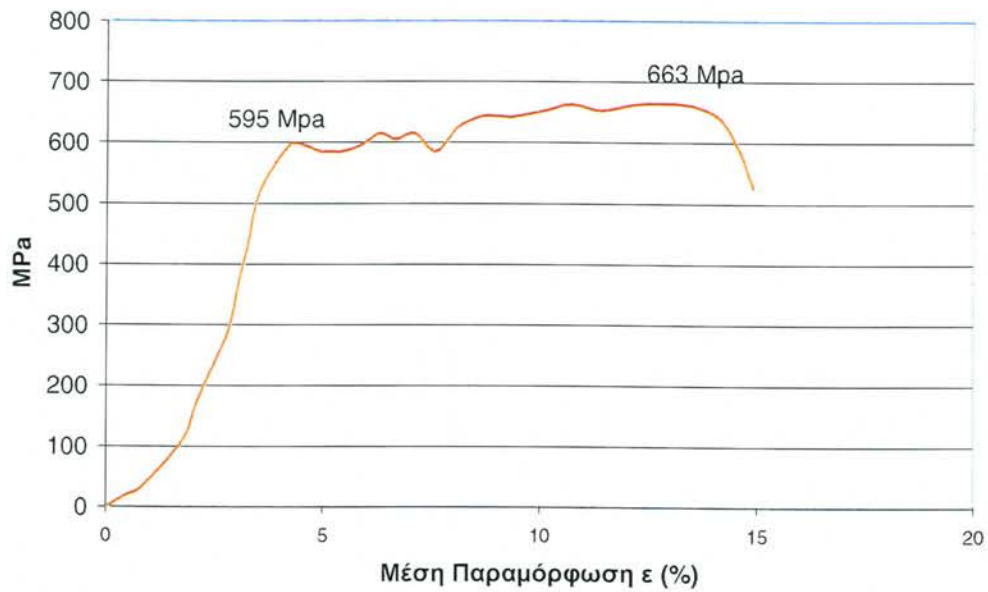
Σχήμα 3.10 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 7, Φ8 Stahl-I.

αντίστοιχου λείου οπλισμού Φ14. Η αντίστοιχη παραμόρφωση διαρροής ϵ_y (για μέτρο ελαστικότητας ίσο προς 200.000 MPa), είναι ίση προς 0.18%, όπως και για το μαλακό χάλυβα Φ14 προηγούμενως.

3.3.3 Διαμήκης νευροχάλυβας Φ8 Κατηγορίας S-500



Σχήμα 3.11 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 8, Φ8 S-500.



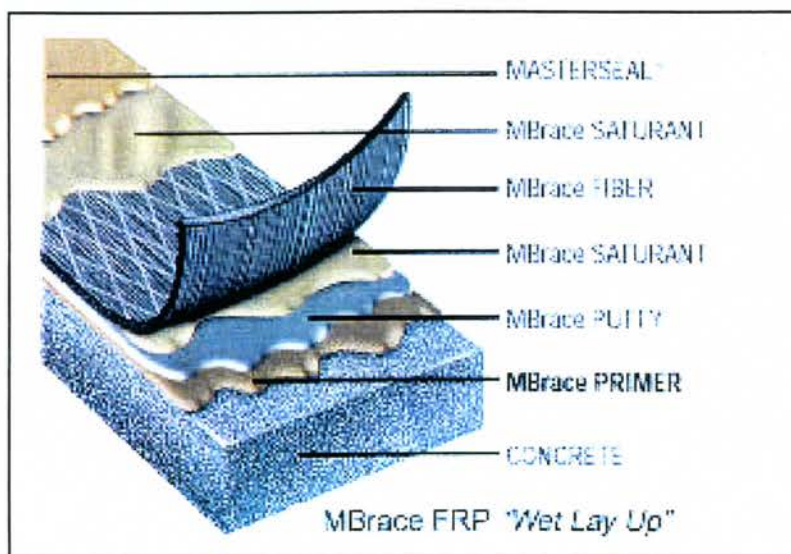
Σχήμα 3.12 Διάγραμμα τάσεων – παραμορφώσεων δοκιμίου 9, Φ8 S-500.

