



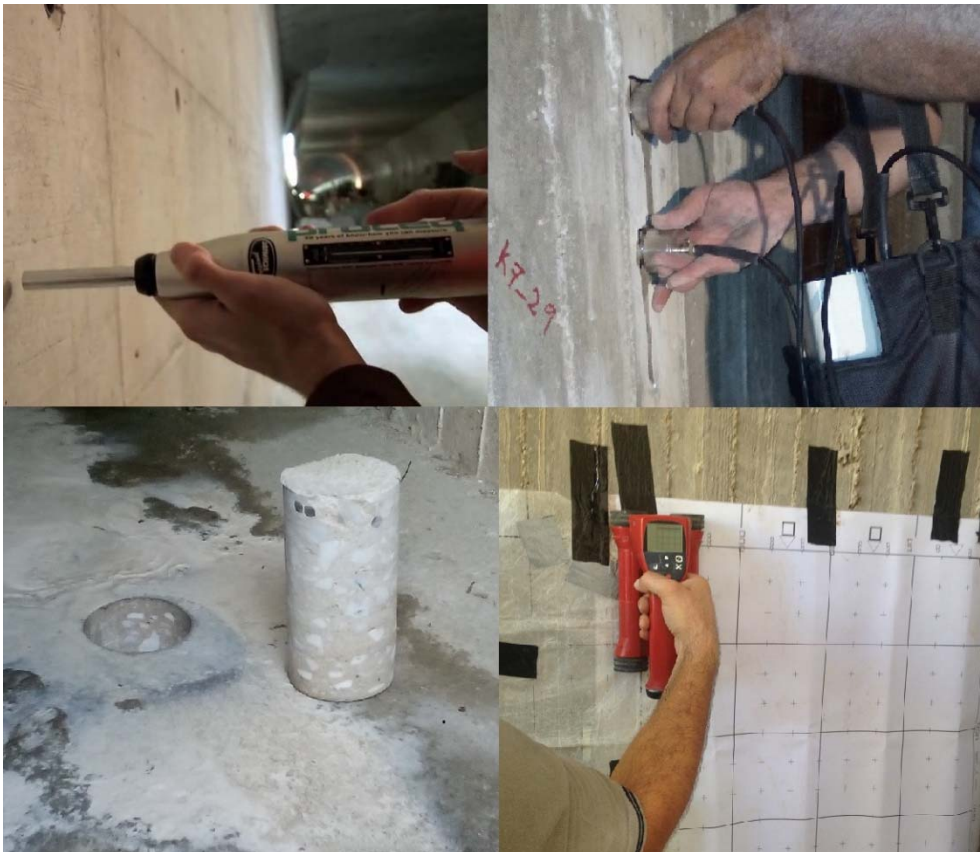
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Εργαστηριακός και Εργοταξιακός Έλεγχος Αντοχής Υφιστάμενου Κτιρίου από Οπλισμένο Σκυρόδεμα και Ανίχνευση Οπλισμού Φέροντος Οργανισμού



Σπουδάστρια

Ζαμπέτα Ελένη

Επιβλέπων Καθηγητής

Νικολουτσόπουλος Νικόλαος

Αθήνα, Μάιος 2016

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η..... Ζαμπέτα Ελένη....., του
Αντωνίου φοιτητής του Τμήματος..... Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε......

του Α.Ε.Ι Πειραιά Τ.Τ, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρώσει εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18. παρ.5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού».

Ο Δηλών



Ημερομηνία

16/05/2016

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας δεν θα μπορούσε να έχει ολοκληρωθεί, χωρίς την συμπαράσταση και την βοήθεια κάποιων ανθρώπων.

Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον καθηγητή μου, τον κο Νικολουτσόπουλο Νικόλαο, PhDc, MSc Εκπαιδευτικό Τεχνολόγο Πολιτικό Μηχανικό – Συνεργάτη του ΤΕΙ Πειραιά, που με στήριξε και με βοήθησε στη σύλληψη και εκπόνηση της παρούσας εργασίας, καθώς επίσης και για την παραχώρηση του εργοταξιακού και εργαστηριακού εξοπλισμού.

Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κο Σκαρμούτσο Γεώργιο, MSc Πολιτικό Μηχανικό T.E., για την συνεργασία του, την παραχώρηση του έργου, τη βοήθεια κατά την περίοδο των μετρήσεων στο εργοτάξιο, καθώς επίσης και για τις σημαντικές του συμβουλές.

Τέλος, θέλω να ευχαριστήσω θερμά και την οικογένεια μου, η οποία τόσα χρόνια με στηρίζει ψυχικά αλλά και οικονομικά και χωρίς αυτήν η πορεία μου ως εδώ θα ήταν σίγουρα δυσκολότερη.

Έλενα,
Πειραιάς 2016

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τις τελευταίες δεκαετίες παρουσιάζεται συχνά η ανάγκη για τον έλεγχο μιας υφιστάμενης κατασκευής στη χώρα μας και κυρίως γερασμένης, καθώς και για τον σχεδιασμό και την εκτέλεση επεμβάσεων σ' αυτή, είτε αφορούν επισκευή είτε ενίσχυση είτε συνδυασμό των δύο.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία εξετάζεται υφιστάμενο κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα με ημικαταστροφική μέθοδο, με λήψη πυρήνων σκυροδέματος, αλλά και με μη καταστροφικές μεθόδους, δηλαδή με κρουσίμετρο και υπερήχους για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας του κτιρίου. Επίσης, πραγματοποιείται ανίχνευση ράβδων οπλισμού με μαγνητικές μεθόδους (scanner) σε επιλεγμένες θέσεις που υποδείχθηκαν από το μελετητή μηχανικό του έργου.

Τέλος, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των επί τόπου και εργαστηριακών ελέγχων αντοχής σκυροδέματος που εκτελέστηκαν και αξιολογούνται τα συμπεράσματα των αντίστοιχων αποτελεσμάτων.

Abstract

In recent decades often presents the need for strength of an existing structure in our country and especially aging, also for the design and implementation of manufacturing operations in this or related repair or reinforcement or a combination of both.

In this thesis examined, the existing building of reinforced concrete with semi destructive method, by taking concrete cores, but also with non-destructive methods, namely schmint hammer and ultrasound to assess the carrying capacity of the building. Furthermore, a detection of reinforce with magnetic methods (scanner) at selected locations indicated by the designer engineer of the project.

Finally, it presents the results of in situ and laboratory concrete strength tests carried out and the conclusions of the respective results are evaluated.

Περιεχόμενα

<i>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</i>	<i>1</i>
<i>1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ</i>	<i>3</i>
<i>1.1. Υφιστάμενες Κατασκευές</i>	<i>3</i>
<i>1.2. Νέα Κτίρια</i>	<i>4</i>
<i>2. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΑΝ.ΕΠΕ.</i>	<i>5</i>
<i>2.1. Σκοπός</i>	<i>5</i>
<i>2.2. Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.)</i>	<i>5</i>
<i>2.3. Κριτήρια και Χαρακτηριστικά του ΚΑΝ.ΕΠΕ.</i>	<i>6</i>
<i>2.4. Απαιτήσεις για Κατασκευές από Σκυρόδεμα</i>	<i>7</i>
<i>2.5. Έλεγχοι Διάγνωσης Βλαβών βάση ΚΑΝ.ΕΠΕ.</i>	<i>9</i>
<i>2.6. Συνοπτική Παρουσίαση Αμέσων και Εμμέσων Ελέγχων</i>	<i>10</i>
<i>2.6.1. Οπτικός Έλεγχος</i>	<i>10</i>
<i>2.6.2. Πυρηνοληψία</i>	<i>11</i>
<i>2.6.3. Μέθοδος Τασικών Κυμάτων – Υπέρηχοι</i>	<i>12</i>
<i>2.6.4. Κρουσίμετρο</i>	<i>13</i>
<i>2.6.5. Κρουστικές Μέθοδοι</i>	<i>13</i>
<i>2.6.6. Εξόλκευση Ήλου</i>	<i>13</i>
<i>2.6.7. Ραδιογραφική Μέθοδος</i>	<i>14</i>
<i>2.6.8. Μαγνητικές Μέθοδοι</i>	<i>14</i>
<i>2.6.9. Ηλεκτρικές μέθοδοι</i>	<i>15</i>
<i>2.6.10. Διαπερατότητα</i>	<i>15</i>
<i>2.6.11. Υπέρυθρη Φωτογράφιση</i>	<i>15</i>
<i>2.6.12. Ραντάρ</i>	<i>16</i>
<i>2.6.13. Ενανθράκωση</i>	<i>16</i>
<i>2.6.14. Ενδοσκόπηση</i>	<i>16</i>
<i>2.6.15. Δοκιμή Χαραγής</i>	<i>17</i>
<i>2.6.16. Δοκιμή Μικροθραυσμάτων</i>	<i>17</i>
<i>2.6.17. Μέθοδος των Επίπεδων Γρύλων</i>	<i>18</i>
<i>2.6.18. Μέτρηση Εύρους Ρωγμών – Έλεγχος Παραμορφώσεων</i>	<i>18</i>
<i>2.6.19. Δοκιμαστικές φορτίσεις - Στατικές ή Δυναμικές</i>	<i>19</i>

2.6.20.	Δοκιμές Χάλυβα	19
2.6.21.	Χημικές Αναλύσεις	20
2.6.22.	Εμπηξη Ήλου – Εξόλκευση Κοχλία.....	21
2.6.23.	Διάτρηση	21
2.6.24.	Μέτρηση Σκληρότητας	21
2.7.	Οι Συνηθέστεροι Έλεγχοι	22
2.7.1.	Οπτικός Έλεγχος.....	22
2.7.1.1.	Ειδικός Μεγεθυντικός φακός.....	22
2.7.1.2.	Ενδοσκόπιο	23
2.7.2.	Πυρηνοληψία.....	24
2.7.2.1.	Προγραμματισμός της Πυρηνοληψίας	25
2.7.2.2.	Παράγοντες που Επηρεάζουν την Αντοχή των Πυρήνων	27
2.7.2.3.	Αναγωγή Αντοχής Πυρήνα σε Αντοχή Κύβου.	30
2.7.2.4.	Προσδιοριζόμενες Ιδιότητες με τους Πυρήνες.....	33
2.7.2.4.1.	Αντοχή σε Θλίψη	35
2.7.2.4.2.	Αντοχή σε Εφελκυσμό από Διάρρηξη.....	36
2.7.2.4.3.	Προσδιορισμός Μέτρου Ελαστικότητας και Λόγου Poisson (N).....	36
2.7.3.	Ενανθράκωση	37
2.7.4.	Κρουσιμέτρηση	39
2.7.5.	Χρήση Υπερήχων	41
2.7.6.	Εξόλκευση Ήλου.....	43
2.7.7.	Μέτρηση του Ηλεκτρικού Δυναμικού Σιδηροπλισμού	44
3.	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΝ.ΕΠΕ. ΣΕ ΤΕΤΡΑΩΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ.....	46
3.1.	Περιγραφή του Έργου.....	46
3.1.1.	Οργάνωση Εργοταξίου και Εργαστηρίου	47
3.2.	Μέθοδοι Ελέγχου Θλιπτικής Αντοχής Σκυροδέματος.....	47
3.2.1.	3.2. Λήψη πυρήνων σκυροδέματος.....	48
3.2.2.	Δοκιμές Κρουσιμέτρου	49
3.2.3.	Δοκιμές υπερήχων.....	49
3.2.4.	Δοκιμές Ανίχνευσης Οπλισμού.....	50
3.3.	Αποτελέσματα Ελέγχων Αντοχής	50
3.3.1.	Αντοχή Σκυροδέματος από Θραύση Πυρήνων	51

3.3.2.	Εκτίμηση Αντοχής Σκυροδέματος από Δοκιμές Κρουσιμέτρου	51
3.3.3.	Εκτίμηση Αντοχής Σκυροδέματος από Δοκιμές Υπερήχων.....	52
3.3.4.	Συσχετίσεις Αποτελεσμάτων.....	52
4.	ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΝΤΟΧΗΣ.....	54
	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	55
	Ελληνική Βιβλιογραφία	55
	Διεθνής Βιβλιογραφία.....	56

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑΤΑ

- I. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΠΥΡΗΝΕΣ
- II. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ
- III. ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ
- IV. ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ
- V. ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ

Ευρετήριο Εικόνων

<i>Εικόνα 1: Ενδοσκόπιο.....</i>	23
<i>Εικόνα 2: Πυρηνοληψία.....</i>	24
<i>Εικόνα 3: Πυρήνας σκυροδέματος από πλάκα.....</i>	25
<i>Εικόνα 4: Σχήμα υπολογισμού τάσης θραύσης.....</i>	35
<i>Εικόνα 5: Σχήμα υπολογισμού εφελκυστικής τάσης.....</i>	36
<i>Εικόνα 6: Δοκίμιο σκυροδέματος, στο οποίο φαίνεται το βάθος ενανθράκωσης.....</i>	38
<i>Εικόνα 7: Αρχή λειτουργίας κρουσίμετρου.....</i>	39
<i>Εικόνα 8: Κρουσιμέτρηση σε κατακόρυφο στοιχείο.....</i>	40
<i>Εικόνα 9: Οι τρεις διαφορετικοί τρόποι μέτρησης της ταχύτητας των υπερήχων.....</i>	41
<i>Εικόνα 10: Ο εξολκέας – δυναμόμετρο κατά τη διαδικασία της εξόλκευσης.....</i>	43
<i>Εικόνα 11: Αρχή λειτουργίας του οργάνου ανίχνευσης οπλισμού.....</i>	44

Ευρετήριο Διαγραμμάτων

<i>Διάγραμμα 1: Προσδιορισμός Μέτρου Ελαστικότητας και λόγου Poisson.....</i>	37
<i>Διάγραμμα 2: Συσχέτιση μέσης θλιπτικής αντοχής και ενδείξεως του κρουσιμέτρου.....</i>	40
<i>Διάγραμμα 3: Συσχέτιση μέσης θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος με ταχύτητα υπερήχων.....</i>	42
<i>Διάγραμμα 4: Συσχέτιση δύναμης εξόλκευσεως με την μέση θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος.....</i>	43

Ευρετήριο Πινάκων

<i>Πίνακας 1: Επίδραση της παρουσίας οπλισμού.....</i>	28
<i>Πίνακας 2: Τιμές του συντελεστή αναγωγής a (σχέση (8)) συναρτήσει της διαμέτρου Φ του πυρήνα.....</i>	30
<i>Πίνακας 3: Τιμές του συντελεστή αναγωγής b (σχέση (8)) συναρτήσει του λόγου h/Φ.....</i>	30
<i>Πίνακας 4: Τιμές του συντελεστή αναγωγής c (σχέση (8)) συναρτήσει της κατεργασίας.....</i>	30
<i>Πίνακας 6: Τιμές του συντελεστή F_2 (σχέση (9)) συναρτήσει της παρουσίας οπλισμού.....</i>	31
<i>Πίνακας 5: Τιμές του συντελεστή F_1 (σχέση (9)) συναρτήσει του λόγου L/D.....</i>	31
<i>Πίνακας 7: Τιμές του συντελεστή F_3 (σχέση (9)).....</i>	31
<i>Πίνακας 8: Τιμές του συντελεστή λ_1 (σχέση 13).....</i>	33
<i>Πίνακας 9: Τιμές του συντελεστή λ_2 (σχέση 13).....</i>	33
<i>Πίνακας 10: Τιμές του συντελεστή λ_3 (σχέση 13).....</i>	33
<i>Πίνακας 11: Αποτελέσματα ελέγχου αντοχής από θραύση πυρήνων.....</i>	51
<i>Πίνακας 12: Αποτελέσματα ελέγχου εκτίμησης αντοχής σκυροδέματος από δοκιμές κρουσίμετρου.....</i>	51
<i>Πίνακας 13: Αποτελέσματα ελέγχου εκτίμησης αντοχής σκυροδέματος από δοκιμές υπερήχων.....</i>	52
<i>Πίνακας 14: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα ελέγχου αντοχής.....</i>	53

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σε πολλές περιπτώσεις οι κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα παρουσιάζουν βλάβες, οπότε κρίνεται απαραίτητο να διερευνηθούν οι αιτίες που τις προκάλεσαν, να αξιολογηθεί η σοβαρότητα τους και η επίδρασή τους στην φέρουσα ικανότητα των επιμέρους δομικών στοιχείων και στην συνολική συμπεριφορά του φορέα.

Με βάση την παραπάνω αξιολόγηση προτείνονται οι περισσότερο ενδεδειγμένες μέθοδοι επισκευής ή και ενίσχυσης των βλαμμένων δομικών στοιχείων ή συνολικά της κατασκευής.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι ο έλεγχος υφιστάμενης αντοχής φέροντος οργανισμού κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, με στόχο τη μελέτη της στατικής του επάρκειας και της αλλαγής χρήσης χώρου από αποθήκες σε ξενοδοχειακή μονάδα.

Απαραίτητη προϋπόθεση για να επιλεγεί ο καλύτερος τρόπος αντιμετώπισης των παραπάνω βλαβών είναι η όσο το δυνατόν ακριβέστερη αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής καθώς και η σοβαρότητα των καταγεγραμμένων βλαβών.

Τις τελευταίες δεκαετίες παρουσιάζεται συχνά η ανάγκη για τον έλεγχο μιας υφιστάμενης κατασκευής καθώς και για τον σχεδιασμό και την εκτέλεση επεμβάσεων, είτε αφορούν επισκευή, είτε ενίσχυση είτε συνδυασμό των δύο, σε μια υφιστάμενη κατασκευή το θέμα κρίνεται ιδιαίτερα επίκαιρο.

Στόχος, λοιπόν, της εργασίας είναι η παρουσίαση των διαδικασιών, των υπολογισμών και των προβλημάτων που εντοπίζονται κατά τη διαδικασία εργαστηριακού και εργοταξιακού ελέγχου σε δοκίμια υφιστάμενης κατασκευής, με απώτερο στόχο η παρούσα μελέτη να αποτελέσει ένα εγχειρίδιο για σχετικές εργασίες μηχανικών.

Στο 1^ο Κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται τα γενικά χαρακτηριστικά των ελέγχων αποτίμησης αντοχής σε υφιστάμενες κατασκευές και γίνεται μία αναφορά σε νέες. Επιπρόσθετα, καταγράφονται βασικές έννοιες με στόχο την αποσαφήνιση δύσκολων εννοιών που αφορούν τον τομέα ελέγχου των κατασκευών.

Στο 2^ο Κεφάλαιο γίνεται μια γενική αναφορά στον Κανονισμό Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) και μια συνοπτική παρουσίαση των συνηθέστερων άμεσων και έμμεσων ελέγχων.

Στη συνέχεια, στο 3^ο Κεφάλαιο γίνεται αναλυτική περιγραφή του έργου και των διαδικασιών λήψης και ελέγχου θλιπτικής αντοχής των δοκιμίων, καθώς επίσης παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των ελέγχων αυτών σε πίνακες και διαγράμματα.

Εν κατακλείδι, με το 4^ο Κεφάλαιο η διπλωματική αυτή εργασία ολοκληρώνεται, όπου καταγράφονται τα συμπεράσματα που προέκυψαν από τα αποτελέσματα των ελέγχων αντοχής της μελέτης.

1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

Με το χαρακτηρισμό κατασκευές δεν αναφερόμαστε μόνο σε νέες κατασκευές που πρόκειται να δημιουργηθούν ή που κατασκευάζονται, αλλά εννοούμε και τις υφιστάμενες κατασκευές, οι οποίες και αυτές μπορεί να είναι είτε κτηριακές, είτε υποδομής είτε οποιασδήποτε άλλης χρήσης.

Η μόνη διαφοροποίηση του ως προς τον έλεγχο αντοχής είναι ότι οι νέες δημιουργούνται με τους νέους κανονισμούς, άρα δε χρειάζεται περαιτέρω έλεγχος (υπό κανονικές συνθήκες), ενώ οι υφιστάμενες θα πρέπει να ελέγχουν αν καλύπτουν τους πλέον πολύ απαιτητικούς κανονισμούς και στη συνέχεια να αποφασιστεί αν και κατά πόσο χρειάζεται η επισκευή και η ενίσχυσή των.

1.1. Υφιστάμενες Κατασκευές

Ένα μεγάλο ποσοστό των δομημάτων της χώρας μας αποτελούν τα υφιστάμενα κτίρια, τα οποία κατασκευάστηκαν μεταξύ της δεκαετίας του 1960 και μέχρι το τέλος της δεκαετίας του 1980. Τα κτίρια αυτά έχουν μελετηθεί και κατασκευαστεί βάσει παλαιότερων Κανονισμών γι' αυτό και παρουσιάζουν ιδιαίτερα χαρακτηριστικά όσον αφορά όχι μόνο την κατασκευή τους, αλλά και τη συμπεριφορά τους έναντι σεισμικών δράσεων.

Στις υφιστάμενες κατασκευές υπάρχει δυνατότητα επιβεβαίωσης των γεωμετρικών διαστάσεων με αρκετή ακρίβεια, εκτιμήσεως της ποιότητας της εκτελέσεως καθώς και της ποιότητας των υλικών επί τόπου με μικρότερη ακρίβεια. Αντιθέτως, οι λεπτομέρειες οπλίσεως εικάζονται με μεγάλες αβεβαιότητες κυρίως λόγω των αφανών ελαττωμάτων.

Το οριακό κόστος για την αύξηση της ασφάλειας υφισταμένων κατασκευών είναι πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο κόστος για την ίδια αύξηση της αντοχής μιας νέας κατασκευής.

Η υπολειπόμενη διάρκεια ζωής για τις υφιστάμενες κατασκευές είναι μικρότερη από την διάρκεια ζωής μιας νέας κατασκευής. Τούτο θα ήταν ένας λόγος για να μειωθούν οι χαρακτηριστικές τιμές των φορτίων, καθώς και η σεισμική δράση στην περίπτωση υφισταμένης κατασκευής για την οποία η υπολειπόμενη διάρκεια ζωής θα ήταν μικρότερη από την αντίστοιχη μιας νέας κατασκευής. Το ίδιο ισχύει και για τα

ίδια βάρη μιας και έχουν μειωμένες αβεβαιότητες σε μια υπάρχουσα κατασκευή. Στις επεμβάσεις ο συντελεστής συμπεριφοράς δεν μπορεί να είναι ενιαίος.

Το σχετικό οικονομικό και κοινωνικό κενό, αλλά και το σύνολο των δυσχερειών που παρουσιάζονται έρχεται να καλύψει λοιπόν, ο Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.). Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. συγκεντρώθηκε μία πολύ εξειδικευμένη και έμπειρη ομάδα το 2000, όπου ξεκίνησαν να γράφονται τα πρώτα σχέδια στην πορεία των χρόνων και καταλήξαμε στην τελική έκδοση του 2013.

1.2. Νέα Κτίρια

Στις νέες κατασκευές ο σχεδιασμός βασίζεται κυρίως σε προδιαγραφόμενες ποιότητες υλικών, γεωμετρίας, και λεπτομερειών οπλίσεως. Ο μηχανικός έχει δυνατότητα ελέγχου του προσομοιώματος της κατασκευής, με αμφιβολίες όμως για το κατά πόσον το προσομοίωμα αντιστοιχεί στην πραγματική κατασκευή. Για τον λόγο αυτό άλλωστε έχουμε και τους επιμέρους συντελεστές ασφαλείας.

Για τις νέες λοιπόν κατασκευές, ο μηχανικός έχει να επιλέξει από μία πληθώρα κανονισμών σύμφωνα με τις απαιτήσεις της κάθε κατασκευής και να εφαρμόσει τον αντίστοιχο ή τους αντίστοιχους. Κάποιοι από αυτούς είναι ο Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΕΑΚ), ο Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος (ΕΚΩΣ) και οι αντίστοιχοι Ευρωκώδικες.

Η παρούσα πτυχιακή εργασία δε θα ασχοληθεί καθόλου με τις νέες κατασκευές και με τους αντίστοιχούς κανονισμούς.

2. ΓΕΝΙΚΑ ΠΕΡΙ ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, οι γερασμένες υφιστάμενες κατασκευές της χώρας μας, οι οποίες δημιουργήθηκαν με παλιούς κανονισμούς, έπρεπε να ελεγχθούν.

2.1. Σκοπός

Η ανάγκη επεμβάσεων σε υφιστάμενες κατασκευές με ελλείψεις ή ανεπάρκειες, οδήγησε στη σύνταξη ενός σχετικού κανονισμού με στόχο τη θεσμοθέτηση κριτηρίων για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας των υφισταμένων αυτών δομημάτων και κανόνων εφαρμογής για τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό τους, καθώς και για τις ενδεχόμενες επεμβάσεις, επισκευές ή ενισχύσεις.

Για τον σκοπό αυτό, υπό την αιγίδα του ΟΑΣΠ, τον Οκτώβριο του 2000 άρχισε να εκπονείται ερευνητικό έργο, το οποίο μετουσιώθηκε τον Ιανουάριο του 2003 στο πρώτο σχέδιο (Σχέδιο 0) κειμένου του Κανονισμού Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.). Το επόμενο σχέδιο (Σχέδιο 1) του Κανονισμού εκδόθηκε το Φεβρουάριο του 2004, στη συνέχεια εκδόθηκε το σχέδιο (Σχέδιο 2) το Νοέμβριο του 2005, έπειτα το σχέδιο (Σχέδιο 3) το Φεβρουάριο του 2009 και το αμέσως επόμενο σχέδιο (Σχέδιο 4) του Κανονισμού εκδόθηκε το Σεπτέμβριο του 2010. Το τελικό σχέδιο, με βάση το οποίο εκπονήθηκε η παρούσα εργασία είναι το τελικό σχέδιο του Κανονισμού (Σχέδιο 5) που εκδόθηκε τον Ιούλιο του 2013.

2.2. Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.)

Ο παρών Κανονισμός περιέχει διατάξεις υποχρεωτικής εφαρμογής, οι οποίες καθορίζουν τα κριτήρια αποτίμησης και τις ελάχιστες υποχρεωτικές απαιτήσεις της φέρουσας ικανότητας, όχι μόνο υφισταμένου δομήματος, αλλά και ανασχεδιασμένων δομημάτων ή μελών τους. Ακόμα καθορίζουν τους τρόπους με τους οποίους μπορεί να γίνει η επέμβαση και τέλος τη συσχέτιση του Κανονισμού αυτού με άλλους Κανονισμούς (υλικών, φορτίσεων κ.λπ.).

Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. αναφέρεται κυρίως σε κτίρια με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα (με ή χωρίς βλάβες), ενώ δεν καλύπτει έργα υψηλής σεισμικής διακινδύνευσης, όπως αναφέρονται χαρακτηριστικά. Τέλος, η εφαρμογή του προϋποθέτει άτομα που διαθέτουν τις απαραίτητες εξειδικευμένες γνώσεις και τα

σχετικά προσόντα, ώστε να υπάρχει εξασφάλιση έναντι κακοτεχνιών ή σφαλμάτων λόγω απειρίας, τα οποία αποτελούν σημαντική αιτία αστοχίας στις κατασκευές.

2.3. Κριτήρια και Χαρακτηριστικά του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία και τα κριτήρια αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας που προτείνονται στον παρόντα Κανονισμό αποτελούν ένα σύνολο κανόνων, με την τήρηση των οποίων θεωρείται ότι ικανοποιούνται οι θεμελιώδεις συνθήκες επάρκειας ενός δομήματος ή τμημάτων αυτού.

Οι απαιτήσεις πληρότητας των ελέγχων καθορίζονται σε συνάρτηση με τον σκοπό για τον οποίο γίνεται ο έλεγχος. Η διαδικασία και τα κριτήρια αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας που προτείνονται στον παρόντα Κανονισμό αποτελούν ένα σύνολο κανόνων, με την τήρηση των οποίων θεωρείται ότι ικανοποιούνται οι θεμελιώδεις συνθήκες επάρκειας ενός δομήματος ή τμημάτων του.

Οι ελάχιστες αυτές υποχρεωτικές απαιτήσεις, οι οποίες πρέπει να ικανοποιούνται από τις υφιστάμενες κατασκευές πριν και μετά την επέμβαση, μπορεί υπό προϋποθέσεις να είναι μειωμένες σε σχέση με τις προβλέψεις των ισχυόντων Κανονισμών σχεδιασμού νέων δομημάτων κατά τον χρόνο της αποτίμησης τους και καθορίζονται σε συνάρτηση με το είδος του δομήματος, τη χρήση του, τον χρόνο κατασκευής του, και τους ισχύοντες τότε Κανονισμούς.

Στον παρόντα Κανονισμό καθορίζονται τα μέσα με τα οποία μπορεί να γίνει η κάθε επέμβαση και δεν περιορίζει τον Μελετητή που επιθυμεί να προχωρήσει σε ακριβέστερους υπολογισμούς από τους απαιτούμενους στις συνηθισμένες περιπτώσεις.

Για να γίνει όμως αποδεκτή η εφαρμογή των ακριβέστερων μεθόδων, θα πρέπει αυτές να ικανοποιούν τις απαιτούμενες προϋποθέσεις, να συνοδεύονται από αποδείξεις για την αξιοπιστία τους και για την επίτευξη του απαιτούμενου από τον Κανονισμό επιπέδου ασφάλειας, ενώ σε κάθε περίπτωση υπόκειται στην έγκριση χρήσης τους από την αρμόδια δημόσια Αρχή.

Επίσης, ο Κανονισμός αυτός ισχύει παράλληλα τόσο με τον εκάστοτε ισχύοντα Αντισεισμικό Κανονισμό, όσο και με τους εκάστοτε ισχύοντες Κανονισμούς σχεδιασμού δομημάτων με συγκεκριμένο υλικό (π.χ. σκυρόδεμα), οι οποίοι περιλαμβάνουν και τα αντίστοιχα ειδικά κριτήρια, καθώς και λεπτομερείς και

πρακτικούς κανόνες διαστασιολόγησης. Τέλος, για δομήματα που έχουν οικοδομηθεί με βάση παλαιότερες από τις τελευταίες, κάθε φορά, εκδόσεις των ισχυόντων Κανονισμών, είναι πιθανόν να είναι πρακτικώς ανεφάρμοστη η ολοκληρωτική ικανοποίηση των απαιτήσεων τους.

2.4. Απαιτήσεις για Κατασκευές από Σκυρόδεμα

Κατά τις επιθεωρήσεις υφισταμένων κατασκευών από σκυρόδεμα αναζητούνται ειδικότερα στοιχεία και πληροφορίες για τα εξής:

- Μελέτη – Κατασκευαστικά σχέδια

Η μελέτη που υπάρχει μπορεί να είναι είτε εγκεκριμένη είτε μη. Επίσης και τα κατασκευαστικά σχέδια αν υπάρχουν.

- Ιστορικά στοιχεία

Με βάση την πρακτική που ακολουθούσαν την εποχή της ανέγερσής της. Δηλαδή ο τρόπος παραγωγής σκυροδέματος, μηχανικός ή «με το χέρι», τρόπος όπλισης, μήκη αγκυρώσεων, χρήση συνδετήρων ή μανδύων, κατεργασία χάλυβα, κλπ.

- Ποιότητα υλικών.

Οι ιδιότητες του σκυροδέματος που κυρίως ενδιαφέρουν στην περίπτωση υφισταμένων κατασκευών από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα είναι εκείνες που σχετίζονται με την δομική συμπεριφορά και τις απαιτήσεις ενισχύσεως. Τέτοιες είναι κυρίως η θλιπτική αντοχή και σε μικρότερο βαθμό το ειδικό βάρος και το μέτρο ελαστικότητας του σκυροδέματος καθώς και το όριο διαρροής, η εφελκυστική αντοχή και η παραμόρφωση θραύσεως του χάλυβα. Πάντως ενδέχεται να ενδιαφέρουν και άλλες ιδιότητες του σκυροδέματος όπως η εφελκυστική αντοχή, η συνάφεια, η διαπερατότητα κλπ.

Η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος μπορεί να εκτιμηθεί προσεγγιστικά και με έμμεσες μη καταστροφικές μεθόδους (κρουσίμετρο, υπέρηχους, εξόλκευση ήλου κλπ). Πάντως, προκειμένου να γίνει επισκευή ή ενίσχυση μιας κατασκευής, οι έμμεσες μέθοδοι δεν είναι επαρκείς και πρέπει να συνδυάζονται με πυρηνοληψίες για λόγους βαθμονόμησης των εμμέσων μεθόδων και αύξησης της ακρίβειας.

Το όριο διαρροής καθώς και οι λοιπές ιδιότητες του χάλυβα γενικώς παραμένουν σταθερά, αν και ορισμένες περιβαλλοντικές δράσεις (όπως π.χ. θαλάσσιο περιβάλλον, χημικά εργοστάσια κλπ) προκαλούν εξασθένηση του χάλυβα. Συνήθως στις κατασκευές μετά το 1990 η ποιότητα του χάλυβα είναι ίδια για τα όλα τα δομικά στοιχεία (κατακόρυφα, οριζόντια και θεμελίωση).

Στις κατασκευές της περιόδου 1965-1990 ήταν συνήθης ο συνδυασμός διαμήκους χάλυβα κατηγορίας St III (S400) και συνδετήρων κατηγορίας St I (S220). Για τις κατασκευές πριν το 1965 είχαμε αποκλειστική χρήση λείου χάλυβα St I (S220).

- Ιδιότητες δομικών στοιχείων.

