

**ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑΣ, ΥΠΟΔΟΜΩΝ, ΝΑΥΤΙΛΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΥΡΙΣΜΟΥ
ΓΕΝΙΚΗ ΓΡΑΜΜΑΤΕΙΑ ΥΠΟΔΟΜΩΝ
ΓΕΝΙΚΗ ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΤΕΧΝΙΚΗΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ ΚΑΝΟΝΩΝ ΚΑΙ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΩΝ ΠΟΙΟΤΗΤΑΣ ΜΕΛΕΤΩΝ
– ΕΡΓΩΝ ΚΑΙ ΕΠΙΜΟΡΦΩΣΗΣ**

ΕΝΗΜΕΡΩΤΙΚΗ ΗΜΕΡΙΔΑ

**«Η Συντήρηση, κύριος παράγων στην διασφάλιση του
κύκλου ζωής και της ποιότητας των γεφυρών»**

**Διερευνητικές εργασίες δομήματος και υλικών
κατασκευής**

Αθήνα 24 Φεβρουαρίου 2016

Χρ. Ν. Σπανός

Πολιτικός Μηχανικός Ε.Μ.Π.

Οπτικός έλεγχος κατασκευής και υλικών δόμησης.

- Μελέτη – σχέδια
- Ιστορικά στοιχεία (περίοδος ανέγερσης, κατασκευαστική πρακτική)
- Ιδιότητες υλικών: αντοχές (f_c , f_y), + άλλες
- Ιδιότητες δομικών στοιχείων (διαστάσεις, στηρίξεις, αγκυρώσεις, επάρκεια κόμβων)
- Αριθμός δοκιμών: τόσα όσο να μειωθεί η διασπορά $COV_{f_c} < 15\%$, $COV_{f_y} < 5\%$, $\min N = 3$ (6 για απόρριψη ακραίων τιμών)

Επιθεωρήσεις

Η επιθεώρηση μιας κατασκευής ή ενός τεχνικού έργου περιλαμβάνει κατ' αρχάς έναν προσεκτικό οπτικό έλεγχο της καταστάσεως των:

- Υλικών (Σκυρόδεμα, Χάλυβα, Τοιχοποιία, Ξύλα κ.λπ.)
- Των προστατευτικών υλικών (Επιχρίσματα, βαφές)
- Των δομικών μελών (φορέα, κατάστρωμα, δοκάρια, υποστυλώματα, αρμών, εφεδράνων κατάσταση κοίτης κ.λπ.)

Οπτικός έλεγχος υλικών κατασκευής

Εντοπισμός φθορών / βλαβών που οφείλονται σε αλλοιώσεις του ίδιου του σκυροδέματος ή των ενσωματωμένων χαλύβων σε διάβρωση

Οι αλλοιώσεις του σκυροδέματος μπορεί να οφείλονται στους εξής παράγοντες:

- Κακή ποιότητα σκυροδέματος: Κακή σύνθεση σκυροδέματος
Κακή διάστρωση
Ανεπαρκής συμπίκνωση
Ανεπαρκής συντήρηση
- Κακός σχεδιασμός για την αποστράγγιση των νερών της βροχής
- Εξωτερικές φυσικές ή χημικές επιδράσεις στο σκυρόδεμα (επίδραση παγετού, αλάτων κ.λπ.)
- Εσωτερικές επιδράσεις από σκυρόδεμα (αντίδραση αδρανών – αλκαλίων)

Συνηθισμένες φθορές / βλάβες στο σκυρόδεμα και στο χάλυβα είναι οι εξής:

Οπτικός έλεγχος υλικών κατασκευής

Συνηθισμένες φθορές / βλάβες στο σκυρόδεμα και στο χάλυβα είναι οι εξής:

- **Απόμιξη σκυροδέματος**, (διαχωρισμός σκύρων από τον τσιμεντοπολτό)



- **Φωλιές σκυροδέματος** (ανεπαρκή συμπίκνωση σκυροδέματος)





- **Απόθεση αλάτων** – δημιουργία μικροσταλακτιτών (κακή αρχική ποιότητα σκυροδέματος – μεγάλο πορώδες ή ασυνέχειες που επιτρέπουν την διέλευση του νερού μέσα από την μάζα του σκυροδέματος ή κακό σχεδιασμό συστήματος υγραμόνωσης – αποστράγγισης), οδηγούν σε απομάκρυνση ουσιών που συντελούν στην διατήρηση υψηλών τιμών του pH.



- **Προβλήματα από κακή απορροή**



- **Απολέπιση σκυροδέματος** (απόσπαση του τσιμεντοπολτού από την επιφάνεια σκυροδέματος)



- **Αποφλείωση** (απόσπαση μεγάλων επιφανειακών σκυροδέματος, σε βάθος όσο περίπου με την επικάλυψη οπλισμού)





- **Άτακτη ρηγματώση** (επιφανειακές ρωγμές μικρού βάθους στην επιφάνεια του σκυροδέματος, υπόκωφος θόρυβος σε κτύπημα)
 - λόγω υπερβολικής συρρίκνωσης νεπού σκυροδέματος – έντονη εξάτμιση, υψηλή θερμοκρασία, ισχυρός άνεμος – συντήρηση, εμφάνιση από την αρχή
 - αλκαλική αντίδραση τσιμέντου – αδρανών



- **Απόσπαση τεμαχίων σκυροδέματος – απογύμνωση οπλισμών** (πρόσκρουση αντικειμένων – ογκόλιθοι, οχήματα – στον φορέα ή στα βάθρα του τεχνικού)



- **Εκτίναξη** στιβάδας σκυροδέματος, από παγετό ή διογκώσιμες ενώσεις κοντά στην επιφάνεια του σκυροδέματος π.χ. κόκκοι ασβέστου
- **Κηλίδες σκουριάς – Διάβρωση οπλισμών**, κηλίδες σκουριάς (καφέ χρώμα – διάβρωση χάλυβα 1 προς 5), αποφλοιώση, διόγκωση, ρηγμάτωση.

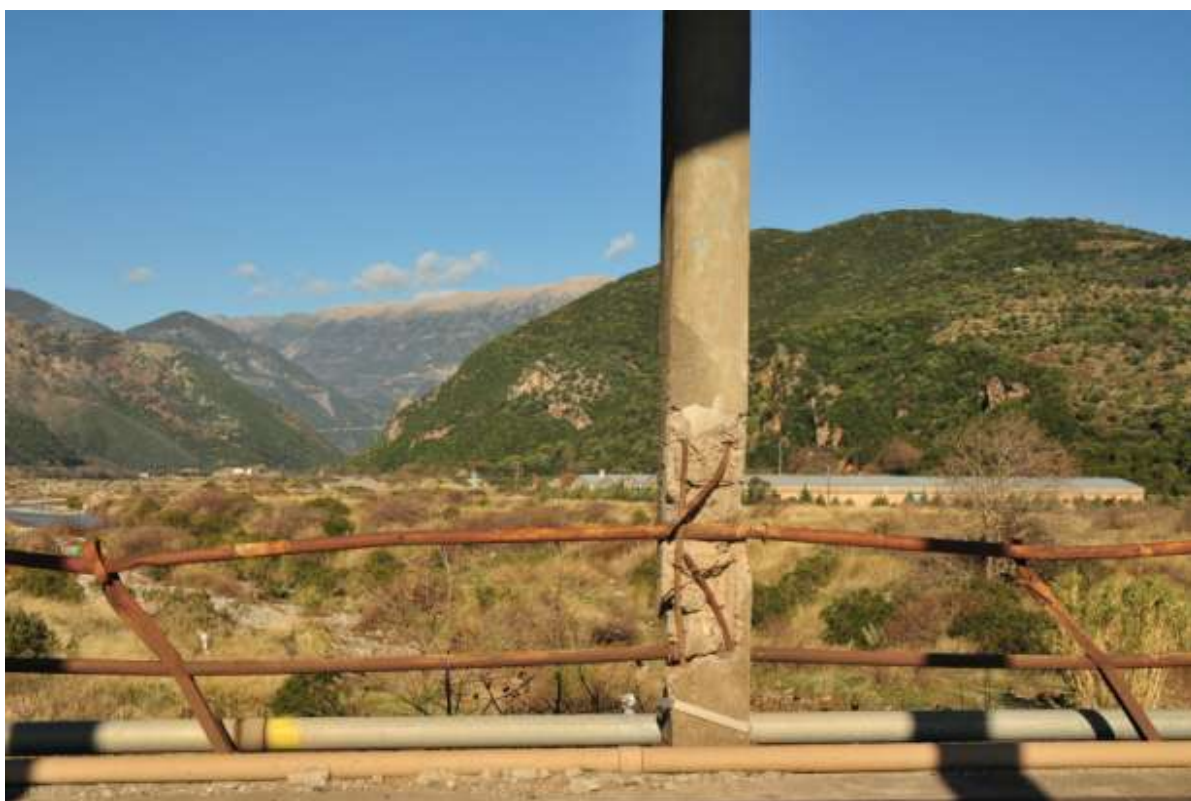


- **Μεγαλορηγματώσεις στο σκυρόδεμα**
 - Μηχανικές δράσεις
 - Θερμοκρασιακές μεταβολές
 - Χημικές επιδράσεις – διάβρωση οπλισμού
- Οι ρωγμές γενικά επιταχύνουν την διάβρωση του οπλισμού και μείωση της συνάφειας