Από τα παραπάνω διαγράμματα τάσεων παραμορφώσεων των Σχημάτων 3.11 και 3.12, προκύπτει ότι η μέση τάση διαρροής (f_{ym}) του νευροχάλυβα κατηγορίας S500, διαμέτρου Φ8, που τοποθετήθηκε υπό μορφή μανδύα εγκάρσιου οπλισμού στα δοκίμια χωρίς ενίσχυση (ομάδα **NEAK**) προσδιορίστηκε ίση προς 605 MPa, ενώ η τάση αντοχής σε θραύση (f_u) μετρήθηκε ίση προς 673 MPa, κατά 11% ηυξημένη σε σχέση με τη διαρροή. Η αντίστοιχη παραμόρφωση διαρροής ε_y (για μέτρο ελαστικότητας του υλικού ίσο προς 200.000 MPa) είναι ίση προς 0.30%.

3.4 Υφάσματα INOΠ από ίνες άνθρακα και υάλου

3.4.1 Υφάσμα ινών άνθρακα MBrace Fiber C1-30

Σαν πρώτη μέθοδο ενίσχυσης των δοκών επιλέχτηκε η τεχνική επικόλλησης στην άνω και κάτω παρειά του δοκιμίου μίας στρώσης υφάσματος INOΠ ινών άνθρακα (ανθρακόνημα) τύπου C1-30, της εταιρίας Mac Beton - Degussa C.C. Hellas AE. Το INOΠ κατηγορίας C1-30, αποτελείται από ίνες άνθρακα υψηλής αντοχής, πλεγμένες ως προς μια διεύθυνση και εφαρμόζεται στα δοκίμια – όπως άλλωστε και τα υφάσματα INOΠ ινών υάλου, όπως περιγράφεται παρακάτω – με τη μέθοδο υγρής εφαρμογής (*wet layup method*),



Σχήμα 3.13 Σχηματική περιγραφή της μεθόδου υγρής εφαρμογής (*wet layup method*) των σύνθετων υλικών στην επιφάνεια του δοκιμίου

όπως δείχνεται στο Σχήμα 3.13. Για την ενίσχυση των δοκιμίων ως προς κάμψη και διάτμηση τα υφάσματα επκολλούνται έτσι ώστε η φορά των τάσεων να συμπίπτει με την διεύθυνση των ινών του υφάσματος INOΠ. Το INOΠ ινών άνθρακα C1-30 παραλαμβάνεται σε ρολό πλάτους 50 εκ. και μήκος 50 μέτρων και έχει μαύρο χρώμα. Σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή του υλικού του Προμηθευτή, τα χαρακτηριστικά του υλικού, όπως παρέχονται στον Πίνακα 3.3, έχουν ως εξής:

Πίνακας 3.3. Τεχνικά χαρακτηριστικά INOΠ από ίνες άνθρακα MBrace Fiber C1-30 (MacBeton, 2002)

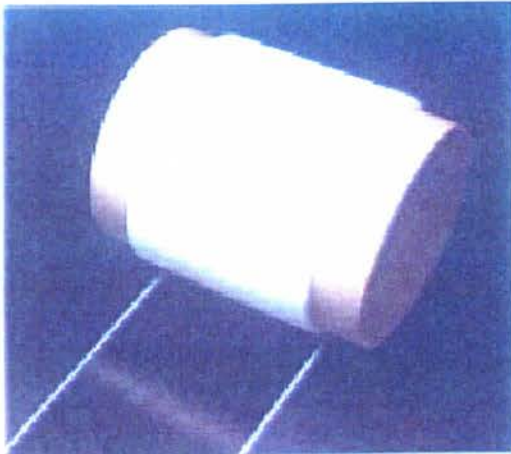
Ειδικά Χαρακτηριστικά	
Τύπος Ίνας	Άνθρακας υψηλής αντοχής
Επιφανειακή Πυκνότητα (D_s)	0,300 kg*m ⁻²
Πυκνότητα (ρ)	1.820 kg*m ⁻³
Πάχος Ξηράς Ίνας (s)	0,165 mm
Πραγματική Επιφάνεια ανά μονάδα πλάτους (A_{eff})	1.65 mm ² * cm ⁻¹
Μέτρο ελαστικότητας (E)	230.000 MPa
Μέγιστη εφελκυστική αντοχή (f_t)	3.430 MPa
Μέγιστη παραμόρφωση (ε_u)	1,5 %
Συντελεστής θερμικής διαστολής (α)	10 ⁻⁷ K ⁻¹
Θερμική αγωγιμότητα (J*m ⁻¹ * s ⁻¹ *a)	17

