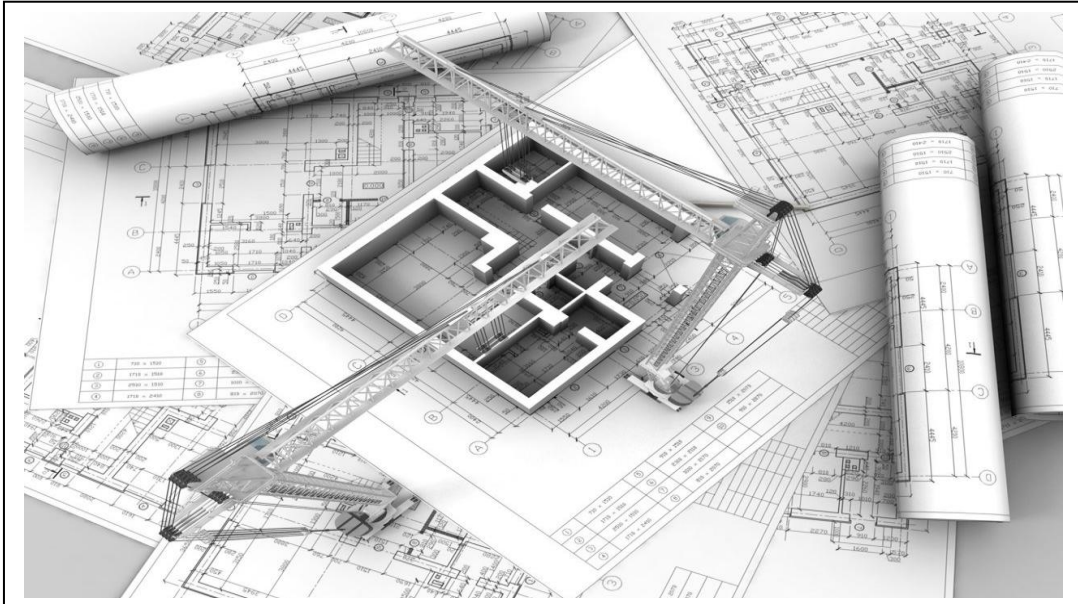




**ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ**  
**ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**  
**ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

**Διπλωματική Εργασία**

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΕ ΔΟΜΙΚΑ ΜΕΛΗ  
ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ**



**Φοιτητές:**

**Ελένη Μπαϊρακτάρη - civ19394261**

**Γεώργιος Μπαϊρακτάρης - civ19394262**

**Επιβλέπων Καθηγητής :**

**Δρ. Κυριαζόπουλος Αντώνιος**

**ΑΘΗΝΑ, ΜΑΙΟΣ 2021**



**UNIVERSITY OF WEST ATTICA  
FACULTY OF ENGINEERING  
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING**

**Diploma Thesis**

**REPAIR AND REINFORCEMENT METHODS ON  
STRUCTURAL MEMBERS OF REINFORCEMENT CONCRETE.  
FINANCIAL INVESTIGATION**

**Students:**

**Eleni Bairaktari - civ19394261**

**Georgios Bairaktaris - civ19394262**

**Supervisor:**

**Dr Kyriazopoulos Antonios**

*Τίτλος*

*Διπλωματικής Εργασίας:*

**ΜΕΘΟΔΟΙ ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΕ ΔΟΜΙΚΑ ΜΕΛΗ  
ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ.  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ**

Η διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι  
Τριμελή Εξεταστική Επιτροπή:

**Αντώνιος Κυριαζόπουλος**

Καθηγητής

Επιβλέπων

**Τριαντ.-Φίλης Κόκκινος**

Αναπληρωτής Καθηγητής

Μέλος

**Νικόλαος Πνευματικός**

Αναπληρωτής Καθηγητής

Μέλος

Απρίλιος 2021, ΑΙΓΑΛΕΩ

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι:


Μπαϊρακτάρη Ελένη του Βασιλείου, με αριθμό μητρώου civ 19394261 και  
Μπαϊρακτάρης Γιώργος του Βασιλείου, με αριθμό μητρώου civ 19364262,


Φοιτητές του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος  
Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνουμε υπεύθυνα ότι:

Είμαστε συγγραφείς της παρούσας διπλωματικής εργασίας με τίτλο "ΜΕΘΟΔΟΙ  
ΕΠΙΣΚΕΥΗΣ ΚΑΙ ΕΝΙΣΧΥΣΗΣ ΣΕ ΔΟΜΙΚΑ ΜΕΛΗ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ. -  
ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΗ ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ " και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχαμε για την  
προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία.  
Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες κάναμε χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων,  
είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη  
αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό,  
συμπεριλαμβανομένων και των πηγών, που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το  
διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνουμε ότι αυτή η εργασία έχει συγγράφει από εμάς  
αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μας, όσο και  
του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μας ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την  
ανάκληση των διπλωμάτων μας».