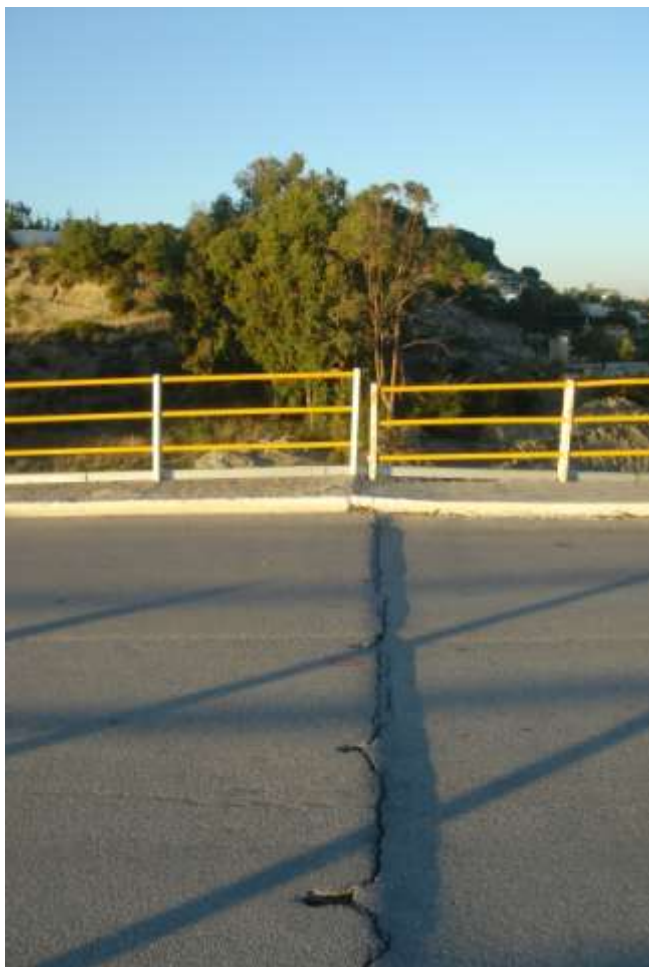
- **Θραυσμένοι οπλισμοί** , πρόσκρουση αντικειμένων – μείωση φέρουσας ικανότητας.





- Διάβρωση, παρουσία ζωικών ή φυτικών φθορέων κλπ
- Έλεγχος αρμών, δεισλειτουργία, ανεπαρκές εύρος





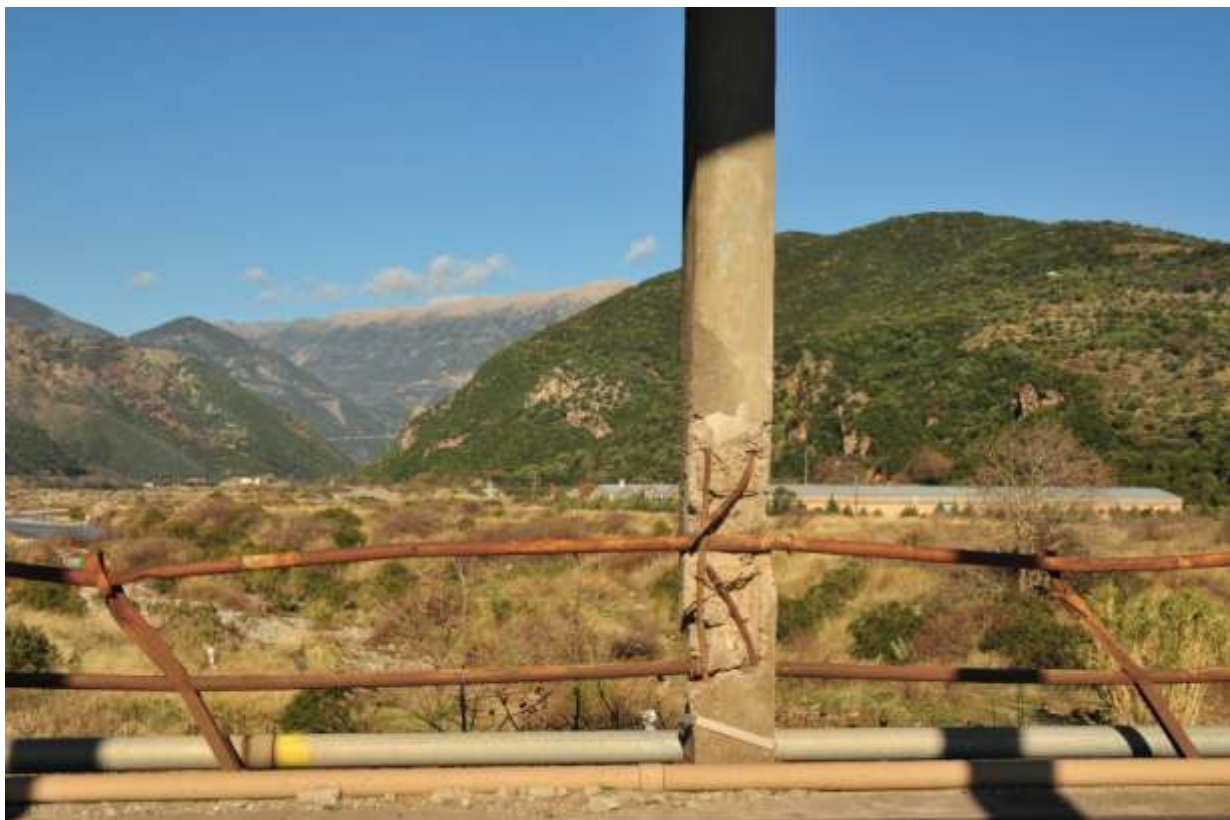
- **Εφέδρανα**, Οξειδωμένα, παραμορφωμένα, γωνιακή παραμόρφωση, σχετική ολίσθηση μεταξύ στρώσεων ελαστικού, μεταλλικών πλακών,





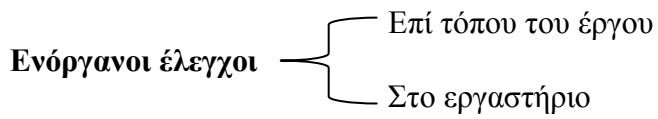


- **Κυκλιδώματα, σπασμένα, παραμορφωμένα κ.λπ.**





Μέθοδοι ελέγχου υλικών δομήσεως, σκυρόδεμα, σιδηροπλισμοί



- Πυρηνοληψία
- Υπέρηχοι
- Κρουσίμετρο
- Κρουστικές μέθοδοι
- Εξόλκευση ήλου
- Ραδιογραφικές μέθοδοι
- Μαγνητικές μέθοδοι
- Ηλεκτρικές μέθοδοι
- Διαπερατότητα
- Υπέρυθρη φωτογράφιση
- Ραντάρ
- Ενανθράκωση
- Ενδοσκοπήσεις
- Δοκιμή χαραγής
- Δοκιμή Μικροθραυσμάτων
- Μέθοδος των επίπεδων γρύλων
- Μέτρηση εύρους ρωγμών
- Παρακολούθηση παραμορφώσεων
- Δοκιμαστικές φορτίσεις
- Δοκιμές χάλυβα
- Χημικές αναλύσεις
- Εμπηξη ήλου
- Εξόλκευση κοχλία
- Διάτρηση
- Μέτρηση σκληρότητας