Η παραπάνω μέγιστη παραμόρφωση ($\varepsilon_u=1.5\%$) αφορά την οριακή παραμόρφωση της εφελκυστικής διάρρηξης και όχι την τιμή σχεδιασμού, όπου η ανηγμένη παραμόρφωση του INOΠ δεν πρέπει να ξεπερνά το 0.6÷0.8% (FIB-TG 9.3, 2001).

3.4.2 Υφασμα ινών υάλου τύπου MBrace Fiber G-60 AR

Ως δεύτερη μέθοδος ενίσχυσης των δοκών επιλέχτηκε η τεχνική της εφαρμογής στις εκατέρωθεν παρειές του δοκιμίου διαμήκων επάλληλων στρώσεων υφάσματος INOΠ υάλου G-60 AR της ίδιας εταιρίας. Το ίδιο υφασμα INOΠ υάλου G-60 AR χρησιμοποιήθηκε επίσης σε όλα τα δοκίμια,

για τη διατμητική τους ενίσχυση, όπως απαιτούσε η μελέτη ενίσχυσης. Το ύφασμα έχει διαφανές χρώμα, παραλαμβάνεται σε μορφή ρολού μήκους 50m



Φωτογραφία 3.5 Ρολό INOPI G-60AR όπως παραδίδεται από τον προμηθευτή, σε πλάτος 50εκ.

(Φωτογραφία 3.5) και αποτελείται από ίνες υάλου πλεγμένες σε μια διεύθυνση. Επίσης, αυτό το INOPI χρησιμοποιήθηκε και για την ενίσχυση όλων των δοκιμών σε τέμνουσα. Σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή του υλικού που δίδεται από τον Προμηθευτή, τα χαρακτηριστικά του υλικού, όπως δείχνονται στον Πίνακα 3.4, έχουν ως εξής:

Πίνακας 3.4. Τεχνικά χαρακτηριστικά INOPI από ίνες υάλου MBrace Fiber G-60 AR (MacBeton, 2002)

Ειδικά Χαρακτηριστικά	
Τύπος Ίνας	Γυαλί ανθεκτικό σε αλκάλια
Μέτρο ελαστικότητας (E)	65.000 MPa
Επιφανειακή Πυκνότητα (D_s)	0,600 kg*m ⁻²
Πυκνότητα (ρ)	2.600 kg*m ⁻³
Πάχος Ξηράς Ίνας (s)	0,230 mm
Πραγματική Επιφάνεια ανά μονάδα πλάτους (A_{eff})	2,30 mm ² * cm ⁻¹
Μέγιστη εφελκυστική αντοχή (f_t)	1.700 MPa
Μέγιστη παραμόρφωση (ε_u)	2,8 %
Συντελεστής θερμικής διαστολής (α)	5*10 ⁻⁶ K ⁻¹
Θερμική αγωγιμότητα (J*m ⁻¹ * s ⁻¹ * α)	Μονωτικό

Όπως και για το C1-30, η μέγιστη εφελκυστική ανηγμένη παραμόρφωση σχεδιασμού για συμμετοχή του ΙΝΟΠ σε κάμψη, δεν ξεπερνά το $0.6 \pm 0.8\%$.

3.5 Ράβδοι ΙΝΟΠ από εξηλασμένες ίνες άνθρακα Mbar

Η τρίτη μέθοδος ενίσχυσης που επιλέχτηκε περιελάμβανε την τοποθέτηση στις πλαϊνές παρειές του δοκιμίου, ράβδων Mbar τύπου Galileo της εταιρίας Mac



Φωτογραφία 3.6 Κουλούρα ΙΝΟΠ Mbar όπως παραδίδεται από τον προμηθευτή.