Οι Δηλούντες

1.  Μπαϊρακτάρη Ελένη

2.  Μπαϊρακτάρης Γ.

**ATHENS, May 2021**

## **Ευχαριστίες**

Με το πέρας της παρούσας διπλωματικής εργασίας μας, νιώθουμε την ανάγκη να ευχαριστήσουμε πρωτίστως τον επιβλέποντα καθηγητή μας κ. Κυριαζόπουλο Αντώνιο για την συμβολή του στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολουθήσαμε, καθώς και για την ανάθεση της εργασίας, όπως επίσης και για την πολύτιμη και συνεχή βοήθεια και καθοδήγησή του καθ' όλη την διάρκεια πραγματοποίησης και συγγραφής της εργασίας.

Παράλληλα, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τις οικογένειες μας και ιδιαιτέρως τα παιδιά μας, για την αγάπη και την συνεχή στήριξή τους, καθώς και όσους στάθηκαν δίπλα μας προσφέροντας την αμέριστη συμπαράστασή τους, σε αυτά τα χρόνια φοίτησής μας.

## Περίληψη

Η εν λόγω διπλωματική εργασία, εξετάζει την επισκευή ενός κτιρίου, και πιο συγκεκριμένα την ενίσχυση τριών υποστυλωμάτων που έχουν υποστεί βλάβη, με την χρήση δύο μεθόδων, ώστε να επιτευχθεί η καλύτερη οικονομική λύση.

Η πρώτη μέθοδος επικεντρώνεται στην επισκευή με εγχυμένο σκυρόδεμα στα τρία υποστυλώματα, ενώ με τη δεύτερη μέθοδο η επισκευή πραγματοποιείται με εκτοξευμένο σκυρόδεμα(gunite).

Από τα αποτελέσματα των μετρήσεων καταλήγουμε σε δύο συμπεράσματα. το πρώτο είναι ότι η διαδικασία με το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα είναι πολύ πιο ακριβή, καθώς απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό και μηχανήματα, ενώ η άλλη επιλογή (με εγχυμένο σκυρόδεμα) ναι μεν είναι αισθητικά και αρχιτεκτονικά καλύτερη αλλά είναι πιο δαπανηρή.

## Abstract

The aim of this dissertation was to examine the repair of a building and more specifically the reinforcement of three damaged columns, using two methods, in order to achieve the best economic solution.

The first method focuses on the repair with injected concrete on the three pillars, while with the second method the repair is carried out with shotcrete (guniting).

From the results of the measurements we come to two conclusions. The first is that the process with shotcrete is much more expensive, as it requires specialized personnel and machinery, while the other option (with injected concrete) is aesthetically and architecturally better, but at a higher cost.

## 1. Εισαγωγή

Κατά την επισκευή μιας κατασκευής ή ενός κτιρίου που έχει υποστεί ζημιές από διάφορες αιτίες όπως είναι για παράδειγμα ο σεισμός επιδιώκεται η αποκατάσταση ή επισκευή του πληττόμενου στοιχείου ή των πληττόμενων στοιχείων με σκοπό την αύξηση της ασφάλειας του κτιρίου. Η ασφάλεια μιας κατασκευής λοιπόν εξασφαλίζεται με την αποκατάσταση ή επισκευή των στοιχείων του φέροντος οργανισμού. Οι μέθοδοι αποκατάστασης και επισκευής διαφέρουν αναλόγως το μέγεθος της ζημιάς και τον αριθμό των πληττόμενων φερόντων στοιχείων. Επίσης για λόγους αισθητικούς αλλά και ψυχολογικούς θεωρείται πρέπον να επισκευάζονται και τυχόν ρωγμές, οι οποίες δεν επηρεάζουν τη στατικότητα του κτιρίου.

Ως εκ τούτου, η επιλογή των μεθόδων επισκευής είναι άμεσα και άρρηκτα συνδεδεμένες με τη μελέτη καθώς και τις υπάρχουσες συνθήκες. Επίσης λαμβάνονται υπόψη οι δυνατότητες επισκευής της πληγείσας περιοχής όπως και η χρονική περίοδο. Ο μελετητής οφείλει να προτείνει λύσεις οι οποίες να είναι πραγματοποιήσιμες και εφικτές τόσο από πλευράς μηχανημάτων και υλικών όσο και από πλευράς εξειδικευμένου προσωπικού. Ο συνδυασμός των ανωτέρων καθώς και η σωστή επιλογή μεθόδων εξασφαλίζει τη καλύτερη οικονομική λύση με γνώμονα την ασφάλεια μιας κατασκευής. Φυσικά, οποιαδήποτε μέθοδος επισκευής επιλεγεί θα πρέπει να ακολουθούνται συγκεκριμένες διαδικασίες ώστε να μην υπάρχουν ατέλειες και κακοτεχνίες. Τέλος, η επιτυχία της αποκατάστασης εξαρτάται επίσης από μικρές λεπτομέρειες οι οποίες θα πρέπει να λαμβάνονται υπόψη.