Για κάθε μέθοδο παρουσιάζονται:

- Η αρχή της μεθόδου
- Ο εξοπλισμός
- Η διαδικασία ελέγχου
- Το πεδίο εφαρμογής και τα όρια
- Η αξιολόγηση της μεθόδου
- Τυπικές εφαρμογές

Πυρηνοληψία

- Ημικαταστροφική μέθοδος: αποκοπή κυλινδρικού πυρήνα
- Σκυροδέμα, τοιχοποιία (ξύλο)
- Επιτόπου, εργαστήριο
- Προγραμματισμός (διάμετρος, μήκος, θέσεις, αποστάσεις αριθμός)

Διάμετρος:

- Για αντοχή σκυροδέματος $\Phi_{core} = \max(3d_{aggr}, 10 \text{ cm})$
 $f_{c,core,5cm} = 0,8f_{c,core,10cm}$
- Για αντοχή τοιχοποιίας $\Phi_{core} = 10 \div 15 \text{ cm}$
- Για έλεγχο αποτελεσματικότητας επεμβάσεων $\Phi_{core} = 5 \text{ cm}$
- Μήκος L_{core} :
 - Αντοχή σκυροδέματος $L_{core} = 0,9 \div 2,0 \Phi_{core}$
 - Προτιμώνται μεγάλα μήκη (όσο και όπου αυτό είναι δυνατόν)
- Αποστάσεις:
 - Μεταξύ πυρήνων: $4\Phi_{core}$
 - Από τα άκρα: 8 cm
- Πλήθος:
 - ΑCΙ: 3 ($f_{c,core,m} > 0.85f_{c,conv}$, $f_{c,core,i} > 0.75f_{c,conv}$)
 - ΚΤΣ: 12
 - Εγκύκλιος Ε7: 6/παρτίδα

Επιρροή από:

- παρουσία οπλισμού (μείωση έως και 18%)
- «καπέλωμα» (μείωση από 2% έως 20%) (αδαμαντολείανση)
- θέση (πάνω, κάτω) (μείωση έως και 50%, βλ. αξιολόγηση)
- δομικό στοιχείο (ομοίως, μείωση έως και 50%, βλ. αξιολόγηση)

Αναγωγή σε αντοχή

- συμβατική (?)
- ελέγχου
- βαθμονόμηση Εμμέσων Μεθόδων
- μεγάλες διασπορές:
 - παράδειγμα: $L_{core} = 15 \text{ cm}$, $\Phi_{core} = 10 \text{ cm}$, B225, $f_{core} = 275 \text{ kg/cm}^2$.

1. Facaοaru	$f_{c,conv} = 404 \text{ kg/cm}^2$
2. Plowman, Smith	$f_{c,conv} = 291 \text{ kg/cm}^2$
4. Monday/Dhir	$f_{c,conv} = 360 \text{ kg/cm}^2$
5. ΕΛΟΤ	$f_{c,conv} = 400 \text{ kg/cm}^2$
6. Εγκύκλιος Ε7,	$f_{c,conv} = 303 \text{ kg/cm}^2$

Εφαρμογές

- Αντοχή σε θλίψη,
- Αντοχή σε εφελκυσμό, από διάρρηξη
- Προσδιορισμός βάθους ενανθράκωσης
- Μέτρο ελαστικότητας
- Λόγος Poisson
- Υγρασία δοκιμίου
- Υδατοαπορροφητικότητα
- Πορώδες

- Φαινόμενο βάρος
- Αποτελεσματικότητα επεμβάσεων (ρητίνες ή πληρότητα ενεμάτων)

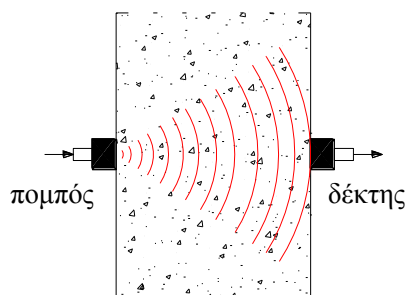


Υπέρηχοι

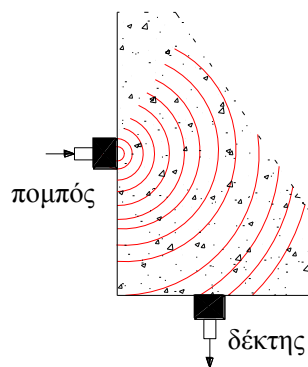
- Μη καταστροφική μέθοδος: μέτρηση ταχύτητας διαδόσεως υπερήχων μέσα από το υλικό
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία, (ξύλο)
- Επιτόπου, εργαστήριο
- Παραλλαγή: αντανάκλαση κρουστικών κυμάτων σε ελεύθερη επιφάνεια (έλεγχος πασάλων)



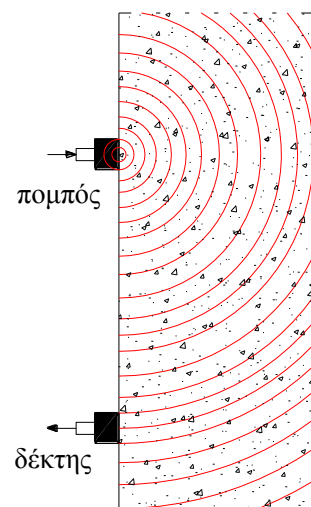
Μέτρηση



Σχ. α. Αμεση μετάδοση του ήχου



Σχ. β. Εμμεση μετάδοση του ήχου



Σχ. γ. Εμμεση μετάδοση του ήχου

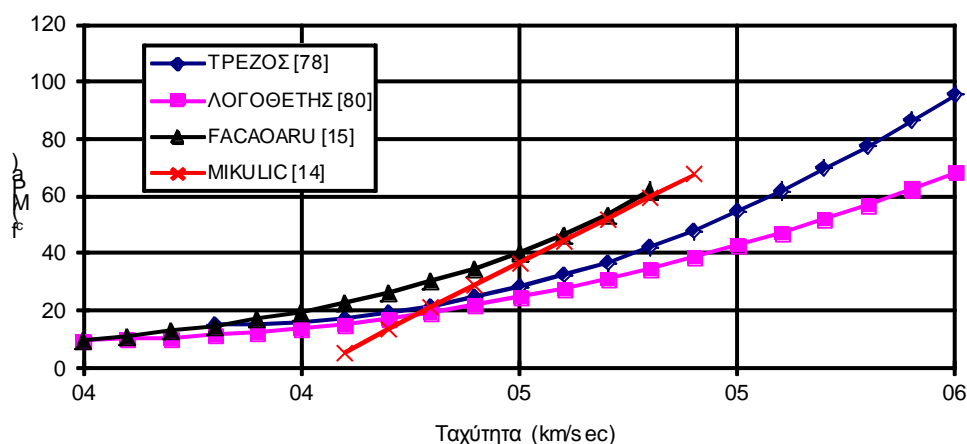
Επιρροή από:

- επαφή κρυστάλλων με επιφάνεια (λείανση, λιπαντικό)
- ιδιοσυχνότητα κρυστάλλων
- υγρασία (+) ($0,97 \div 1,03$)
- θερμοκρασία (-) (-1.5% έως 5.0%)
- μήκος διαδρομής:
 - ελάχιστο μήκος: $\max(5d_{\text{aggr}}, 15 \text{ cm})$ (200kHz)
 - μέγιστο μήκος: 1,5 m έως 15,0 m (20kHz)
- ελάχιστη εγκάρσια απόσταση: 23 mm (200kHz) – 188 mm (20kHz)
- σπλισμός ($v_{\text{χάλυβα}}=5,2 \text{ km/s} \div 6,0 \text{ km/s}$)
- ένταση:
 - για μικρή ένταση: αύξηση της ταχύτητας, (μείωση κενών)
 - για μεγάλη ένταση: μείωση της ταχύτητας (μικρορηγματώσεις)