Οι ιδιότητες των δομικών στοιχείων που ενδιαφέρουν, στην περίπτωση υφιστάμενων κατασκευών από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα, είναι εκείνες που επηρεάζουν την συμπεριφορά του συνόλου της κατασκευής, όπως οι διαστάσεις, η αποδιοργάνωση, η θέση και αγκύρωση του οπλισμού κλπ. Ειδικότερα οι παρακάτω ιδιότητες θεωρούνται σημαντικές και θα πρέπει να παρέχουν αξιόπιστα αποτελέσματα και να αξιολογούνται καταλλήλως:

- Υλοποιηθείσες διαστάσεις

Θα πρέπει να δοθούν οι επιμετρημένες διαστάσεις σε σχέση με τις αρχικές προβλεπόμενες από την μελέτη

- Υλοποιηθείσες συνθήκες στηρίξεως

Έχει πολύ σημαντικό ρόλο να γνωρίζει ο μελετητής εάν η κάθε υφιστάμενη συνθήκη στήριξη έχει κατασκευαστεί ως άρθρωση, ελαστική πάκτωση ή πάκτωση.

- Λεπτομέρειες οπλίσεως

Είναι πολύ σημαντικό ο μελετητής να γνωρίζει εάν τελικά στις υφιστάμενες λεπτομέρειες όπλισης έχουν αγκυρώσεις, ματίσεις, κλπ.

- Ικανότητα μεταφοράς εντάσεως

Πρέπει να γίνει γνωστό πως γίνεται η μεταφορά των εντάσεων από τους κόμβους, όπως για παράδειγμα η περίπτωση έκκεντρης δοκού μεγάλου πλάτους στηριζόμενης σε υποστύλωμα μικρών διαστάσεων.

- Έλεγχος καταστάσεως μελών από Ω.Σ.

Εκτός από τις διάφορες ιδιότητες του ωπλισμένου σκυροδέματος, ενδιαφέρον ενδέχεται να παρουσιάζουν και λοιπές ιδιότητες ή καταστάσεις των μελών ενός φορέα από Ω.Σ.. Τέτοιες μπορεί να είναι η παρουσία χλωριόντων, το βάθος ενανθρακώσεως, η διάβρωση του χάλυβα και η αντίστοιχη απώλεια χάλυβα λόγω διαβρώσεως, η διαπερατότητα, η ύπαρξη υγρασίας, τα δυναμικά χαρακτηριστικά της κατασκευής, το εύρος ρωγμών, η εξέλιξη παραμορφώσεων συναρτήσει του χρόνου και, τέλος, η αποτελεσματικότητα επεμβάσεων, στις περιπτώσεις που έχουν γίνει επεμβάσεις.

2.5. Έλεγχοι Διάγνωσης Βλαβών βάση ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Η μεθοδολογία διάγνωσης βλαβών περιλαμβάνει το συνδυασμό της οπτικής αξιολόγησης της κατασκευής με τις κατάλληλες ενόργανες μεθόδους διάγνωσης βλαβών, με σκοπό την αποκατάσταση επαρκών στοιχείων για την κατάσταση της κατασκευής.

Η θέση και η επιλογή των προς εξέταση δειγμάτων είναι σημαντική για την εξαγωγή σωστών συμπερασμάτων που αφορούν το σύνολο του φορέα. Ο αριθμός των ελέγχων πρέπει να επαρκεί για την επιλογή της σωστής στρατηγικής επεμβάσεων και την κακή εκτίμηση του συνολικού τμήματος της κατασκευής που χρήζει επισκευών.

- Για τη διεξαγωγή των ελέγχων απαιτείται πεπειραμένο συνεργείο, το οποίο σε συνεργασία με το μελετητή Μηχανικό πρέπει να διασφαλίσει τα ακόλουθα:
- Την εφαρμογή των κατάλληλων μεθόδων διάγνωσης βλαβών στην πράξη, συμπεριλαμβανομένης της λειτουργίας του απαραίτητου εξοπλισμού.
- Την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου και θέσης ελέγχου ανάλογα με το είδος της βλάβης.
- Την ορθή και λεπτομερή περιγραφή των αποτελεσμάτων της έρευνας, καθώς και την ερμηνεία των αποτελεσμάτων αυτών.

Επιτόπου, μία εξιδανικευμένη διάγνωση ξεκινά πάντα με έναν οπτικό έλεγχο, που σκοπό έχει την απόκτηση μιας εποπτικής εικόνας του κτιρίου και των βλαβών που έχει υποστεί. Οι οπτικές παρατηρήσεις καταγράφονται σε πρόχειρα σχέδια κατόψεων και όψεων. Τα σχέδια πρέπει να περιλαμβάνουν την ταυτότητα και τον προσανατολισμό των ελεγχόμενων στοιχείων.

Όταν ολοκληρωθεί ο οπτικός έλεγχος, γίνεται μία «υπόθεση εργασίας» σχετικά με την αιτία των βλαβών. Με βάση την υπόθεση αυτή, επιλέγονται οι μέθοδοι διάγνωσης βλαβών που θα εφαρμοστούν καθώς και οι θέσεις των προς εξέταση περιοχών.

Αφού προσδιοριστούν οι θέσεις, μετρούνται κατακόρυφες αποστάσεις, συνήθως από το επίπεδο του εδάφους. Οριζόντιες αποστάσεις πρέπει επίσης να μετρηθούν από μία καλώς ορισμένη θέση αναφοράς (π.χ. γωνία κάποιου συγκεκριμένου υποστυλώματος).

Όταν όλοι οι προγραμματισμένοι έλεγχοι έχουν ολοκληρωθεί, οι οπτικές παρατηρήσεις και τα αποτελέσματα των ελέγχων πρέπει να συνεκτιμηθούν έτσι ώστε να καθοριστεί επακριβώς η αιτία, η έκταση, και η πιθανή περαιτέρω ανάπτυξη βλαβών. Εάν ο ακριβής καθορισμός δεν είναι δυνατός, συμπληρωματικοί έλεγχοι πρέπει να επιλεγούν και να εκτελεστούν.

Εφόσον τα αποτελέσματα των ελέγχων δεν επαληθεύουν την αρχική υπόθεση για την αιτία των βλαβών, αυτή πρέπει να αναθεωρηθεί. Ενδέχεται να απαιτηθεί η εκτέλεση συμπληρωματικών ελέγχων για την επιβεβαίωση της αναθεωρημένης υπόθεσης.

2.6. Συνοπτική Παρουσίαση Αμέσων και Εμμέσων Ελέγχων

Παρακάτω παρουσιάζεται μία λίστα με όλες τις μεθόδους που μπορούν να γίνουν σε κατασκευές υφιστάμενες, είτε επί τόπου στο έργο ή στο εργαστήριο, καθώς επίσης και τα σχετικά πρότυπα ή οδηγίες που τα περιγράφουν. (Σπανός, Σπιθάκης, Τρέζος, 2006)

2.6.1. Οπτικός Έλεγχος

Με τον οπτικό έλεγχο εντοπίζονται και καταγράφονται οι φθορές – βλάβες που υπάρχουν σε ένα υφιστάμενο κτίριο

- Εφαρμογή:

Κατά τον οπτικό έλεγχο εντοπίζονται και καταγράφονται οι φθορές – βλάβες που παρουσιάζει μία κατασκευή. Έτσι, ο έλεγχος συνίσταται στην καταγραφή, πάνω σε σχέδια ή σκαριφήματα, των εξής στοιχείων:

- Ρωγμές (θέση και εύρος)
- Διαβρωμένοι οπλισμοί
- Προβλήματα υγρασίας, ανερχόμενης ή κατερχόμενης
- Ανωμαλίες και φθορές σε σκυρόδεμα και χάλυβα, όπως: απόμιξη, φωλιές, αποθέσεις αλάτων, δημιουργία μικροσταλακτιτών, απολεπίσεις, αποφλοιώσεις, άτακτη ρηγμάτωση, απόσπαση τεμαχίων, εκτινάξεις, ίχνη - κηλίδες σκουριάς, χρωματικές αλλοιώσεις, απογυμνωμένοι οπλισμοί, θραυσμένοι οπλισμοί, κατάσταση τενόντων προεντάσεως (κάνοι αγκυρώσεως, σωλήνες και καλώδια προεντάσεως, κατάσταση τσιμεντενέματος)
- Σχετικά πρότυπα:
 - ACI201.1R
 - ACI207.3R
 - ACI224.1R
 - ACI326R

2.6.2. Πορηνοληψία

Ημικαταστροφική μέθοδος η οποία βασίζεται στην διάτρηση και αποκοπή κυλινδρικού δοκιμίου.

- Εφαρμογή:

Μέθοδος για τον προσδιορισμό:

 - Αντοχής σε θλίψη,
 - Αντοχής σε εφελκυσμό από διάρρηξη
 - Αντοχής σε εφελκυσμό από κάμψη
 - Μέτρο ελαστικότητας
 - Λόγου Poisson
 - Υγρασίας δοκιμίου
 - Υδατοαπορροφητικότητας
 - Πορώδους
 - Μάζας
 - Φαινόμενου βάρους
 - Αποτελεσματικότητας επεμβάσεων (πληρότητα ενέσεων κόλλας, ή ενεμάτων)

- Σχετικά πρότυπα:
 - Κ.Τ.Σ. – 97
 - Εγκύκλιος Ε 7
 - ΕΛΟΤ 344
 - DIN 52105
 - DIN 52112
 - ISO/7034
 - BSI 6089
 - ASTM C42

2.6.3. Μέθοδος Τασικών Κυμάτων – Υπέρηχοι

Έμμεσες μέθοδοι οι οποίες βασίζονται στην διάδοση τασικών κυμάτων δια μέσου του υλικού ή στην αντήχηση (υπερηχητικών ή κρουστικών κυμάτων) Με την μέθοδο αυτή γίνεται μέτρηση του χρόνου διαδόσεως των υπερήχων δια μέσου τμήματος σκυροδέματος ή τοιχοποιίας γνωστού μήκους. Παραλλαγές της μεθόδου: αντανάκλαση σε ελεύθερη επιφάνεια ή σε ρωγμή.

- Εφαρμογή:

Πρόκειται για μεθόδους με τις οποίες γίνεται μέτρηση της σχετικής καταστάσεως του σκυροδέματος ή τοιχοποιίας με βάση την ταχύτητα διαδόσεως των υπερήχων.

Με τις μεθόδους αυτές γίνεται:

- Προσδιορισμός θλιπτικής αντοχής του δομικού στοιχείου
 - Εντοπισμός κοιλοτήτων στο εσωτερικό των δομικών στοιχείων
 - Εκτίμηση βάθους επιφανειακών ρωγμών
 - Προσδιορισμός ομοιομορφίας
 - Αποτίμηση βάθους στρώματος δομικού στοιχείου που έχει υποστεί φθορά
- Σχετικά πρότυπα:
 - ISO 8047
 - ASTM C597
 - RILEM NDT1
 - BSI 1881/203

2.6.4. Κρουσίμετρο

Έμμεση μέθοδος η οποία βασίζεται στην μέτρηση της επιφανειακής σκληρότητας σκυροδέματος, λίθων και κονιάματος

- Εφαρμογή:

Μέθοδος για:

- Τον έμμεσο προσδιορισμό θλιπτικής αντοχής σκυροδέματος, λίθων ή κονιάματος,
- Έλεγχο ομοιομορφίας
- Έλεγχο επιφανειακής σκληρότητας και ομοιογένειας υλικών δομήσεως, κυρίως του σκυροδέματος

- Σχετικά πρότυπα:

- ASTM C805
- RILEM NDT3
- BSI 1881/202
- ISO DIS8145

2.6.5. Κρουστικές Μέθοδοι

Έμμεσες μέθοδοι οι οποίες βασίζονται στην ανάλυση συχνοτήτων των παλμών κατά την διάδοση-τους διαμέσου του σκυροδέματος.

- Εφαρμογή:

Μέθοδοι για :

- Τον προσδιορισμό κακοτεχνιών στο εσωτερικό στοιχείων από σκυρόδεμα,
- Την εκτίμηση πάχους επιφανειακών στοιχείων και του μήκους γραμμικών στοιχείων (πασσάλων)

- Σχετικά πρότυπα:

- ASTM D4580
- ASTM C13835

2.6.6. Εξόλκευση Ήλου

Έμμεση μέθοδος η οποία βασίζεται στην μέτρηση της δυνάμεως εξολκείσεως ειδικού ήλου ο οποίος εμπήγνυται κρουστικώς στην επιφάνεια του δομικού στοιχείου

- Εφαρμογή:

Μέθοδος για τον:

- Προσδιορισμό της αντοχής του δομικού στοιχείου σκυροδέματος,
- Έλεγχο ομοιομορφίας (σκυροδέματος, κονιάματος ή ξύλου).

- Σχετικό πρότυπο:

Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά.

2.6.7. *Ραδιογραφική Μέθοδος*

Μη καταστροφική μέθοδος η οποία βασίζεται στην προσβολή της ελεγχόμενης επιφάνειας με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που διέρχεται δια μέσου της μάζας του δομικού στοιχείου

- Εφαρμογή:

Μέθοδοι για την:

- Μέτρηση πυκνότητας του δομικού στοιχείου,
- Εντοπισμός οπλισμών και κενών - σπηλαιώσεων στην μάζα του δομικού στοιχείου

- Σχετικά πρότυπα:

- BS 1881/205
- ASTM C1040

2.6.8. *Μαγνητικές Μέθοδοι*

Μη καταστροφικές μέθοδοι οι οποίες βασίζονται στην μεταβολή του μαγνητικού πεδίου από την παρουσία του χάλυβα σε δομικό στοιχείο.

- Εφαρμογή:

Μέθοδοι προσδιορισμού

- Θέσεως χάλυβα,
- Εκτίμηση διαμέτρου και
- Επικάλυψης οπλισμού

- Σχετικό πρότυπο:

- BS 1881/204

2.6.9. Ηλεκτρικές μέθοδοι

Ημικαταστροφικές μέθοδοι οι οποίες βασίζονται στην μεταβολή του δυναμικού ή της εντάσεως ηλεκτρικού ρεύματος.

- Εφαρμογή:
Μέθοδοι με την οποίες γίνεται έλεγχος πιθανότητας διαβρώσεως του σιδηροπλισμού και όχι της ταχύτητας διαβρώσεως.
- Σχετικά πρότυπα:
 - ACI 222R-85
 - ASTM C876-87

2.6.10. Διαπερατότητα

Μη καταστροφική μέθοδος (όταν εφαρμόζεται επί τόπου του έργου) και ημικαταστροφική (όταν εφαρμόζεται στο εργαστήριο). Η μέθοδος βασίζεται στην μέτρηση της ροής ρευστού (αέρα ή ύδατος) δια μέσου τους σκυροδέματος υπό δεδομένες συνθήκες.

- Εφαρμογή:
Μέθοδοι για:
 - Σύγκριση σκυροδεμάτων με διάφορες συνθέσεις,
 - Έλεγχος ωρίμανσης σκυροδέματος.
- Σχετικό πρότυπο:
Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά.

2.6.11. Υπέροθρη Φωτογράφιση

Μη καταστροφική μέθοδος η οποία βασίζεται στην μεταβολή της θερμικής αγωγιμότητας δια μέσου δομικού στοιχείου (σκυροδέματος, χάλυβα, τοιχοποιίας, ξύλου) παρουσία ελαττωμάτων, φθορών ή διαφορετικών υλικών

- Εφαρμογή:
Μέθοδοι για:
 - Έλεγχο ρωγμών και αποφλοιώσεων σε δάπεδα και καταστρώματα γεφυρών,
 - Έλεγχο υγρασίας σε κτίρια,

- Έλεγχο ιστορικών κτιρίων,
- Εντοπισμό διαφορετικών υλικών
- Σχετικό πρότυπο:
 - ASTM D4788

2.6.12. Ραντάρ

Μη καταστροφική μέθοδος η οποία βασίζεται στην μελέτη της ανακλάσεως ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων καθώς διέρχονται από υλικά με διαφορετικές διηλεκτρικές σταθερές.

- Εφαρμογή:
Μέθοδοι για:
 - Προσδιορισμό μεταλλικών αντικειμένων και κενών σε δάπεδα,
 - Περιοχές με αυξημένη υγρασία,
 - Εκτίμηση του πάχους στοιχείων
- Σχετικό πρότυπο:
 - ASTM D4748

2.6.13. Ενανθράκωση

Ημικαταστροφική μέθοδος η οποία βασίζεται στην μεταβολή του ΡΗ του σκυροδέματος δομικού στοιχείου από την παρουσία διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)

- Εφαρμογή:
Ψεκάζεται διάλυμα φαινολοφθαλεΐνης σε φρεσκοθραυσμένες ή φρεσκοκομμένες επιφάνειες σκυροδέματος. Προσδιορίζεται το βάθος ενανθράκωσης το οποίο επηρεάζει την παθητική προστασία του χάλυβα και τις ενδείξεις του κρουσιμέτρου.
- Σχετικό πρότυπο:
Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά.

2.6.14. Ενδοσκόπηση

Μη καταστροφική μέθοδος με την οποία μπορεί να ελεγχθεί και φωτογραφηθεί η κατάσταση της μάζας δομικού στοιχείου αφού προηγηθεί μικρή διάτρηση.

- Εφαρμογή:

Μέθοδος με την οποία διανοίγεται μικρή οπή 10 έως 15 mm, εισάγεται ο σωλήνας του ενδοσκοπίου, ελέγχεται ή και φωτογραφίζεται το εσωτερικό ή η παράπλευρη επιφάνεια της διατήρησης για:

- Εντοπισμό κοιλοτήτων, κενών, φωλεών σε σκυρόδεμα ή τοιχοποιία
- Κατάσταση οπλισμού (διαβρωμένων ή μή) κυρίως προεντεταμένων στοιχείων
- Κατάσταση / πληρότητα ενέσεων (κόλλας ή ενεμάτων)

- Σχετικό πρότυπο:

Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά.

2.6.15. Δοκιμή Χαραγής

Ημικαταστροφική έμμεση μέθοδος με την οποία ελέγχεται η θλιπτική αντοχή του κονιάματος. Η μέθοδος βασίζεται στην επιφανειακή σκληρότητα του κονιάματος

- Εφαρμογή:

Μέθοδος για τον:

- Έμμεσο προσδιορισμό θλιπτικής αντοχής κονιάματος
- Έλεγχο ομοιομορφίας
- Έλεγχο επιφανειακής σκληρότητας και ομοιογένειας υλικών δομήσεως

- Σχετικό πρότυπο:

Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά.

2.6.16. Δοκιμή Μικροθραυσμάτων

Ημικαταστροφική μέθοδος με την οποία τεμάχια κονιάματος τα οποία αποσπώνται από το έργο εγκιβωτίζονται σε ειδικές μήτρες στο εργαστήριο και υποβάλλονται σε θλίψη.

- Εφαρμογή:

Μέθοδος για τον προσδιορισμό της

- Εφελκυστικής αντοχής κονιάματος

- Σχετικό πρότυπο:

Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά.

2.6.17. Μέθοδος των Επίπεδων Γρύλων

Ημικαταστροφική μέθοδος για δοκιμή θλίψης επί τόπου του έργου σε πραγματική κλίμακα.

- Εφαρμογή:

Η δοκιμή συνίσταται στην επιβολή κατακορύφου θλιπτικού φορτίου σε τμήματα τοιχοποιίας μέσω επίπεδων γρύλων με ταυτόχρονη καταγραφή οριζοντίων και κατακορύφων παραμορφώσεων. Απαιτείται διάνοιξη οριζοντίων και κατακορύφων σχισμών στην τοιχοποιία. Με την μέθοδο αυτή προσδιορίζονται:

- Θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας
- Μέτρο ελαστικότητας
- Λόγος Poisson
- Λόγος εγκάρσιας διογκώσεως τοιχοποιίας

- Σχετικό πρότυπο:

Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά.

2.6.18. Μέτρηση Εύρους Ρωγμών – Έλεγχος Παραμορφώσεων

Μη καταστροφικές μέθοδοι με τις οποίες γίνεται μέτρηση και παρακολούθηση των παραμορφώσεων σε δοκιμές που γίνονται στο εργαστήριο ή επί τόπου του έργου

- Εφαρμογή:

Ο έλεγχος / μέτρηση γίνεται με τα παρακάτω όργανα:

- Ακουστικά μηκυσιόμετρα
- Μηχανικά μηκυσιόμετρα
- Ηλεκτρικά μηκυσιόμετρα
- Μετρητές μετακινήσεων
- Εφαρμόζονται για την:
 - Παρακολούθηση και καταγραφή μακροχρόνιων παραμορφώσεων
 - Παρακολούθηση και καταγραφή παραμορφώσεων που προέρχονται από παροδικά φορτία

- Σχετικό πρότυπο:

Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά.

2.6.19. Δοκιμαστικές φορτίσεις - Στατικές ή Δυναμικές

Μη καταστροφικές μέθοδοι με τις οποίες γίνεται πειραματικός έλεγχος της φέρουσας ικανότητας ή των δυναμικών χαρακτηριστικών (απόσβεση και ιδιοπερίοδος) μιας κατασκευής, καθώς και παρακολούθηση της παραμορφώσεως των υλικών.

- Εφαρμογή:

Ανάλογα με την μέθοδο που εφαρμόζεται ελέγχονται τα εξής χαρακτηριστικά:

- Στατική μέθοδος
 - Φέρουσα ικανότητα (η κατασκευή φορτίζεται με φορτίο μεγαλύτερο του φορτίου λειτουργίας)
 - Παραμορφώσεις υλικών και δομικών στοιχείων, από τα οποία κατασκευάζονται διαγράμματα τάσεως – παραμορφώσεως ή φορτίου – παραμορφώσεως
 - Από τα παραπάνω διαγράμματα γίνεται υπολογισμός του μέτρου ελαστικότητας
- Δυναμική φόρτιση
 - Προσδιορισμός δυναμικών χαρακτηριστικών (ιδιοπερίοδος και απόσβεση)
 - Μέτρηση παραμορφώσεων
- Σχετικά πρότυπα:
 - ACI 437
 - ACI 318

2.6.20. Δοκιμές Χάλυβα

Ημικαταστροφικές δοκιμές οι οποίες γίνονται στον χάλυβα (σιδηροπλισμό ή μορφοσίδηρο) για τον έλεγχο, αφενός των μηχανικών χαρακτηριστικών, αφετέρου της χημικής σύστασης και ελέγχου διαβρώσεως

- Εφαρμογή:

Με τις μεθόδους αυτές ελέγχονται τα εξής:

- Όριο διαρροής
- Όριο θραύσεως
- Παραμόρφωση θραύσεως

- Δοκιμή κάμψης - ανάκαμψης, αναδίπλωσης (μόνο για χάλυβες οπλισμένου σκυροδέματος)
- Χημική σύσταση
- Έλεγχος διαβρώσεως
- Σχετικά πρότυπα:
 - ΕΛΟΤ1045
 - ΕΛΟΤ 959
 - ΕΛΟΤ 971
 - ENV 10080
 - DIN 488
 - EU 80-85
 - DIN 50905

2.6.21. Χημικές Αναλύσεις

Ημικαταστροφικές δοκιμές με τις οποίες, σε δείγματα που προσκομίζονται στο εργαστήριο, γίνεται χημική ανάλυση για τον προσδιορισμό της συνθέσεως

- Εφαρμογή:

Με τις μεθόδους αυτές ανιχνεύονται τα εξής:

- Σε κονιάματα
 - Διοξείδιο πυριτίου, SiO_2
 - Τριοξείδιο θείου, SO_3
 - Οξείδιο Αργιλίου και Σιδήρου, $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3$
 - Οξείδιο Ασβεστίου, CaO
 - Οξείδιο Μαγνησίου, MgO
 - Οξείδιο Νατρίου, Na_2O
 - Οξείδιο Καλίου K_2O
- Σε σκυροδέματα
 - Ποσοστό χλωριόντων κατά βάρος τσιμέντου
- Σε χάλυβας
 - C, Mn, Si, V
- Σχετικά πρότυπα:
 - ASTM C1218

- ASTM C1202
- ASTM C1152

2.6.22. Εμπήξη Ήλου – Εξόλκευση Κοχλία

Έμμεση μη καταστροφική μέθοδος με την οποία με ειδικό εργαλείο γίνεται εμπήξη ήλου και μετριέται το μήκος διεισδύσεως. Ως παραλλαγή μετριέται η δύναμη για την εξόλκευση ενός τυποποιημένου κοχλία.

- Εφαρμογή:

Απλή, γρήγορη μέθοδος με πολλές αβεβαιότητες, συνιστάται να εφαρμόζεται κατόπιν βαθμονομήσεως.

- Σχετικό πρότυπο:

Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά. ,

2.6.23. Διάτρηση

Έμμεση μη καταστροφική μέθοδος με την οποία με ειδικό ηλεκτρικό τρυπάνι γίνεται τρύπα στο ξύλο και καταγράφεται η καμπύλη της δυσκολίας προωθήσεως της διατρήσεως.

- Εφαρμογή:

Απλή, γρήγορη μέθοδος με πολλές αβεβαιότητες, συνιστάται να εφαρμόζεται κατόπιν βαθμονομήσεως. Επίσης μπορεί να γίνει έλεγχος των προϊόντων διατρήσεως για τον σχηματισμό μακροσκοπικής εικόνας της καταστάσεως του ξύλου

- Σχετικό πρότυπο:

Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά.

2.6.24. Μέτρηση Σκληρότητας

Έμμεση μη καταστροφική μέθοδος σύμφωνα με την οποία μετριέται το αποτύπωμα που σχηματίζεται από την πτώση πρότυπου βάρους στην επιφάνεια ξύλου ή μετάλλου.

- Εφαρμογή:

Εφαρμόζεται ως εξής σε ξύλο ή χάλυβα:

- Εύλο
 - Βάρος πίπτει από συγκεκριμένο ύψος και μετρίεται το αποτύπωμα. Λόγω μεγάλων αβεβαιοτήτων, συνιστάται να εφαρμόζεται κατόπιν βαθμονομήσεως.
- Χάλυβα
 - Εφαρμόζεται σύμφωνα με τις πρότυπες δοκιμές Brinell, Rockwell, Vickers
- Σχετικό πρότυπο:
Δεν περιγράφεται σε κάποιο πρότυπο, αλλά μόνο βιβλιογραφικά.

2.7. Οι Συνηθέστεροι Έλεγχοι

Όπως παρουσιάστηκε και παραπάνω υπάρχει μία πληθώρα των δοκιμών, είτε επιτόπου είτε εργαστηριακών, για την αποτίμηση της επάρκειας των υφιστάμενων κτιρίων. Παρόλη όμως την πληθώρα αυτή των δοκιμών ελάχιστες είναι αυτές που χρησιμοποιούνται, είτε γιατί θεωρούνται πιο αξιόπιστες, είτε γιατί κοστίζει πολύ να γίνουν περισσότερες. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι συνηθέστερες αυτές δοκιμές.

2.7.1. Οπτικός Έλεγχος.

Ο οπτικός έλεγχος γίνεται πάντα και σε κάθε εργοτάξιο. Βασίζεται και στις γνώσεις, αλλά κυρίως στην εμπειρία του μηχανικού που θα εκτελέσει τις δοκιμές και θα πρέπει να αξιολογήσει τα ευρήματα.

Εκτός της επιθεωρήσεως που είναι ο πρώτος έλεγχος, ο οπτικός έλεγχος συμπληρώνεται και με τις οπτικές ενόργανες μεθόδους που περιγράφονται στις δύο ακόλουθες υποενότητες.

2.7.1.1. Ειδικός Μεγεθυντικός φακός

Η χρήση ειδικού μεγεθυντικού φακού με ενσωματωμένη μετρητική κλίμακα για την μέτρηση του εύρους των ρωγμών (απαιτείται καλός πρόσθετος τεχνητός φωτισμός). Χρειάζεται προσοχή κατά την εκτίμηση του εύρους της ρωγμής μιας και τα χείλη των ρωγμών σε σκυρόδεμα δεν είναι ποτέ δύο παράλληλες ευθείες ώστε να

ορίζεται μονοσήμαντα η απόστασή τους. Αντιθέτως, μια ρωγμή εξεταζόμενη με μεγεθυντικό φακό παρουσιάζει εντονότερες μεταβολές εύρους έτσι ώστε να είναι δύσκολος ο ορισμός ενός ενιαίου εύρους ρωγμής.

Για τον λόγο αυτό, απαιτείται μέτρηση του εύρους της ρωγμής σε αρκετές θέσεις και, αν το πλάτος της δεν είναι σταθερό, κατασκευή ιστογράμματος και εκτίμηση του εύρους της ρωγμής από την συχνότερη τιμή. Σε διαφορετική περίπτωση (καμπτικές ρωγμές) σύνταξη σκαριφημάτων με μέτρηση του εύρους της ρωγμής σε διάφορες θέσεις.

Εκτίμηση του εύρους της ρωγμής μπορεί να γίνει συγκρίνοντας μακροσκοπικά την ρωγμή με γραμμές μεταβλητού πάχους (από 0.1mm έως 2.0mm) χαραγμένες σε διαφανές πλαστικό το οποίο τοποθετείται για σύγκριση πάνω στην ρωγμή.

2.7.1.2. Ενδοσκόπιο

Ανήκει στην κατηγορία των μη καταστρεπτικών μεθόδων. Μέσω της μεθόδου αυτής είναι δυνατή η παρατήρηση του μετώπου, αλλά και των παραπλεύρων επιφανειών της διατήσεως και καταγραφή ενδεχομένων κοιλοτήτων, υπέρξεως κενών, ρωγμών στο εσωτερικό δομικών στοιχείων (σκυροδέματος, τοιχοποιίας ή ξύλου) ή μέτρηση του ανοίγματός των ρωγμών.



Εικόνα 1: Ενδοσκόπιο.

Με την μέθοδο αυτή δίνεται η δυνατότητα φωτογράφισης ή και βιντεοσκόπησης των παρεχομένων πληροφοριών. Τα ενδοσκόπια είναι είτε άκαμπτα είτε εύκαμπτα. Τα εύκαμπτα, τα οποία πολλές φορές ονομάζονται και ινοσκόπια, έχουν την δυνατότητα να ακολουθήσουν και τεθλασμένη διαδρομή, είναι δηλαδή πιο ευέλικτα, χρησιμοποιούνται όμως κυρίως στην Ιατρική, χωρίς αυτό να αποκλείει και την χρησιμοποίησή για ενδοσκόπηση του σώματος της τοιχοποιίας. Τα άκαμπτα ακολουθούν ευθεία γραμμή αλλά έχουν καθαρότερη εικόνα.

Για την εφαρμογή της μεθόδου απαιτείται διάνοιξη οπής διαμέτρου, $10 \div 15$ mm, στην οποία εισάγεται ο σωλήνας του ενδοσκοπίου. Αν πρόκειται να μελετηθεί κάποιο κοίλωμα, ο εντοπισμός της θέσεώς-του μπορεί να γίνει με συσχετισμός και κάποιας

από τις έμμεσες μεθόδους που περιγράφονται στο παρόν κεφάλαιο (π.χ. Radar, θερμογραφία κλπ)

Η βασική συσκευή ενός ενδοσκοπίου αποτελείται από τα εξής:

- Σωλήνα ενδοσκοπίου διαμέτρου 10 mm περίπου, ο οποίος στην μία άκρη του φέρει οπή παρατηρήσεως, η οποία φωτίζεται μέσω καλωδίου οπτικών ινών από πηγή φωτισμού και στο άλλο άκρο τον φακό παρακολούθησεως και πηγή φωτισμού. Επίσης είναι δυνατόν να προσαρμοσθεί φωτογραφική μηχανή ή βιντεοκάμερα για την καταγραφή των παρεχόμενων πληροφοριών. Το μήκος του σωλήνα ποικίλει από 0.50÷1.50m. Η γωνία της οπής παρατηρήσεως είναι επίσης μεταβλητή.
- Πηγή ψυχρού φωτισμού εφοδιασμένη με καλώδιο οπτικών ινών για μεταφορά του φωτισμού από την πηγή στην οπή παρατηρήσεως.
- Φωτογραφική μηχανή ή βιντεοκάμερα για καταγραφή των παρεχόμενων πληροφοριών. Τελευταίως η τεχνική έχει επεκταθεί και στην χρήση ψηφιακής μικρο-βιντεοκάμερας διαμέτρου μόλις 12mm η οποία μπορεί να είναι και τηλεχειριζόμενη (για περιοχές βιολογικώς επικίνδυνες).

2.7.2. Πυρηνοληψία

Παρ' όλο που ο σχεδιασμός των έργων από Ω.Σ. βασίζεται στην συμβατική αντοχή του σκυροδέματος, όπως αυτή προσδιορίζεται από τα συμβατικά δοκίμια, πολλές φορές αναζητείται η επιτόπου του έργου αντοχή του σκυροδέματος. Το πρόβλημα συνήθως γίνεται περιπλοκότερο επειδή δεν έχουν ληφθεί συμβατικά δοκίμια. Έτσι η εκτίμηση της επιτόπου αντοχής του σκυροδέματος γίνεται είτε με Έμμεσες Μεθόδους, κρουσίμετρο, υπέρηχοι, εξόλκευση ήλου, είτε με Πυρηνοληψία.