Κύριο θέμα της παρούσας Διπλωματικής Εργασίας είναι η ενίσχυση ενός τριώροφου κτιρίου σε νησιωτική περιοχή, το οποίο λόγω εγκατάλειψης έχει υποστεί βλάβες κυρίως διάβρωσης των επιχρισμάτων. Ωστόσο, κατόπιν αυτοψίας και μελέτης τρία υποστυλώματα χρήζουν επισκευής. Το κτίριο θα αναβαθμιστεί ενεργειακά, και ποικίλες οικοδομικές εργασίες θα λάβουν μέρος προκειμένου να είναι διαθέσιμο προς χρήση.

Πριν από την παρουσίαση λοιπόν του κυρίου θέματος της εργασίας (κεφάλαιο 5), γίνεται εκτενής αναφορά για την παθολογία των κατασκευών, ποιες βλάβες είθισται να προκύπτουν σε κατασκευές, ποιες επισκευές μπορούν να εφαρμοστούν σε οπλισμένο σκυρόδεμα, τι ενισχύσεις επίσης καθώς και τα υλικά επισκευών και ενισχύσεων.

Αφού παρουσιαστούν εκτενώς τα συγκεκριμένα δεδομένα, παρατίθεται το κυρίως μέρος που αφορά κτιριακή επισκευή. Έπειτα δίδονται προμετρήσεις και ο προϋπολογισμός ήτοι η συνολική δαπάνη για την επισκευή και ενίσχυση στοιχείων του κτιρίου.

## 2. Παθολογία Κατασκευών

### 2.1 Βλάβες σε Υποστυλώματα

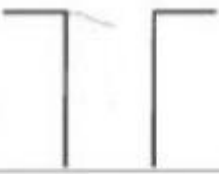


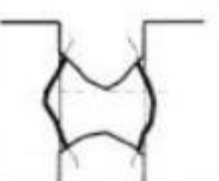
Οι βλάβες σε υποστυλώματα θεωρούνται ως μια από τις πιο συχνές βλάβες ενώ ταυτόχρονα είναι και σοβαρές αφού δύναται να οδηγήσουν σε τμηματική ή και ολική κατάρρευση τους. Τα πιο σημαντικά τμήματα μιας κατασκευής από οπλισμένο σκυρόδεμα είναι τα υποστυλώματα διότι λόγω του ικανοτικού σχεδιασμού θα πρέπει πρώτα να υπάρχει αστοχία των δοκών. Έτσι διαπιστώνει κανείς πως τα υποστυλώματα συνδράμουν στην ομαλή λειτουργία της κατασκευής. Θα πρέπει να τονιστεί ωστόσο πως σε περίπτωση σεισμού, τα υποστυλώματα καταπονούνται περισσότερο από όλα τα φέροντα στοιχεία και υπόκεινται συχνά σε βλάβες. Είναι προφανές πως οι βλάβες αυτές θα πρέπει να ελεγχθούν άμεσα και να επισκευαστούν όσο το δυνατό γρηγορότερα αφού η αμέλεια μπορεί να οδηγήσει σε μερική ή ολική κατάρρευση ενός κτιρίου. Οι βλάβες σε υποστυλώματα διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, συγκεκριμένα<sup>1</sup>:

- 1) Ανάλογα με τον τυπικό βαθμό βλάβης και
- 2) Το χαρακτήρα των βλαβών.

Τα Σχήματα 2.1 και 2.2 απεικονίζουν τους τυπικούς βαθμούς βλάβης σε υποστυλώματα οπλισμένου σκυροδέματος.

---

<sup>1</sup> Νικητόπουλος, Γ. και Σταματόπουλος, Ι. (2012). *Επισκευή και ενίσχυση υποστυλωμάτων με παραδοσιακές μεθόδους*. Εργασία Εξαμήνου. Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. ΑΤΕΙ Πειραιά.

Περιορισμένης απαισιότητας	Ελαφρές βλάβες	A		$d=0$
		B		$d<<$
Επιβαρύνουν την ασφάλεια του συνόλου	Σοβαρές	Γ		$d<1\%$
	Βαρύς	Δ ή Δ/Ε		$d>2\%$ Λυγισμός ή και θραύση ράβδων, άνοιγμα ή και θραύση συνδετήρων

Σχήμα 2. 1: Τυπικοί βαθμοί βλαβών υποστυλωμάτων και δοκών<sup>2</sup> (Πηγή: ΚΑΝ.ΕΠΕ)

Το σχήμα 2.2. περιγράφει τις βλάβες σε υποστυλώματα σύμφωνα με τον Κανονισμό Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ) ΦΕΚ/42/Β/20-12012.