Εφαρμογές

- Θλιπτική αντοχή
- Μέτρο ελαστικότητας
- Λόγος Poisson
- Έλεγχος ομοιογένειας
- Παρακολούθηση εξέλιξης της αντοχής
- Πάχος κατεστραμμένου επιφανειακού στρώματος - φωτιά
- βάθος ρωγμής

Μέση θλιπτική αντοχή σκυροδέματος συναρτήσει της ταχύτητας των υπερήχων



Συσχέτιση ταχύτητας υπερήχων με την Θλιπτική αντοχή

A/a	Ταχύτητα Υπερήχων V [Km/sec]	Ποιότητα
1	> 4,500	Εξαιρετική
2	3,500 ÷ 4,500	Καλή
3	2,500 ÷ 3,500	Μέτρια
4	< 2,500	Κακή
5	< 2,000	Απόμειξη, ρωγμές

Κρουσίμετρο

- Μη καταστροφική μέθοδος: μέτρηση επιφανειακής σκληρότητας
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία
- Επιτόπου, εργαστήριο

Επιρροή από:

- Διεύθυνση κρουσιμετρήσεως (0° , $+90^{\circ}$, -90°)
- Ενανθράκωση (4% / mm)
- Επιφάνεια (λείανση)
- Υγρασία (-) (έως και 20%)
- Θερμοκρασία (-)



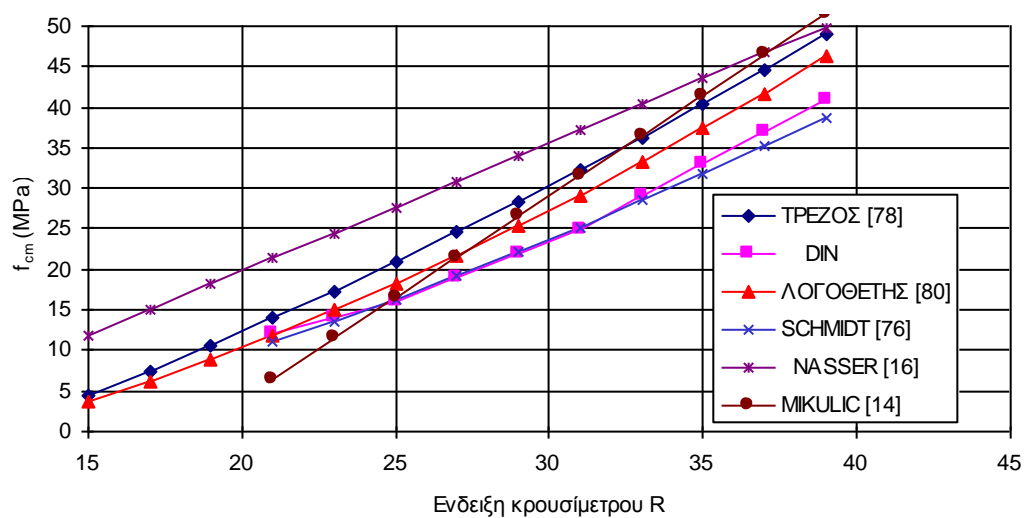
Μέτρηση

- Μακριά από γωνίες (30 mm)
- min πάχος 100mm
- Σε κάθε θέση (κύκλος διαμέτρου $15 \div 30\text{cm}$) γίνονται 5 έως 10 κρουσιμετρήσεις και λαμβάνεται ο μέσος

Εφαρμογές

- Θλιπτική αντοχή
- Έλεγχος ομοιογένειας

Μέση θλιπτική αντοχή σκυροδέματος συναρτήσει της ενδείξεως του κρουσίμετρου



Συσχέτιση ενδείξεως κρουσιμέτρου με την θλιπτική αντοχή

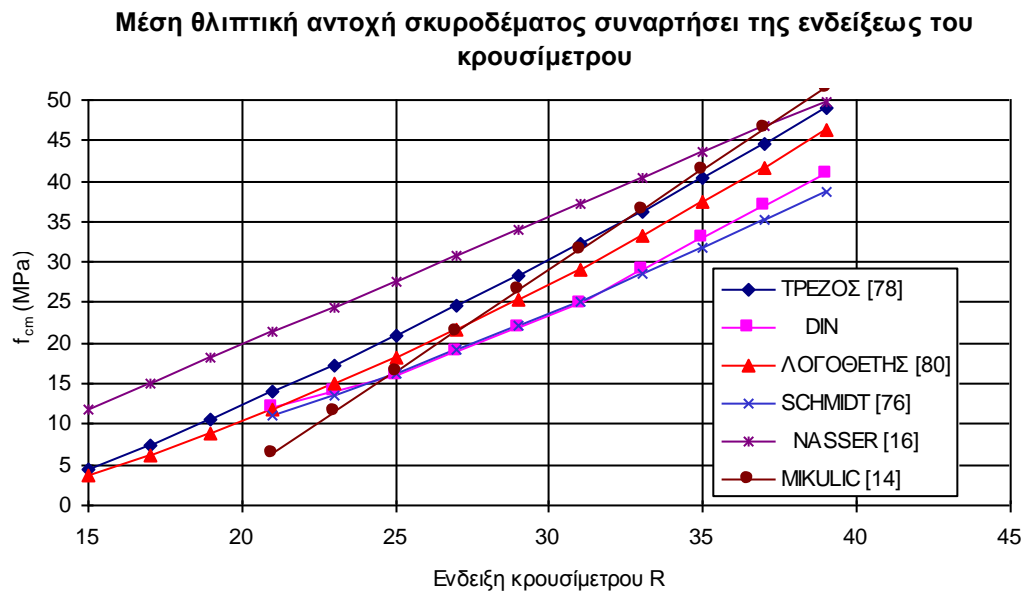
A/A	Δείκτης Κρουσιμετρήσεως R	Ποιότητα
1	> 45	Εξαιρετική
2	35 ÷ 45	Καλή
3	25 ÷ 35	Μέτρια
4	20 ÷ 25	Κακή
5	< 20	Απόμειξη, ρωγμές

Εξόλκευση ήλου

- Μη καταστροφική μέθοδος: μέτρηση δύναμης εξολκεύσεως ήλου
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία, (ξύλο παραλλαγές: έμπηξη ήλου, εξόλκευση κοχλία)
- Επιτόπου, εργαστήριο

Εφαρμογές

- Θλιπτική αντοχή
- Έλεγχος ομοιογένειας



Συσχέτιση δύναμης εξολκεύσεως με την θλιπτική αντοχή

Ραδιογραφικές μέθοδοι

Μη καταστροφική μέθοδος: προσβολή ελεγχόμενης επιφάνειας με ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία

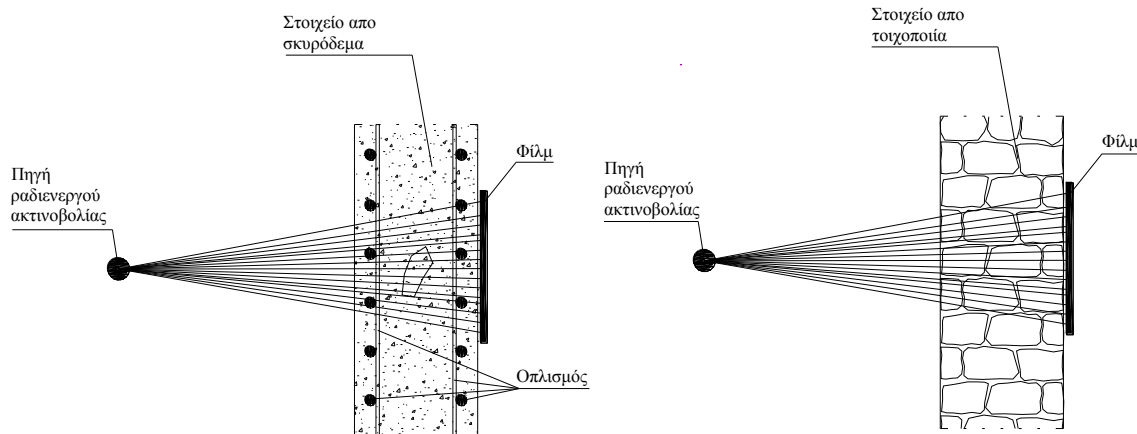
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία
- Επιτόπου, εργαστήριο