Με τις Έμμεσες Μεθόδους, η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος δεν μετριέται άμεσα, αλλά εκτιμάται εμμέσως από τη συσχετίσή-της με κάποια άλλη ιδιότητα του



Εικόνα 2: Πυρηνοληψία

σκυροδέματος, π.χ. επιφανειακή σκληρότητα, ελαστικότητα, πυκνότητα, εφελκυστική αντοχή κλπ.. Επειδή η έμμεση εκτίμηση της αντοχής του σκυροδέματος γεννά πολλά ερωτηματικά ως προς την ακρίβεια των μεθόδων αυτών, όλοι οι διεθνείς κανονισμοί επιβάλλουν την παράλληλη λήψη πυρήνων απ' τα εξεταζόμενα, με έμμεσες μεθόδους, μέλη μιας κατασκευής.

Εκτός από την θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος, με τους πυρήνες μπορούμε να εξετάσουμε ακόμη: α) γενικότερα την ποιότητα του σκυροδέματος μιας κατασκευής, β) την θέση και το μέγεθος των ράβδων οπλισμού, γ) την ύπαρξη ρωγμών ή άλλων αστοχιών μέσα στη μάζα του σκυροδέματος, δ) την αποτελεσματικότητα των ενέσεων κόλλας κλπ.

Το βασικό πλεονέκτημα των πυρηνοληψιών είναι η αμεσότητα του προσδιορισμού της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος, επιτόπου του έργου. Μειονεκτήματα της μεθόδου είναι α) το σχετικά υψηλό κόστος συγκριτικά με τις έμμεσες μεθόδους, β) η δυσκολία λήψεως πυρήνων από υποστυλώματα. Πρακτικώς πυρήνες λαμβάνονται κυρίως από πλάκες, οι οποίες όμως, εκ των πραγμάτων λόγω προσθήκης ύδατος κατά την σκυροδέτηση των πλακών, κακής δόνησης, κακής συντήρησης, έχουν σαφώς μειωμένη αντοχή και γ) η ευαισθησία των αποτελεσμάτων τόσο κατά την λήψη και θραύση των πυρήνων, καροτιέρα, επιπέδωση βάσεων κλπ, όσο και στην αξιολόγηση και αναγωγή σε «συμβατική αντοχή».



Εικόνα 3: Πυρήνας σκυροδέματος από πλάκα

2.7.2.1. Προγραμματισμός της Πυρηνοληψίας

Για την ορθή εξαγωγή συμπερασμάτων από μια πυρηνοληψία θα πρέπει να έχει γίνει ένας ορθός προγραμματισμός. Συγκεκριμένα θα πρέπει να αποφασισθούν η διάμετρος και το μήκος των πυρήνων, τα δομικά στοιχεία από όπου θα γίνει η πυρηνοληψία και οι θέσεις των πυρήνων πάνω στα δομικά στοιχεία καθώς και ο αριθμός των πυρήνων.

Στην διεθνή βιβλιογραφία συνιστάται η διάμετρος των αποκοπτόμενων πυρήνων, προκειμένου για τον έλεγχο της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος, να είναι 10 έως 15 cm, αλλά σε κάθε περίπτωση τριπλάσια του μεγέθους του μέγιστου αδρανούς που χρησιμοποιήθηκε για την παρασκευή του εξεταζόμενου σκυροδέματος (ISO DIS7034, Petersons 1971, Plowman et all 1974, Campbel-Tobin 1967, BS 6089).

Αξίζει να επισημανθεί στο σημείο αυτό ότι τα μεγαλύτερης διαμέτρου δοκίμια δίνουν ακριβέστερα αποτελέσματα γιατί καταστρέφονται λιγότερο κατά την διαδικασία κοπής και λείανσής τους και επειδή είναι λιγότερο ευαίσθητα. Σε έρευνες που έγιναν (Campbel-Tobin 1967, Szyrupa-Grossman 1990) και στις οποίες χρησιμοποιήθηκαν πυρήνες διαμέτρου 5 και 10 cm διαπιστώθηκε ότι οι πυρήνες με διάμετρο 10 cm έδωσαν αντοχές ίσες με το 88% της αντοχής κυλινδρικών δοκιμίων συντηρημένων σε συνθήκες εργαστηρίου, ενώ το αντίστοιχο ποσοστό για πυρήνες διαμέτρου 5 cm ήταν από 65% έως 70%.

Με άλλα λόγια η αντοχή των πυρήνων διαμέτρου 10 cm παρουσιάζεται 20% περίπου αυξημένη σε σχέση με την αντοχή των πυρήνων διαμέτρου 5 cm. Πυρήνες διαμέτρου 5cm χρησιμοποιούνται κυρίως για έλεγχο στο εσωτερικό της μάζας του σκυροδέματος, π.χ. αποτελεσματικότητα ενέσεων κόλλας. Για το επιδιωκόμενο μήκος του πυρήνα ή άλλως για την τιμή του λόγου ύψος / διάμετρο L/D , δεν υπάρχει μια μονοσήμαντη συνιστώμενη τιμή, αλλά όπως φαίνεται απ' τις διάφορες δημοσιεύσεις, η τιμή του λόγου L/D μπορεί να κυμανθεί από 0.95 έως 2.0.

Οι μεγάλες τιμές προσεγγίζουν την γεωμετρία των συμβατικών κυλινδρικών δοκιμίων διαμέτρου 15 cm και ύψους 30 cm. Στην πράξη όμως, για πυρήνες διαμέτρου 10 cm θα έπρεπε το πάχος του στοιχείου να ήταν πάνω από 25 cm και επειδή πυρήνες συνήθως λαμβάνονται από πλάκες, οι οποίες συνήθως δεν έχουν και τόσο μεγάλο πάχος, γι' αυτό είναι ανεκτές τιμές του λόγου κοντά στην μονάδα.

Η απόσταση των αποκοπτόμενων πυρήνων απ' τις ακμές των εξεταζόμενων στοιχείων πρέπει να είναι τουλάχιστον 8cm (Malhotra – Carette 1980), ενώ η μεταξύ τους απόσταση πρέπει να είναι μεγαλύτερη από $4D$, D η διάμετρος του πυρήνα, (Malhotra - Carette 1990, Petersons 1971). Ο συνιστώμενος αριθμός των αποκοπτόμενων πυρήνων από κάθε εξεταζόμενο δομικό στοιχείο ποικίλει ανάλογα με τους ερευνητές και κανονισμούς. Έτσι:

- Κατά το ACI 228 και τον Petersons, 1970, θα πρέπει να είναι τουλάχιστον 3. Αν η μέση αντοχή των 3 πυρήνων είναι ίση με το 85% της συμβατικής αντοχής του σκυροδέματος f_c , ή η αντοχή του καθενός ίση με το 75% της f_c , τότε το σκυρόδεμα χαρακτηρίζεται ικανοποιητικής αντοχής.
- Κατά τον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος, 1997, (παρ 13.7.3) ο αριθμός των πυρήνων μπορεί να φθάσει και τους 12 σε περίπτωση επανελέγχου. Πάντως, επειδή συχνότατα ορισμένοι πυρήνες αστοχούν, π.χ. ρωγμή εντός του σκυροδέματος, ύπαρξη οπλισμού, κακή επιπέδωση κλπ, καλόν είναι να λαμβάνονται δύο επιπλέον εφεδρικοί πυρήνες
- Κατά την Εγκύκλιο Ε7, ΥΠΕΧΩΔΕ 1997α, (παρ. 3.1, 3.2) η κατασκευή διαχωρίζεται σε τμήματα – παρτίδες σκυροδέματος και κάθε παρτίδα ελέγχεται με έξι (6) πυρήνες που κόβονται από τυχαίες θέσεις.

2.7.2.2. Παράγοντες που Επηρεάζουν την Αντοχή των Πυρήνων

Το μεγαλύτερο πρόβλημα που αντιμετωπίζουμε όταν χρησιμοποιούμε την μέθοδο των πυρήνων για την εκτίμηση της αντοχής του σκυροδέματος μιας κατασκευής είναι το πρόβλημα της παρουσίας ράβδων οπλισμού.

Οι διεθνείς κανονισμοί συνιστούν να αποφεύγεται η κοπή πυρήνων από περιοχές δομικών στοιχείων που περιέχουν οπλισμούς, (ISO DIS7034). Στις περιπτώσεις που η αποφυγή κοπής οπλισμού είναι αδύνατη η επίδραση της παρουσίας τους στην αντοχή των πυρήνων εξαρτάται από διάφορες παραμέτρους όπως: το μέγεθος των ράβδων οπλισμού, ο λόγος L/D των πυρήνων, η θέση των ράβδων οπλισμού μέσα στους πυρήνες καθώς και η συμβατική αντοχή του σκυροδέματος της κατασκευής.

Στο BS 6089 (1981) προτείνεται ο πολλαπλασιασμός της αντοχής των πυρήνων που περιέχουν οπλισμό με τον διορθωτικό συντελεστή:

$$1,0 + 1,5 * \sum \frac{D_r * H}{D_c * L} \quad (1)$$

όπου:

D_r = διάμετρος οπλισμού

D_c = διάμετρος πυρήνα

H = απόσταση οπλισμού απ' την κοντινότερη πλευρά του πυρήνα

L = μήκος πυρήνα

Έτσι ώστε:

$$f_{c,core,red} = f_{c,core} * \left(1,0 + 1,5 \sum \frac{D_r * H}{D_c * L} \right)$$

Συγγραφέας	Μεταβολή αντοχής (%)	L/D (μήκος / διάμετρο)
Gaynor	-4 έως -18	2
Plowman et al 1974	-3 έως -12	2
Lewandowski	-3	1,5
Petersons, 1971	-4	
Loo et al, 1989	Σημαντική	2
	Μηδενική	1

Πίνακας 1: Επίδραση της παρουσίας οπλισμού

Στον παραπάνω πίνακα συνοψίζονται οι απόψεις διαφόρων ερευνητών, σχετικά με την μείωση της αντοχής των πυρήνων που περιέχουν οπλισμό (Loo et al 1989). Η ύπαρξη μιας ράβδου οπλισμού μέσα στους αποκοπτόμενους πυρήνες έχει ως συνέπεια την μείωση της μετρούμενης αντοχής κατά 8-9% (Plowman et al 1974), ενώ με δύο ράβδους οπλισμού η μείωση γίνεται 11-13%.

Οι πυρήνες μετά την κοπή και την λείανσή τους συνηθίζεται να καλύπτονται το λεγόμενο καπέλωμα, με διάφορα υλικά πολύ υψηλής αντοχής, όπως high alumina cement mortar, sulphur-sand mixture, για την διόρθωση των ατελειών που δημιουργούνται κατά την κοπή/επιπέδωση των παράλληλων επιφανειών τους. Οι διαφοροποιήσεις της θλιπτικής αντοχής που εισάγονται από το καπέλωμα οφείλονται στο υλικό του καπελώματος αλλά και στην αντοχή του ίδιου του πυρήνα. Οι διαφοροποιήσεις αυτές ενδέχεται να είναι σημαντικές. Κατά τον Petersons (1971) μπορεί να φθάσουν και στο 30%. Γενικώς το καπέλωμα προκαλεί μείωση της αντοχής από 2% έως και 20% (Petersons 1971, Tassios 1984). Για την αποφυγή της μεταβλητής αυτής επιδράσεως του καπελώματος συνιστάται (Petersons 1971) να αποφεύγεται το καπέλωμα και η απαραίτητη επιπέδωση των επιφανειών να γίνεται με ειδικά μηχανήματα λειάνσεως.

Η θέση του πυρήνα καθύψος του δομικού στοιχείου από το οποίο αποκόπτεται έχει πολύ μεγάλη σημασία. Η γενική άποψη που επικρατεί στην διεθνή βιβλιογραφία (Plowman et al 1974, Tassios 1984, BS 6089, Murrey-Long 1987) είναι ότι παρουσιάζεται, κατά μέσον όρο, μια μείωση της τάξεως του 25% της αντοχής ενός

πυρήνα ο οποίος έχει αποκοπεί από το “πάνω” μέρος ενός δομικού στοιχείου σε σχέση με την αντοχή πυρήνα ο οποίος έχει αποκοπεί από το “κάτω” μέρος του ίδιου δομικού στοιχείου. Η τιμή όμως αυτή εξαρτάται από το είδος του δομικού στοιχείου. Ειδικότερα για τις πλάκες, οι Plowman, Smith και Sherriff (1974) εξειδικεύοντας την έρευνά τους, συσχέτισαν την αντοχή πυρήνων κομμένων από πλάκες με την αντοχή κυβικών δοκιμίων. Τα συμπεράσματα στα οποία κατέληξαν είναι τα ακόλουθα:

$$f_{c,core,slab,bot}/f_{c,cube} = 91\% \quad (2)$$

$$f_{c,core,slab,top}/f_{c,cube} = 73\% \quad (3)$$

$$f_{c,core,full\ slab\ depth}/f_{c,cube} = 68\% \quad (4)$$

Όλα τα παραπάνω εμμέσως οδηγούν σε μια τιμή του λόγου:

$$f_{c,top}/f_{c,bot} = 0,73/0,91 = 0,80 \quad (5)$$

Οι Petersons (1971) και Bickley (1992) αναφέρουν ότι για πλάκες ο λόγος της αντοχής στην κορυφή προς την αντοχή στην βάση f_{top}/f_{bot} είναι μεταξύ 0,8 και 0,9, ενώ το BS6089 (1981) αναφέρει 0,75 και οι Τάσιος & Τρέζος (1994) αναφέρουν την τιμή ~0.85.

Ο Petersons (1971) αναφέρει επίσης για δοκούς και υποστυλώματα ότι ο λόγος αυτός είναι πάλι από 0,8 έως 0,9. Ο Τάσιος (1984) αναφέρει ότι για υποστυλώματα ο λόγος αυτός μπορεί να μεταβάλλεται από 0,90 έως 0,70 ενώ το BS 6089 δίνει ως παράδειγμα για τα υποστυλώματα την τιμή ~0,87. Σε μεταγενέστερη έρευνα οι Τάσιος & Τρέζος (1994) αναφέρουν ότι ο λόγος αυτός παρουσιάζει μεγάλη διασπορά και η εκτίμησή του από πυρηνοληψίες έδειξε ότι μπορεί να είναι από 0,70 έως 1,00.

Η διεύθυνση κοπής των πυρήνων μπορεί να είναι κάθετη ή παράλληλη προς την διεύθυνση σκυροδετήσεως των δομικών στοιχείων. Αποκοπή πυρήνων με διεύθυνση παράλληλη με την διεύθυνση σκυροδετήσεως έχουμε στις πλάκες, ενώ με διεύθυνση κάθετη προς τη σκυροδέτηση στα υποστυλώματα, στα τοιχεία και στις δοκούς. Η επίδραση της διεύθυνσης κοπής στην μετρούμενη αντοχή του σκυροδέματος εξετάστηκε από πολλούς ερευνητές. Η πλειοψηφία τους (Lyse-Johansen 1962, Τάσιος 1984, Sullivant 1991, Bangey 1990) δίνει ότι ο λόγος $f_{c,core,horiz}/f_{c,core,vert}$ κυμαίνεται από 0,90 έως 0,95.

Πάντως είναι πρακτικώς δύσκολο να δοκιμασθούν οι πυρήνες σε θλίψη κατά διεύθυνση που να αντιστοιχεί στην διεύθυνση κατά την οποία επιβάλλονται και τα φορτία στην κατασκευή, έτσι η εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας υποεκτιμάται.

Ο Bloem D. (1968) κατασκευάζοντας μια πλάκα τοποθέτησε μέσα σ' αυτή καλούπια κυλινδρικών δοκιμίων (push-out cylinders) στα οποία σκυροδέτησε ταυτόχρονα με την πλάκα, χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνική δόνησης και συντήρησης. Παράλληλα παρασκεύασε και άλλα κυλινδρικά δοκίμια (molded cylinders), χρησιμοποιώντας τις τεχνικές που προβλέπονται απ' τους διεθνείς κανονισμούς. Τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξε είναι τα εξής:

$$f_{c,core} = 0,90 \text{ έως } 0,80 f_{c,molded\ cylinders} \quad (6)$$

$$f_{c,core} = 0,93 f_{c,push-out\ cylinders} \quad (7)$$

2.7.2.3. Αναγωγή Αντοχής Πυρήνα σε Αντοχή Κύβου.

Στην διεθνή αλλά και Ελληνική βιβλιογραφία έχουν προταθεί πολλές σχέσεις αναγωγής της αντοχής του πυρήνα σε (συμβατική) αντοχή κύβου.

- Facaoaru (1976)

Ο Facaoaru κατέληξε στην εξής σχέση αναγωγής αντοχής πυρήνα σε αντοχή κύβου. οι συντελεστές a, b, c λαμβάνονται από τους πίνακες 2, 3 και 4:

$$f_c = a * b * c * f_{c,core} \quad (8)$$

Φ (mm)	50	70	100	120	150	170
A	1,25	1,15	1,02	0,98	1,05	1,1

Πίνακας 2: Τιμές του συντελεστή αναγωγής a (σχέση (8)) συναρτήσει της διαμέτρου Φ του πυρήνα

h/Φ	0,50	0,75	1,00	1,12	1,25	1,37	1,50	2,00
B	0,62	0,82	1,00	1,05	1,10	1,15	1,20	1,20

Πίνακας 3: Τιμές του συντελεστή αναγωγής b (σχέση (8)) συναρτήσει του λόγου h/Φ.

Κατεργασία	Άνευ κοπής	Μία εγκάρσια κοπή	Δύο εγκάρσιες κοπές	Ρωγμή
C	1,00	1,10	1,20	1,15

Πίνακας 4: Τιμές του συντελεστή αναγωγής c (σχέση (8)) συναρτήσει της κατεργασίας..

- Plowman et al (1974)

Μια άλλη σχέση που δίνεται στη βιβλιογραφία είναι και η ακόλουθη:

$$f_c = f_{c,core} * F_1 * F_2 * F_3 \quad (9)$$

όπου οι τιμές των συντελεστών F_i λαμβάνονται από τους Πίνακες 5, 6 και 7.

L/D	0,90 - 1,00	1,00 - 1,25	1,25 - 1,50	1,50 - 1,75	1,50 - 2,00
F ₁	1,00	1,06	1,13	1,19	1,24

Πίνακας 6: Τιμές του συντελεστή F₁ (σχέση (9)) συναρτήσει του λόγου L/D

Οπλισμός	Κανένας	Ένας μικρός	Ένας Μεγάλος
F ₂	1,00	1,06	1,24

Πίνακας 5: Τιμές του συντελεστή F₂ (σχέση (9)) συναρτήσει της παρουσίας οπλισμού

Συντήρηση	Θερμοκρασία	
	t > 50 F	t < 50 F
	F ₃	F ₃
στο νερό (ανεξ. Πάχους)	1,00	1,10
υγρασία, πάχος < 300 mm	1,15	1,20
στον αέρα, πάχος > 300 mm	1,15	1,20
στον αέρα, πάχος < 300 mm	1,30	1,40

Πίνακας 7: Τιμές του συντελεστή F₃ (σχέση (9)).

- British Standard 6089 (1981)

Το BS6089 (1981), προτείνει δύο διαφορετικές σχέσεις αναγωγής της αντοχής πυρήνων σε αντοχή κύβου. Η μία σχέση μπορεί να χρησιμοποιηθεί για πυρήνες χωρίς οπλισμό, ενώ η άλλη για πυρήνες με οπλισμούς κάθετους στον άξονα του πυρήνα.

i. Πυρήνες χωρίς οπλισμούς:

$$f_c = \frac{D}{1,5 + \frac{1}{\lambda}} * f_{c,core} \quad (10)$$

όπου:

D = 2,5 για πυρήνες κομμένους κατά την οριζόντια διεύθυνση.

D = 2,3 για πυρήνες κομμένους κατά την κατακόρυφη διεύθυνση.

λ = είναι ο λόγος μήκος/διάμετρος του πυρήνα.

ii. Πυρήνες με οπλισμούς:

$$f_c = \frac{D}{1,5 + \frac{1}{\lambda}} * f_{c,core} * \left(1,0 + 1,5 \sum \frac{\Phi_r * d}{\Phi_r * l} \right) \quad (11)$$

όπου:

Φ_r = η διάμετρος του οπλισμού.

Φ_c = η διάμετρος του πυρήνα.

d = η απόσταση της ράβδου οπλισμού απ' την κοντινότερη επίπεδη πλευρά του πυρήνα.

l = το ύψος του πυρήνα.

- Monday and Dhir.

Ο Bugney J. (1990), παρουσιάζει τις απόψεις των Monday and Dhir για την συσχέτιση της αντοχής του πυρήνα με την αντοχή κύβου. Οι Monday and Dhir προτείνουν την εξής σχέση αναγωγής:

$$f_c = A * f_{c,core} - B * f_{c,core}^2 \quad (12)$$

όπου:

$f_{c,core}$ = η αντοχή πυρήνα με λόγο $l/d=2.0$,

A = σταθερή τιμή 1,5

B = σταθερή τιμή 0,007

- ΕΛΟΤ 344

Τέλος, σύμφωνα με το σχέδιο προτύπου ΕΛΟΤ 344, η αναγωγή της αντοχής πυρήνα σε συμβατική αντοχή γίνεται με την εξής σχέση:

$$f_c = \frac{\lambda_1 * \lambda_2 * \lambda_3}{K_\phi * K_c * K_d} f_{c,core} \quad (13)$$

όπου:

K_ϕ = συντελεστής εξαρτώμενος από τη διάμετρο του πυρήνα

0,85 για πυρήνες διαμέτρου 100 mm

0,85 για πυρήνες διαμέτρου 100 mm

K_c = συντελεστής εξαρτώμενος από την συντήρηση του πυρήνα

1,00 για υγρές συνθήκες συντήρησης

0,90 για καλές συνθήκες συντήρησης

0,80 για κακές συνθήκες συντήρησης

K_ϕ = συντελεστής εξαρτώμενος από το πάχος του στοιχείου του πυρήνα

1,00 για πάχη μεγαλύτερα των 25 cm

0,95 για πάχη μικρότερα των 15 cm

λ_1 = συντελεστής γεωμετρίας του πυρήνα, συναρτήσει του λόγου h/d (ύψους h προς διάμετρο d) (βλ Πίνακα 8)

λ_2 = συντελεστής διαμέτρου (βλ Πίνακα 9)

λ_3 = συντελεστής κατηγορίας σκυροδέματος (βλ Πίνακα 10)

h/d	1,75	1,50	1,25	1,00	0,90
λ_1	0,98	0,95	0,91	0,85	0,82

Πίνακας 8: Τιμές του συντελεστή λ_1 (σχέση 13)

d (cm)	10,00	12,50	15,00
λ_2	0,96	0,98	1,00

Πίνακας 9: Τιμές του συντελεστή λ_2 (σχέση 13)

f_c (kg/cm ²)	120	160	225	300	450
λ_3	1,30	1,25	1,22	1,18	1,14

Πίνακας 10: Τιμές του συντελεστή λ_3 (σχέση 13)

- Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (1997α) και Εγκύκλιος Ε7 (1997β)
Ο Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος (1997α) και η Εγκύκλιος Ε7 (1997β) βασίζονται στο πρότυπο ΕΛΟΤ, αλλά με συντηρητικότερες τιμές των παραμέτρων παρουσιάζονται αναλυτικά σε πίνακα εντός του κανονισμού.

2.7.2.4. Προσδιοριζόμενες Ιδιότητες με τους Πυρήνες

Με τους πυρήνες είναι δυνατός ο προσδιορισμός των εξής ιδιοτήτων του σκυροδέματος:

- Αντοχή σε Θλίψη
- Αντοχή σε Εφελκυσμό από διάρρηξη
- Μέτρο Ελαστικότητας
- Λόγος Poisson
- Φαινόμενο βάρος (φυσικό, ξηρό, κορεσμού)
- Υγρασία δοκιμίου
- Υδατοαπορροφητικότητα
- Πορώδες

- Ταχύτητα διαδόσεως υπερήχων (για βαθμονόμηση των εμμέσων μεθόδων)
- Έλεγχος μάζας δομικού στοιχείου για ομοιογένεια, ομοιομορφία σκυροδέματος, έλεγχος εσωτερικής δομής τοιχοποιίας κλπ.
- Αποτελεσματικότητα επεμβάσεων, όπως πληρότητα ρωγμών σκυροδέματος με κόλλες ή τοιχοποιίας με ενέματα κλπ.
- Συνάφεια παλιού νέου σκυροδέματος, έγχυτου ή εκτοξευόμενου.

Η πυρηνοληψία, εκτός από τις κατασκευές από σκυρόδεμα, εφαρμόζεται και σε κατασκευές από τοιχοποιία. Για τις κατασκευές από σκυρόδεμα υπάρχουν τόσο ελληνικά όσο και διεθνή πρότυπα τα οποία καλύπτουν την δοκιμή αυτή. Αντίθετα όμως για κατασκευές από τοιχοποιία δεν διατίθενται αντίστοιχα πρότυπα και η δοκιμή καλύπτεται μόνο από επιστημονικές ανακοινώσεις οι οποίες έχουν δημοσιευθεί τόσο σε ελληνικό όσο και σε διεθνές επίπεδο.

Με βάση τα προαναφερθέντα, για την ορθή εξαγωγή συμπερασμάτων από μία πυρηνοληψία, θα πρέπει να γίνεται κατάλληλη επιλογή της διαμέτρου και του λόγου ύψους προς διάμετρο αναλόγως του επιδιωκόμενου σκοπού:

- Διάμετρος για τον προσδιορισμό θλιπτικής αντοχής:
 - Για τον έλεγχο αντοχής σκυροδέματος σε θλίψη συνιστάται οι πυρήνες να έχουν διάμετρο 10 cm,
 - Για τον προσδιορισμό της θλιπτικής αντοχής τοιχοποιίας, η διάμετρος των δοκιμίων ποικίλει από 5 έως 15 ή και 20 cm,

Πυρήνες διαμέτρου 5 cm συνιστώνται για δειγματοληψία σε κονιάματα ή συμπαγείς πλίνθους, η διάμετρος των 10 cm συνιστάται για δειγματοληψίες λίθων και η διάμετρος των 15 και 20 cm για περίπτωση δειγματοληψιών σε τοιχοποιία.

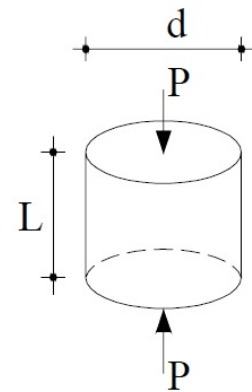
- Διάμετρος για έλεγχο λοιπών χαρακτηριστικών:
 - Για το σκυρόδεμα συνιστάται οι πυρήνες να έχουν ελάχιστη διάμετρο 5 cm περίπου, (έλεγχος μάζας, αποτελεσματικότητα επεμβάσεων πληρότητα ρωγμών, έλεγχοι συνάφειας κλπ)
 - Για την τοιχοποιία συνιστάται οι πυρήνες να έχουν ελάχιστη διάμετρο 10 ÷ 15 cm περίπου (έλεγχος εσωτερικής δομής της τοιχοποιίας, έλεγχος αποτελεσματικότητας εφαρμογής ενεμάτων κλπ).

- Λόγος μήκους προς διάμετρο πυρήνα: (L/D)
 - Όταν πρόκειται για έλεγχο αντοχής ο λόγος ύψους / διάμετρο L/D, πρέπει να κυμαίνεται από 0.95 έως 2.00.
 - Όταν πρόκειται για λοιπούς ελέγχους ο λόγος ύψους / διάμετρο L/D, ποικίλει ανάλογα με την προς έλεγχο ιδιότητα. Όταν θέλουμε να ελέγξουμε την συνάφεια παλιού - νέου σκυροδέματος αρκούν πυρήνες το μήκος των οποίων να είναι μεγαλύτερο από το πάχος του νέου σκυροδέματος κατά 3÷5 cm. Όταν θέλουμε να ελέγξουμε την εσωτερική δομή της τοιχοποιίας, ή την αποτελεσματικότητα των επεμβάσεων π.χ. ενεμάτων, πληρότητα ρωγμών, ομοιομορφία, ομοιογένεια μάζας σκυροδέματος απαιτείται αρκετά μεγάλο μήκος δοκιμίου (ιδανική περίπτωση το μήκος του πυρήνα να είναι ίσο με το πάχος του προς έλεγχο στοιχείου)
 - Όταν από τον πυρήνα, ο οποίος θα αποκοπεί, θα ελεγχθούν και άλλες ιδιότητες εκτός από την θλιπτική αντοχή, τότε το μήκος του πυρήνα πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το μήκος που απαιτούν οι εκάστοτε δοκιμές.

Στην συνέχεια δίνονται συνοπτικά τα χαρακτηριστικά της κάθε δοκιμής

2.7.2.4.1. Αντοχή σε Θλίψη

Οι αποκοπτόμενοι πυρήνες έχουν διάμετρο από 5 ÷ 20 cm περίπου και μήκος τουλάχιστον όσο και η διάμετρος και γενικότερα σύμφωνα με όσα αναφέρθηκαν παραπάνω. Μεταφέρονται στο εργαστήριο και διαμορφώνονται, αποκόπτονται τα άκρα τους και ιδίως το ενανθρακωμένο τμήμα, καπελώνονται ούτως ώστε οι επιφάνειες φορτίσεως να είναι επίπεδες, παράλληλες μεταξύ-τους και κάθετες προς τον διαμήκη άξονα και υποβάλλονται σε δοκιμή μονοαξονικής θλίψης σύμφωνα με το αντίστοιχο πρότυπο.



Εικόνα 4: Σχήμα υπολογισμού τάσης θραύσης

Η αντοχή του πυρήνα σε μονοαξονική θλίψη υπολογίζεται από την σχέση:

$$\sigma = \frac{P}{\frac{\pi \cdot d^2}{4}} \quad (14)$$

όπου:

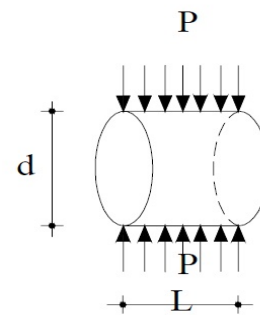
P = μέγιστο θλιπτικό φορτίο

d = διάμετρος δοκιμίου

σ = τάση θραύσεως

2.7.2.4.2. Αντοχή σε Εφελκυσμό από Διάρρηξη

Οι αποκοπτόμενοι πυρήνες έχουν διάμετρο από 5 ÷ 20 cm περίπου και μήκος από μερικά εκατοστά έως όση είναι η διάμετρος. Εδώ πρέπει να τονισθεί ότι τουλάχιστον για το σκυρόδεμα από τον ίδιο πυρήνα μπορεί να μορφωθεί ένα δοκίμιο για δοκιμή μονοαξονικής θλίψης και ένα δοκίμιο για δοκιμή διάρρηξεως. Προσοχή απαιτείται στην περίπτωση που το τμήμα που προορίζεται για δοκιμή διάρρηξεως είναι ενανθρακωμένο, το οποίο θα δώσει και καλύτερα αποτελέσματα).



Εικόνα 5: Σχήμα υπολογισμού εφελκυστικής τάσης

Μεταφέρονται στο εργαστήριο και διαμορφώνονται, δηλαδή αποκόπτονται τα άκρα των, ώστε οι επιφάνειες να είναι παράλληλες επίπεδες και κάθετες προς την γενέτειρα του δοκιμίου και στη συνέχεια υποβάλλονται σε δοκιμή θλίψης κατά γενέτειρα (Brazilian test) σύμφωνα με το αντίστοιχο πρότυπο.

Η εφελκυστική αντοχή από διάρρηξη υπολογίζεται από την σχέση:

$$\sigma = \frac{2*P}{\pi*d*L} \quad (15)$$

όπου:

P = μέγιστο θλιπτικό φορτίο

d = διάμετρος δοκιμίου

L = το μήκος του δοκιμίου

σ = τάση θραύσεως

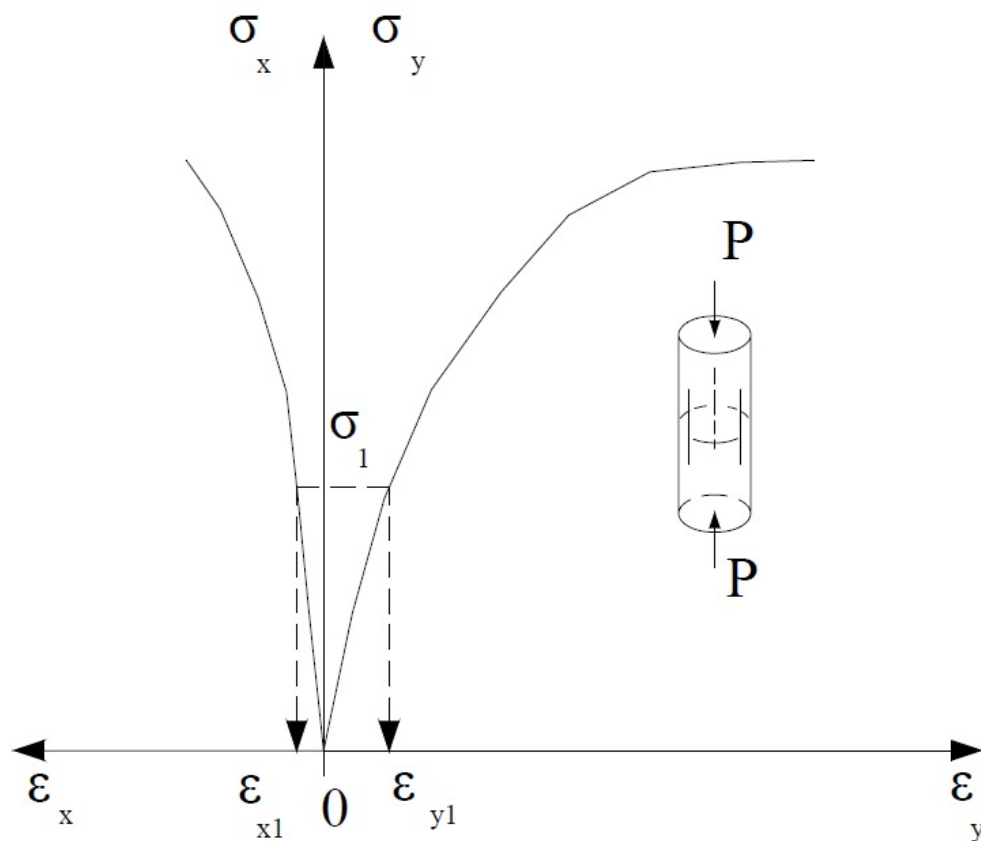
2.7.2.4.3. Προσδιορισμός Μέτρου Ελαστικότητας και Λόγου Poisson (N)

Ο προσδιορισμός Μέτρου Ελαστικότητας και λόγου Poisson γίνεται από την δοκιμή θλίψεως αφού έχουν κολληθεί κατακόρυφα και οριζόντια ηλεκτρομηκυσσιόμετρα για την ταυτόχρονη μέτρηση των παραμορφώσεων κατά την επιβολή του φορτίου. Τα κατακόρυφα ηλεκτρομηκυσσιόμετρα έχουν κολληθεί παράλληλα προς τις γενέτειρες ανά γωνίες 120° στο μέσον του ύψους. Τα οριζόντια

ηλεκτρομηκυσιόμετρα έχουν κολληθεί είτε πάνω στα κατακόρυφα, στο μέσον του ύψους των κατακορύφων, είτε μεταξύ των κατακορύφων (στο μέσον του ύψους του δοκιμίου).