<sup>2</sup> Νικητόπουλος, Γ. και Σταματοπούλος, Ι. (2012). *Επισκευή και ενίσχυση υποστυλωμάτων με παραδοσιακές μεθόδους*. Εργασία Εξαμήνου. Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. ΑΤΕΙ Πειραιά.

Τυπ. Βαθμός	Περιγραφή βλάβης
A	Ελαφρές καμπτικές (καθόλου διατμ.) βλάβες. Απλές, μεμονωμένες ρωγμές περίπου κάθετες στον άξονα του στοιχείου, < 2mm, απουσία λοξών ρωγμών
A/B	Ελαφρές καμπτικές ή διατμητικές βλάβες. 1. Ρωγμές (μάλλον πολλαπλές) περίπου κάθετες στον άξονα του στοιχείου (<2mm), λοξές ρωγμές (<1mm). Απουσία εμφανών μόνιμων μετακινήσεων ή λυγισμού. Απουσία αποφλοιώσης. 2. Μέτριες ρωγμές περίπου κάθετες στον άξονα του στοιχείου (3÷5mm), λοξές ρωγμές (1÷2mm). Απουσία εμφανών μόνιμων μετακινήσεων ή λυγισμού. Μικρή αποφλοιώση.
B	Σοβαρές καμπτικές/μέτριες διατμητικές βλάβες. Ρωγμές περίπου κάθετες στον άξονα του στοιχείου (>5mm), λοξές ρωγμές (<3mm). Απουσία μετακινήσεων ή λυγισμού. Αποφλοιώση.
Γ/Δ	Σοβαρές έως βαριές βλάβες. 1. Καμπτικές. Λυγισμός ράβδων και αποφλοιώση, αποδιοργάνωση πυρήνα ή έντονη διαμπερής ρηγμάτωση, με ολίσθηση, ή μόνιμη μετακίνηση των άκρων 1÷2% l. 2. Διατμητικές. Έντονες λοξές ρωγμές (>3mm), μάλλον πολλαπλές, χιαστί ή απλώς διαγώνιες, μικρές αλλά αισθητές μόνιμες μετακινήσεις των άκρων του στοιχείου.
Δ (ή Δ/Ε)	Πλήρης αστοχία, απώλεια στοιχείου. Λυγισμός ή/και θραύση ράβδων, ή άνοιγμα (ή θραύση) συνδ/ρων, ή ρωγμή >10mm, ή μόνιμη μετακίνηση των άκρων >2% l (συμπεριλαμβανομένης και της ενδεχόμενης ολίσθησης).

Σχήμα 2. 2: Απόσπασμα πίνακα Π1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ

Παρακάτω γίνεται ανάλυση των τύπων βλαβών του πίνακα Π1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Έτσι:

- Βλάβες βαθμού «Α». Αφορούν βλάβες ελαφριές και διακρίνονται μεμονωμένες οριζόντιες ρωγμές έχοντας πάχος μικρότερα από 2mm. Έχουν καμπτικό χαρακτήρα και είθισται να διακρίνονται στη βάση ή την κορυφή του υποστυλώματος. Ωστόσο μπορούν να εντοπιστούν σε άλλες περιοχές όπως αρμούς, σημεία αγκυρώσεων των οπλισμών κλπ.
- Βλάβες βαθμού «Β». Αφορούν βλάβες ελαφριές με τη λογική ότι δεν παρατηρούνται κατά τις μετακινήσεις των κόμβων. Στις βλάβες «Β» υπάρχει αύξηση του αριθμού και του μεγέθους των καμπτικών ρωγμών λόγω της υπέρβασης του ορίου διαρροής του χάλυβα σε εφελκυσμό.
- Βλάβες βαθμού «Γ». Οι βλάβες αυτές αφορούν ρωγμές σοβαρές και έχουν χιαστί σχηματισμό λόγω της αντιστροφής της σεισμικής δράσης. Είναι

διατμητικές ρωγμές και στην περιοχή παρατηρείται τοπική αποδιοργάνωση του σκυροδέματος λόγω θλίψης ή και διάτμησης.

- Βλάβες βαθμού «Δ». Οι βλάβες αυτές αφορούν βαριές ρωγμές και στην περιοχή της βλάβης υπάρχει πλήρης αποδιοργάνωση του σκυροδέματος με συχνό το φαινόμενο της αποτίναξης. Ο σπλισμός (διαμήκης) έχει λυγίσει ενώ παρατηρείται και διαρροή ή θραύση των συνδετήρων. Οι οριζόντιες και κατακόρυφες μετακινήσεις χαρακτηρίζονται ως μεγάλες.

Εν συνεχεία, οι βλάβες με καμπτικό χαρακτήρα είθισται να διακρίνονται στη βάση και την κορυφή των υποστυλωμάτων. Γενικά, παρατηρούνται όπου υπάρχουν μεγαλύτερες καμπτικές εντάσεις. Ωστόσο σε περίπτωση που υπάρχουν μικρά αξονικά φορτία, οι βλάβες που εμφανίζονται έχουν μορφή οριζόντιας καμπτικής ρωγμής λόγω υπέρβασης το ορίου διαρροής του χάλυβα λόγω εφελκυσμού. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει καμπτική αστοχία υποστυλώματος.