Εφαρμογές

- Ανίχνευση οπλισμών
- μέτρηση πυκνότητας
- Εντοπισμός κενών

Μειονεκτήματα:

- Δυσχερής
- Επικίνδυνη



Αρχή ραδιογραφικής μεθόδου

Μαγνητικές μέθοδοι

Μη καταστροφική μέθοδος: αλληλεπίδραση ράβδου οπλισμού με ηλεκτρομαγνητικό πεδίο

- Σκυρόδεμα,
- Επιτόπου, εργαστήριο

Πλεονεκτήματα:

- Ελαφρύς, φορητός εξοπλισμός

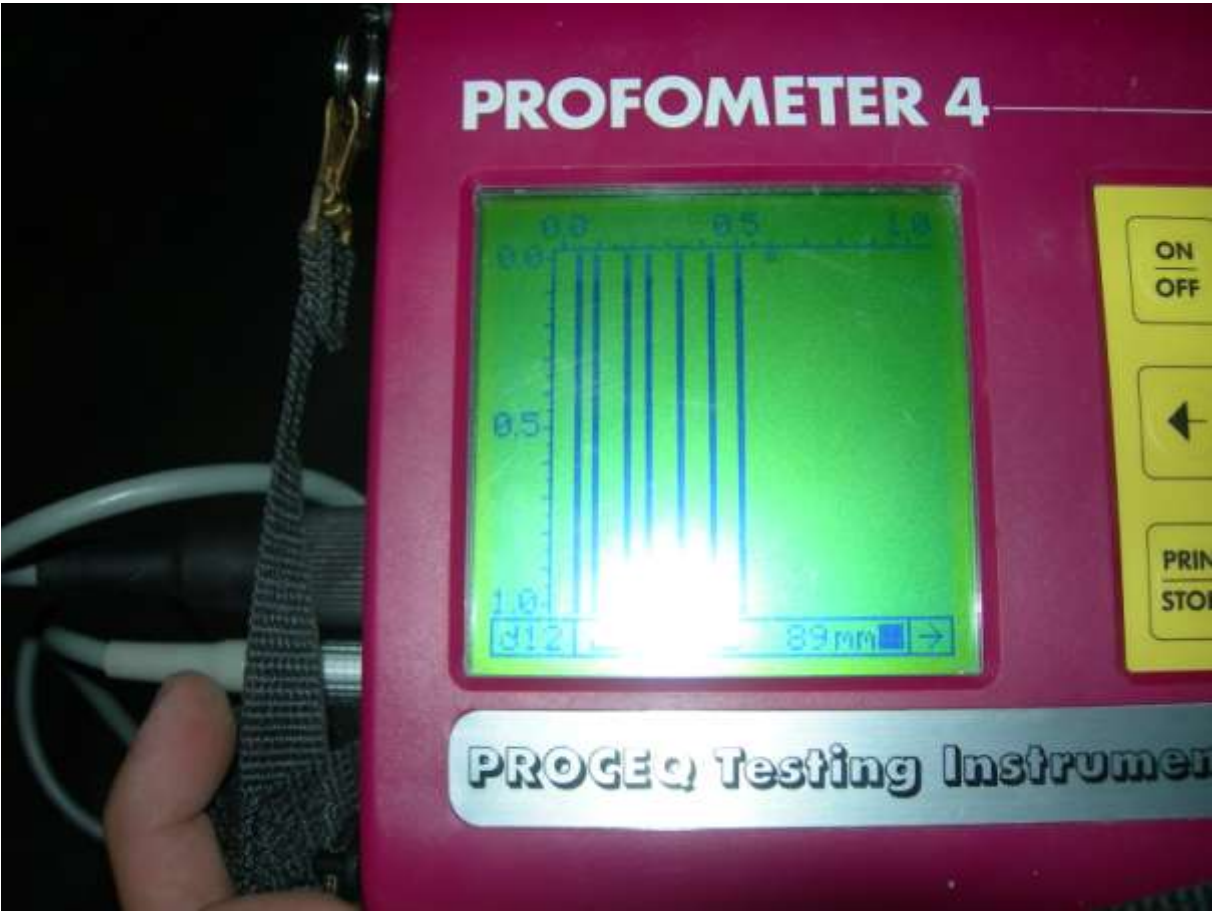
Εφαρμογές

- Ανίχνευση οπλισμών (+)
- Εκτίμηση επικάλυψης
- Εκτίμηση διαμέτρου

Μειονεκτήματα:

- Διακριτική ικανότητα στην περίπτωση πυκνών οπλισμών (συνήθης περίπτωση)





Ηλεκτρικές μέθοδοι

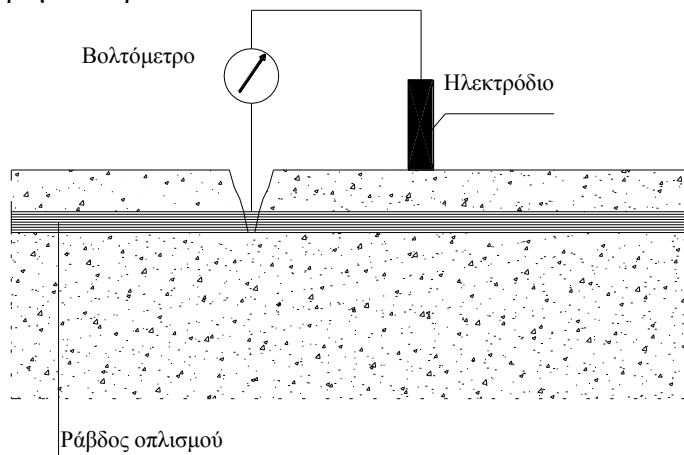
- Ελάχιστα καταστροφική μέθοδος: μεταβολή δυναμικού ή εντάσεως ηλεκτρικού ρεύματος
- Σκυρόδεμα,
- Επιτόπου

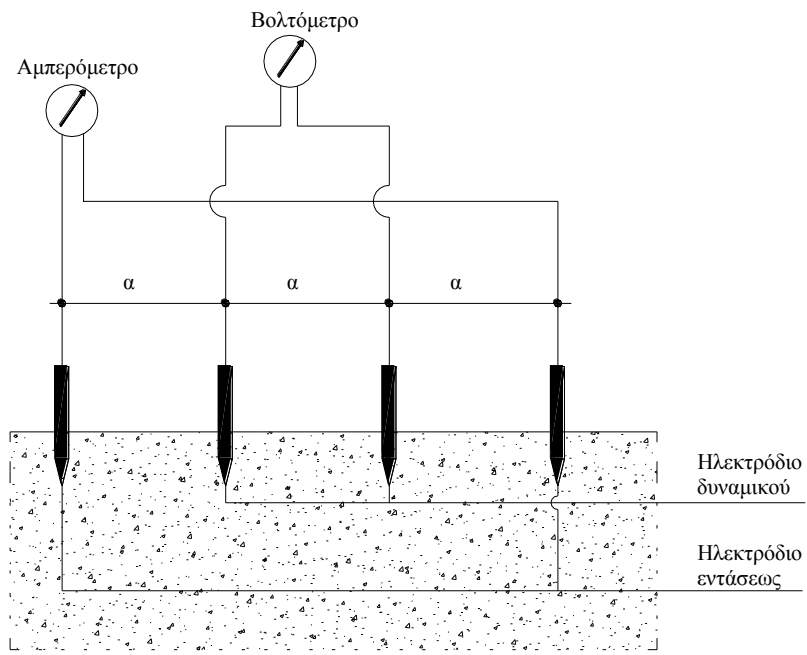
Εφαρμογές

- Πιθανότητα διαβρώσεως οπλισμού
- Μέτρηση υγρασίας
- Καμπύλες πολώσεως

Μειονεκτήματα:

- Πεπειραμένο προσωπικό





Διαπερατότητα

(απορρόφηση, διείσδυση, διάχυση)

- Ελάχιστα καταστροφική μέθοδος: μέτρηση ροής ρευστού υπό δεδομένες συνθήκες
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία
- Επιτόπου, εργαστήριο