Beton - Degussa C.C. Hellas AE. Οι ράβδοι Mbar είναι συνθετικό ΙΝΟΠ αποτελούμενο από ίνες άνθρακα, υψηλής αντοχής και υψηλού μέτρου ελαστικότητας, σε μορφή ράβδου οπλισμού. Η ράβδος έχει επιφανειακή επίπαση χαλαζιακής άμμου για βελτίωση της πρόσφυσής της στο σκυρόδεμα. Έχει σκούρο γκριζό χρώμα και παραδίδεται σε ελάχιστη παραγγελία σε μορφή κουλούρας 50 m, με ελάχιστη διάμετρο κουλούρας 2.1 m, όπως δείχνεται στη Φωτογραφία 3.6. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των ράβδων δίνονται στον Πίνακα 3.5.

Πίνακας 3.5. Τεχνικά χαρακτηριστικά ΙΝΟΠ ράβδων από εξηλασμένες ίνες άνθρακα Mbar (MacBeton, 2002)

Ειδικά Χαρακτηριστικά	
Ονομαστική διάμετρος	7,5 mm
Εφελκυστικό μέτρο ελαστικότητας	130.000 MPa
Διατμητικό μέτρο ελαστικότητας	4.500 MPa
Εφελκυστική αντοχή	2.300 MPa
Διατμητική αντοχή	150 MPa
Εμβαδόν διατομής	44 mm ²
Πυκνότητα	1.600 kg·m ⁻³
Μέγιστη παραμόρφωση (ε_u)	1,8 %
Συντελεστής θερμικής διαστολής κατά τον διαμήκη άξονα	0,7·10 ⁻⁶ K ⁻¹
Συντελεστής θερμικής διαστολής κατά τον εγκάρσιο άξονα	30·10 ⁻⁶ K ⁻¹

3.6 Επισκευαστική τσιμεντοκονία, εποξειδικές ρητίνες και στόκοι

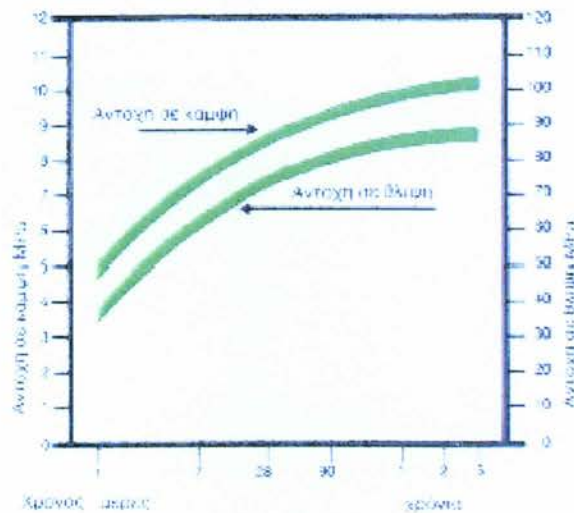
3.6.1 Επισκευαστική τσιμεντοκονία υψηλής αντοχής EMACO S66

Προϊόν της ίδιας εταιρίας που χρησιμοποιείται για εργασίες συντήρησης ή/και επισκευής στοιχείων ΟΣ. Το συγκεκριμένο υλικό ενδείκνυται για πλήρωση κενών πάχους μεταξύ 4-10 cm και στη συγκεκριμένη περίπτωση, χρησιμοποιήθηκε σε λίγες περιπτώσεις για την επισκευή των ακμών των δοκιμίων που αποκολλήθηκαν στο ξεκαλούπωμα. Για την παρασκευή του τοποθετείται το EMACO S66 σε αναμικτήρα μαζί με νερό ανάμιξης, που δεν πρέπει να υπερβαίνει το 10% της ποσότητας του EMACO S66. Γίνεται ανάμιξη για περίπου 3 με 4 λεπτά έως ότου το κονίαμα γίνει ομοιογενές και δεν περιέχει σβώλους. Το νωπό EMACO S66 έχει χρώμα γκριζο και προτείνεται να χρησιμοποιείται σε θερμοκρασίες περιβάλλοντος μεταξύ +5°C και +50 °C. Το ξεκαλούπωμα έγινε μετά το πέρας 24 ωρών από την έγχυση στο καλούπι.