Σχήμα 2. 3: Καμπτική αστοχία υποστυλώματος (Πηγή: <http://ecourses.dbnet.ntua.gr/9421.html>)

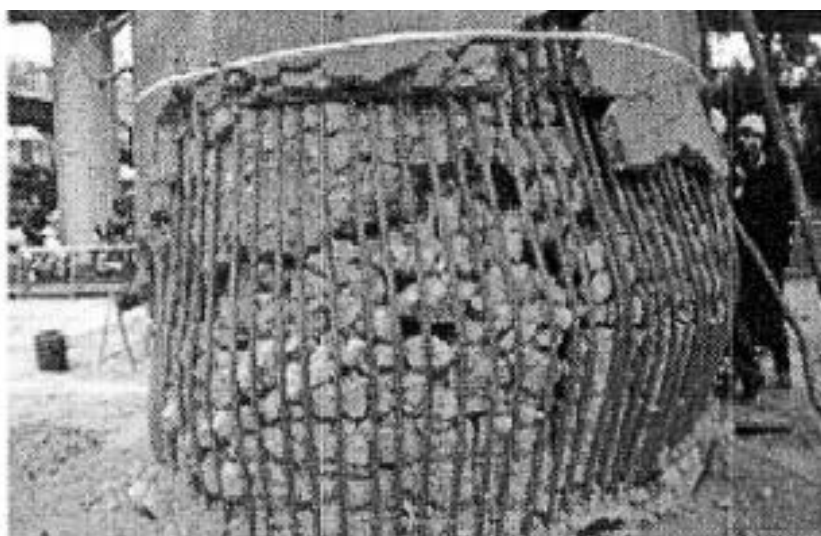
Από την άλλη, οι βλάβες με διατμητικό χαρακτήρα παρατηρούνται σε περιοχές με μεγαλύτερη διατμητική αδυναμία κυρίως στη μέση του υποστυλώματος. Οι βλάβες είναι σοβαρές αφού έχουν ψαθυρή μορφή. Έχουν λοξές ρωγμές με αντίστροφη

φορά. Είθισται να προκαλούνται από τη χαμηλή ποιότητα του σκυροδέματος και την έλλειψη διατμητικού οπλισμού.



Σχήμα 2. 4: Διατμητική αστοχία υποστυλώματος (Πηγή: <http://ecourses.dbnet.ntua.gr/9420.html> )

Εν συνεχεία υπάρχουν οι βλάβες με καμπτοδιατμητικό χαρακτήρα όπου παρατηρείται σύγχρονη δράση κάμψης και διάτμησης στο υποστύλωμα. Το αποτέλεσμα είναι να διογκώνεται το σκυρόδεμα, υπάρχει διαρροή ή θραύση των συνδετήρων της περιοχής και ενίοτε λυγισμός των διαμήκων ράβδων. Οι βλάβες αυτές οφείλονται σε ανεπαρκή διάσταση της διατομής, έλλειψη περίσφιξης, χαμηλή ποιότητα σκυροδέματος ή και συνδυασμός των παραπάνω. Η βλάβη αυτή συνεπάγεται σημαντική μείωση της ακαμψίας του υποστυλώματος και έτσι τα κατακόρυφα φορτία δεν δύναται να μεταφερθούν.



Σχήμα 2. 5: Καμπτοδιατμητική αστοχία με σύνθλιψη (Πηγή: Νικητόπουλος και Σταματόπουλος, 2012)



## 2.2 Βλάβες σε Κόμβους Δοκών – Υποστυλωμάτων

Οι βλάβες μεταξύ κόμβων δοκών και υποστυλωμάτων οφείλονται στους παρακάτω εξής λόγους<sup>3</sup>:

- Η απουσία σχεδιασμού στους κόμβους λόγω της ανεπάρκειας ή ακόμη και έλλειψης παλαιότερων κατασκευών. Η κακή σκυροδέτηση ή ακόμη και η λανθασμένη συμπύκνωση του σκυροδέματος λόγω του ότι οι κόμβοι ανήκουν σε μια περιοχή συνωστισμού εξαιρετικά πολλών οπλισμών.
- Η έλλειψη συνδετήρων με αποτέλεσμα το λυγισμό των διαμήκων ράβδων των υποστυλωμάτων, την αποφλοιώση του σκυροδέματος, τη διατμητική αστοχία του κόμβου.
- Το ανεπαρκές μήκος αγκύρωσης των διαμήκων ραβδών δοκών με συνέπεια την απώλεια πρόσφυσης αυτών με αποτέλεσμα να επιδρά αρνητικά στην δυσκαμψία, στην αντοχή και την απορρόφηση ενέργειας κατά την ανακυκλιζόμενη φόρτιση.
- Το ανεπαρκές μήκος μάτισης διαμήκων ράβδων και μήκος αγκύρωσης των υποστυλωμάτων με συνέπεια την ολίσθηση αυτών καθώς και την εμφάνιση πλαστικών αρθρώσεων στις άκρες των υποστυλωμάτων.