Εφαρμογές

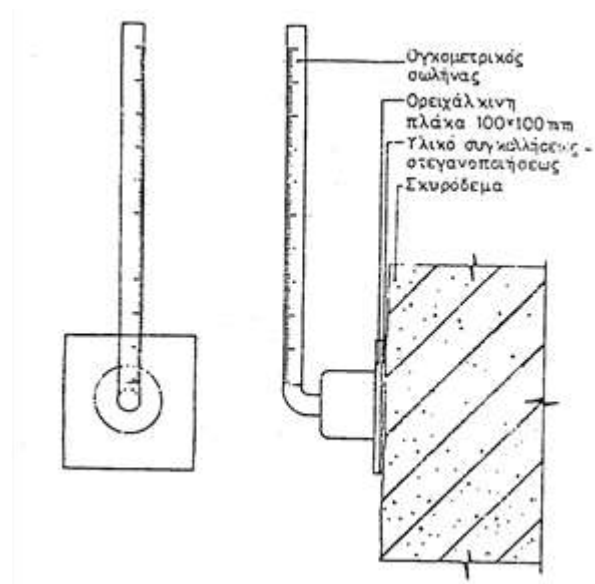
- Σύγκριση σκυροδεμάτων
- Έλεγχος ωρίμανσης

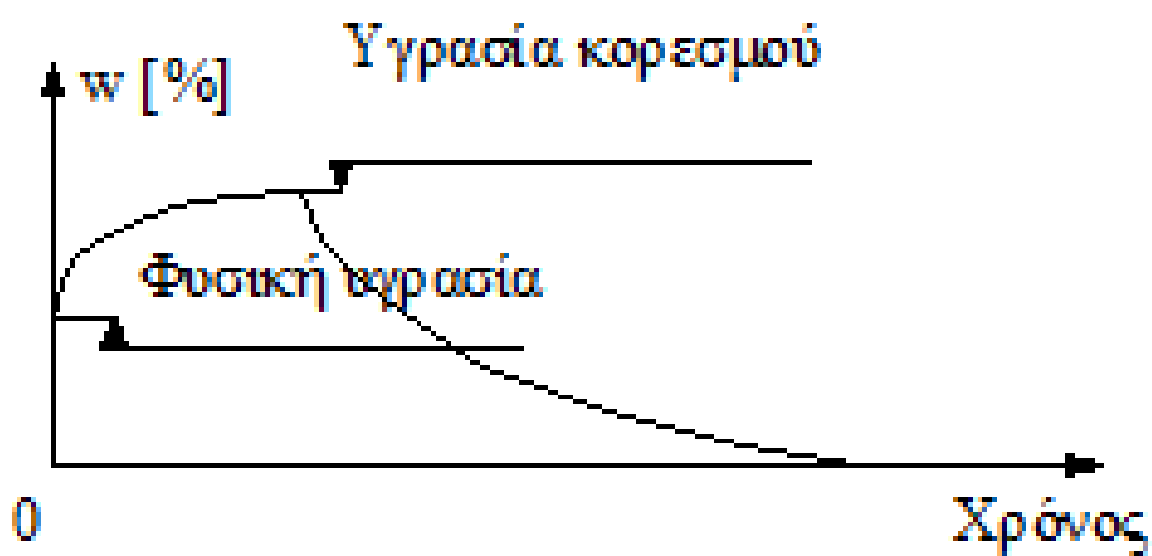
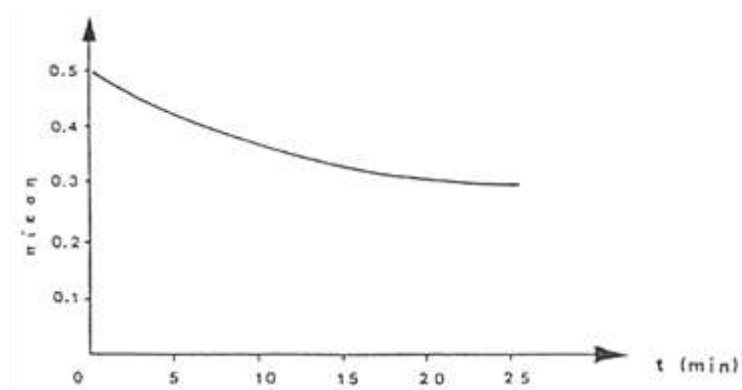
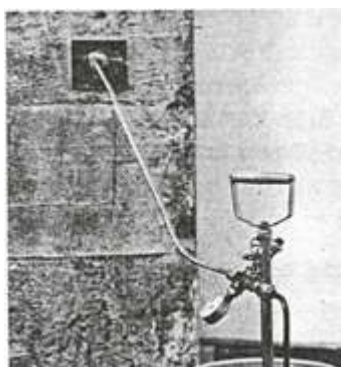
Πλεονεκτήματα:

- Ευκολία
- Απλότητα
- Οικονομικότητα

Μειονεκτήματα:

- Επιρροή από υγρασία
- Στεγάνωση
- Εμπειρική μέθοδος
- Ποσοτικοποίηση





Υπέρυθρη φωτογράφιση

- Μη καταστροφική μέθοδος: μεταβολή της θερμικής αγωγιμότητας και εκπομπής δια μέσου των υλικών. Διαφοροποίηση αναλόγως υλικού και ανωμαλιών.
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία, ξύλο
- Επιτόπου, εργαστήριο

Εφαρμογές

- Έλεγχος ιστορικών κατασκευών, καλυμμένα στοιχεία
- Εντοπισμός διαφορετικών υλικών
- Έλεγχος ρωγμών – αποφλοιώσεων σε γέφυρες, υπό προϋποθέσεις
- Διαρροή υγρασίας θερμότητας

Πλεονεκτήματα:

- Ευκολία
- Απλότητα
- Οικονομικότητα

Μειονεκτήματα:

- Ακριβός εξοπλισμός
- Επιρροή από καιρικές συνθήκες

Radar

- Μη καταστροφική μέθοδος: ανάκλαση ηλεκτομαγνητικών κυμάτων όταν διέρχονται από
- υλικά με διαφορετικές διηλεκτρικές σταθερές
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία, ξύλο, έδαφος
- Επιτόπου

Εφαρμογές

- Προσδιορισμός μεταλλικών αντικειμένων
- Εκτίμηση πάχους
- Διαρροή υγρασίας
- Υπόγεια έργα

Πλεονεκτήματα:

- Έλεγχος μή ορατών περιοχών
- Σάρωση μεγάλων επιφανειών σε μικρό χρόνο

Μειονεκτήματα:

- Ακριβός εξοπλισμός
- Επιρροή από υγρασία

Ενανθράκωση

Ελάχιστα καταστροφική μέθοδος: Μέτρηση του βάθους ενανθράκωσης (μειωμένο pH) δια ψεκασμού με διάλυμα φαινολοφθαλείνης.

- Σκυρόδεμα
- Επιτόπου, εργαστήριο

Εφαρμογές

- Προσδιορισμός βάθους ενανθράκωσης (διάβρωση οπλισμών)



Ενδοσκοπήση

- Ελάχιστα καταστροφική μέθοδος: φωτογράφιση ή βιντεοσκόπηση του εσωτερικού μάζας μέσω διανοίξεως μικρής οπής (10 - 15mm)
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία, ξύλο, μεταλλικές κατασκευές
- Επιτόπου

Εφαρμογές

- Εντοπισμός κοιλοτήτων, κενών, φωλεών
- Κατάσταση οπλισμών (ιδίως προεντεταμένων)
- Κατάσταση εφεδράνων
- Πληρότητα ενεμάτων (σωλήνων προεντάσεως, τοιχοποιία), κόλλας (ρωγμές σε στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος)