Τα δοκίμια υποβάλλονται σε θλίψη με ταυτόχρονη μέτρηση των παραμορφώσεων. Απαιτούνται ειδικά όργανα καταγραφής φορτίου και μέτρησης παραμορφώσεων.

Στην συνέχεια κατασκευάζονται τα διαγράμματα $\sigma_x - \epsilon_x$, $\sigma_y - \epsilon_y$ από τα οποία προσδιορίζονται το μέτρο ελαστικότητας και ο λόγος Poisson, Το μέτρο ελαστικότητας υπολογίζεται από την κλίση του διαγράμματος στο 1/3 περίπου του φορτίου θραύσεως.



Διάγραμμα 1: Προσδιορισμός Μέτρου Ελαστικότητας και λόγου Poisson

2.7.3. Ενανθράκωση

Ημικαταστροφική μέθοδος η οποία βασίζεται στην μεταβολή του ΡΗ του σκυροδέματος δομικού στοιχείου από την παρουσία διοξειδίου του άνθρακα (CO_2). Μέθοδος η οποία εφαρμόζεται με ψεκασμό διαλείμματος φαινολοφθαλεΐνης σε φρεσκοθραυσμένες ή φρεσκοκομμένες επιφάνειες σκυροδέματος.

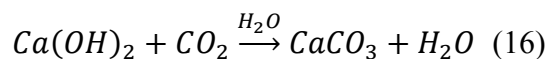
Οι ράβδοι οπλισμού προστατεύονται από την διάβρωση μέσω ενός πολύ λεπτού επιφανειακού στρώματος ένυδρου οξειδίου του σιδήρου, που δημιουργείται λόγω της υψηλής αλκαλικότητας του σκυροδέματος που τις περιβάλλει. Η αλκαλικότητα αυτή χαρακτηρίζεται από μία τιμή του pH γύρω στο 12.5, που αντιστοιχεί στην υπό συνήθη θερμοκρασία συγκέντρωση ισορροπίας του υδροξειδίου του ασβεστίου $\text{Ca}(\text{OH})_2$, στο νερό των πόρων.

Το προστατευτικό στρώμα οξειδίου μπορεί να διατηρηθεί τοπικά από ιόντα χλωρίου, αν η συγκέντρωση των τελευταίων υπερβαίνει το $0.4 \div 0.6 \%$ του βάρους του τσιμέντου, ή να διαλυθεί γενικά, λόγω μείωσης της αλκαλικότητας του σκυροδέματος γύρω από την ράβδο, σε τιμές του pH κάτω από 9.0. Τότε λέμε ότι ο χάλυβας του οπλισμού αποπαθητικοποιήθηκε (δηλαδή δεν απολαμβάνει πλέον την παθητική προστασία που του προσέφερε η αλκαλικότητα του σκυροδέματος).



Εικόνα 6: Δοκίμιο σκυροδέματος, στο οποίο φαίνεται το βάθος ενανθράκωσης.

Η μείωση του pH του σκυροδέματος σε τιμές κάτω του 9.0 οφείλεται στην χημική αντίδραση του $\text{Ca}(\text{OH})_2$ του νερού των πόρων (και γενικότερα του στερεού ιστού του σκληρυμένου τσιμεντοπολτού) με το διοξείδιο του άνθρακος (CO_2) της ατμόσφαιρας, που σταδιακά διαχέεται προς το εσωτερικό του σκυροδέματος μέσω της αέριας φάσης των πόρων. Η διαδικασία αυτή έχει σαν αποτέλεσμα τη μετατροπή του $\text{Ca}(\text{OH})_2$ σε ανθρακικό ασβέστιο (CaCO_3) σύμφωνα με την αντίδραση:



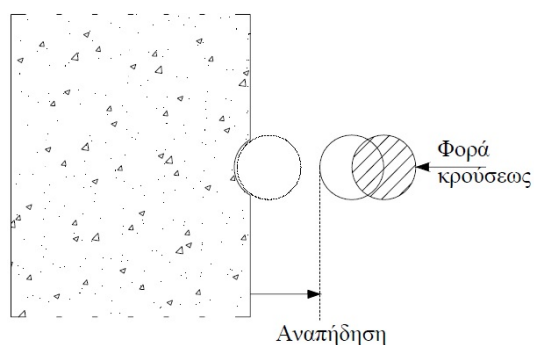
Η όλη διαδικασία ονομάζεται ενανθράκωση του σκυροδέματος. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η ενανθράκωση, η οποία για το ωπλισμένο σκυρόδεμα έχει δυσμενείς επιπτώσεις, στον ατμοσφαιρικό αέρα οδηγεί στην σκλήρυνση του ασβέστη.

Η ενανθράκωση και η διείδυση χλωριόντων δεν είναι ανεξάρτητες διαδικασίες, καθότι η πρώτη επιταχύνει σημαντικά τη δεύτερη. Το $\text{Ca}(\text{OH})_2$ του στερεού ιστού του σκληρυμένου τσιμεντοπολτού αντιδρά με τα χλωριόντα και τα δεσμεύει, περιορίζοντας την ποσότητα αυτών που διαχέονται προς τον οπλισμό κάτω από την οριακή συγκέντρωση του $0.4 \div 0.6 \%$ που απαιτείται για την διάτρηση του προστατευτικού οξειδίου. Όταν όμως το υδροξείδιο του ασβεστίου μετατραπεί με την ενανθράκωση σε CaCO_3 , τα χλωριόντα που έχει δεσμεύσει ελευθερώνονται και διατίθενται πλέον για την προσβολή του χάλυβα.

Μετά την τοπική ή γενική απώλεια του επιφανειακού προστατευτικού οξειδίου, ο οπλισμός μπορεί να αρχίσει να οξειδώνεται. Η οξείδωση είναι μία ηλεκτροχημική αντίδραση με ηλεκτρολύτη το νερό των πόρων.

2.7.4. Κρουσιμέτρηση

Ο συνηθέστερος μη καταστροφικός έλεγχος είναι η κρουσιμέτρηση. Η μέθοδος βασίζεται στο συσχετισμό της σκληρότητας της επιφάνειας του σκυροδέματος με τη θλιπτική αντοχή του. Με τη μέθοδο αυτή προσδιορίζεται η σκληρότητα της επιφάνειας του σκυροδέματος ανάλογα με το ύψος αναπήδησης του κρουσίμετρου. Η μέτρηση του δείκτη επιφανειακής σκληρότητας του σκυροδέματος έχει μικρότερο ποσοστό σφάλματος για ηλικίες σκυροδέματος μεταξύ 14 ημερών



Εικόνα 7: Αρχή λειτουργίας κρουσίμετρου.

και 3 μηνών. Τα κρουσίμετρα είναι εύκολα στην χρήση και η μέθοδος σχετικά απλή και αξιόπιστη.

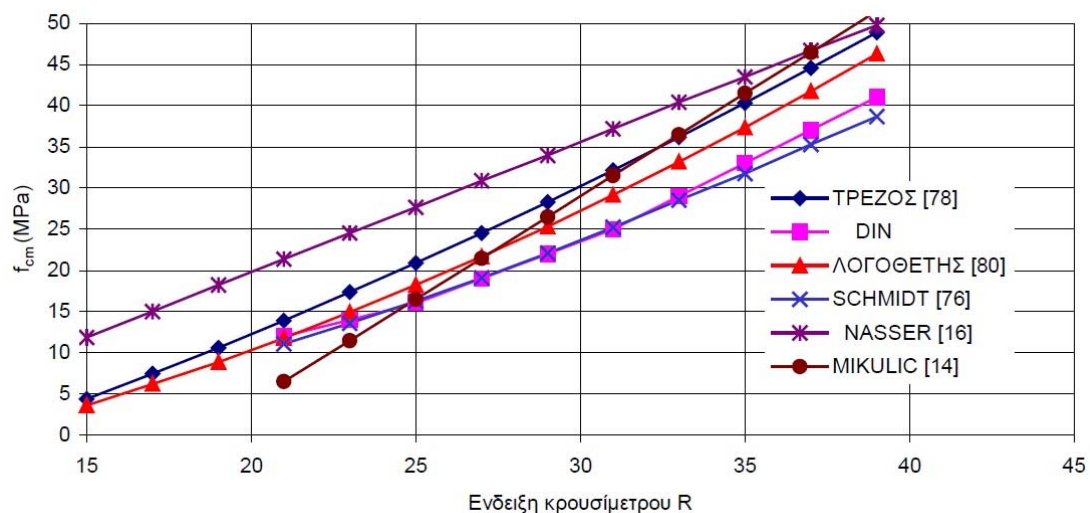
Μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι απαιτούνται συχνές βαθμονομήσεις του οργάνου ανάλογα με τον τύπο τσιμέντου που πρόκειται να χρησιμοποιήσουμε καθώς και την ποιότητα των αδρανών (σκληρά, μαλακά, κλπ.). Επίσης τα αποτελέσματα μπορούν να επηρεαστούν από τις επιφανειακές συνθήκες και τις διαστάσεις του

σκυροδέματος. Συνήθως η αξιοπιστία των αποτελεσμάτων είναι επαρκής μέχρι βάθος χιλιοστών. Γενικά πάντως συνιστάται η μέθοδος της κρουσιμέτρησης να συνδυάζεται με κάποια άλλη μέθοδο διάγνωσης βλαβών, όπως π.χ. με την μέθοδο λήψης πυρήνων.



Εικόνα 8: Κρουσιμέτρηση σε κατακόρυφο στοιχείο.

Οι επιφάνειες που ελέγχονται με την μέθοδο της κρουσιμέτρησης πρέπει να είναι απολύτως λείες, αφού έχει παρατηρηθεί ότι η αξιοπιστία του κρουσίμετρου είναι αυξημένη στις λείες επιφάνειες. Εκτός από τις ανώμαλες επιφάνειες, ακατάλληλες είναι επίσης αυτές που προκύπτουν από κοπή. Επίσης συνιστάται οι μετρήσεις να γίνεται σε ξηρά στοιχεία γιατί η παρουσία υψηλού ποσοστού υγρασίας στο σκυρόδεμα του δοκιμίου έχει σαν αποτέλεσμα την σημαντική μείωση της αξιοπιστίας του οργάνου. Ένας πρόσθετος παράγοντας που μπορεί να φέρει μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ της πραγματικής αντοχής του σκυροδέματος και αυτής που υπολογίζεται με την μέθοδο της κρουσιμέτρησης είναι το βάθος ενανθράκωσης.



Διάγραμμα 2: Συσχέτιση μέσης θλιπτικής αντοχής και ενδείξεως του κρουσιμέτρου

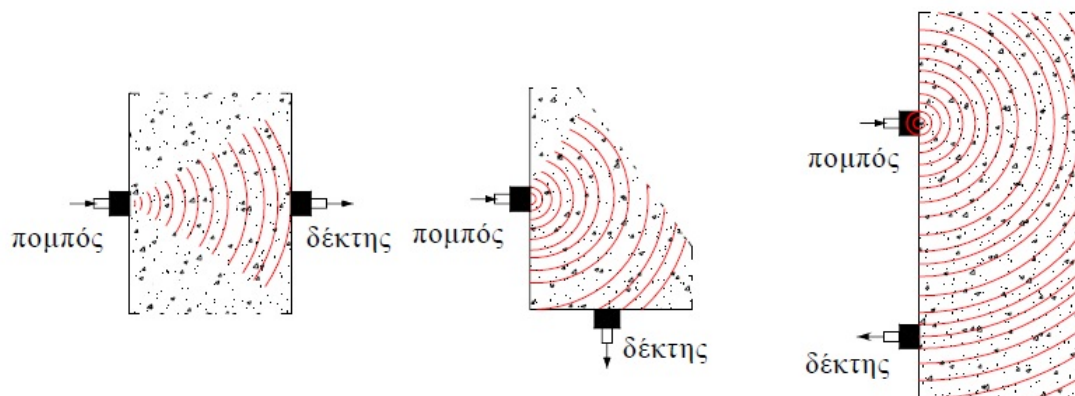
Για την αντιμετώπιση του προβλήματος συνιστάται η αφαίρεση μιας επιφανειακής στρώσης πάχους έχω 5 χιλιοστών από την επιφάνεια του δοκιμίου.

Κρουσίμετρα απλούστερης μορφής χρησιμοποιούνται επίσης για την προσδιορισμό περιοχών του σκυροδέματος που έχουν μεγάλα εσωτερικά κενά. Οι περιοχές αυτές εντοπίζονται από τις αλλαγές στον ήχο που παράγει η αναπήδηση του οργάνου πάνω στην επιφάνεια του σκυροδέματος. Οι έλεγχοι αυτού του είδους συνοδεύουν κατά κανόνα οπτικούς ελέγχους αλλά τα αποτελέσματά τους δεν είναι ιδιαίτερα ακριβή, για αυτό και έχουν εκτοπιστεί από άλλες μεθόδους. Σε κάθε περίπτωση απαιτούνται κατ' ελάχιστο οκτώ έλεγχοι κρουσιμέτρησης ανά όροφο και δεκαέξι ανά κτίριο.

2.7.5. Χρήση Υπερήχων

Είναι μία μέθοδος όπου βασίζεται στην ηχώ (αντήχηση) εξ αντανάκλασεως υπερηχητικών ή κρουστικών κυμάτων και κατατάσσεται στη κατηγορία έμμεσων μη καταστροφικών μεθόδων από σκυρόδεμα και τοιχοποιία.

Με τη μέθοδο των υπερήχων έχουμε τη δυνατότητα να εντοπίσουμε τις ανωμαλίες του σκυροδέματος (φθορές, ρωγμές, κενά κ.α.), να ελέγξουμε την ποιότητα και να εκτιμήσουμε την αντοχή του σκυροδέματος μετά από την κατάλληλη βαθμονόμηση του οργάνου (συσσκευή υπερήχων). Η συσκευή των υπερήχων αποτελείται από μια γεννήτρια παραγωγής υπερηχητικών κυμάτων δυο κρυστάλλους, το πομπό και το δέκτη όπου τοποθετούνται αντικριστά στις δυο παράλληλες επιφάνειες του υπό εξέταση στοιχείου.



Εικόνα 9: Οι τρεις διαφορετικοί τρόποι μέτρησης της ταχύτητας των υπερήχων.

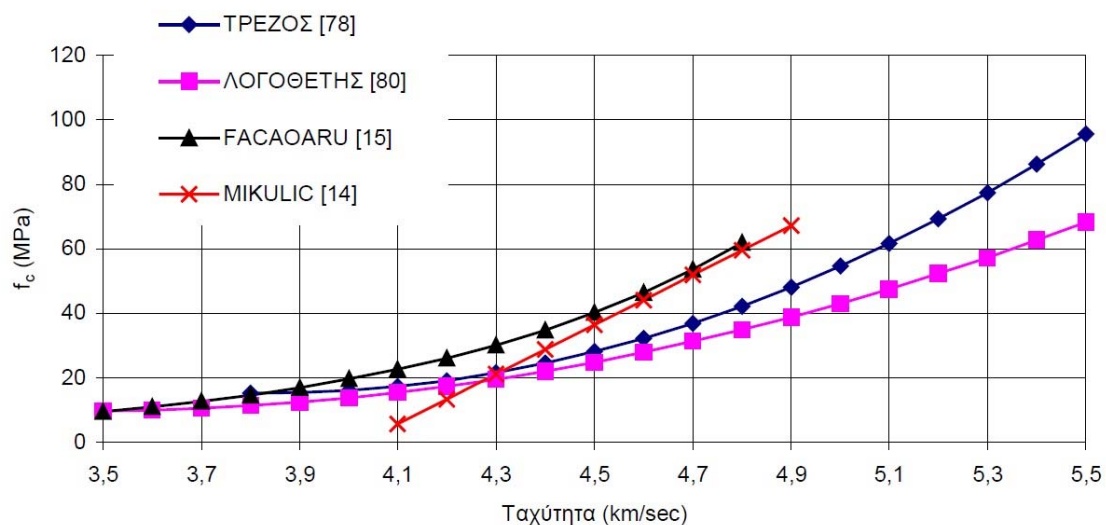
Ο πομπός και ο δέκτης είναι κατασκευασμένοι από πιεζοηλεκτρικά κεραμικά στοιχεία. Το μέγεθος τους αλλάζει εφαρμόζοντας τους ηλεκτρικό ρεύμα ή όταν παράγουν αυτοί ηλεκτρικό ρεύμα. Ο πομπός πάλλεται, η ταλάντωση του παράγει τασικά κύματα όπου διαδίδονται δια μέσου του σκυροδέματος, ενώ παράλληλα τίθεται σε λειτουργία ένα χρονόμετρο ακριβείας και σταματά μόλις ο παλμός φτάσει στο δέκτη. Με αυτή τη διαδικασία βρίσκουμε τη ταχύτητα (V), από το χρόνο (T) που διάνυσε το υπερηχητικό κύμα και το πάχος (L) του δοκιμίου

$$V = \frac{L}{T} \quad (17)$$

Υπάρχουν τρεις διαφορετικοί τρόποι που μπορούν να τοποθετηθούν πομπός και δέκτης για να γίνει η μέτρηση:

- i. Τοποθετώντας στις δυο κάθετες πλευρές, όπου είναι η πιο ακριβής μέθοδος
- ii. Τοποθετώντας στις δυο κάθετες πλευρές, αλλά έχει αρκετή δυσκολία στο να προσδιορίσει το μήκος του στοιχείου.
- iii. Τοποθετώντας στη ίδια πλευρά, μόνο όταν δεν υπάρχει άλλη επιλογή ή αν υπάρχει υποψία διαφοροποίησης του σκυροδέματος.

Επίσης, για τη καλύτερη επαφή των κρυστάλλων με το σκυρόδεμα χρησιμοποιούμε λιπαντική ουσία (π.χ. γράσο) για να καλύπτει τα κενά της εξωτερικής επιφάνειας του στοιχείου και πρέπει να πιέζονται οι κρύσταλλοι. Για να έχουμε ακριβέστερα αποτελέσματα πρέπει το μήκος όπου θα τοποθετηθούν οι κρύσταλλοι να είναι μικρό και προσδιορισμό.



Διάγραμμα 3: Συσχέτιση μέσης θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος με ταχύτητα υπερήχων

Στα πλεονεκτήματα της μεθόδου συμπεριλαμβάνονται το χαμηλό κόστος των οργάνων και η ευκολία στη χρήση τους. τα μειονεκτήματα συγκαταλέγεται το γεγονός ότι η πυκνότητα και οι διαβαθμίσεις στο μέγεθος των αδρανών του σκυροδέματος μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα.

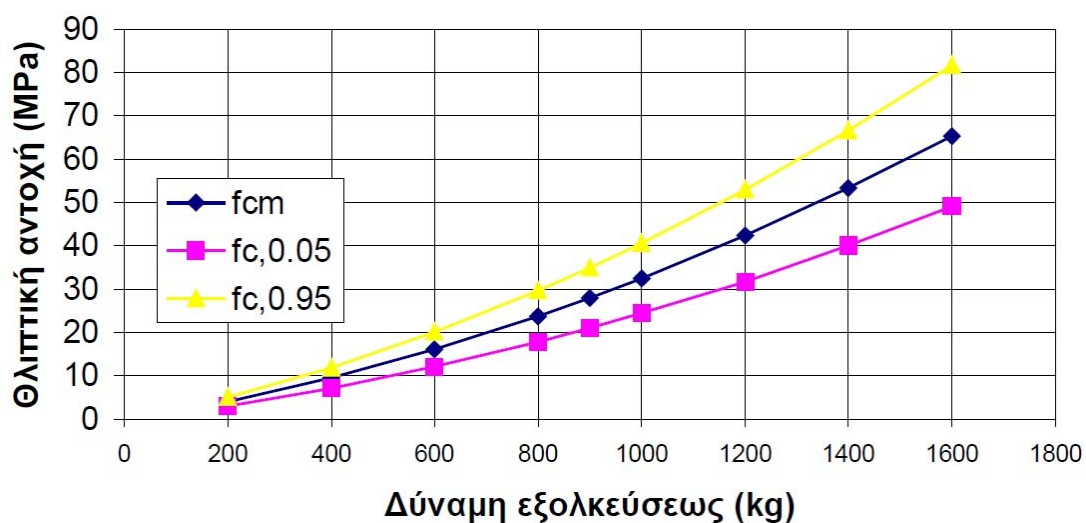
2.7.6. Εξόλκευση Ήλου

Πρόκειται για έμμεση μέθοδο προσδιορισμού της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος δι' εξολκείσεως ήλου, η οποία αναπτύχθηκε από τον καθηγητή Τάσιο (Θ.Π. Τάσιος, Κ.Α. Δεμίρης, Αθήνα 1968). Με την χρήση ενός πυροδοτικού εκτοξευτή, εκτοξεύεται σε επαφή με το σκυρόδεμα ένας πρότυπος ήλος μήκους 4 cm και διαμέτρου 4 mm ο οποίος εισάγεται



Εικόνα 10: Ο εξολκέας – δυναμόμετρο κατά τη διαδικασία της εξόλκευσης

εντός του σκυροδέματος. Μετά την πάροδο 10 min ο ήλος εξολκεύεται με ειδικό εξολκέα, ο οποίος φέρει και δυναμόμετρο. Μετράται η δύναμη εξολκείσεως η οποία μεταφράζεται, με κατάλληλα διαγράμματα, σε θλιπτική αντοχή σκυροδέματος.



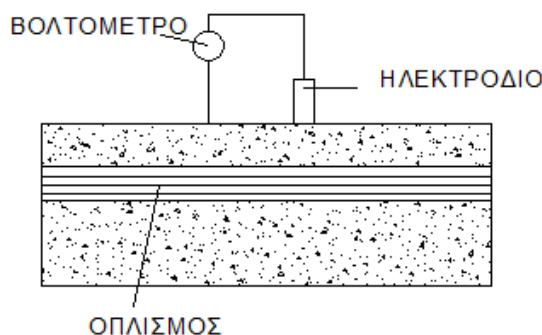
Διάγραμμα 4: Συσχέτιση δύναμης εξολκείσεως με την μέση θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος

Στο Διάγραμμα 4 παρουσιάζεται καμπύλη συσχέτισεως της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος με δύναμη εξολκείσεως, σύμφωνα με τα πειράματα Λογοθέτης, 1979. Σε κάθε θέση πρέπει να γίνονται τουλάχιστον 6 επιτυχείς δοκιμές σε απόσταση 10cm τουλάχιστον μεταξύ-τους. Επιφάνειες που δεν είναι αντιπροσωπευτικές της αντοχής του σκυροδέματος πρέπει να αποφεύγονται (π.χ. η πάνω επιφάνεια πλακών, τσιμεντοκονίες κλπ)

2.7.7. Μέτρηση του Ηλεκτρικού Δυναμικού Σιδηροπλισμού

Τα μαγνητόμετρα είναι όργανα που μπορούν να εντοπίσουν και να προβλέψουν με ακρίβεια τη θέση του οπλισμού, το πάχος της επικάλυψης του σκυροδέματος ακόμη και τη διάμετρο της ράβδου. Η μαγνητική μέθοδος στηρίζεται στη αλληλεπίδραση του οπλισμού με ένα ηλεκτρομαγνητικό πεδίο (όργανο). Δημιουργείται ένα εναλλασσόμενο μαγνητικό πεδίο όπου προκαλεί ηλεκτρικό δυναμικό σε ένα κύκλωμα.

Η διαδικασία της μέτρησης πρέπει να γίνεται δύο φορές, η πρώτη μέτρηση γίνεται με την κεφαλή του οργάνου να ακουμπά το σκυρόδεμα ενώ η δεύτερη με τη κεφαλή να είναι σε συγκεκριμένη απόσταση. Η διαδικασία όμως μειονεκτεί γιατί έχει ως αποτέλεσμα δύο καμπύλες, όπου προκύπτουν από τις δυο μετρήσεις, και το αποτέλεσμα δεν έχει μεγάλη ακρίβεια.



Εικόνα 11: Αρχή λειτουργίας του οργάνου ανίχνευσης οπλισμού

Αν και τα όργανα που χρησιμοποιούνται για την εφαρμογή της μεθόδου αυτής είναι πολύ δημοφιλής κυρίως γιατί είναι φορητά, ανιχνεύουν με ακρίβεια τη θέση της εξωτερικής στρώσης οπλισμού μόνο και κατά συνέπεια είναι περισσότερο αποδοτικά για τον εντοπισμό του οπλισμού πλακών με μια στρώση οπλισμού. Η αξιοπιστία τους μειώνεται σε περίπτωση πλακών οπλισμένων με πλέγμα ή δοκών και υποστυλωμάτων με περισσότερες από μια στρώσεις οπλισμού, καθώς και με την αύξηση του πάχους της επικάλυψης. Επίσης όταν κάποια από τα συστατικά του σκυροδέματος εμπεριέχουν μαγνητικά στοιχεία, οι μετρούμενες τιμές απαιτούν ειδική βαθμονόμηση.

Πριν ξεκινήσει οποιαδήποτε διαδικασία μετρήσεως θα πρέπει να γνωρίζουμε τι πρόκειται να αντιμετωπίσουμε προκειμένου να λάβουμε τα σωστά μέτρα ασφάλειας. Για να ελέγξουμε αν υπάρχει κίνδυνος διάβρωσης του χάλυβα θα πρέπει να γίνουν οι μετρήσεις δυναμικού χάλυβα με ηλεκτρόδιο αναφοράς χαλκού ή αργίλου.

$$VSCE + 240 = VCSE + 300 [mV] \quad (18)$$

Από την παραπάνω σχέση υπολογίζεται η διάβρωση του χάλυβα. Όπως αναφέρεται στο ASTM C 876-87 υπάρχουν οι εξής περιπτώσεις:

- Αν $E > -200 \text{ mVCSE}'$ κατά πιθανότητα 90% δεν συμβαίνει διάβρωση
- Αν $E > -350 \text{ mVCSE}'$ κατά πιθανότητα 90% συμβαίνει διάβρωση
- Αν $-200 \text{ mVCSE}' > E > -350 \text{ mVCSE}'$ δεν είναι βέβαιο αν συμβαίνει ή όχι διάβρωση

Για τη μέτρηση υγρασίας τοποθετούνται τέσσερα ηλεκτρόδια σε μικρό βάθος, όπου συνδέονται με βολτόμετρο και ρεύμα. Στη συνέχεια εφαρμόζεται ρεύμα εντάσεως I , μετριέται το αντίστοιχο δυναμικό και υπολογίζετε η αντίσταση R του σκυροδέματος, η ειδική αντίσταση ρ δίνετε από τον τύπο:

$$\rho = 2 * \alpha * R \quad (19)$$

όπου:

ρ = ειδική αντίσταση του σκυροδέματος

α = απόσταση μεταξύ ηλεκτροδίων

R = αντίσταση του σκυροδέματος

Η τιμή της ειδικής αντίστασης καθορίζει την υγρασία. Η μέθοδος είναι εύκολη και απλή πρέπει όμως να υπάρξει μεγάλη προσοχή ώστε τα ηλεκτρόδια να τοποθετηθούν σωστά με ακρίβεια και να αποφευχθούν την επαφή με τον οπλισμό του σκυροδέματος. Παρόλο που η συγκεκριμένη μέθοδος είναι σχετικά απλή και οι μετρήσεις πραγματοποιούνται εύκολα στο πεδίο, δεν μπορεί να δώσει πληροφορίες για το βαθμό της διάβρωσης, όπως π.χ. το ποσοστό απομείωσης της διατομής, ενώ ταυτόχρονα παρέχει ενδείξεις και όχι αποδείξεις διαβρωτικής δράσης.

3. ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΚΑΝ.ΕΠΕ. ΣΕ ΤΕΤΡΑΩΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ

Όσα απομειώθηκαν από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ., θα πρέπει να εφαρμοστούν σε ένα πραγματικό έργο, με πραγματικά δεδομένα και πραγματικές πειραματικές εργοταξιακές και εργαστηριακές πειραματικές διαδικασίες.

Στην παρούσα λοιπόν πτυχιακή εργασία παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των επί τόπου και εργαστηριακών ελέγχων αντοχής σκυροδέματος που εκτελέστηκαν για λογαριασμό του κου Σκαρμούτσου Γεώργιου και αφορούν στο έργο : «Αλλαγή χρήσης, τροποποίηση όψεων, τροποποίηση κλιμάκων, εσωτερικές διαρρυθμίσεις και αποπεράτωση οικοδομής», στην Αθήνα.

Οι έρευνες αυτές έχουν ως στόχο την εκτίμηση της αντοχής του σκυροδέματος του παραπάνω κτιρίου και τη συσχέτισή της με αυτή των εξωτερικών στοιβάδων του σκυροδέματος πλήθους υποστυλωμάτων και δοκών του κτιρίου.

Τα αποτελέσματα των ελέγχων παρουσιάζονται στην παρούσα εργασία σε πίνακες και διαγράμματα, έτσι ώστε να δίνεται με μεγαλύτερη ακρίβεια η δυνατότητα καθορισμού των παραμέτρων σχεδιασμού και διαστασιολόγησης στο υφιστάμενο κτίριο.

Η παρούσα εργασία περιλαμβάνει γενικά στοιχεία και αποτελέσματα που σχετίζονται με την αντοχή του σκυροδέματος του φέροντα οργανισμού του κτιρίου καθώς και στοιχεία αναφορικά με τον οπλισμό. Οι έλεγχοι έγιναν με ημικαταστροφικές μεθόδους (λήψη πυρήνων σκυροδέματος) και με τις έμμεσες μεθόδους εκτίμησης της αντοχής του σκυροδέματος, του κρουσιμέτρου και των υπερήχων. Επίσης πραγματοποιήθηκε ανίχνευση ράβδων οπλισμού με μαγνητικές μεθόδους (scanner) σε επιλεγμένες θέσεις που μας υποδείχθηκαν.

Οι θέσεις, οι μέθοδοι και οι ποσότητες της κάθε μεθόδου επιλέχθηκαν και υποδείχθηκαν από τον μελετητή και στατικό μηχανικό του έργου και όπου ήταν δυνατό.

3.1. Περιγραφή του Έργου

Οι έλεγχοι αντοχής που παρουσιάζονται στην παρούσα Τεχνική Έκθεση πραγματοποιήθηκαν σε υφιστάμενο κτίριο με υπόγειο, ισόγειο και τρεις ορόφους στο Μεταξουργείο. Ο φέροντας οργανισμός του κτιρίου είναι συμβατικός με στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα.

3.1.1. Οργάνωση Εργοταξίου και Εργαστηρίου

Οι επί τόπου εργασίες ελέγχου αντοχής των φερόντων στοιχείων του κτιρίου πραγματοποιήθηκαν από εξειδικευμένο συνεργείο.

Αναλυτικότερα, το αντικείμενο εργασιών περιελάμβανε τα ακόλουθα:

- Λήψη πυρήνων σκυροδέματος με περιστροφικό δειγματολήπτη (καροταρία) σε εννέα (9) συνολικά θέσεις ελέγχου. Δύο (2) στην οροφή υπογείου, τρία (3) στην οροφή ισογείου, ένα (1) στην οροφή 1ου ορόφου, δύο (2) στην οροφή 2ου ορόφου και ένα (1) στην οροφή 3ου ορόφου.
- Επιτόπιος έλεγχος εκτίμησης της αντοχής σκυροδέματος με κρουσίμετρο σε εξήντα εννέα (69) συνολικά θέσεις ελέγχου από τις οποίες οι πενήντα τρεις (53) αφορούν υποστυλώματα και δέκα έξη (16) αφορούν δοκούς του κτιρίου.
- Επιτόπιος έλεγχος εκτίμησης της αντοχής σκυροδέματος με υπερήχους σε τριάντα τέσσερις (34) συνολικά θέσεις ελέγχου από τις οποίες οι είκοσι εννέα (29) αφορούν υποστυλώματα και πέντε (5) αφορούν δοκούς του κτιρίου.
- Ανίχνευση οπλισμών σε δέκα τρεις (13) συνολικά θέσεις.