Στην παρακάτω εικόνα απεικονίζεται ο μέγιστος βαθμός βλάβης που έχει υποστεί ένας εξωτερικός κόμβος σε μια κατοικία δύο ορόφων. Όπως κανείς μπορεί να διακρίνει, ο κόμβος έχει συντριβεί εντελώς και συγκεκριμένα το υποστύλωμα έχει αποκολληθεί από τις συντρέχουσες δοκούς ήτοι έχει καταστραφεί η όλη σύνδεση. Εν συνεχεία, διακρίνεται ότι υπάρχει απουσία συνδετήρων στις κρίσιμες περιοχές των δοκών και του υποστυλώματος γύρω από την περιοχή του κόμβου. Η συντριβή ίσως και να οφείλεται και στο λύγισμα των διαμήκων ραβδών οπλισμού του υποστυλώματος.

---

<sup>3</sup> Γαρυφαλής, Α. (2000). *Βλάβες σε κόμβους οπλισμένου σκυροδέματος, αίτια εμφάνισης αυτών και μέθοδοι αποκατάστασης και ενίσχυσης των αντοχών τους*. 6<sup>ο</sup> Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών 2000, Εργασία Νο. 18. Πολυτεχνείο Πάτρας. Πάτρα.



Σχήμα 2. 6: Βλάβη κόμβου μεταξύ υποστυλώματος και συντρέχουσες δοκούς<sup>4</sup>

Οι κόμβοι γενικά επηρεάζονται από τη διάτμηση. Από μελέτη που πραγματοποιήθηκε για τους κόμβους οι οποίοι υποβλήθηκαν σε πλευρική φόρτιση διαπιστώθηκαν τα εξής<sup>5</sup>:

- Η θλιπτική δύναμη του σκυροδέματος, ο οπλισμός της δοκού, οι συνδετήρες του κόμβου, η επίπεδη γεωμετρία του κόμβου, η μη επίπεδη γεωμετρία κόμβου και η εκκεντρότητα στον κόμβο αφορούν τις πιο σημαντικές παραμέτρους σε σχέση με άλλες για τον προσδιορισμό της διατμητικής αντοχής του κόμβου.
- Το αξονικό φορτίο αφορά τη πιο σημαντική παράμετρο προσδιορισμού της διατμητικής δύναμης που αναπτύσσονται στον κόμβο.
- Αύξηση των τιμών των παραμέτρων θλιπτική δύναμη σκυροδέματος, ο οπλισμός της δοκού, η επίπεδη γεωμετρία του κόμβου και η μη επίπεδη γεωμετρία του κόμβου οδηγεί στην αύξηση της διατμητικής τάσης και διατμητικής παραμόρφωσης το κόμβου. Η αύξηση των συνδετήρων στον

<sup>4</sup> Γαρυφαλής, Α. (2000). *Βλάβες σε κόμβους οπλισμένου σκυροδέματος, αίτια εμφάνισης αυτών και μέθοδοι αποκατάστασης και ενίσχυσης των αντοχών τους*. 6<sup>ο</sup> Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών 2000, Εργασία Νο. 18. Πολυτεχνείο Πάτρας. Πάτρα.

<sup>5</sup> Kim, J. & La Fave, J. (2008). *Joint shear behavior prediction in RC beam-column connections subjected to seismic lateral loading*. Proceedings of the 14<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering, October 12-17, 2008, Beijing, China.



κόμβο αυξάνει τη διατμητική ακαμψία του ενώ αύξηση της εκκεντρότητας στον κόμβο μειώνει τη διατμητική ακαμψία.

Παρακάτω δίδονται εικόνες από αστοχίες μεταξύ υποστυλωμάτων και δοκών (σε κόμβους)<sup>6</sup>.



Σχήμα 2. 7: Αστοχία εξωτερικού κόμβου και πρακτική απόλεια στήριξης



Σχήμα 2. 8: Αστοχία κόμβου και απόλεια περίσφιξης συνδετήρων λόγω τοποθέτησης υδρορροής εντός του υποστυλώματος

---

<sup>6</sup> Γιαννόπουλος, Ι. (2005). Βλάβες από το Σεισμό της Αθήνας 1999. Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ.