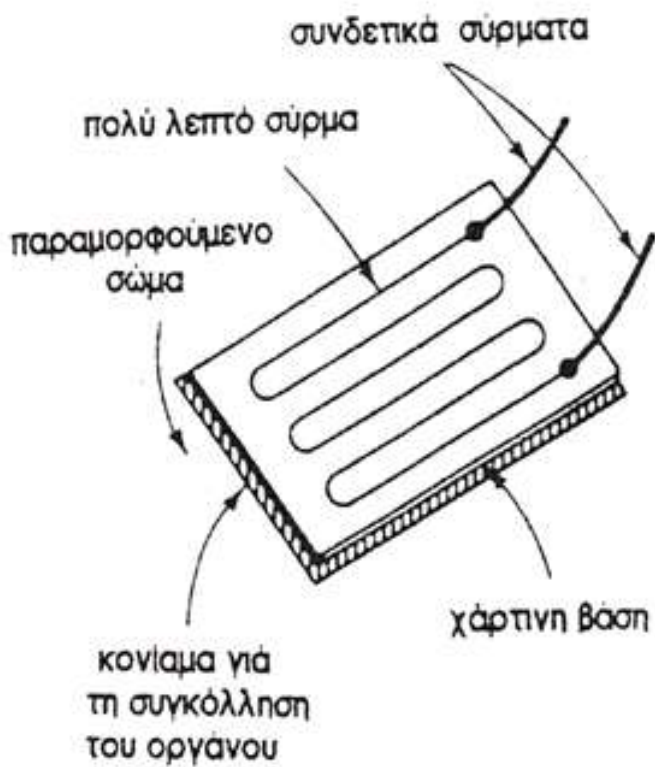
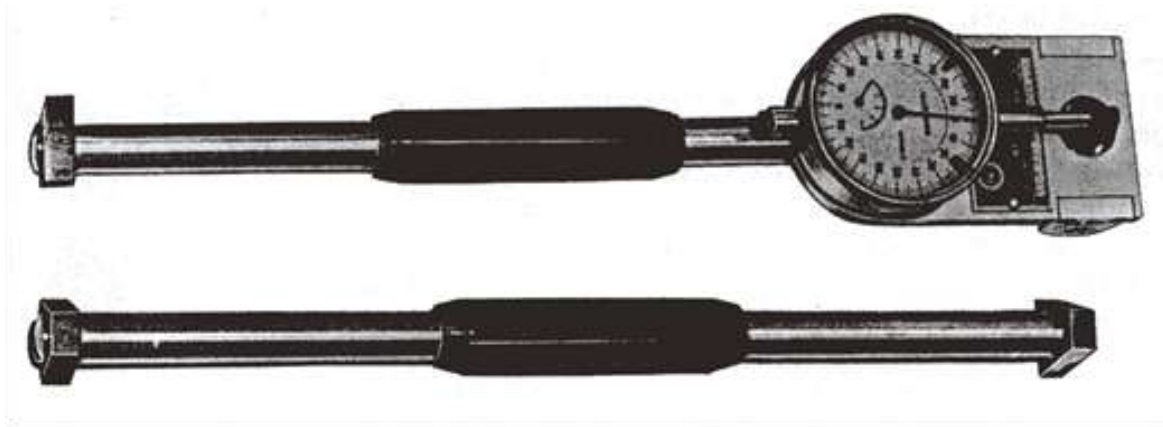


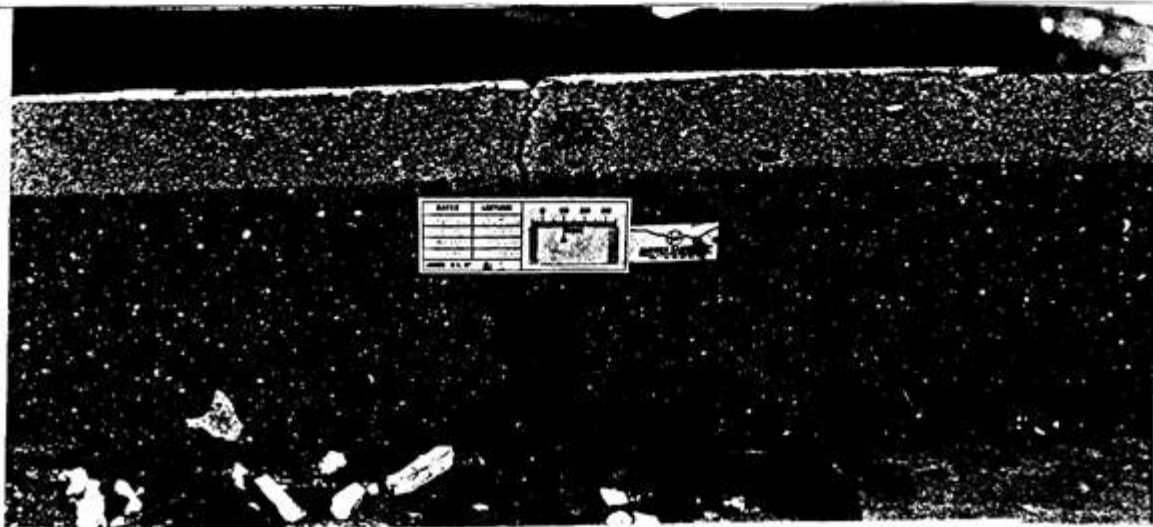
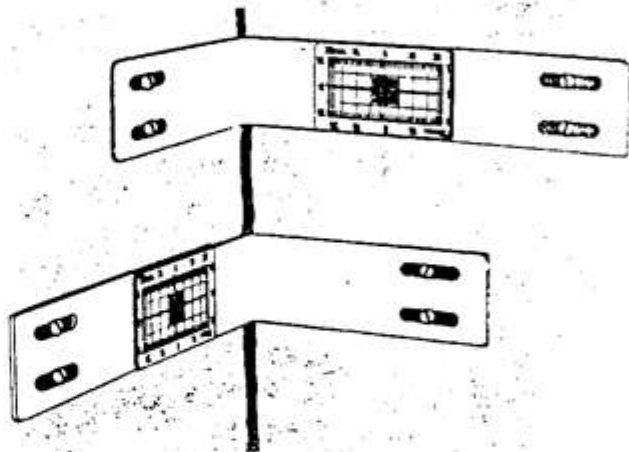
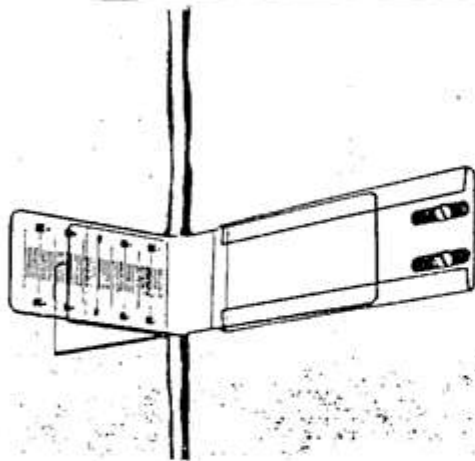
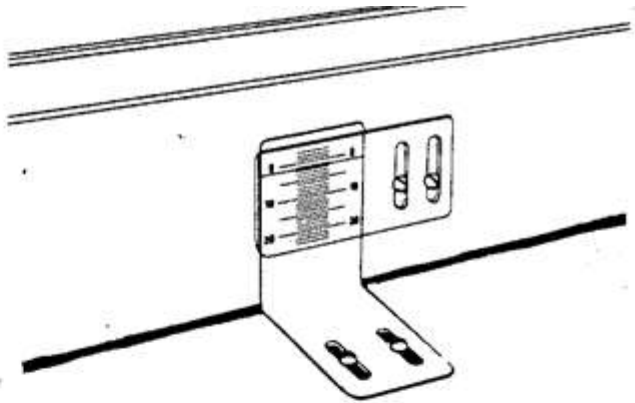
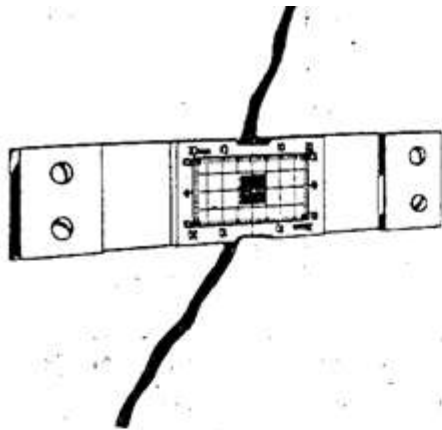
Μέτρηση εύρους ρωγμών – Έλεγχος παραμορφώσεων

- Μη καταστροφική μέθοδος:
 - ακουστικά μηκυνσιόμετρα
 - μηχανικά μηκυνσιόμετρα
 - ηλεκτρικά μηκυνσιόμετρα
 - Μετρητές μετακινήσεων
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία, ξύλο
- Επιτόπου, εργαστήριο