Μερικές από τις ιδιότητες που προδιαγράφονται από την κατασκευάστρια εταιρία για το υλικό αυτό δίνονται στον Πίνακα 3.6 και στο Σχήμα 3.14.

Πίνακας 3.6. Τεχνικά χαρακτηριστικά επισκευαστικής τσιμεντοκονίας υψηλής αντοχής EMACO S66

Ιδιότητα	Αριθμός ημερών από την παρασκευή	
	7 ημέρες	28 ημέρες
Μέτρο Ελαστικότητας	20.000 MPa	25.000 MPa
Συνάφεια με σκυρόδεμα	(δεν αναφέρεται)	6 MPa
Συνάφεια με χάλυβα		
• Λείες ράβδοι	2 MPa	3 MPa
• Ράβδοι με νευρώσεις	15 MPa	20 MPa



του σκληρυντή (B) με ηλεκτρικό αναδευτήρα χειρός για ένα περίπου λεπτό μέχρις ότου επιτευχθεί ομοιογενές μίγμα το οποίο έχει υποκίτρινο, διαφανές χρώμα. Η επάλειψη του γίνεται με κοινό ρολό χειρός μεγέθους ανάλογου με την επιφάνεια εφαρμογής. Το υλικό έχει διάρκεια εφαρμογής που επηρεάζεται από τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Οι εργασίες εφαρμογής του έγιναν σε θερμοκρασία περίπου 20 °C και το υλικό είχε διάρκεια μίας το πολύ ώρας, μετά παρέλευση της οποίας παρουσίασε ταχύτατη πήξη με παράλληλη έκλυση αναθυμιάσεων. Για το λόγο αυτό όλες οι εφαρμογές του ασταριού έγιναν με χρήση προστατευτικής μάσκας και αποκλειστικά στο ύπαιθρο.

Πίνακας 3.7. Τεχνικά χαρακτηριστικά του ασταριού MBrace Primer

Μηχανικά Χαρακτηριστικά	Πρότυπη Μέθοδος	Αντοχή
Πρόσφυση στο σκυρόδεμα	Σκυρόδεμα, pr.EN 1542	>Διατμητική τάση αντοχής σκυροδέματος
Μέγιστη Επιμήκυνση	ASTM D638	3%
Εφελκυστική Αντοχή	Άμεση, ASTM D638	>12 MPa
	Από κάμψη, ASTM D790	>24 MPa
Μέτρο Ελαστικότητας	Εφελκυστικό, ASTM D638	>700 MPa
	Κάμψης, ASTM D790	>580 MPa

Ειδικά Χαρακτηριστικά	
Σύνθεση	Εποξειδική-πολυαμιδική ρητίνη 2 συστατικών
Αναλογία Ανάμιξης	A:B 75% : 25%
Χρόνος Εργασιμότητας σε 21°C	45 λεπτά
Χρόνος Στεγνώματος σε 21°C	5 ώρες

3.6.2 Εποξειδικός στόκος MBrace Putty

Το MBrace Putty (Πίνακας 3.8) είναι συγκολλητικός στόκος δύο συστατικών σε μορφή πάστας που η χρήση του σκοπό έχει την εξομάλυνση τυχόν ανώμαλων επιφανειών στο σκυρόδεμα που προέκυψαν κατά την

σκυροδέτηση, στην άνω παρειά και όπου εφαρμόζεται φορτίο ή υπάρχει στήριξη. Έχει χρώμα ανοιχτόχρωμο γκριζο και παρασκευάζεται με την ανάμιξη των δύο συστατικών του. Τοποθετείται με μυστρί πάνω στο MBrace Primer ανεξάρτητα εάν αυτό έχει στεγνώσει ή όχι. Μετά από την εφαρμογή του μπορεί να επακολουθήσει η προσθήκη και των υπολοίπων στρώσεων του υφάσματος.