### 2.3 Βλάβες σε Τοιχώματα

Τα τοιχία αποτελούν σπουδαίο στοιχείο αφού αποτελούν φέρων στοιχείο μιας κατασκευής και συμπληρώνουν το σκελετό. Η οποιαδήποτε βλάβη σε τοιχία θα πρέπει να ελέγχεται ενδελεχώς αφού θεωρείται επικίνδυνη. Η βλάβη σε τοιχία επηρεάζει την ασφάλεια όλης της κατασκευής. Οι βλάβες είθισται να εμφανίζονται έπειτα από έναν ισχυρό σεισμό. Οι βλάβες που εμφανίζονται σε τοιχία έχουν διατμητική και καμπτική μορφή ωστόσο οι διατμητικές βλάβες είναι συχνότερες σε περίπτωση σεισμού και πιο επικίνδυνες λόγω του ότι αφορούν ψαθυρή αστοχία. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει μια διατμητική βλάβη που εμφανίζεται συχνά και θεωρείται επικίνδυνη.



Σχήμα 2. 9: Διατμητική βλάβη τοιχίων (Πηγή: [http://teicm.panagop.com/files/ferousa/yliko/Sarigianni/7o\\_Mathima.pdf](http://teicm.panagop.com/files/ferousa/yliko/Sarigianni/7o_Mathima.pdf))

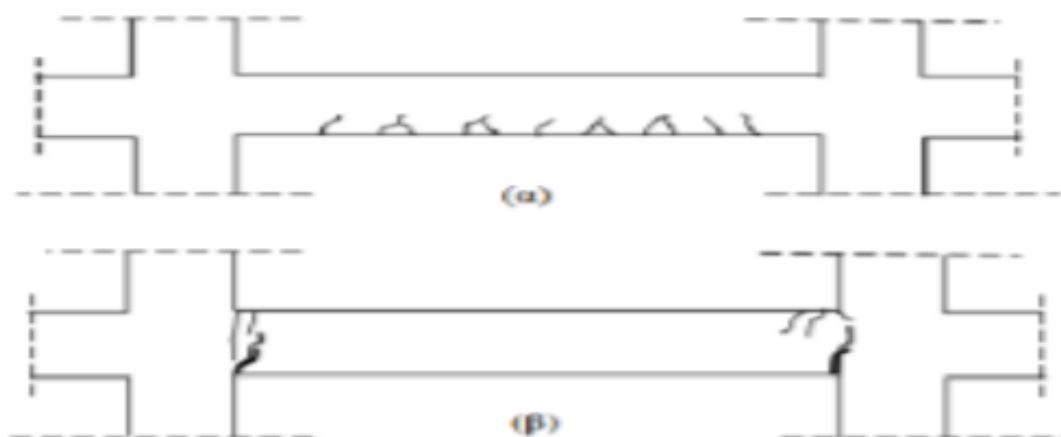
Τα αίτια των βλαβών στα τοιχία μπορεί να είναι ενδογενή και εξωγενή. Οι ενδογενής βλάβες οφείλονται στα υλικά της τοιχοποιίας, σε λανθασμένη μελέτη ή κατασκευή. Από την άλλη, οι εξωγενής βλάβες οφείλονται σε τυχηματικές δράσεις όπως για παράδειγμα σεισμό ή φωτιά. Είναι πιο σπάνιες σε σχέση με τις ενδογενής βλάβες ωστόσο έχουν έντονη εκδήλωση σε περιβαλλοντικές δράσεις. Άλλες αιτίες βλαβών μπορεί να οφείλονται στο έδαφος όπως για παράδειγμα καθίζηση του εδάφους<sup>7</sup>.

---

<sup>7</sup> Σαρριγιάννη, Α. (2020). *Βλάβες Τοιχοποιίας*. Διδακτικές Σημειώσεις. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. ΕΜΠ. Αθήνα.

## 2.4 Βλάβες σε Δοκούς

Οι βλάβες που δύναται να παρουσιαστούν στις δοκούς ενός κτιρίου ή μιας κατασκευής είναι και αυτές συχνές και μπορεί να προέλθουν από σεισμό ή από κατακόρυφα φορτία. Οι βλάβες σε δοκούς είναι σημαντικές αλλά λιγότερο επικίνδυνες όσον αφορά στην ευστάθεια μιας κατασκευής. Οι βλάβες σε δοκούς διακρίνονται σε καμπτικές και διατμητικές. Ο συχνότερος τύπος βλαβών που εμφανίζονται είναι οι εγκάρσιες καμπτικές ρωγμές και παρατηρούνται έπειτα από το φαινόμενο του σεισμού. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει καμπτικές βλάβες στις δοκούς στο εφελκόμενο πέλμα (α) και στο άνω πέλμα και ολίσθηση των οπλισμών στο κάτω (β)<sup>8</sup>.