Εφαρμογές :

- Μακροχρόνιες παραμορφώσεις
- Παραμορφώσεις από παροδικά φορτία





Δοκιμαστικές φορτίσεις: στατικές και δυναμικές

- Μη καταστροφική μέθοδος:
 - Στατικές φορτίσεις (άμμος – τσιμέντο, νερό, αποφόρτιση, τοποθέτηση οχημάτων με πλήρη φορτίο),
 - Δυναμικές φορτίσεις (διεγέρτες επιβάλλουν ταλαντώσεις ελεύθερες ή εξηναγκασμένες μικρού έως μεγάλου εύρους)
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία, ξύλο
- Επιτόπου

Εφαρμογές:

- Σύνταξη διαγράμματος φορτίου – μετατοπίσεως
- Παρακολούθηση των δυναμικών χαρακτηριστικών της κατασκευής
- Ενδοτικότητα θεμελίωσης

Μειονεκτήματα:

- Κόστος
- Χρόνος
- Εμπειρία



Δοκιμές χάλυβα

- Ημι-καταστροφική μέθοδος
- Χάλυβας
- Επιτόπου, εργαστήριο

Εφαρμογές:

- Σύνταξη διαγράμματος τάσεων - παραμορφώσεων
- κάμψη - ανάκαμψη
- αναδίπλωση
- χημική ανάλυση
- διάβρωση

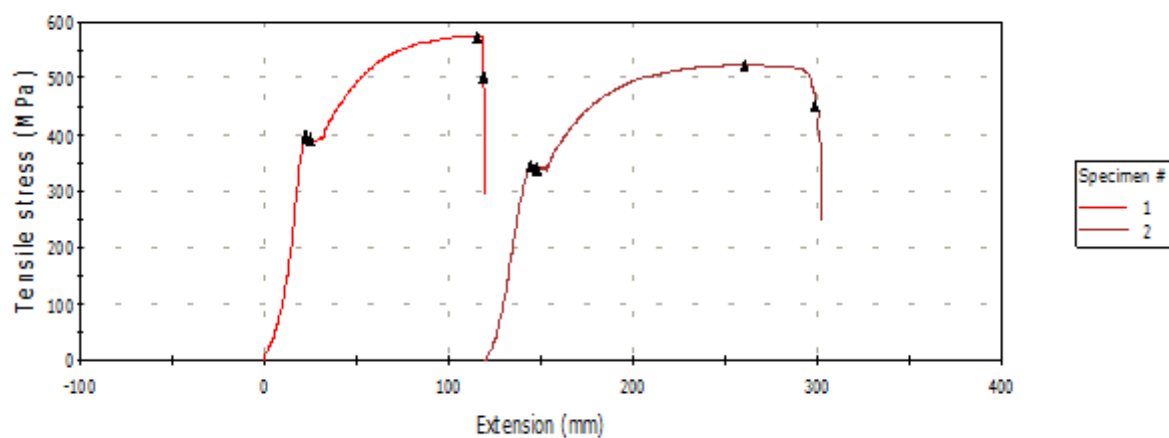
Μειονεκτήματα:

- Λήψη δειγμάτων

Αποτελέσματα δοκιμής εφελκυσμού

α/α	Μάζα ανά μήκος (gr/mm)	Ονομ. διάμετρος (mm)	Ονομ. διατομή (mm ²)	Πραγμ. διατομή (mm ²)	Τάση διαρροής f_y (MPa)	Εφελκυστική αντοχή f_t (MPa)	f_t/f_y	Agt (%)	ϵ_s (%)
1	2,98	Φ22	380	379	399	576	1,44	14,5	27,9
2	4,95	Φ28	616	631	339	522	1,53	17,4	31,4

Specimen 1 to 2



Χημικές αναλύσεις

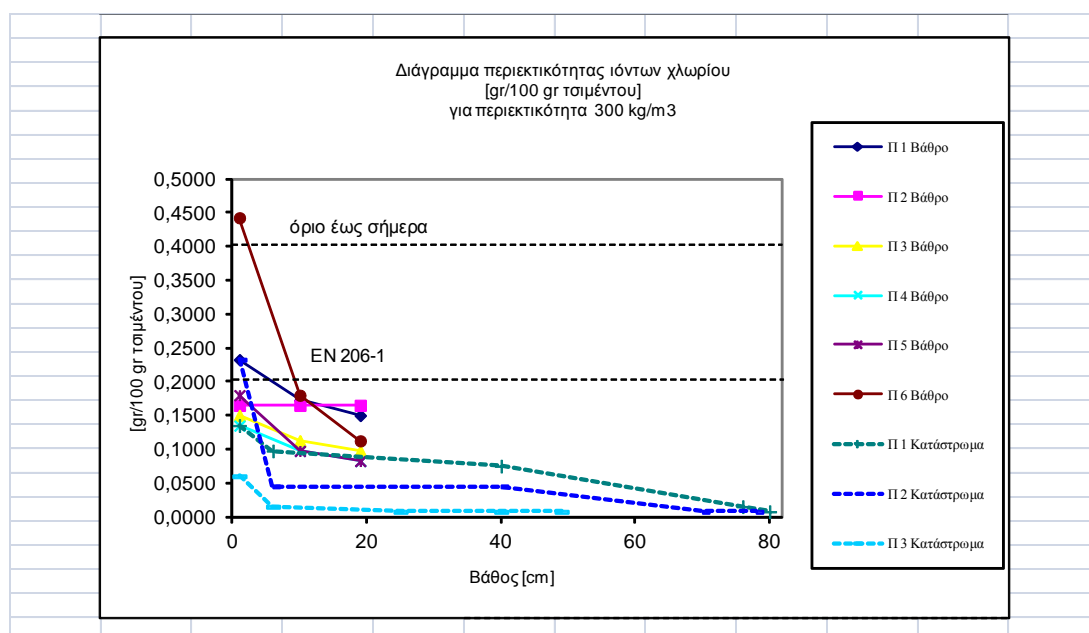
- Ημι-καταστροφική μέθοδος
- Σκυρόδεμα, τοιχοποιία, χάλυβας
- Επιτόπου, εργαστήριο

Εφαρμογές προσδιορισμός:

- Σκυρόδεμα: χλωριόντα
- Τοιχοποιία: SiO_2 , SO_3 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O , K_2O
- Χάλυβας: C, Mn, Si, V

Μειονεκτήματα:

- Λήψη δειγμάτων



Στατιστική Επεξεργασία

Αβεβαιότητες:

- φυσική
- προσομοιώματος
- μεθόδου μετρήσεως
- Εκτίμηση χαρακτηριστικής τιμής (ποσοστιμώριο)
- Διάστημα εμπιστοσύνης

Η ένταση προέρχεται:

- από επιβαλλόμενες δυνάμεις: χαρακτηριστική 5%
- από επιβαλλόμενες παραμορφώσεις: μέσες τιμές (50%) (κράτυνη – υπεραντοχή χάλυβα)

Αναλόγως του επιδιωκόμενου σκοπού:

- Διαστασιολόγηση ή έλεγχος συμμορφώσεως: χαρακτηριστική 5%
- Έλεγχος βλαβών ή μή καταρρεύσεως: μέσες τιμές (50%)

Οι τιμές των βασικών μεταβλητών πρέπει να ανταποκρίνονται κατά το δυνατόν στις πραγματικές επιτόπου τιμές (και όχι στις τιμές σχεδιασμού ή τις χαρακτηριστικές τιμές)

π.χ. Σκυρόδεμα C20/25 έχει τιμή σχεδιασμού $f_{cd}=13,330$ MPa, ενώ η μέση αντοχή του είναι (περίπου) 26,000 MPa (ενώ και τιμές 30,000 MPa δεν είναι απίθανες).

Αξιολόγηση αποτελεσμάτων

Σκυρόδεμα: διαφοροποίηση συμβατικής αντοχής από την αντοχής από αναλυτικές επιτόπου αντοχή. Λόγοι:

- Η σύνθεση του σκυροδέματος
- Η διάστρωση
- Η συντήρηση
- Η ωρίμανση
- Είδος δομικού στοιχείου (πλάκα, δοκός, υποστύλωμα)
- Θέση στο δομικό στοιχείο