Πίνακας 3.8. Τεχνικά χαρακτηριστικά του εποξειδικού στόκου MBrace Putty

Μηχανικά Χαρακτηριστικά	Πρότυπη Μέθοδος	Αντοχή
Πρόσφυση στο σκυρόδεμα	Σκυρόδεμα, pr. EN 1542	>Διατμητική τάση αντοχής σκυροδέματος
Μέγιστη Επιμήκυνση	ASTM D638	1,6%
Εφελκυστική Αντοχή	Άμεση, ASTM D638	>12 MPa
	Από κάμψη, ASTM D790	>26 MPa
Μέτρο Ελαστικότητας	Εφελκυστικό, ASTM D638	>1.800 MPa
	Κάμψης, ASTM D790	>900 MPa

Ειδικά Χαρακτηριστικά	
Σύνθεση	Εποξειδικό 2 συστατικών
Αναλογία Ανάμιξης	A:B 75% : 25%
Χρόνος Εργασιμότητας για 20°C	30 λεπτά
Ολική σκλήρυνση σε 20°C	48 ώρες

3.6.4 Εποξειδική ρητίνη συγκόλλησης MBrace Saturant

Για την συγκόλληση των υφασμάτων πάνω στο τελειωμένο σκυρόδεμα και την εξασφάλιση της πλήρους συνάφειας υφάσματος και σκυροδέματος, χρησιμοποιείται η εποξειδική ρητίνη MBrace Saturant δύο συστατικών, της μεν ρητίνης χρώματος μπλε του δε σκληρυντή χρώματος υποκίτρινου. Η

ανάμιξη γίνεται με μηχανικό αναδευτήρα χειρός. Σύμφωνα με την Τεχνική Περιγραφή του υλικού που δίδεται από τον Προμηθευτή, τα χαρακτηριστικά των συστατικών των δύο υλικών (Πίνακας 3.9), έχουν ως εξής:

Πίνακας 3.9. Τεχνικά χαρακτηριστικά της ρητίνης συγκόλλησης δύο συστατικών MBrace Saturant

Μηχανικά χαρακτηριστικά	Πρότυπη μέθοδος	Αντοχή
Πρόσφυση στο σκυρόδεμα	Σκυρόδεμα, pr.EN 1542	>Διατμητική τάση αντοχής σκυροδέματος
Μέγιστη επιμήκυνση	ASTM D638	2,5%
Εφελκυστική αντοχή	Άμεση, ASTM D638	>50 MPa
	Απο κάμψη, ASTM D790	>120 MPa
Θλιπτική Αντοχή	ASTMA D695	>80 MPa
Μέτρο ελαστικότητας	Εφελκυστικό, ASTM D638	>3.000 MPa
	Κάμψης, ASTM D790	>3.500 MPa

Ειδικά Χαρακτηριστικά	
Σύνθεση	Εποξειδική ρητίνη 2 συστατικών
Αναλογία ανάμιξης	A:B 75% : 25%
Στρώσεις	1 στρώση στο υπόστρωμα & 1στρώση στο τοποθετημένο ύφασμα
Χρόνος εργασιμότητας για 20°C	30 min
Ολική σκλήρυνση σε 20°C	7 ημέρες
Χρόνος στεγνώματος	Συνιστώμενο 48 hrs Μέγιστο 7 ημέρες

Η εφαρμογή της ρητίνης γίνεται αρχικά με επάλειψη της επιφάνειας (ή του κάτω στρώματος ΙΝΟΠ, εφόσον υπάρχει) με μαλακό ρολάκι χειρός και, ακολούθως, μετά από την τοποθέτηση του ΙΝΟΠ, γίνονται πολλαπλά περάσματα της επιφάνειας με σιδερένιο ρόλο εφοδιασμένο με χαρακώσεις, για την πλήρη εξαγωγή των φυσαλίδων κάτω από το ΙΝΟΠ. Ο χρόνος εφαρμογής της ρητίνης είναι περίπου τρεις με τέσσερις ώρες, πριν αυτή αρχίζει να χάνει εργασιμότητα.