3.2. Μέθοδοι Ελέγχου Θλιπτικής Αντοχής Σκυροδέματος

Για την εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής του σκυροδέματος των φερόντων στοιχείων του κτιρίου χρησιμοποιούνται γενικά διαφορετικές μέθοδοι, οι οποίες διαφέρουν ανάλογα με την τεχνική μεθοδολογία που εφαρμόζεται και την ακρίβεια των αποτελεσμάτων τους.

Γενικά οι μέθοδοι ελέγχου της αντοχής του σκυροδέματος που εφαρμόζονται διακρίνονται στις ακόλουθες κατηγορίες:

- i. Μέθοδος ελέγχου σκληρύνσεως με τη λήψη δοκιμίων κατά την σκυροδέτηση. Δεν διατίθενται ανάλογα στοιχεία από την κατασκευή του κτιρίου, επομένως δεν γίνεται καμία αναφορά στην αντοχή κατά την κατασκευή του κτιρίου.
- ii. Καταστροφικές και ημικαταστροφικές μέθοδοι με την αποκοπή από φέροντα στοιχεία κύβων, πρισμάτων και πυρήνων. Οι μέθοδοι αυτές έχουν τη μεγαλύτερη ακρίβεια.
- iii. Μη καταστροφικές μέθοδοι με την εφαρμογή εμπειρικών μεθόδων και ειδικών οργάνων, όπως μέθοδος κρουσιμέτρου, μέθοδος εξόλκευσης ήλων. Οι μέθοδοι αυτές έχουν γενικά ακρίβεια της τάξεως του $\pm 25\%$.

Οι εφαρμοζόμενες διαφορετικές μη καταστροφικές μέθοδοι είναι προσεγγιστικές με σημαντική τυπική απόκλιση στα αποτελέσματα των ελέγχων. Όλες οι μέθοδοι και οι έλεγχοι εφαρμόζονται απ' ευθείας πάνω σε φέροντα στοιχεία, αφού έχει γίνει κατάλληλη προεργασία απομάκρυνσης του επιχρίσματος και επιμελής καθαρισμός της επιφάνειας για την εκτέλεση της δοκιμής, ώστε να μειωθούν οι αβεβαιότητες και οι αποκλίσεις. Όλες οι μέθοδοι προσδιορισμού της αντοχής ανάγονται στη θεωρητική θλιπτική αντοχή θραύσης κυβικών δοκιμίων ακμής 15 cm.

Τα εργαστηριακά και επί τόπου αποτελέσματα αντοχής του σκυροδέματος καθώς επίσης και οι πίνακες, τα διαγράμματα αποτελεσμάτων, δοκιμών και συσχετίσεων αντοχών των διαφόρων μεθόδων που εφαρμόστηκαν, παρουσιάζονται αναλυτικά στα Παραρτήματα της παρούσας πτυχιακής εργασίας.

Στις ενότητες που ακολουθούν δίνονται γενικά θεωρητικά στοιχεία που αφορούν την εκτέλεση των δοκιμών, τις προδιαγραφές και την τεχνική περιγραφή εκτέλεσής τους καθώς και στοιχεία που αφορούν την αποδοχή τους στην συνολική αξιολόγηση και προσδιορισμό της αντοχής των φερόντων στοιχείων. Δίνονται τα στοιχεία που αφορούν τις ακόλουθες δοκιμές:

- i. Λήψη πυρήνων σκυροδέματος.
- ii. Δοκιμές κρουσιμέτρου.
- iii. Δοκιμές υπερήχων
- iv. Δοκιμές ανίχνευσης οπλισμού.

3.2.1. 3.2. Λήψη πυρήνων σκυροδέματος

Η λήψη πυρήνων είναι διαδικασία που προϋποθέτει αφ' ενός τον καλό προγραμματισμό της και αφ' ετέρου την ορθολογική συντήρηση και θραύση των λαμβανομένων πυρήνων. Στο εργαστήριο έγινε θραύση υγιών τεμαχίων κυρίως με λόγο της τάξεως $H : D \geq 1,0$, όπου H το ύψος και D η διάμετρος των πυρήνων.

Για τον προσδιορισμό της θλιπτικής αντοχής των πυρήνων εφαρμόζεται κυρίως ο Κ.Τ.Σ. - 1997 και η σχετική εγκύκλιος Ε7 (28.3.1997).

Κατά την εφαρμογή του Κ.Τ.Σ. - 1997 και της εγκυκλίου Ε7 ο προσδιορισμός της χαρακτηριστικής αντοχής από τη μέση τιμή και την τυπική απόκλιση γίνεται από τη σχέση :

$$f_{\pi} = x_{\sigma}^{\pi} - 1,6 * S \quad (20)$$

όπου:

x_6^{π} = ο μέσος όρος των 6 ανηγμένων αντοχών

S = η τυπική απόκλιση που υπολογίζεται από τη σχέση

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i=6} (x_i^{\pi} - x_6^{\pi})^2}{5}} \quad (21)$$

3.2.2. Δοκιμές Κρουσιμέτρου

Η μέθοδος του κρουσίμετρου είναι μία μη καταστρεπτική μέθοδος προσδιορισμού της επιφανειακής σκληρότητας των δομικών στοιχείων σε βάθος έως 30 mm. Η μέθοδος αυτή δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα μόνο όταν συνδυαστεί με άλλες μη καταστρεπτικές ή ημικαταστρεπτικές μεθόδους για αντιστοιχία και βαθμονόμηση των ερμηνευτικών καμπυλών που ανάγουν σε αντοχή κύβου 15x15x15cm.

Επειδή η μέτρηση του δείκτη επιφανειακής σκληρότητας παρουσιάζεται κατά πλειονότητα σημαντικά αλλοιωμένος, σε ηλικίες ελεγχθέντων σκυροδεμάτων άνω των 3 μηνών, έγινε προσπάθεια μείωσης των σχετικών σφαλμάτων εκτέλεσης με προσεκτική και επιμελημένη προετοιμασία των σημείων κρουσιμέτρησης, της διεύθυνσεως κρουσιμέτρησης και του αριθμού κρουσιμετρήσεων ανά θέση, της μείωσης σφάλματος λόγω ηλικίας με μειωτικό συντελεστή αντοχής $C = 0,80$.

Η δοκιμές έγιναν σε υποστυλώματα και δοκούς της κατασκευής με κρουσίμετρο αναπηδήσεως Schmidt Hammer τύπου R με το οποίο και μετράται η αναπήδηση μάζας που εκτοξεύεται, μέσω ελατηρίου, επάνω στην επιφάνεια των φερόντων στοιχείων.

Η συσχέτιση της αναπηδήσεως καθώς και η αναγωγή της σε αντοχή κύβου, έγινε με τη βοήθεια τυπικών καμπυλών που έχουν προκύψει από πειραματικά αποτελέσματα.

3.2.3. Δοκιμές υπερήχων

Για τον έμμεσο προσδιορισμό της αντοχής του σκυροδέματος μετράται η ταχύτητα διάδοσης υπερήχων μέσα από τη μάζα του υλικού και η μέτρηση συνδέεται με το δυναμικό μέτρο ελαστικότητας E_s και την πυκνότητα ρ του υλικού. Προσδιορίζεται από πειραματικές καμπύλες η θλιπτική αντοχή, το μέτρο ελαστικότητας, ο λόγος Poisson, ενώ γίνεται έλεγχος ομοιογένειας του στοιχείου.

Ελέγχεται ο τύπος και η ποσότητα τσιμέντου, ο μέγιστος κόκκος αδρανών και το ποσοστό σε λεπτόκοκκο υλικό, η περιεχόμενη υγρασία, η ηλικία του σκυροδέματος και τα αποτελέσματα από την έκθεσή του σε υψηλές θερμοκρασίες, όπως π.χ. σε πυρκαγιά.

Μετρήσεις με τη μέθοδο των υπερήχων μπορούν να γίνουν με τρεις τρόπους. Ο πρώτος τοποθετώντας τους δύο κρυστάλλους σε δύο αντικριστές πλευρές του προς εξέταση φέροντος στοιχείου, ο δεύτερος τοποθετώντας σε δύο κάθετες μεταξύ τους πλευρές ενώ στον τρίτο οι κρύσταλλοι τοποθετούνται στην μοναδική προσιτή πλευρά του δομικού στοιχείου.

3.2.4. Δοκιμές Ανίχνευσης Οπλισμού

Για την πραγματοποίηση αυτής της δοκιμής απαιτείται η ειδική συσκευή (scanner), όπου σκανάρεται το στοιχείο για να εμφανιστεί ο οπλισμός. Αυτό επιτυγχάνεται με τη βοήθεια ενός κανάβου διαστάσεως όσο είναι το στοιχείο ή απαιτήσει ο μηχανικός, όπου τοποθετείται στο σημείο του στοιχείου που πρέπει να ελεγχθεί και γίνονται οι μετρήσεις κάθετα και οριζόντια με τις οριοθετήσεις του κανάβου.

Οι δοκιμές αυτές δίδουν τη δυνατότητα προσδιορισμού των κάτωθι:

- Θέση οπλισμού (ακριβή θέση ράβδων ή συνδετήρων, επικάλυψη).
- Ποσότητα οπλισμού (αριθμός ράβδων και συνδετήρων).
- Διάμετρο οπλισμού.
- Προσδιορισμό πάχους επικάλυψης

Ο εντοπισμός του οπλισμού θα γίνει με ηλεκτρομαγνητική μέθοδο η οποία είναι ταχύτερη και αξιόπιστη, αλλά έχει και αυτή σφάλμα, ανάλογα με την περίπτωση και το δομικό στοιχείο < 5 έως 10 %.

Για επαλήθευση της ακρίβειας και της αξιοπιστίας του οργάνου, σε επιλεγμένες θέσεις μετά προσεκτική καθαίρεση επιχρισμάτων και τμήματος της επικάλυψης θα γίνει οπτική αναγνώριση της ποιότητας και τις διαστάσεις του χάλυβα.

3.3. Αποτελέσματα Ελέγχων Αντοχής

Στις παρακάτω ενότητες παρουσιάζονται τα συνοπτικά αποτελέσματα της κάθε δοκιμής ξεχωριστά καθώς επίσης και η αντιστοιχία σε συμβατικά δοκίμια ακμής 15cm, όπως αναφέρεται και παραπάνω. Περισσότερα και αναλυτικότερα στοιχεία των αποτελεσμάτων των δοκιμών βρίσκονται στα Παραρτήματα.

3.3.1. Αντοχή Σκυροδέματος από Θραύση Πυρήνων

Στους Πίνακες του Παραρτήματος Ι δίνονται αναλυτικά οι αναγωγές αντοχής των κυλίνδρων σε αντοχές κύβων ακμής 15 cm, του σκυροδέματος κατά την Εγκύκλιο Ε7 του Κ.Τ.Σ.-97 ενώ στον πίνακα 11 που ακολουθεί δίνονται συνοπτικά τα αποτελέσματα των ανηγμένων τυπικών αντοχών θραύσης των κυλινδρικών δοκιμίων (πυρήνων) και η κατηγορία αντοχής στις οποίες κατατάσσονται με τη θεώρηση ότι αποτελούν μια παρτίδα.

Όροφος	Πυρήνας	Φέρων στοιχείο	Αντοχή κύβου ακμής 15cm (MPa)	Μ.Ο. Αντοχής F (MPa)	Τυπική απόκλιση S (MPa)	Κατηγορία αντοχής (Κ.Τ.Σ. - 97, Ε7)
GF	1	Πλάκα	27,0	28,8	2,06	C20/25 f_π=25,5 MPa
GF	2	Πλάκα	31,0			
GF	3	Πλάκα	30,7			
BS	1	Πλάκα	30,9			
BS	2	Πλάκα	26,7			
A	1	Πλάκα	30,4			
B	1	Πλάκα	29,4			
B	2	Πλάκα	26,1			
C	1	Πλάκα	26,9			

Πίνακας 11: Αποτελέσματα ελέγχου αντοχής από θραύση πυρήνων

3.3.2. Εκτίμηση Αντοχής Σκυροδέματος από Δοκιμές Κρουσιμέτρου

Στον Πίνακα 12 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες αντοχές σκυροδέματος από δοκιμές κρουσιμέτρου, ανηγμένες σε αντοχές κυβικού δοκιμίου διαστάσεων 15x15x15 cm, όπως προκύπτουν από τις τυπικές καμπύλες χρήσης του οργάνου συναρτήσει του αριθμού αναπηδήσεων R. Σε όλες τις θέσεις το όργανο τοποθετήθηκε οριζόντια ενώ στην επεξεργασία των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε διορθωτικός συντελεστής μείωσης των αντοχών λόγω ηλικίας C = 0,80.

Νοητή παρτίδα ελέγχου	Πλήθος σημείων ελέγχου	Μ.Ο. αντοχής (MPa)	Τυπική απόκλιση (MPa)
Υπόγειο	5	26,1	1,5
Ισόγειο	16	24,8	1,3
1 ^{ος} Όροφος	16	28,9	1,8
2 ^{ος} Όροφος	16	26,9	1,7
3 ^{ος} Όροφος	16	25,8	1,5

Πίνακας 12: Αποτελέσματα ελέγχου εκτίμησης αντοχής σκυροδέματος από δοκιμές κρουσιμέτρου

Οι τυπικές αποκλίσεις του πλήθους των δειγμάτων είναι εντός των αποδεκτών ορίων της μεθόδου μικρότερες από 6,0 MPa.

Στο Παράρτημα II δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των επί τόπου δοκιμών κρουσιμέτρησης.

3.3.3. Εκτίμηση Αντοχής Σκυροδέματος από Δοκιμές Υπερήχων

Στον Πίνακα 13 που ακολουθεί παρουσιάζονται οι εκτιμώμενες αντοχές σκυροδέματος από δοκιμές υπερήχων, ανηγμένες σε κύβο διαστάσεων 15x15x15 cm, όπως προκύπτουν από πειραματικές καμπύλες. Οι δοκιμές πραγματοποιήθηκαν σε γειτονικές θέσεις με αυτές που έγιναν κρουσιμετρήσεις.

Νοητή παρτίδα ελέγχου	Πλήθος σημείων ελέγχου	Μ.Ο. αντοχής (MPa)	Τυπική απόκλιση (MPa)
Υπόγειο	5	26,9	1,6
Ισόγειο	8	26,9	2,9
1 ^{ος} Όροφος	7	29,0	3,1
2 ^{ος} Όροφος	7	28,7	3,0
3 ^{ος} Όροφος	7	27,9	2,7

Πίνακας 13: Αποτελέσματα ελέγχου εκτίμησης αντοχής σκυροδέματος από δοκιμές υπερήχων

Οι τυπικές αποκλίσεις του πλήθους των δειγμάτων είναι εντός των αποδεκτών ορίων της μεθόδου μικρότερες από 6,0 MPa.

Στο Παράρτημα III δίνονται αναλυτικά τα αποτελέσματα των επί τόπου δοκιμών ταχύτητας μετάδοσης υπερήχων.

3.3.4. Συσχετίσεις Αποτελεσμάτων

Η ακρίβεια προσδιορισμού της αντοχής από τις έμμεσες μεθόδους αυξάνει σημαντικά αν συνδυαστούν τα αποτελέσματα των επί μέρους μεθόδων, της μέσης αντοχής και της αντίστοιχης τυπικής απόκλισης του δείγματος.

Η τελική αντοχή από την εφαρμογή του συνδυασμού δύο έμμεσων μεθόδων προκύπτει από τον τύπο που ακολουθεί:

$$f_c = \frac{f_{c1} \cdot S_2 + f_{c2} \cdot S_1}{S_1 + S_2} \quad (22)$$

όπου:

f_{c1}, f_{c2} = οι αντοχές που προκύπτουν από τις δύο μεθόδους.

S_1, S_2 = οι αντίστοιχες τυπικές αποκλίσεις αποτελεσμάτων των δύο μεθόδων

Στον παρακάτω Πίνακα 14 δίνονται συγκεντρωτικά οι τιμές των αντοχών f_{c1} , f_{c2} που έδωσε η κάθε μέθοδος ξεχωριστά και οι μέσοι όροι αντοχής όπως προκύπτουν από το συνδυασμό της κρουσιμέτρησης και τους υπέρηχους.

Νοητές Παρτίδες Ελέγχου	Α. Κρουσιμετρήσεις		Β. Υπέρηχοι		Μ.Ο. Ανηγμένων Αντοχών Συνδυασμού
	Αντοχή f_{c1} (MPa)	Τυπική Απόκλιση S_1 (MPa)	Αντοχή f_{c2} (MPa)	Τυπική Απόκλιση S_2 (MPa)	F_{π} (MPa)
Υπόγειο	26,1	1,5	26,9	1,6	26,5
Ισόγειο	24,8	1,3	26,8	2,9	25,4
1 ^{ος} Όροφος	28,9	1,8	29,0	3,1	28,9
2 ^{ος} Όροφος	26,9	1,7	28,7	3,0	27,6
3 ^{ος} Όροφος	25,8	1,5	27,9	2,7	26,6

Πίνακας 14: Συγκεντρωτικά αποτελέσματα ελέγχου αντοχής

4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΩΝ ΑΝΤΟΧΗΣ

Ο έλεγχος της αντοχής του φέροντος οργανισμού από σκυρόδεμα του κτιρίου πραγματοποιήθηκε σε επιλεγμένες θέσεις με καταστρεπτικές και μη καταστροφικές - έμμεσες μεθόδους.

Σύμφωνα με την αξιολόγηση των αποτελεσμάτων προκύπτουν τα ακόλουθα:

- Από τη θραύση των πυρήνων του κτιρίου προέκυψαν τυπικές αντοχές f_t της τάξης των 26,1 – 31,0 MPa. Η μέση τυπική αντοχή, $f_{ms} = 25,5 \text{ MPa}$, που προκύπτει θεωρώντας το ως μία νοητή παρτίδα σκυροδέματος, αντιστοιχεί σε κατηγορία σκυροδέματος C20/25 κατά Κ.Τ.Σ. – 97/Εγκύκλιο Ε7. Ο μέσος όρος ανηγμένων αντοχών των κυλινδρικών πυρήνων πριν την εφαρμογή των γεωμετρικών συντελεστών της Εγκυκλίου Ε7 είναι της τάξεως των 29,2 MPa
- Από τους ελέγχους με τη μη καταστροφική μέθοδο του κρουσιμέτρου προέκυψαν μέσες ανηγμένες αντοχές της τάξης των 24,8 έως 28,9 MPa για τα φέροντα στοιχεία, υποστυλώματα και δοκούς του κτιρίου.
- Από τους ελέγχους με τη μη καταστροφική μέθοδο υπερήχων προέκυψαν μέσες ανηγμένες αντοχές της τάξης των 26,8 έως 29,0 MPa για τα φέροντα στοιχεία, υποστυλώματα και δοκούς, του κτιρίου.
- Από το συσχετισμό των αποτελεσμάτων μεταξύ των μεθόδων του κρουσιμέτρου – υπερήχων, $f_{c1,2}$, προέκυψαν μέσες συνδυασμένες ανηγμένες αντοχές της τάξης των 25,4 MPa έως 28,9 MPa για τα φέροντα στοιχεία, υποστυλώματα και δοκούς του κτιρίου.

Τονίζεται ότι σε κάθε περίπτωση πρέπει να λαμβάνεται υπόψη από το στατικό του έργου και η αβεβαιότητα των μεθόδων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**Ελληνική Βιβλιογραφία**

- Αργυρόπουλος και Τσίτος Α., «*Επίδραση Πυρκαγιάς σε Κατασκευές απο Οπλισμένο Σκυρόδεμα*», Αθήνα 2011.
- Βορκά και Λακκοτρύπης Β., «*Αξιολόγηση και Επισκευή Δομικού Στοιχείου Οπλισμένου Σκυροδέματος*», Αθήνα 2013.
- Γιάνναρου Α.Β. «*Από την πράξιν - Σιδηροπαγες σκυροδεμα*», Τυπογραφειον Η Εστια, Αθήνα 1915
- «*Ελληνικός κανονισμός ωπλισμενου σκυροδεματος*», ΕΚΩΣ-2000.
- «*Ερμηνεια μετα παραδειγματων των γερμανικων κανονισμων του σιδηροπαγους σκυροδεματος*» Τ.Ε.Ε., Αθήνα 1932.
- «*Κανονισμος τεχνολογιας σκυροδεματος*», Κ.Τ.Σ. - 1997.
- Καπετανάκης Κ., «*Αποτίμηση καταστάσεως κατασκευών με ηλεκτρομαγνητικές μεθόδους*», Αθήνα.
- Καραμπίνης Α. «*Συμβολή στην μελέτη δυναμικών χαρακτηριστικών κατασκευών από Ω.Σ.*», Διδακτορική διατριβή, Ξάνθη, 1986
- Κοτσοβός Κ., «*Παραμετρική διερεύνηση της μη γραμμικής συμπεριφοράς υποστηλωμάτων από Ω/Σ*», Πειραιάς 2014.
- Κωνσταντινίδη Κ., «*Αντισεισμικά Κτίρια απο Οπλισμένο Σκυρόδεμα*», Αθήνα 2009.
- Λυκοσκούφη Λ., «*Αποτίμηση υφιστάμενης πλαισιακής κατασλευής οπλισμένου σκυροδέματος κατασκευασμένης του 1980 και ενίσχυση με ινοπλισμένα πολυμερή*», Αθήνα 2013.
- ΟΑΣΠ «*Συστάσεις για προσεισμικές και μετασεισμικές επεμβάσεις σε κτίρια*», Αθήνα, Οκτώβριος 2000.
- Μανούκας, Αθανατοπούλου και Αβραμίδης Μ., «*Πρόσφατες Εξελίξεις στις Απλοποιητικές Μεθόδους Ανάλυσης Κατασκευών Ο/Σ*», Πάφος 2009.
- Μπούρνας και Τριανταφύλλου Μ., «*Νέα Τεχνική Αντισεισμικής Ενίσχυσης Υποστηλωμάτων Ο/Σ Έναντι Κάμψης με Χρήση Πρόσθετου Οπλισμού Συνθέτων Υλικών ή Ανοξειδωτου Χάλυβα σε Εγκοπές*», Αθήνα 2008.
- Οικονόμου Μ. Χ., «*Τεχνολογία του Σκυροδέματος*» Δεύτερη Έκδοση, Αθήνα, 1993.
- Πενέλης Γ, Κάππος Α., «*Αντισεισμικές κατασκευές από ωπλισμένο σκυρόδεμα*», Εκδ. Ζήτη, Θεσσαλονίκη, 1990

- Πρακτικά ημερίδας «*Νέος Ελληνικός Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος - Αντοχή σκυροδέματος στο έργο*», Τ.Ε.Ε. Αθήνα 1999.
- Σπανός Χρ., Σπαθάκης Μ. και Τρέζος Κ., «*Μέθοδοι για την επιτόπου αποτίμηση των χαρακτηριστικών των υλικών*», Πρακτικά – Διδακτικά Εγχειρίδια Τ.Ε.Ε., Αθήνα 2006.
- Σιδέρης Σ., «*Ενισχύσεις Κατασκευών*», Αθήνα 2009.
- Σωτηροπούλου Αν. Β., Πασσά Δ. Σ. «*Αντοχή Υλικών - Εργαστηριακές Εφαρμογες*», Ιων 2010, Αθήνα.
- Τάσιος Θ. Π., - Αλιγιζάκη Κ., «*Ανθεκτικότητα Ωπλισμένου Σκυροδέματος*», Αθήνα 1993
- Τ.Ε.Ε., «*Επισκευές – Ενισχύσεις. Παραδείγματα Διαστασιολογήσεως*», Αθήνα, 1987
- Τρέζος Κ., Τάσιος Θ, Μαραβέλιας Χρ. «*Ανάπτυξη μεθόδου για την αξιοπιστία των εμμέσων μεθόδων επιτόπου προσδιορισμού της αντοχής του σκυροδέματος σε δομήματα Ω.Σ.*», Εκθεση προόδου, Εργ. Ω.Σ., ΕΜΠ, Αθήνα, 1994
- Τριανταφύλλου, Αθ., Χ. «*Δομικά Υλικά*». Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα 2013.
- Τσάκαλος Τ., «*Διαμόρφωση και Τοποθέτηση Σιδήρου*», Αθήνα 2008.

Διεθνής Βιβλιογραφία

- ACI Committee 228, «*In-place methods to estimate concrete strength*», Report ACI 228.1R-95.
- Bickley J.A, «*The variability of pullout tests and in place concrete strength*», Concr Int, 1992 /04, 44- 51
- Bungey J.H, «*The testing of concrete in structures Chapter 5: Cores*», Surrey Univ Press, 1990, 94-109
- Campbel R.H Tobin R.E, «*Core and cylinder strengths of natural and lightweight concrete*», ACI jour, 1967/04, 190-195
- FEMA 356, 2000, «*Prestandard and Commentary for the seismic rehabilitation of buildings*», November 2000, Federal Emergency Management Agency, Washington, DC
- FEMA 274, 2000, «*Commentary for the seismic rehabilitation of buildings*», November 2000, Federal Emergency Management Agency, Washington, DC
- ISO, «*Cores of hardened concrete - Taking, examination and testing in compression*», ISO/DIS 7034, 1983α, 3pp

- Loo Y.H, Tan C.W, Tam C.T, «*Effects of embedded reinforcement on measured strength of concrete cylinders*», Magaz of concrete res no 146, 41, 1989, 11- 18
- Lyse I. Johansen R, «*An investigation on the relationship between the cube and cylinder strengths of concrete*», RILEM no 14, 1962/03, 125-133
- Malhotra V.M- Carette G, «*Comparison of pullout test of concrete with compressive strength of cylinders and cores, pulse velocity and rebound number*», ACI jour, 1980/05-6, 161-170
- Murrey A.McC- Long A.E, «*A study of inset variability of concrete using the pull off method*», Proc Inst Civ Eng Part 2 83, 1987/12, 731-745
- Tassios T.P, «*Uncertainties of in structure assessment of concrete strength*», ACI Symposium 4-9/3/84 Phoenix Ariz, 1984, 22p
- Perkins, «*Concrete Structures, Repair, Water proofing and Protection*», Applied Science Publishers, London 1979.
- Peter Pullar, «*Strecker Corrosion Damaged Concrete*», CIRIA 1987.
- Petersons N, «*Recommendations for estimation of quality of concrete in finished structures*», Mater Constr, vol 4 no 24, 1971, 379-396
- Plowman J.M- Smith W.F-Sherriff T, «*Cores cubes and the specified strength of concrete*», Struc Engin no 11 vol 52, 1974/11, 421-426
- R.T. Allen, S.C. Edwards: «*The Repair of Concrete Structures*», Blackie, 1987.
- Sullivant P.J.E, «*Testing and evaluation of concrete strength in structures*», ACI mater jour, 1991/0910, 530-535
- Szypula A Grossman J, «*Cylinder vs core strength*», Concr Int vol 12 no 2, 1990/02, 55-61

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ
ΠΥΡΗΝΕΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ (Α): ΑΝΑΓΩΓΗ ΑΝΤΟΧΗΣ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ ΣΕ ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ ΑΚΜΗΣ 15cm (Κ-Τ-Σ 97 ΕΓΚΥΚΛΙΟΣ Ε7)

ΟΡΟΦΟΣ	ΠΥΡΗΝΑΣ	ΦΕΡΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΟ	D	H	H/D	ΑΝΤΟΧΗ ΠΥΡΗΝΑ	L1	L2xL4	L1xL2xL4	ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΛΙΝΔΡΟΥ 15x30cm	L3	ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ ΑΚΜΗΣ 15cm	ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ F	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΙΣΗ S
			mm	mm		Mpa				Mpa		Mpa		
GF	1	ΠΛΑΚΑ	99,7	97,8	0,98	27,1	0,844	0,989	0,835	22,6	1,196	27,0		
GF	2	ΠΛΑΚΑ	99,7	97,1	0,97	31,7	0,841	0,989	0,832	26,4	1,177	31,0		
GF	3	ΠΛΑΚΑ	99,7	96,8	0,97	31,3	0,841	0,989	0,832	26,1	1,178	30,7		
BS	1	ΠΛΑΚΑ	99,7	96,3	0,97	31,5	0,841	0,989	0,832	26,2	1,178	30,9		
BS	2	ΠΛΑΚΑ	99,7	97,0	0,97	26,8	0,841	0,989	0,832	22,3	1,198	26,7		
A	1	ΠΛΑΚΑ	99,5	95,5	0,96	31,1	0,838	0,989	0,829	25,8	1,179	30,4		
B	1	ΠΛΑΚΑ	99,5	96,5	0,97	29,9	0,841	0,989	0,832	24,9	1,182	29,4		
B	2	ΠΛΑΚΑ	99,5	97,2	0,98	26,1	0,844	0,989	0,835	21,8	1,200	26,1		
C	1	ΠΛΑΚΑ	99,5	95,5	0,96	27,1	0,838	0,989	0,829	22,5	1,196	26,9	28,8	2,06

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ
ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ**

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ

ΕΡΓΟ: **Μεταξουργείο, Μ.Αλεξάνδρου 79**
 ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ: **ΥΠΟΓΕΙΟ**

ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ **5**

ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ (mm):

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C1 **1,00**
 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C2 **1,00**
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C3 **0,80**
 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C4 **1,00**

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C= C1xC2xC3xC4 **0,80**

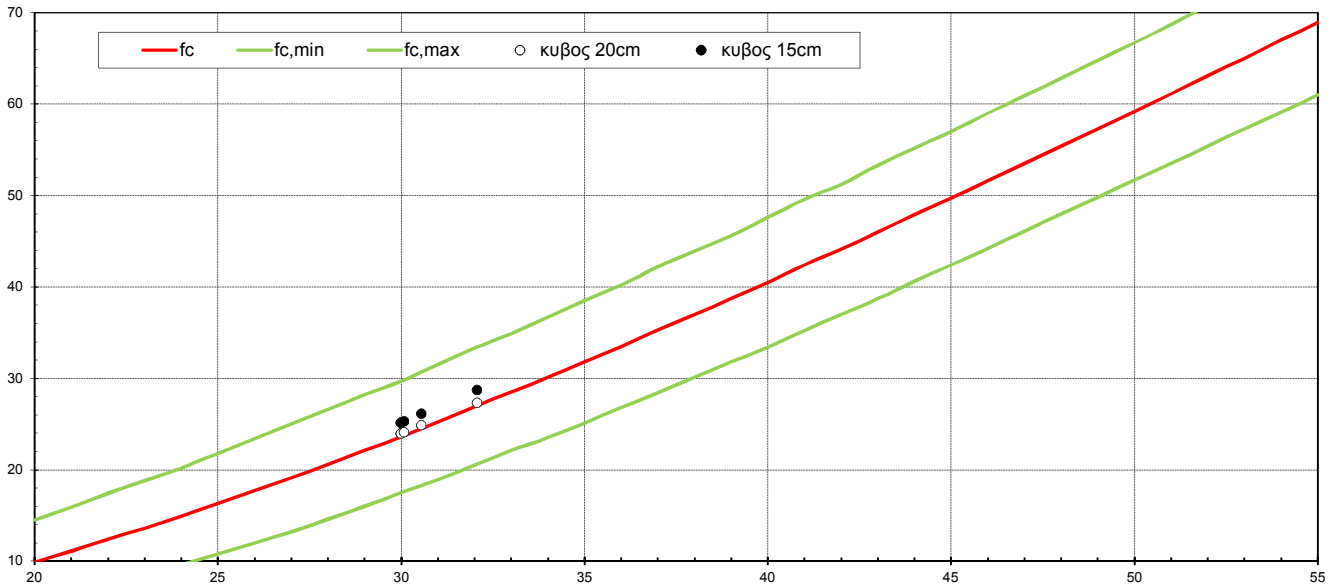
ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΟΥ R										
α/α	ΣΗΜΕΙΟ 1.	ΣΗΜΕΙΟ 2.	ΣΗΜΕΙΟ 3.	ΣΗΜΕΙΟ 4.	ΣΗΜΕΙΟ 5.					
ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	K1_1	K2_3	K7_	K9_7	K12_11					
ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ										
1	38	34	35	38	38					
2	35	41	37	35	37					
3	39	38	41	38	42					
4	36	38	41	36	41					
5	37	38	32	37	42					
6	36	38	38	38	38					
7	37	40	36	40	43					
8	40	39	42	36	39					
9	39	37	35	40	40					
10	38	39	38	38	41					
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ R	37,5	38,2	37,5	37,6	40,1					
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,6	1,9	3,2	1,6	2,0					

RxC	30,0	30,6	30,0	30,1	32,1					
-----	------	------	------	------	------	--	--	--	--	--

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 20 cm (Mpa)										
ΑΝΤΟΧΗ Fc(R)	23,94	24,83	23,94	24,06	27,29					
Fc,min	17,14	17,93	17,14	17,25	20,14					
fc,max	30,65	31,63	30,65	30,79	34,35					

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 15 cm (Mpa) - Κ.Τ.Σ. 1997 παρ.13.2.3										
ΑΝΤΟΧΗ Fc	25,13	26,07	25,13	25,27	28,66					

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗ - ΑΝΤΟΧΗ 14-56 ΗΜΕΡΩΝ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ

ΕΡΓΟ: **Μεταξουργείο, Μ.Αλεξάνδρου 79**
 ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ: **ΙΣΟΓΕΙΟ**

ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ **12**

ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ (mm):

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C1 1,00
 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C2 1,00
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C3 0,80
 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C4 1,00

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C= C1xC2xC3xC4 0,80

ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΟΥ R

α/α	ΣΗΜΕΙΟ 1.	ΣΗΜΕΙΟ 2.	ΣΗΜΕΙΟ 3.	ΣΗΜΕΙΟ 4.	ΣΗΜΕΙΟ 5.	ΣΗΜΕΙΟ 6.	ΣΗΜΕΙΟ 7.	ΣΗΜΕΙΟ 8.	ΣΗΜΕΙΟ 9.	ΣΗΜΕΙΟ 10.	ΣΗΜΕΙΟ 11.	ΣΗΜΕΙΟ 12.
ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	K1_13	K1_14	K3_15	K3_16	K7_17	K7_18	K8_19	K8_20	K12_21	K12_22	K13_23	K13_24
ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ												
1	37	34	36	36	42	37	38	35	39	35	37	39
2	38	35	36	35	36	39	35	34	35	36	36	33
3	37	36	36	34	36	36	40	38	40	35	36	40
4	36	40	36	36	31	35	36	34	35	37	38	38
5	38	37	35	37	38	38	39	39	36	38	38	36
6	34	36	40	34	38	36	39	39	39	35	38	37
7	36	35	35	36	32	39	34	38	38	40	35	37
8	37	40	36	37	35	37	40	38	38	39	37	33
9	38	37	38	35	36	39	36	38	36	35	36	36
10	32	36	36	36	39	41	38	37	40	40	35	38
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ R	36,3	36,6	36,4	35,6	36,3	37,7	37,5	37,0	37,6	37,0	36,6	36,7
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,9	2,0	1,5	1,1	3,2	1,8	2,1	1,9	2,0	2,1	1,2	2,3

RxC	29,0	29,3	29,1	28,5	29,0	30,2	30,0	29,6	30,1	29,6	29,3	29,4
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

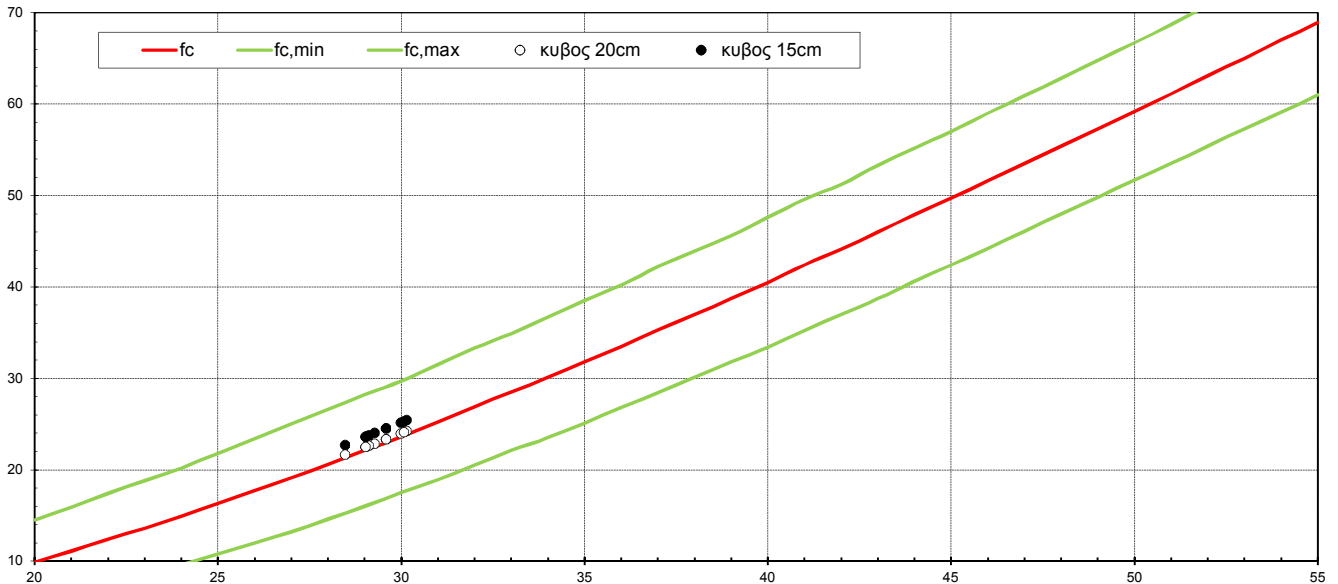
ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 20 cm (Mpa)

ΑΝΤΟΧΗ Fc(R)	22,44	22,81	22,56	21,58	22,44	24,19	23,94	23,31	24,06	23,31	22,81	22,93
Fc,min	15,81	16,14	15,92	15,05	15,81	17,36	17,14	16,58	17,25	16,58	16,14	16,25
fc,max	28,98	29,40	29,12	28,03	28,98	30,93	30,65	29,95	30,79	29,95	29,40	29,54

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 15 cm (Mpa) - Κ.Τ.Σ. 1997 παρ.13.2.3

ΑΝΤΟΧΗ Fc	23,56	23,95	23,69	22,65	23,56	25,40	25,13	24,47	25,27	24,47	23,95	24,08
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗ - ΑΝΤΟΧΗ 14-56 ΗΜΕΡΩΝ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ

ΕΡΓΟ: **Μεταξουργείο, Μ.Αλεξάνδρου 79**
 ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ: **ΙΣΟΓΕΙΟ**

ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ **4**

ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ (mm):

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C1 **1,00**
 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C2 **1,00**
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C3 **0,80**
 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C4 **1,00**

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C= C1xC2xC3xC4 **0,80**

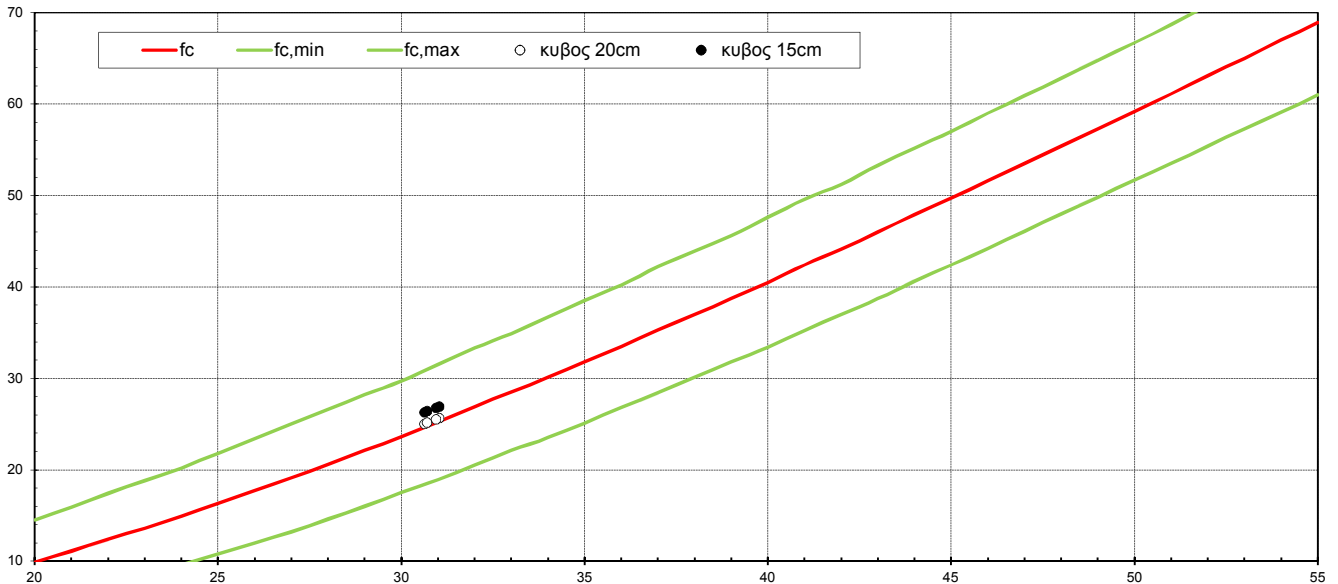
ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΟΥ R										
α/α	ΣΗΜΕΙΟ 1.	ΣΗΜΕΙΟ 2.	ΣΗΜΕΙΟ 3.	ΣΗΜΕΙΟ 4.						
ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	Δ3_65	Δ3_66	Δ6_67	6872,00						
ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ										
1	40	36	38	42						
2	38	40	36	40						
3	40	37	38	38						
4	38	40	40	38						
5	39	37	37	36						
6	39	39	38	40						
7	40	40	37	40						
8	37	37	39	36						
9	40	40	39	40						
10	37	37	42	37						
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ R	38,8	38,3	38,4	38,7						
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,2	1,6	1,7	2,0						

RxC	31,0	30,6	30,7	31,0						
-----	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 20 cm (Mpa)										
ΑΝΤΟΧΗ Fc(R)	25,60	24,96	25,08	25,47						
Fc,min	18,62	18,05	18,16	18,50						
fc,max	32,48	31,77	31,92	32,34						

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 15 cm (Mpa) - Κ.Τ.Σ. 1997 παρ.13.2.3										
ΑΝΤΟΧΗ Fc	26,88	26,20	26,34	26,74						

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗ - ΑΝΤΟΧΗ 14-56 ΗΜΕΡΩΝ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ

ΕΡΓΟ: **Μεταξουργείο, Μ.Αλεξάνδρου 79**
 ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ: **1ος Όροφος**

ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ **12**

ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ (mm):

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C1 **1,00**
 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C2 **1,00**
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C3 **0,80**
 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C4 **1,00**

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C- C1xC2xC3xC4 **0,80**

ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΟΥ R

α/α	ΣΗΜΕΙΟ 1.	ΣΗΜΕΙΟ 2.	ΣΗΜΕΙΟ 3.	ΣΗΜΕΙΟ 4.	ΣΗΜΕΙΟ 5.	ΣΗΜΕΙΟ 6.	ΣΗΜΕΙΟ 7.	ΣΗΜΕΙΟ 8.	ΣΗΜΕΙΟ 9.	ΣΗΜΕΙΟ 10.	ΣΗΜΕΙΟ 11.	ΣΗΜΕΙΟ 12.
ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	K1_25	K1_26	K3_27	K3_28	K7_29	K7_30	K9_31	K9_32	K11_33	K11_34	K13_35	K13_36
ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ												
1	42	40	38	36	44	42	41	40	44	40	42	44
2	44	39	40	38	43	36	44	42	46	39	39	38
3	41	39	40	40	46	34	42	42	40	38	42	42
4	41	37	40	42	43	40	34	40	38	42	41	36
5	39	40	42	39	46	41	36	38	42	38	38	39
6	42	39	42	42	46	40	36	42	36	42	40	36
7	41	38	42	40	44	44	36	40	34	36	38	42
8	40	42	40	40	43	38	41	44	36	42	42	40
9	40	42	40	38	44	39	38	41	40	38	40	40
10	39	38	38	39	44	43	41	36	42	36	44	39
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ R	40,9	39,4	40,2	39,4	44,3	39,7	38,9	40,5	39,8	39,1	40,6	39,6
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,5	1,6	1,5	1,8	1,3	3,1	3,3	2,3	3,8	2,3	2,0	2,6

RxC	32,7	31,5	32,2	31,5	35,4	31,8	31,1	32,4	31,8	31,3	32,5	31,7
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

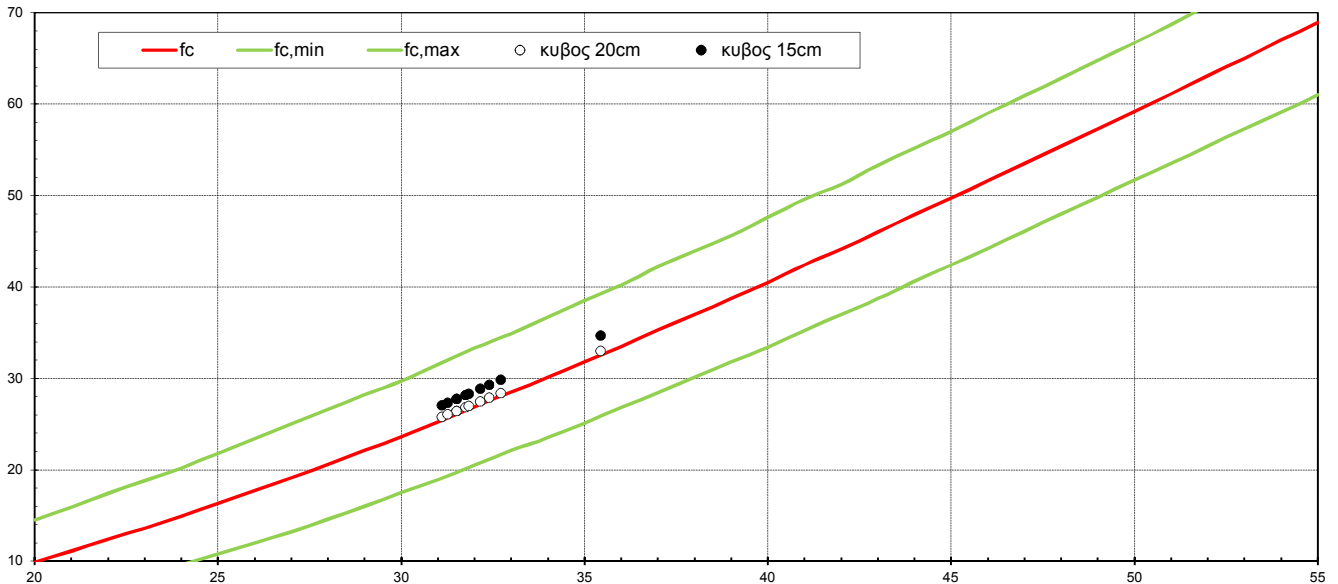
ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 20 cm (Mpa)

ΑΝΤΟΧΗ Fc(R)	28,35	26,38	27,42	26,38	32,98	26,77	25,73	27,82	26,90	25,99	27,95	26,64
Fc,min	21,09	19,31	20,25	19,31	25,27	19,67	18,73	20,61	19,78	18,97	20,73	19,55
fc,max	35,51	33,34	34,49	33,34	40,57	33,77	32,63	34,93	33,91	32,91	35,07	33,63

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 15 cm (Mpa) - Κ.Τ.Σ. 1997 παρ.13.2.3

ΑΝΤΟΧΗ Fc	29,77	27,69	28,80	27,69	34,63	28,11	27,01	29,21	28,24	27,29	29,35	27,97
-----------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------	-------

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗ - ΑΝΤΟΧΗ 14-56 ΗΜΕΡΩΝ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ

ΕΡΓΟ: **Μεταξουργείο, Μ.Αλεξάνδρου 79**
 ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ: **1ος Όροφος**

ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ **4**

ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ (mm):

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C1 **1,00**
 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C2 **1,00**
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C3 **0,80**
 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C4 **1,00**

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C= C1xC2xC3xC4 **0,80**

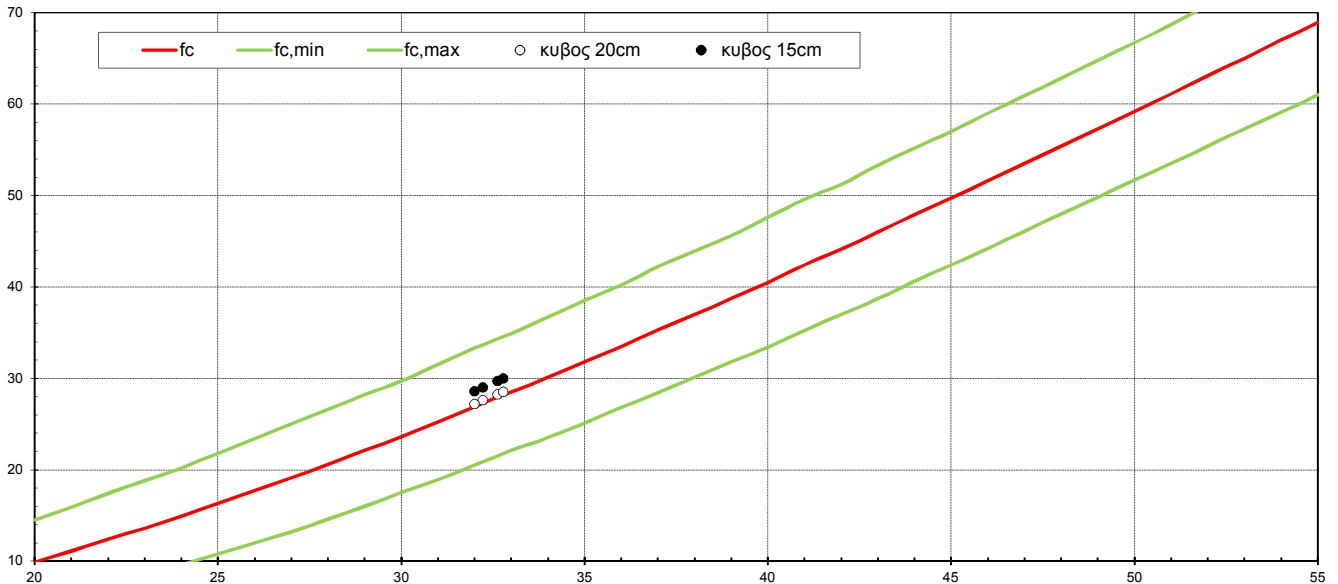
ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΟΥ R										
α/α	ΣΗΜΕΙΟ 1.	ΣΗΜΕΙΟ 2.	ΣΗΜΕΙΟ 3.	ΣΗΜΕΙΟ 4.						
ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	Δ3_69	Δ3_70	Δ9_71	Δ9_72						
ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ										
1	44	42	40	40						
2	38	42	39	42						
3	39	39	38	39						
4	40	38	44	40						
5	41	44	41	42						
6	41	41	40	40						
7	41	40	38	39						
8	43	43	42	39						
9	39	40	43	40						
10	42	41	38	39						
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ R	40,8	41,0	40,3	40,0						
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΛΙΣΗ	1,9	1,8	2,2	1,2						

RxC	32,6	32,8	32,2	32,0						
-----	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 20 cm (Mpa)										
ΑΝΤΟΧΗ Fc(R)	28,22	28,48	27,56	27,16						
Fc,min	20,97	21,21	20,37	20,02						
fc,max	35,36	35,65	34,64	34,20						

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 15 cm (Mpa) - Κ.Τ.Σ. 1997 παρ.13.2.3										
ΑΝΤΟΧΗ Fc	29,63	29,91	28,93	28,52						

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗ - ΑΝΤΟΧΗ 14-56 ΗΜΕΡΩΝ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ

ΕΡΓΟ: **Μεταξουργείο, Μ.Αλεξάνδρου 79**
 ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ: **2ος Όροφος**

ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ **12**

ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ (mm):

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C1 **1,00**
 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C2 **1,00**
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C3 **0,80**
 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C4 **1,00**

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C- C1xC2xC3xC4 **0,80**

ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΟΥ R

α/α	ΣΗΜΕΙΟ 1.	ΣΗΜΕΙΟ 2.	ΣΗΜΕΙΟ 3.	ΣΗΜΕΙΟ 4.	ΣΗΜΕΙΟ 5.	ΣΗΜΕΙΟ 6.	ΣΗΜΕΙΟ 7.	ΣΗΜΕΙΟ 8.	ΣΗΜΕΙΟ 9.	ΣΗΜΕΙΟ 10.	ΣΗΜΕΙΟ 11.	ΣΗΜΕΙΟ 12.
ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	K1_37	K1_38	K3_39	K3_40	K7_41	K7_42	K9_43	K9_44	K11_45	K11_46	K13_47	K13_48
ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ												
1	38	35	39	37	42	39	41	41	40	42	40	36
2	35	37	35	39	42	39	41	42	40	38	40	38
3	34	37	38	35	38	40	40	38	38	41	39	36
4	33	36	42	33	39	38	38	38	38	37	38	37
5	41	37	35	39	40	39	38	39	38	39	37	36
6	38	38	38	36	40	39	39	41	46	38	39	42
7	35	36	39	37	42	40	43	40	41	39	38	39
8	42	36	36	36	38	38	42	43	42	38	39	38
9	38	38	34	38	39	43	43	39	36	38	38	38
10	38	36	40	39	43	38	42	39	41	41	35	37
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ R	37,2	36,6	37,6	36,9	40,3	39,3	40,7	40,0	40,0	39,1	38,3	37,7
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΛΙΣΗ	2,9	1,0	2,5	2,0	1,8	1,5	1,9	1,7	2,8	1,7	1,5	1,8

RxC	29,8	29,3	30,1	29,5	32,2	31,4	32,6	32,0	32,0	31,3	30,6	30,2
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

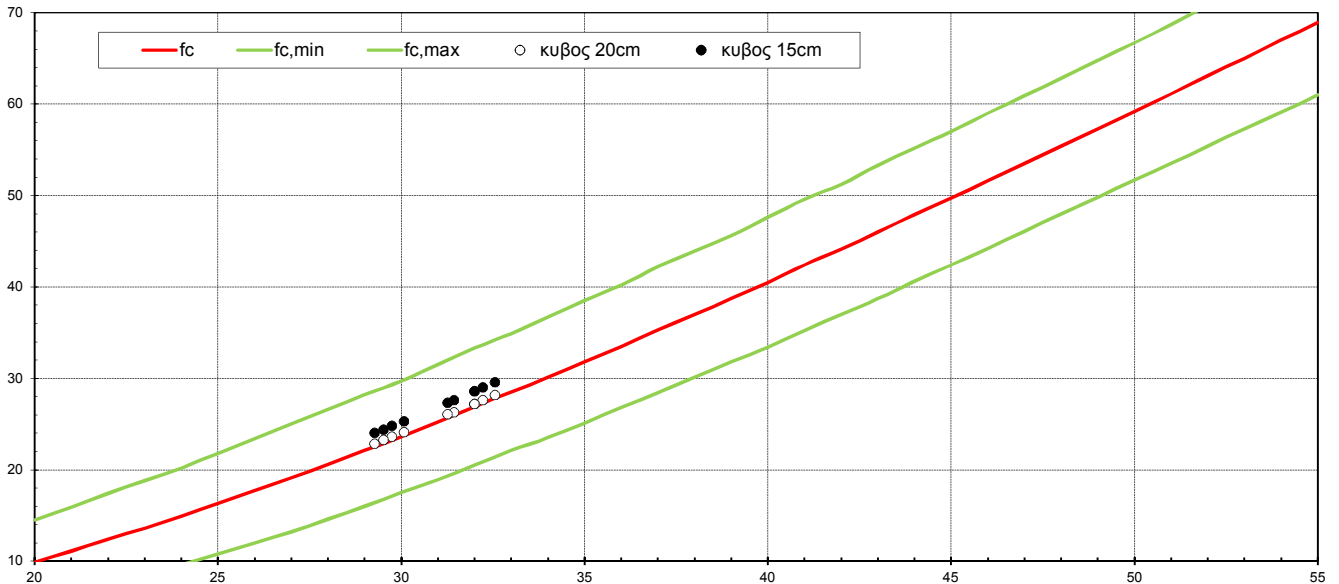
ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 20 cm (Mpa)

ΑΝΤΟΧΗ Fc(R)	23,56	22,81	24,06	23,18	27,56	26,25	28,09	27,16	27,16	25,99	24,96	24,19
Fc,min	16,80	16,14	17,25	16,47	20,37	19,20	20,85	20,02	20,02	18,97	18,05	17,36
fc,max	30,23	29,40	30,79	29,81	34,64	33,20	35,22	34,20	34,20	32,91	31,77	30,93

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 15 cm (Mpa) - Κ.Τ.Σ. 1997 παρ.13.2.3

ΑΝΤΟΧΗ Fc	24,74	23,95	25,27	24,34	28,93	27,56	29,49	28,52	28,52	27,29	26,20	25,40
-----------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗ - ΑΝΤΟΧΗ 14-56 ΗΜΕΡΩΝ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ

ΕΡΓΟ: **Μεταξουργείο, Μ.Αλεξάνδρου 79**
 ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ: **1ος Όροφος**

ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ **4**

ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ (mm):

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C1 **1,00**
 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C2 **1,00**
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C3 **0,80**
 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C4 **1,00**

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C= C1xC2xC3xC4 **0,80**

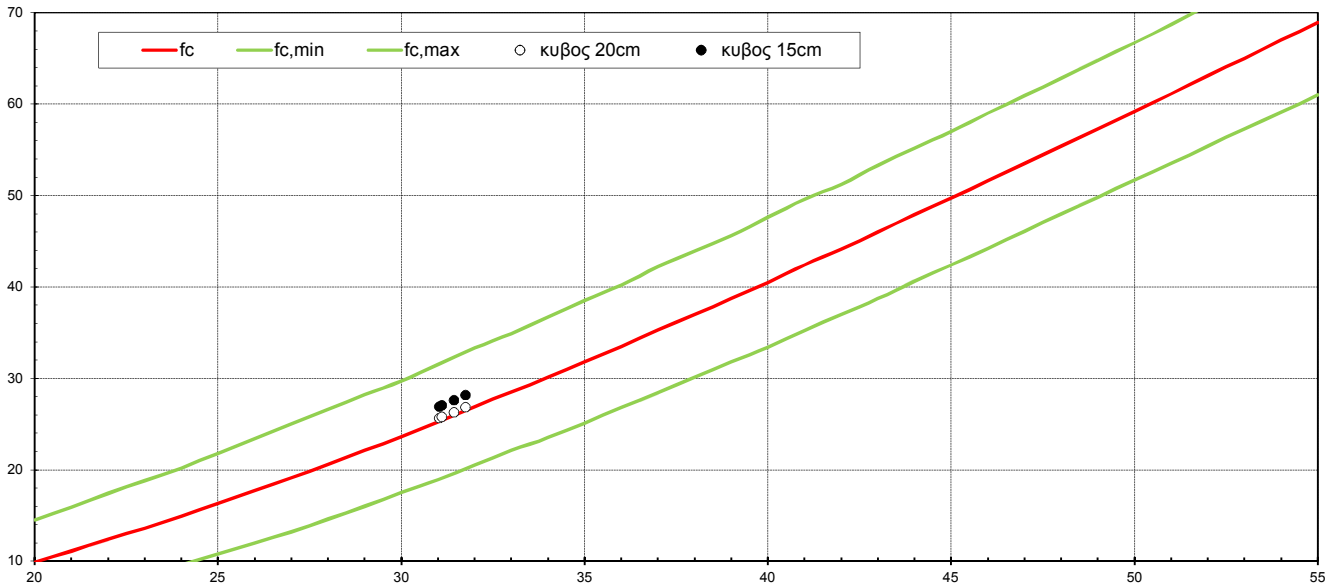
ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΟΥ R										
α/α	ΣΗΜΕΙΟ 1.	ΣΗΜΕΙΟ 2.	ΣΗΜΕΙΟ 3.	ΣΗΜΕΙΟ 4.						
ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	Δ3_73	Δ3_74	Δ9_75	Δ9_76						
ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ										
1	40	39	40	40						
2	40	40	40	40						
3	38	36	39	36						
4	36	42	40	41						
5	34	40	34	42						
6	42	40	40	41						
7	40	38	36	34						
8	42	39	38	38						
9	44	36	42	41						
10	41	38	40	40						
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ R	39,7	38,8	38,9	39,3						
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΛΙΣΗ	3,0	1,9	2,3	2,5						

RxC	31,8	31,0	31,1	31,4						
-----	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 20 cm (Mpa)										
ΑΝΤΟΧΗ Fc(R)	26,77	25,60	25,73	26,25						
Fc,min	19,67	18,62	18,73	19,20						
fc,max	33,77	32,48	32,63	33,20						

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 15 cm (Mpa) - Κ.Τ.Σ. 1997 παρ.13.2.3										
ΑΝΤΟΧΗ Fc	28,11	26,88	27,01	27,56						

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗ - ΑΝΤΟΧΗ 14-56 ΗΜΕΡΩΝ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ

ΕΡΓΟ: **Μεταξουργείο, Μ.Αλεξάνδρου 79**
 ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ: **3ος Όροφος**

ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ **12**

ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ (mm):

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C1 **1,00**
 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C2 **1,00**
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C3 **0,80**
 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C4 **1,00**

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C- C1xC2xC3xC4 **0,80**

ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΟΥ R

α/α	ΣΗΜΕΙΟ 1.	ΣΗΜΕΙΟ 2.	ΣΗΜΕΙΟ 3.	ΣΗΜΕΙΟ 4.	ΣΗΜΕΙΟ 5.	ΣΗΜΕΙΟ 6.	ΣΗΜΕΙΟ 7.	ΣΗΜΕΙΟ 8.	ΣΗΜΕΙΟ 9.	ΣΗΜΕΙΟ 10.	ΣΗΜΕΙΟ 11.	ΣΗΜΕΙΟ 12.
ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	K1_49	K1_50	K3_51	K3_52	K7_53	K7_54	K9_55	K9_56	K11_57	K11_58	K13_59	K13_60
ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ												
1	37	38	40	38	39	44	42	42	38	40	38	36
2	38	36	40	38	44	39	40	38	37	37	34	34
3	40	38	42	40	39	37	39	36	39	38	36	36
4	42	34	42	42	37	38	41	40	37	37	35	32
5	38	36	38	38	39	42	42	38	36	36	38	37
6	33	38	44	40	32	35	39	39	40	34	36	34
7	36	38	32	40	33	31	42	35	36	36	36	38
8	37	35	41	38	38	39	35	37	38	42	35	38
9	35	37	32	32	40	41	34	40	38	38	34	34
10	42	39	36	32	38	38	40	38	38	38	38	35
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ R	37,8	36,9	38,7	37,8	37,9	38,4	39,4	38,3	37,7	37,6	36,0	35,4
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΛΙΣΗ	2,9	1,6	4,2	3,3	3,4	3,7	2,8	2,1	1,3	2,2	1,6	2,0

RxC	30,2	29,5	31,0	30,2	30,3	30,7	31,5	30,6	30,2	30,1	28,8	28,3
-----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

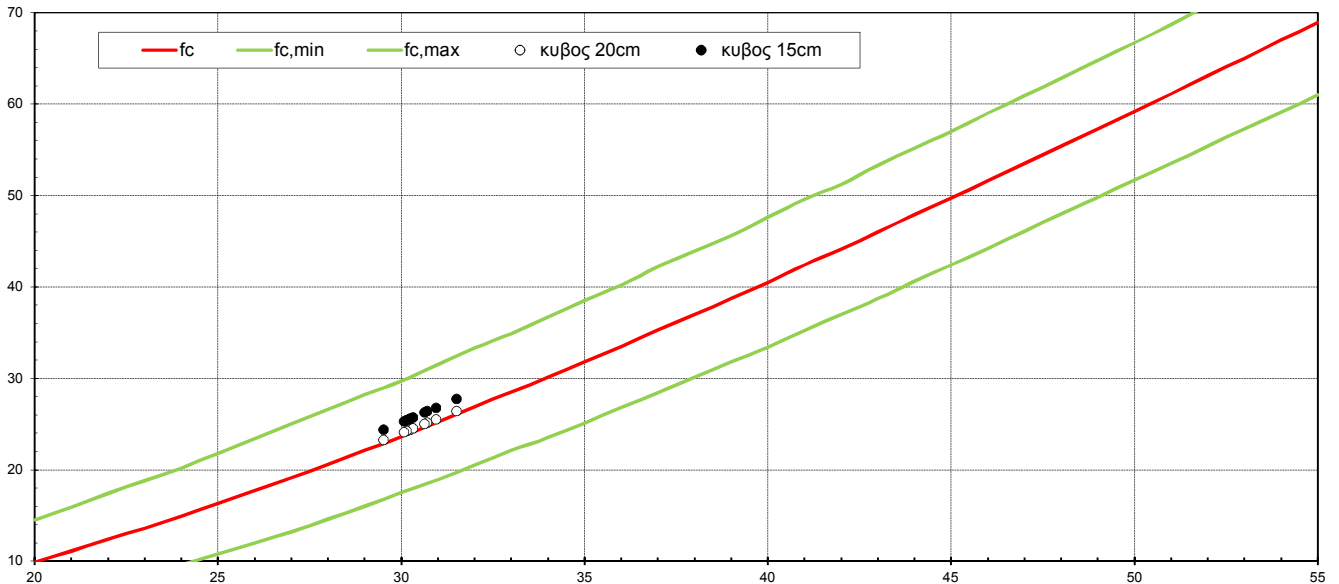
ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 20 cm (Mpa)

ΑΝΤΟΧΗ Fc(R)	24,32	23,18	25,47	24,32	24,45	25,08	26,38	24,96	24,19	24,06	22,07	21,33
Fc,min	17,48	16,47	18,50	17,48	17,59	18,16	19,31	18,05	17,36	17,25	15,48	14,83
fc,max	31,07	29,81	32,34	31,07	31,21	31,92	33,34	31,77	30,93	30,79	28,57	27,75

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 15 cm (Mpa) - Κ.Τ.Σ. 1997 παρ.13.2.3

ΑΝΤΟΧΗ Fc	25,53	24,34	26,74	25,53	25,67	26,34	27,69	26,20	25,40	25,27	23,17	22,40
-----------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗ - ΑΝΤΟΧΗ 14-56 ΗΜΕΡΩΝ



ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΚΡΟΥΣΙΜΕΤΡΟ

ΕΡΓΟ: Μεταξουργείο, Μ.Αλεξάνδρου 79
 ΘΕΣΗ ΕΛΕΓΧΟΥ: 3ος Όροφος

ΣΗΜΕΙΑ ΕΛΕΓΧΟΥ: 4

ΒΑΘΟΣ ΕΝΑΝΘΡΑΚΩΣΗΣ (mm):

ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C1 1,00
 ΠΟΣΟΤΗΤΑ ΤΣΙΜΕΝΤΟΥ C2 1,00
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C3 0,80
 ΥΓΡΑΣΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ C4 1,00

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C= C1xC2xC3xC4 0,80

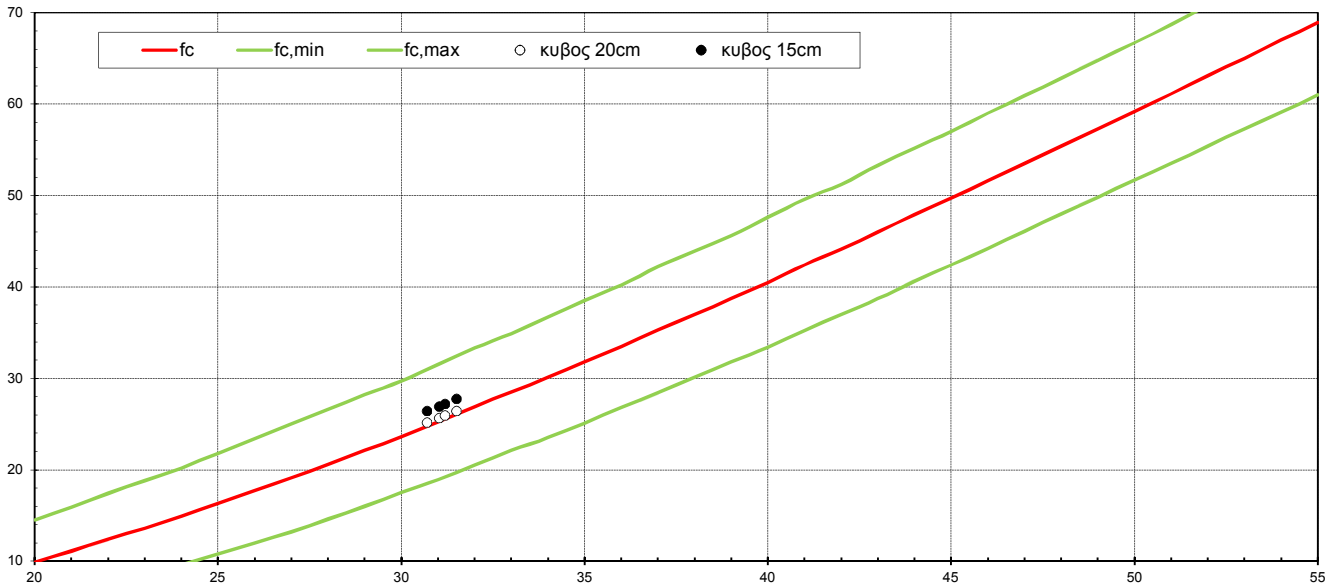
ΑΝΑΠΗΔΗΣΕΙΣ ΟΡΓΑΝΟΥ R										
α/α	ΣΗΜΕΙΟ 1.	ΣΗΜΕΙΟ 2.	ΣΗΜΕΙΟ 3.	ΣΗΜΕΙΟ 4.						
ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	Δ3_77	Δ3_78	Δ9_79	Δ9_80						
ΠΑΧΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΟΥ										
1	42	40	44	36						
2	40	34	40	34						
3	40	34	46	33						
4	38	36	32	44						
5	34	40	34	38						
6	40	38	42	44						
7	39	44	40	36						
8	38	46	36	42						
9	39	40	35	44						
10	38	42	35	39						
ΜΕΣΟΣ ΟΡΟΣ R	38,8	39,4	38,4	39,0						
ΤΥΠ.ΑΠΟΚΛΙΣΗ	2,1	4,0	4,7	4,3						

RxC	31,0	31,5	30,7	31,2						
-----	------	------	------	------	--	--	--	--	--	--

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 20 cm (Mpa)										
ΑΝΤΟΧΗ Fc(R)	25,60	26,38	25,08	25,86						
Fc,min	18,62	19,31	18,16	18,85						
fc,max	32,48	33,34	31,92	32,77						

ΑΝΤΟΧΗ ΚΥΒΟΥ 15 cm (Mpa) - Κ.Τ.Σ. 1997 παρ.13.2.3										
ΑΝΤΟΧΗ Fc	26,88	27,69	26,34	27,15						

ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΣΥΣΚΕΥΗ - ΑΝΤΟΧΗ 14-56 ΗΜΕΡΩΝ



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ

**ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ
ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ**

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ

ΕΡΓΟ:

ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ

ΣΤΑΘΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ:

ΥΠΟΓΕΙΟ

ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:

> 5ΕΤΙΑΣ

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C =

1,36

ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ

5

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

A/A	ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ s (cm)	ΧΡΟΝΟΣ t µsec	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΥΠΕΡΗΧΩΝ u=s/t km/sec	uxC	ΑΝΤΟΧΗ (MPa)	M.O. ΑΝΤΟΧΗΣ F (MPa)	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΗΣΗ S (MPa)
1.	K1_1	15,00	44,20	3,39	4,62	28,4	26,9	1,6
2.	K2_3	15,00	44,90	3,34	4,54	26,2		
3.	K7_5	15,00	44,10	3,40	4,63	28,8		
4.	K9_7	15,00	45,00	3,33	4,53	25,9		
5.	K12_11	15,00	45,20	3,32	4,51	25,3		

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ F_c ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ:

$$F - 0,25 F < F_c < F + 0,25 F$$

$$20,2 < F_c < 33,7$$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ

ΕΡΓΟ:

ΣΤΑΘΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ:

ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:

ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C =

ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ

ΙΣΟΓΕΙΟ

> 5ΕΤΙΑΣ

1,36

8

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

A/A	ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ s (cm)	ΧΡΟΝΟΣ t μsec	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΥΠΕΡΗΧΩΝ u=s/t km/sec	uxC	ΑΝΤΟΧΗ (MPa)	M.O. ΑΝΤΟΧΗΣ F (MPa)	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΗΣΗ S (MPa)
1.	K1_13	15,00	44,90	3,34	4,54	26,2	26,8	2,9
2.	K3_15	10,00	30,40	3,29	4,47	24,2		
3.	K7_17	15,00	43,80	3,42	4,66	29,8		
4.	K8_19	15,00	45,40	3,30	4,49	24,7		
5.	K12_21	15,00	44,60	3,36	4,57	27,1		
6.	K13_23	15,00	45,30	3,31	4,50	25,0		
7.	Δ3_66	15,00	45,30	3,31	4,50	25,0		
8.	Δ6_68	15,00	43,10	3,48	4,73	32,4		

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ F_c ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ:

$$F - 0,25 F < F_c < F + 0,25 F$$

$$20,1 < F_c < 33,5$$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ

ΕΡΓΟ:
 ΣΤΑΘΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ:
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:
 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C =
 ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ
 1ος ΟΡΟΦΟΣ
 > 5ΕΤΙΑΣ
 1,36
 7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

A/A	ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ s (cm)	ΧΡΟΝΟΣ t μsec	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΥΠΕΡΗΧΩΝ u=s/t km/sec	uxC	ΑΝΤΟΧΗ (MPa)	M.O. ΑΝΤΟΧΗΣ F (MPa)	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΗΣΗ S (MPa)
1.	K1_25	15,00	45,10	3,33	4,52	25,6	29,0	3,1
2.	K3_27	15,00	43,60	3,44	4,68	30,5		
3.	K7_29	15,00	43,20	3,47	4,72	32,0		
4.	K9_31	15,00	43,40	3,46	4,70	31,3		
5.	K11_33	15,00	44,90	3,34	4,54	26,2		
6.	K13_35	15,00	45,10	3,33	4,52	25,6		
7.	Δ3_70	25,00	72,00	3,47	4,72	32,0		

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ F_c ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
 ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ:

}

$$F - 0,25 F < F_c < F + 0,25 F$$

$$21,8 < F_c < 36,3$$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ

ΕΡΓΟ:
 ΣΤΑΘΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ:
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:
 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C =
 ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ
 2ος ΟΡΟΦΟΣ
 > 5ΕΤΙΑΣ
 1,36
 7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

A/A	ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ s (cm)	ΧΡΟΝΟΣ t μsec	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΥΠΕΡΗΧΩΝ u=s/t km/sec	u _C	ΑΝΤΟΧΗ (MPa)	Μ.Ο. ΑΝΤΟΧΗΣ F (MPa)	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΗΣΗ S (MPa)
1.	K1_37	15,00	45,10	3,33	4,52	25,6	28,7	3,0
2.	K3_39	15,00	43,90	3,42	4,65	29,5		
3.	K7_41	15,00	43,70	3,43	4,67	30,2		
4.	K9_43	15,00	43,00	3,49	4,74	32,8		
5.	K11_45	15,00	45,20	3,32	4,51	25,3		
6.	K13_47	15,00	44,80	3,35	4,55	26,5		
7.	Δ3_73	25,00	72,30	3,46	4,70	31,3		

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ F_c ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
 ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ:

$$F - 0,25 F < F_c < F + 0,25 F$$

$$21,6 < F_c < 35,9$$

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΝΤΟΧΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΥΠΕΡΗΧΟΥΣ

ΕΡΓΟ:
 ΣΤΑΘΜΗ ΕΛΕΓΧΟΥ:
 ΗΛΙΚΙΑ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ:
 ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗΣ ΜΕΙΩΣΗΣ C =
 ΠΛΗΘΟΣ ΣΗΜΕΙΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ

ΜΕΤΑΞΟΥΡΓΕΙΟ
 3ος ΟΡΟΦΟΣ
 > 5ΕΤΙΑΣ
 1,36
 7

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΕΛΕΓΧΟΥ

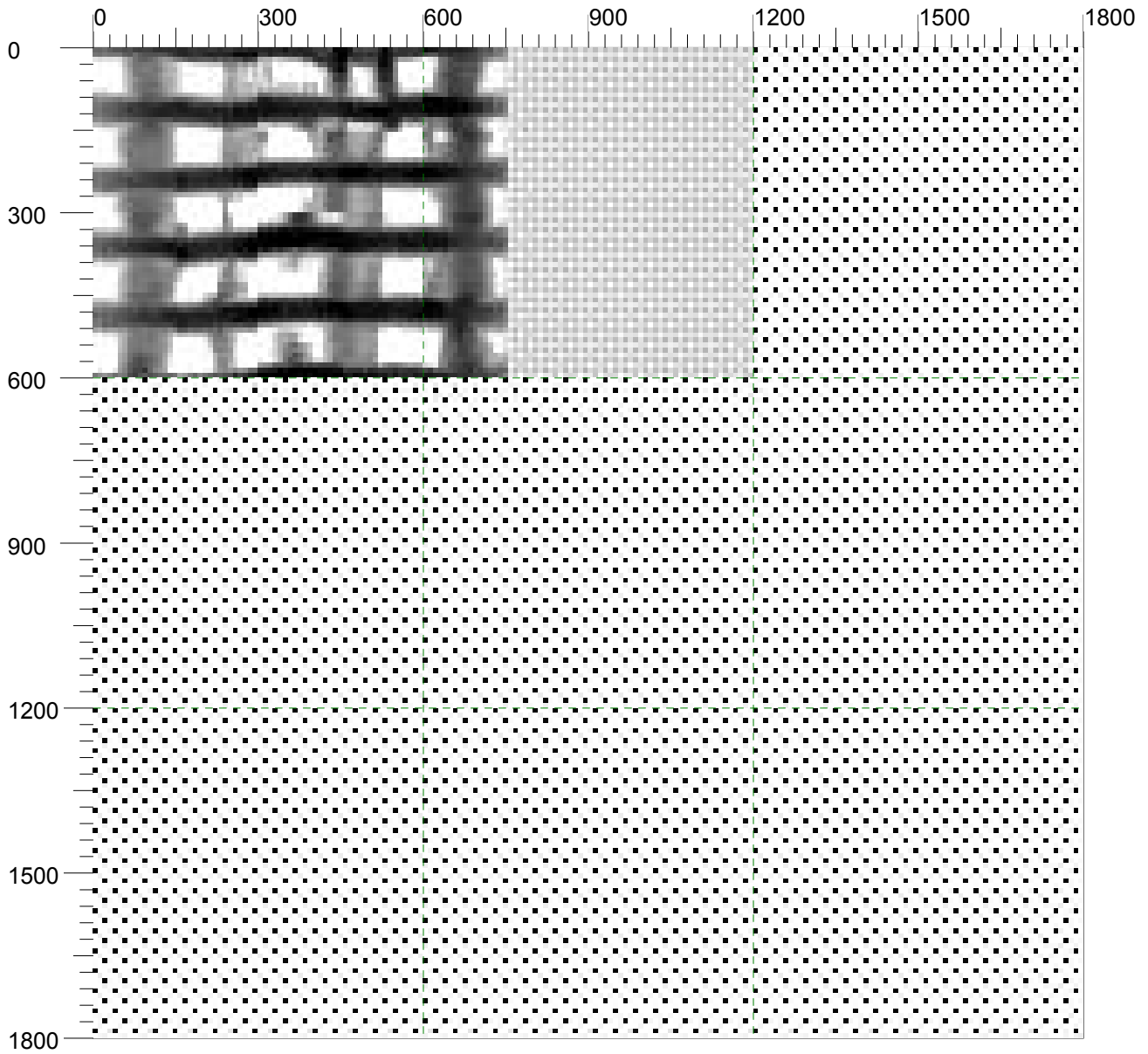
A/A	ΣΗΜΕΙΟ ΕΛΕΓΧΟΥ	ΑΠΟΣΤΑΣΗ s (cm)	ΧΡΟΝΟΣ t μ sec	ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΥΠΕΡΗΧΩΝ u=s/t km/sec	u _C	ΑΝΤΟΧΗ (MPa)	M.O. ΑΝΤΟΧΗΣ F (MPa)	ΤΥΠΙΚΗ ΑΠΟΚΛΗΣΗ S (MPa)
1.	K1_49	30,00	90,10	3,33	4,53	25,8	27,9	2,7
2.	K3_51	15,00	44,00	3,41	4,64	29,1		
3.	K7_53	15,00	44,20	3,39	4,62	28,4		
4.	K9_55	15,00	43,60	3,44	4,68	30,5		
5.	K11_57	15,00	45,20	3,32	4,51	25,3		
6.	K13_59	15,00	45,50	3,30	4,48	24,5		
7.	Δ3_78	25,00	72,20	3,46	4,71	31,6		

ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΤΗΣ ΑΝΤΟΧΗΣ F_c ΤΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ
 ΒΑΣΗ ΤΩΝ ΑΒΕΒΑΙΟΤΗΤΩΝ ΤΗΣ ΜΕΘΟΔΟΥ:

$$F - 0,25 F < F_c < F + 0,25 F$$

$$20,9 < F_c < 34,9$$

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV
ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΟΠΛΙΣΜΩΝ



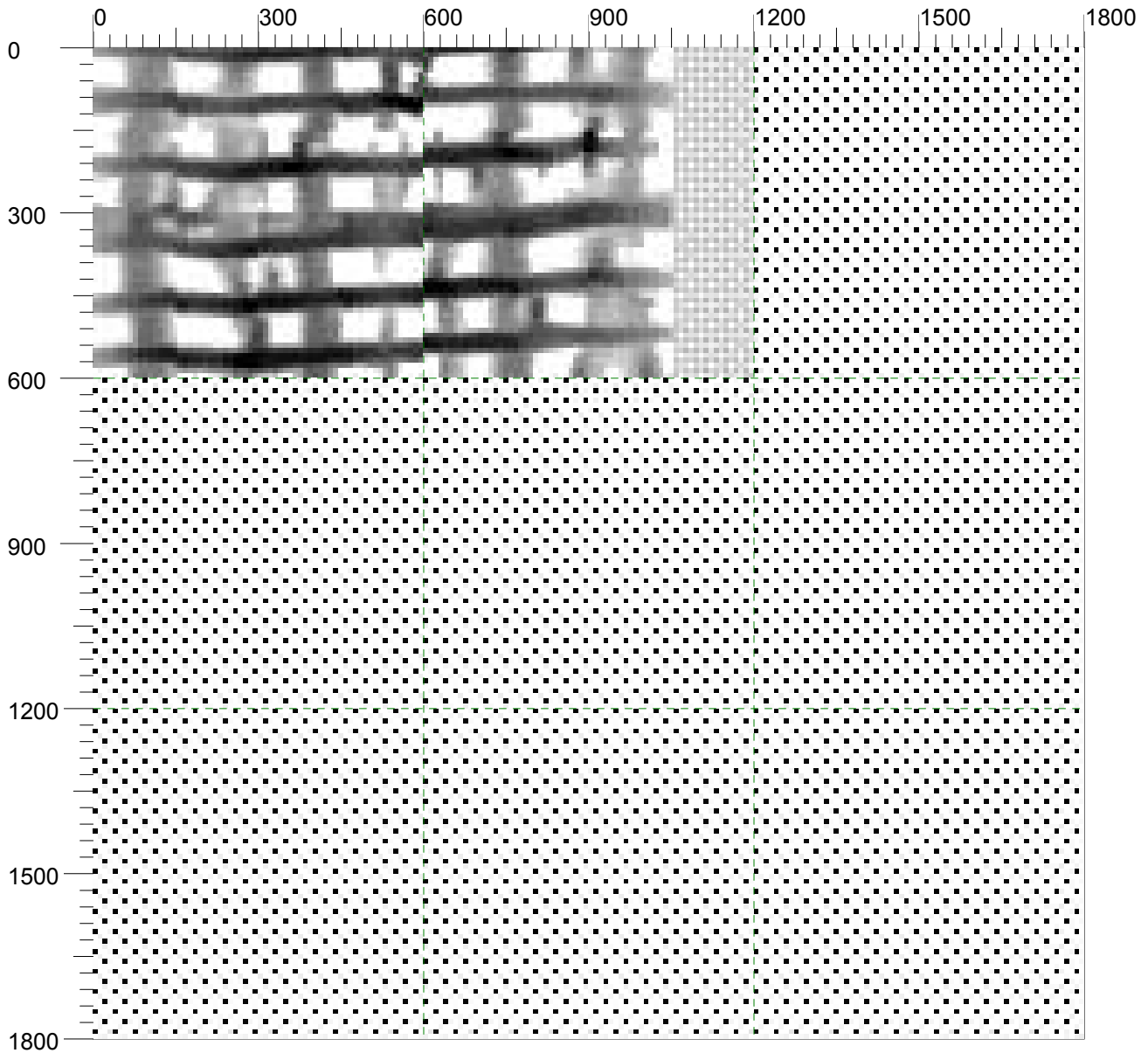
Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα

Operator: ---

Comment:

Στάθμη Ισογείου
Υποστύλωμα Κ12
Κατακ. Οπλ.: 6ή8Φ16~20
Συνδ.: Φ10/10



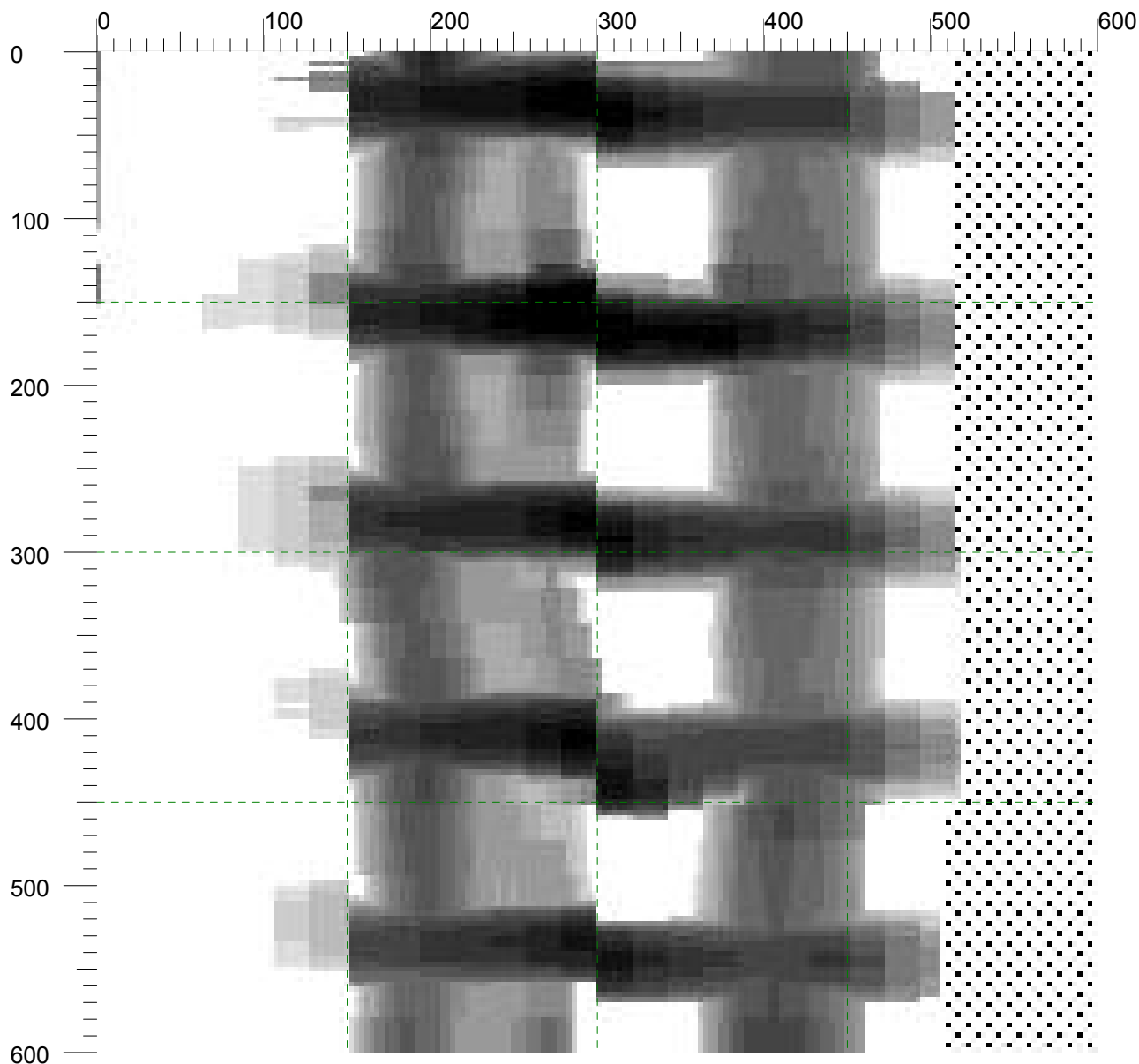
Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα

Operator: ---

Comment:

Στάθμη Ισονείου
Υποσύλωμα Κ5
Κατακ. Οπλ.: 8Φ16~18
Συνδ.: Φ8~10/10

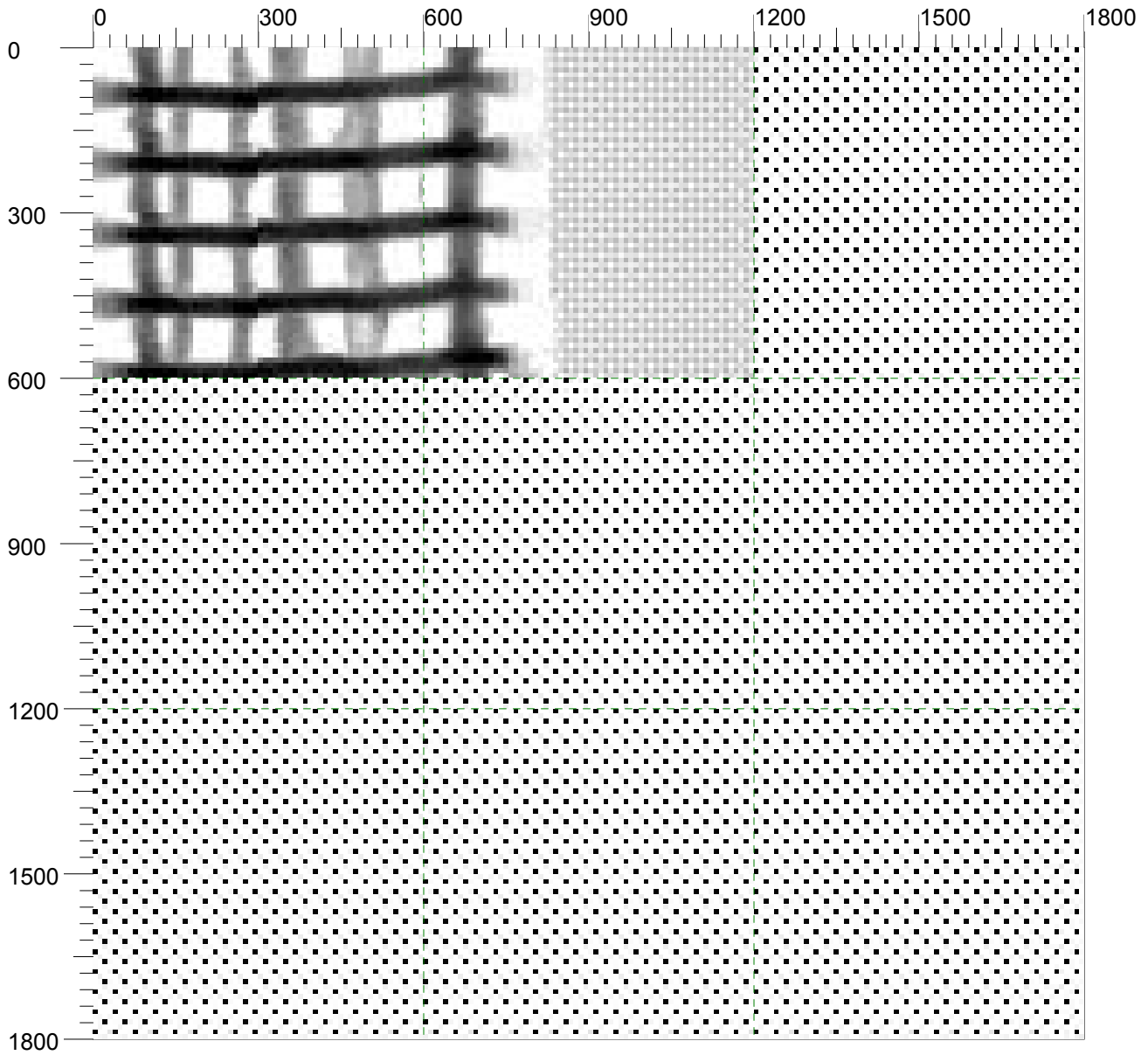


Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα Operator: ---

Comment:

Στάθμη Ισονείου
Υποσύλωμα Κ2
Κατακ. Οπλ.: 4Φ16~18
Συνδ.: Φ10/10



Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα

Operator: ---

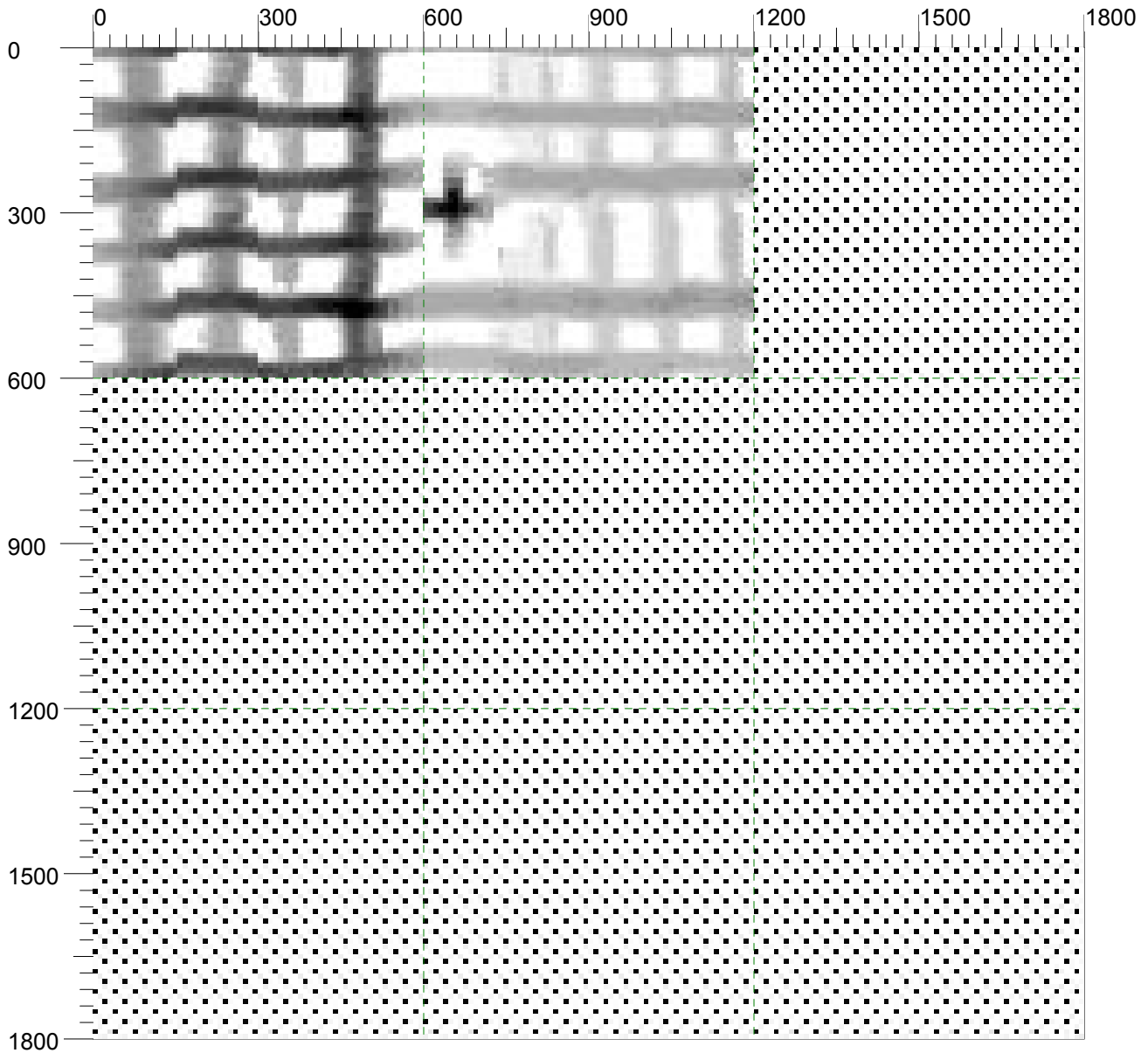
Comment:

Στάθμη Ισογείου
Υποστύλωμα Κ2
Κατακ. Οπλ.: 6~7Φ16~18
Συνδ: Φ8~10/10

Date / Time: 2015-09-14 08:57:28

SSN: 01708001

[mm]



Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα

Operator: ---

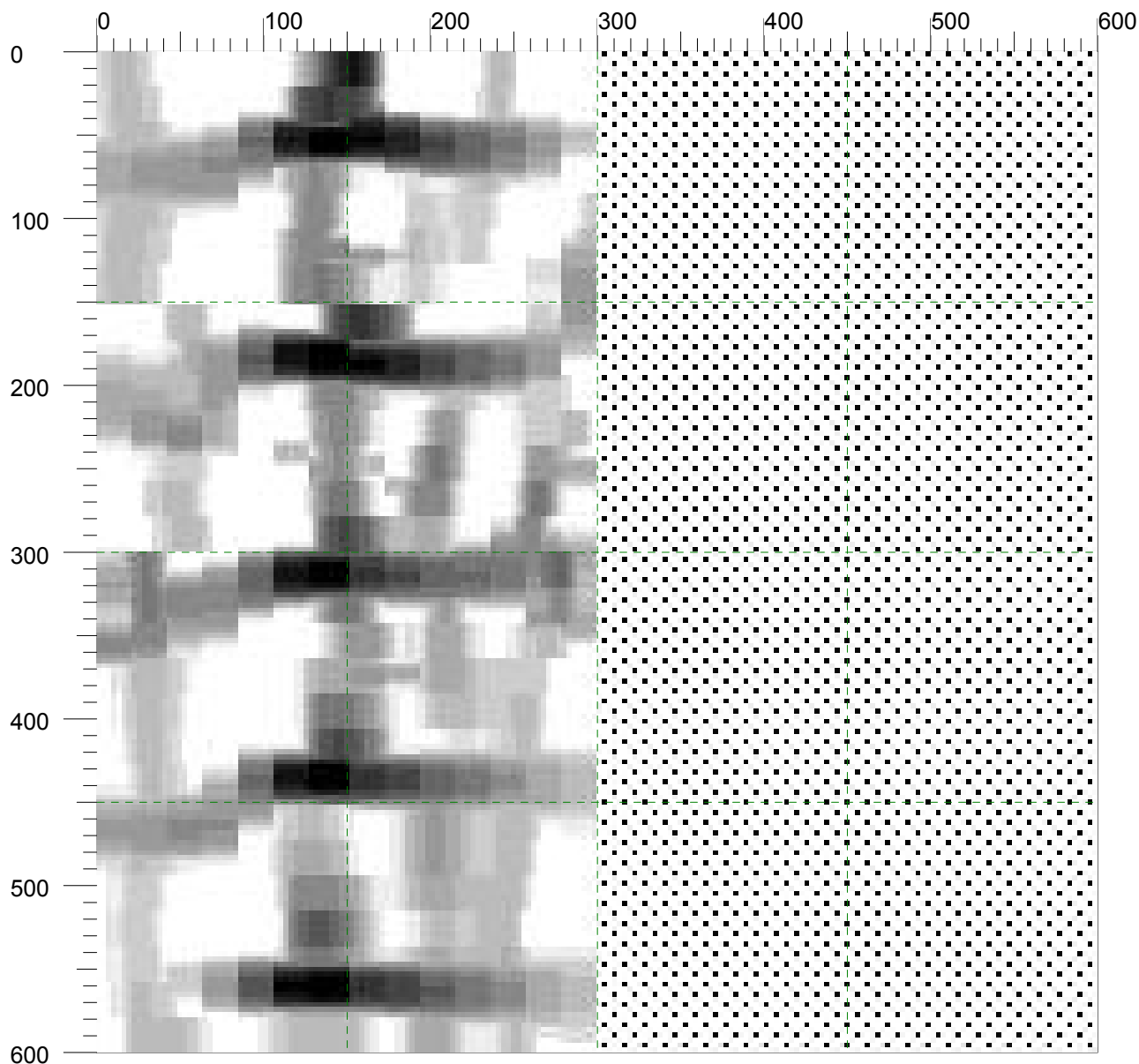
Comment:

Στάθμη Ισονεΐου

Τοιχίο ανελκυστήρα

Κατακ. Οπλ.: 4Φ16~18 (κρυφό υποστύλωμα) + Φ10~12/~10 (οπλισμός τοιχίου)

Οριζ. Οπλ.: Φ10/10 (συνδετήρες) + Φ8~10/15~20 οριζόντιος τοιχίου



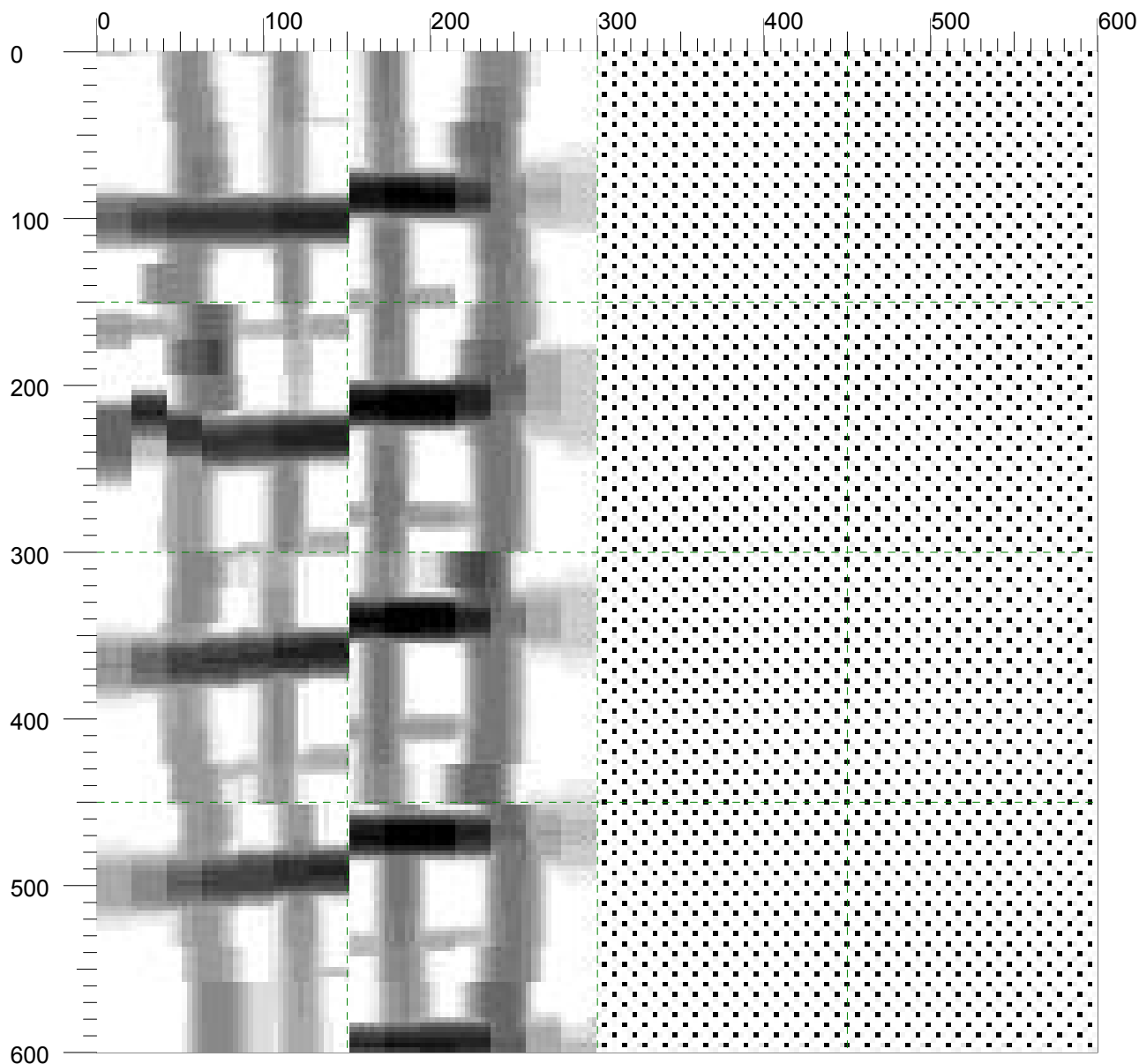
Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα

Operator: ---

Comment:

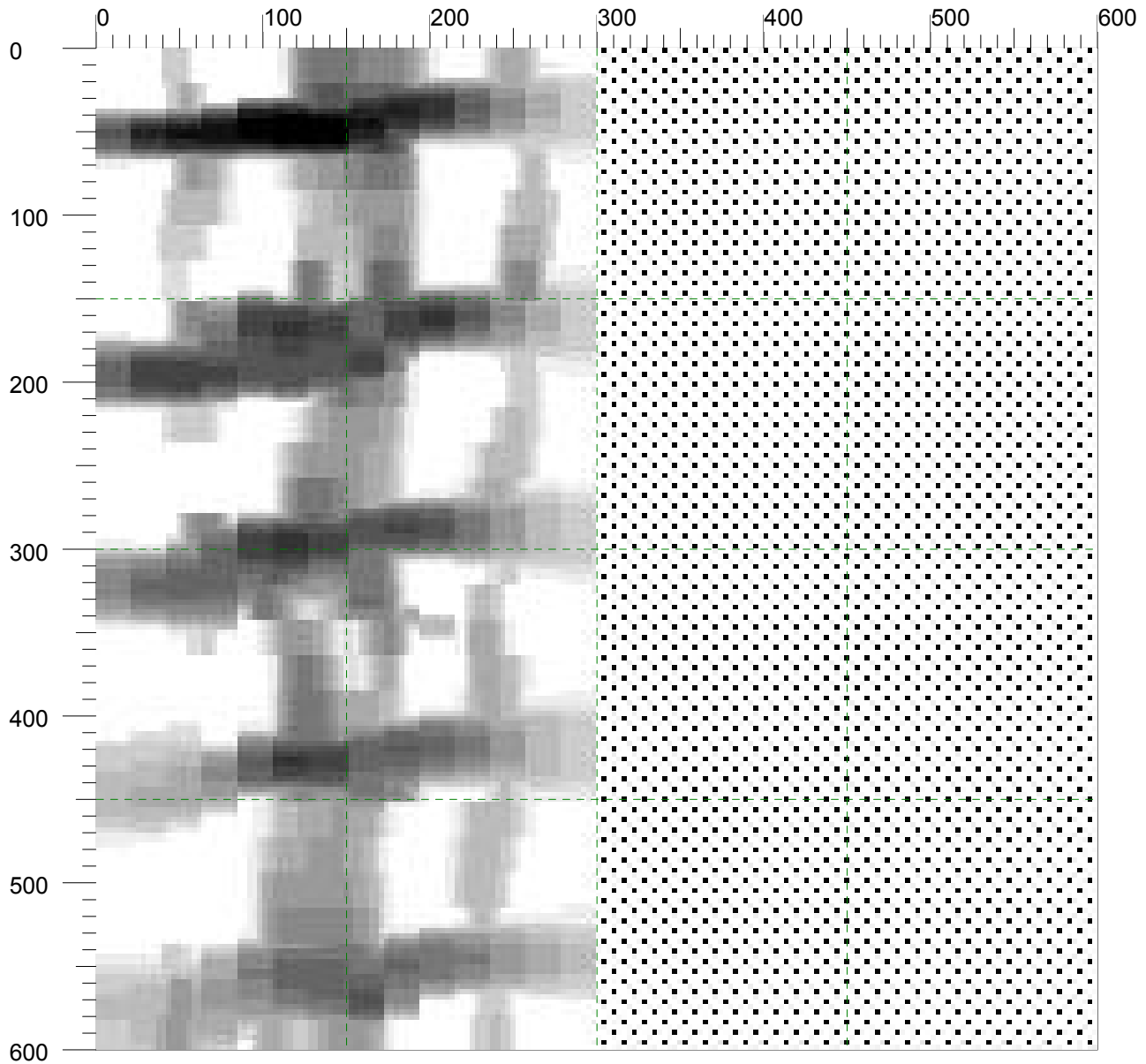
Στάθμη Οροφής Ισογείου
 Δοκός Δ6 (άνοιγμα)
 Διαμ. Οπλ.: 4Φ12~14
 Συνδ.: Φ10/~15



Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα Operator: ---

Comment:
Στάθμη Οροφής Ισογείου
Δοκός Δ1 (άνοιγμα)
Διαμ. Οπλ.: 4Φ12~14
Συνδ.: Φ10/10~15



Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα

Operator: ---

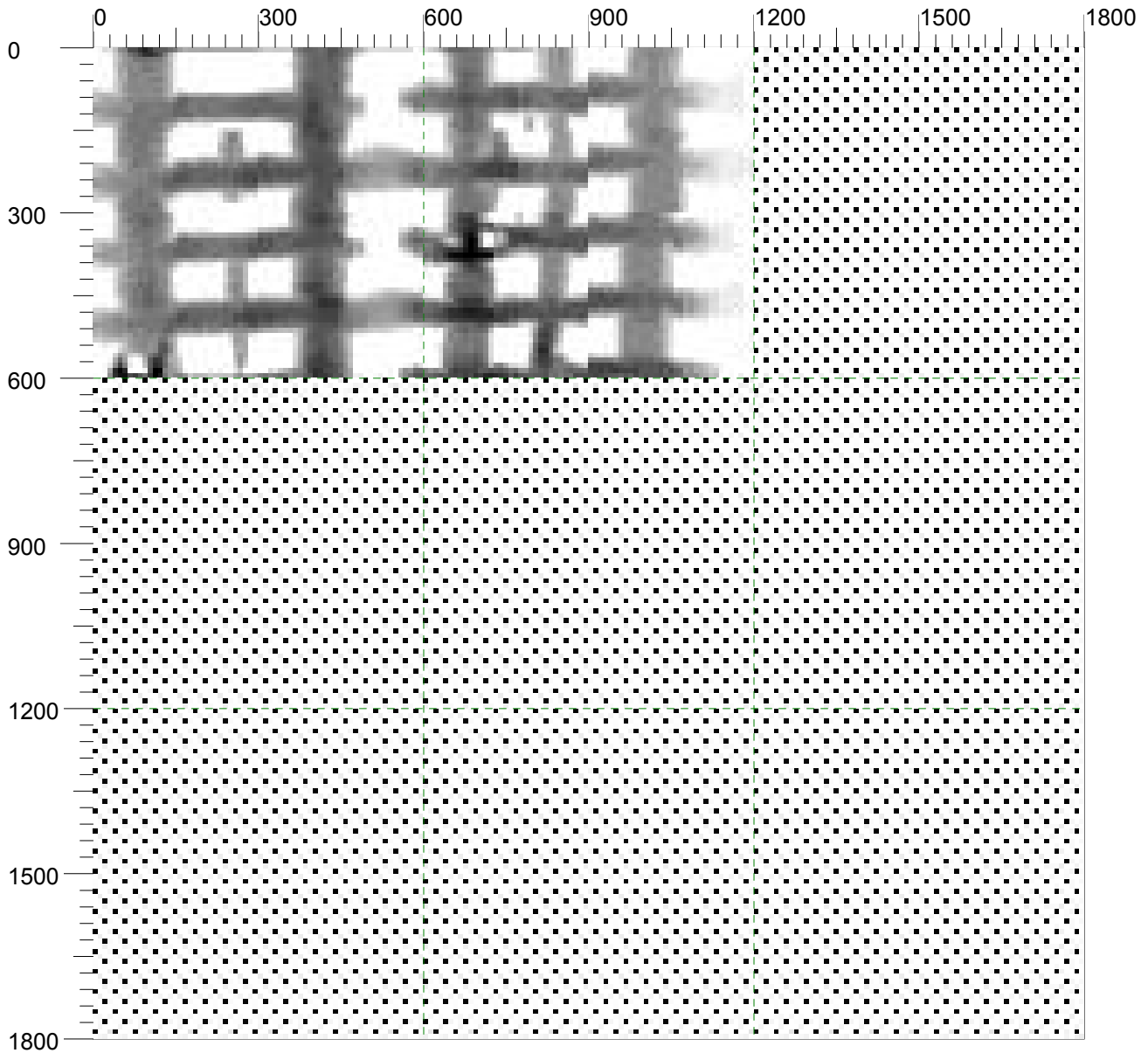
Comment:

Στάθμη Οροφής Ισογείου
 Δοκός Δ6 (στήριξη)
 Διαμ. Οπλ.: 4Φ12~14
 Συνδ.: Φ10/10~15
 *Η δοκός πιθανόν να έχει δυο στρώσεις
 οπλισμών στο άνοιγμα

Date / Time: 2015-09-14 09:52:46

SSN: 01708001

[mm]



Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα

Operator: ---

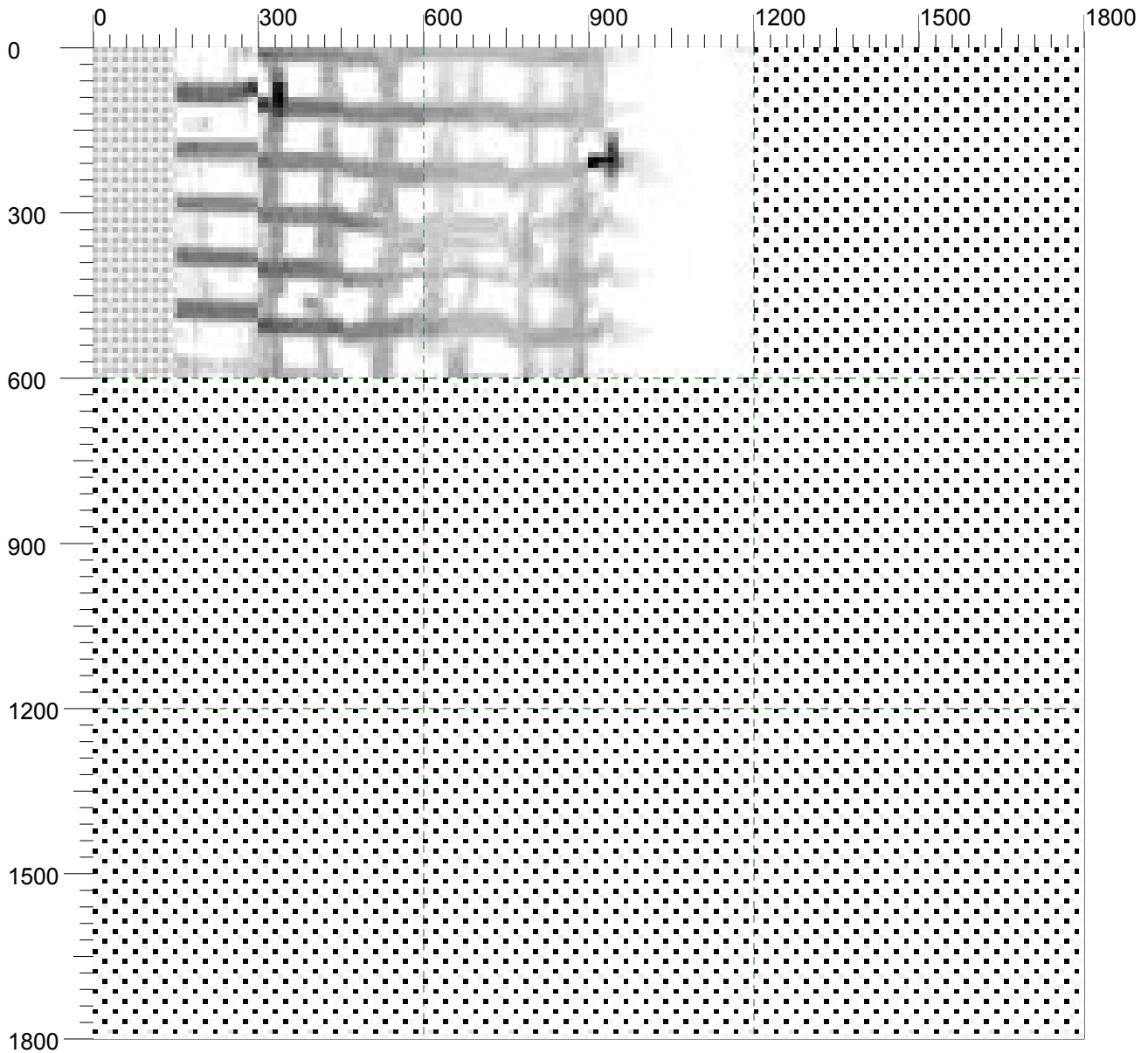
Comment:

Στάθμη Ισονείου
Υποσύλωμα Κ7
Υπαρξη δύο κρυφών υποσυλωμάτων
Κατακ. Οπλ.: 2Φ14~16 ανα υποσύλωμα
Συνδ.: Φ10/10
Οριζ. Οπλ.: Φ10/20

Date / Time: 2015-09-14 09:43:49

SSN: 01708001

[mm]



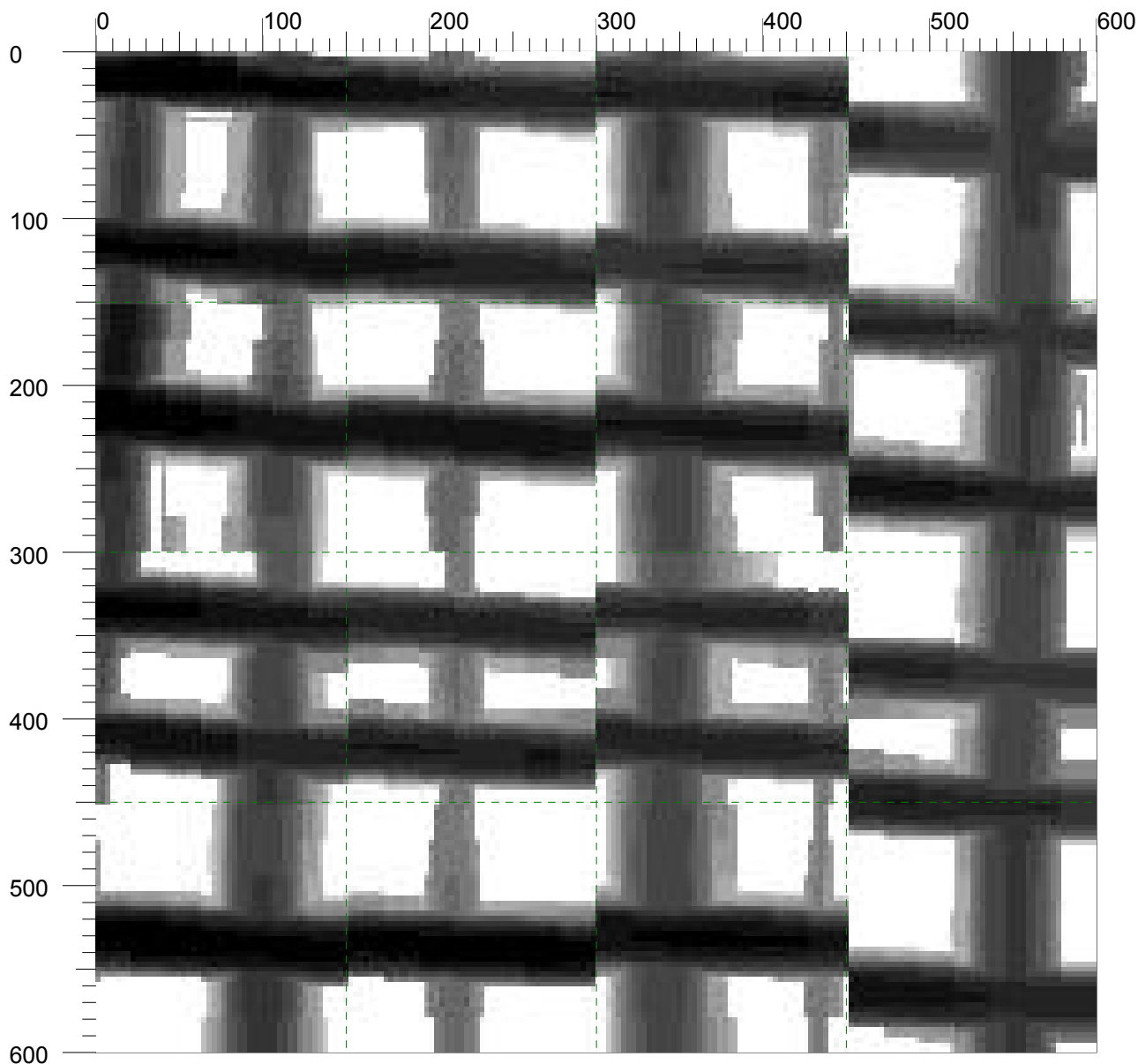
Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα

Operator: ---

Comment:

Στάθμη Α' ορόφου
Υποστύλωμα Κ1
(μήκος στοιχείου ~0,90m, μήκος ανίχνευσης 0,75m)
Διαμ. Οπλ.: 7Φ14~16
Συνδ.: Φ10/10

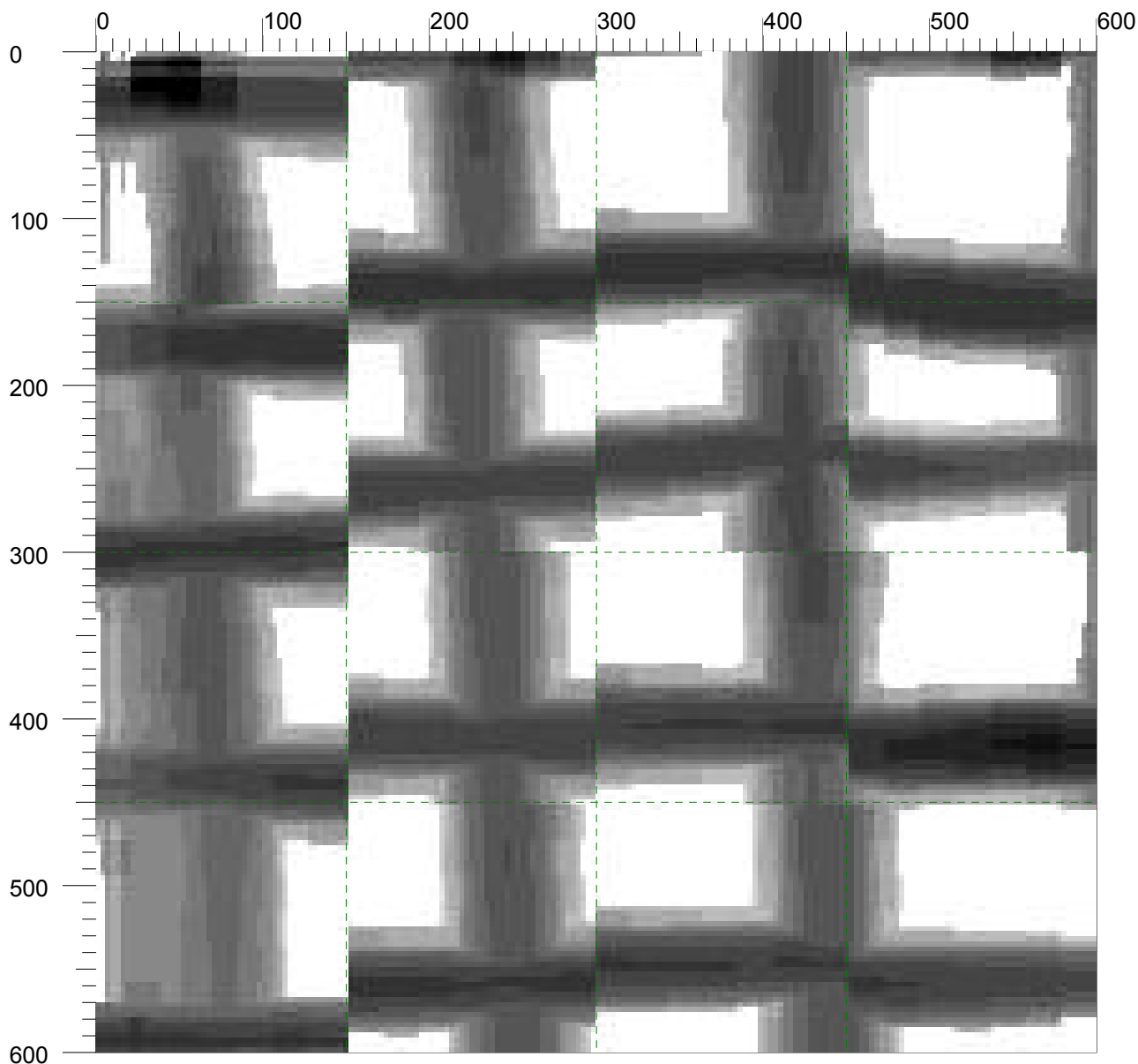


Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα Operator: ---

Comment:

Στάθμη Οροφής Γ' ορόφου
Πλάκα Π3
Οπλ. διευθ. Χ: Φ8~10/~10
Οπλ. διευθ. Υ: Φ8~10/~10

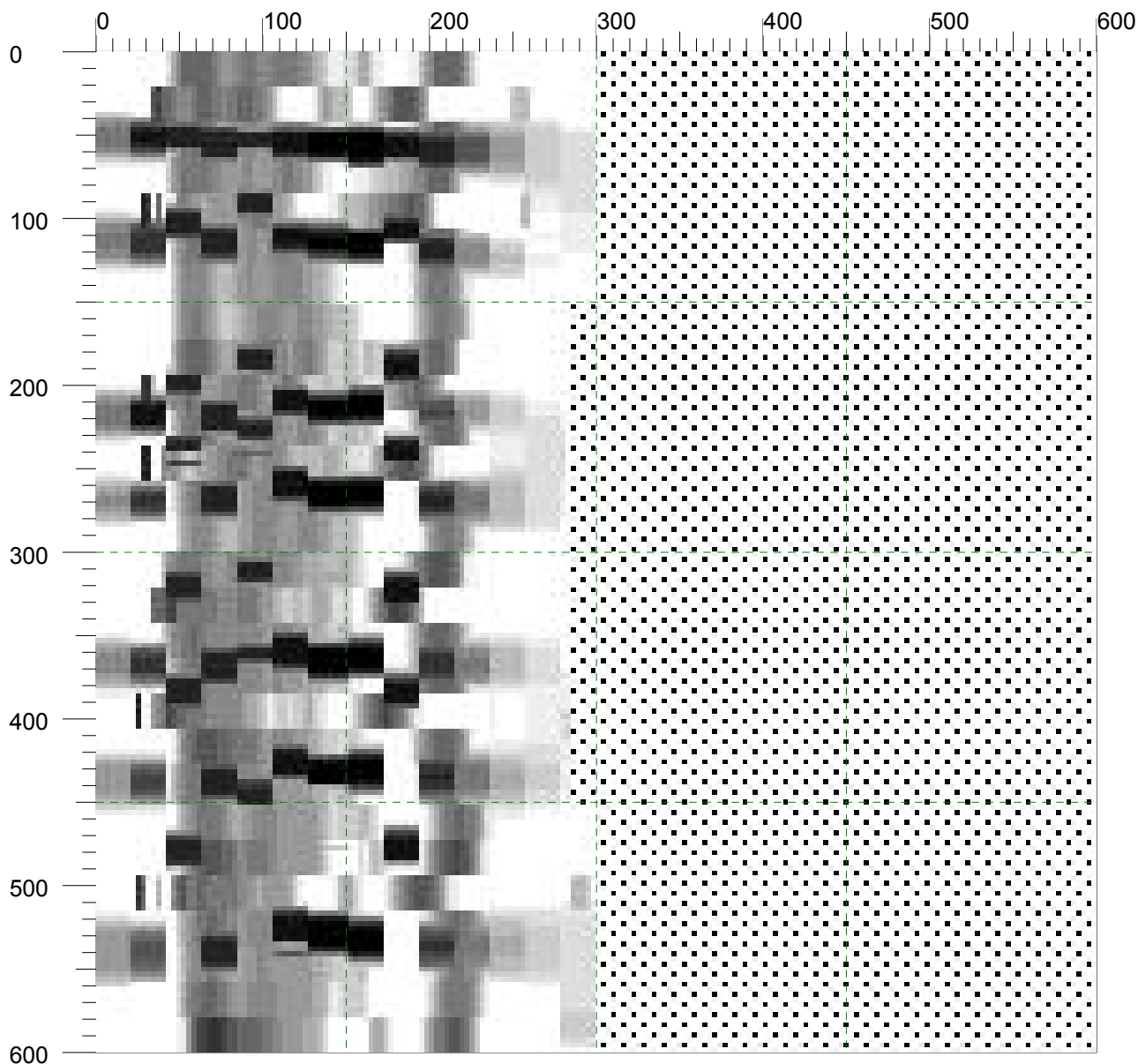


Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα Operator: ---

Comment:

Στάθμη Οροφής Γ' ορόφου
Πλάκα Π
Οπλ. διευθ. Χ: Φ8~10/~10
Οπλ. διευθ. Υ: Φ8~10/~20



Customer: Hadi Hannouche

Location: Μεγάλου Αλεξάνδρου 79, Αθήνα

Operator: ---

Comment:

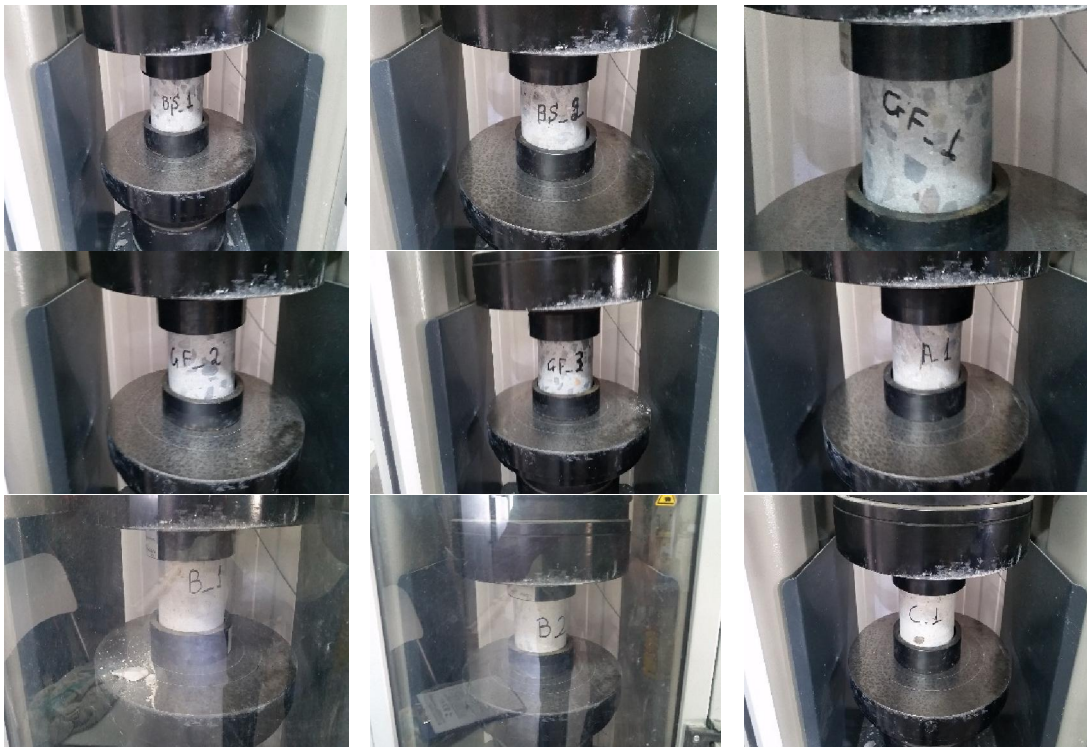
Στάθμη Οροφής Γ' ορόφου
 Δοκός Δ3 (άνοιγμα)
 Αδυναμία αναγραφής πλήθους
 και διατομής οπλισμού λόγω της θέσης του.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V

ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΕΣ



ΦΩΤ. 1 : Πυρήνες κατά τη δειγματοληψία.



ΦΩΤ. 2 : Πυρήνες κατά τη θραύση.



ΦΩΤ. 3: Δειγματοληψία σκυροδέματος με περιστροφικό δειγματολήπτη.



ΦΩΤ. 4 : Ανίχνευση ράβδων οπλισμού.



ΦΩΤ. 5 : Έλεγχος αντοχής μη υπέρηχους.



ΦΩΤ. 6 : Αφαίρεση επιχρίσματος για έλεγχο αντοχής με κρουσίμετρο.