Σχήμα 2. 10: Καμπτικές βλάβες στις δοκούς<sup>9</sup>

Οι διατμητικές βλάβες σε δοκούς παρατηρούνται μετά από ισχυρό σεισμό και είναι σοβαρής μορφής. Εμφανίζονται σε περιοχές στήριξης των δοκών και δεν προτιμούνται αφού οι βλάβες αυτές είναι ανεπιθύμητες λόγω της ψαθυρής αστοχίας που προκαλούν. Ωστόσο, οι αντισεισμικοί κανονισμοί προβλέπουν τις αστοχίες αυτές αφού υπολογίζονται οι μέγιστες ροπές που δύναται να αναπτυχθούν στα άκρα των δοκών. Οι διατμητικές βλάβες μπορούν επίσης να εμφανιστούν λόγω εφαρμογής συγκεντρωμένων φορτίων σε ένα σημείο όπως είναι για παράδειγμα τα φυτευτά υποστυλώματα ή οι δευτερεύουσες δοκοί. Οι

<sup>8</sup> Μανίκας, Π. (2018). *Βλάβες σε δομικά και μη δομικά στοιχεία από σεισμό. Τύποι και παράγοντες που επηρεάζουν τα κτίρια*. Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών και Κρίσεων. ΕΚΠΑ. Αθήνα.

<sup>9</sup> Δρίτσος, Η. (2005). *Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα*. 3<sup>η</sup> έκδοση Πανεπιστήμιο Πατρών. Πάτρα.

συγκεκριμένες βλάβες εμφανίζονται λόγω έλλειψης διατμητικού οπλισμού και ανάρτησης<sup>10</sup>. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει διατμητική αστοχία δοκού.



Σχήμα 2. 11: Διατμητική αστοχία δοκού<sup>11</sup>

## 2.5 Βλάβες σε Πλάκες

Οι βλάβες σε πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος και γενικά των οριζόντιων επιφανειών σε ένα κτίριο έχουν δευτερεύουσα σημασία διότι η ευστάθεια της κατασκευής δεν επηρεάζεται. Οι πλάκες είναι δομικά στοιχεία τα οποία δεν επηρεάζονται από σεισμικές δράσεις και αφορούν βλάβες από επέκταση των βλαβών σε άλλα επιμέρους δομικά στοιχεία. Για παράδειγμα, έπειτα από ένα σεισμό λόγω της συνεργασίας δοκών και πλακών είθισται να εμφανίζονται εγκάρσιες ρωγμές στην πλάκα λόγω καμπτικών ρηγματώσεων στις στηρίξεις των δοκών. Ωστόσο δύναται να εμφανιστούν και σοβαρότερες βλάβες αποτέλεσμα καθίζησης υποστυλωμάτων, βλάβες γειτονικών δοκών και ρηγματώσεις τοιχοπληρώσεων. Σημαντική βλάβη που μπορεί να προκύψει είναι η αστοχία της πλάκας σε διάτρηση. Αυτό προκύπτει συνήθως όταν η πλάκα εδράζεται απευθείας σε υποστύλωμα χωρίς τη συμβολή των δοκών για αυτό και αποφεύγεται η διάταξη αυτή<sup>12</sup>. Η παρακάτω εικόνα παρουσιάζει αστοχία πλάκας λόγω διάτρησης.

<sup>10</sup> Μανίκας, Π. (2018). *Βλάβες σε δομικά και μη δομικά στοιχεία από σεισμό. Τύποι και παράγοντες που επηρεάζουν τα κτίρια*. Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών και Κρίσεων. ΕΚΠΑ. Αθήνα.

<sup>11</sup> Δρίτσος, Η.. (2005). *Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα*. 3<sup>η</sup> έκδοση Πανεπιστήμιο Πατρών. Πάτρα.

<sup>12</sup> Δρίτσος, Η.. (2005). *Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα*. 3<sup>η</sup> έκδοση Πανεπιστήμιο Πατρών. Πάτρα.



Σχήμα 2. 12: Αστοχία λόγω διάτρησης στο Piper's Row Car Park, Wolverhampton, UK<sup>13</sup>

## 2.6 Αίτια Φθοράς Κτιρίων

Τα κύρια αίτια φθοράς κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα αφορούν κυρίως τις κλιματολογικές συνθήκες που επικρατούν σε κάθε περιοχή, το χρόνο, τις περιβαλλοντικές επιδράσεις, την ποιότητα του εδάφους καθώς και τα καιρικά φαινόμενα. Άλλα αίτια τα οποία επηρεάζουν άμεσα την παθολογία μιας κατασκευής είναι οι εξωτερικές επιδράσεις όπως είναι οι σεισμοί, η έλλειψη συντήρησης και η μη επισκευή βλαβών. Ακόμη ο συνδυασμός των προαναφερθέντων και η παράμετρος του χρόνου αποτελεί ένα ακόμη αίτιο φθοράς κτιρίων<sup>14</sup>. Άλλοι παράγοντες είναι η ελλατωματική ποιότητα των υλικών δόμησης, η άσχημη ποιότητα του κτίσματος, η ελλιπής σύλληψη του συνόλου και η έλλειψη

<sup>13</sup> <https://civildigital.com/punching-shear-punching-shear-flat-slabs/>

<sup>14</sup> Σταυρανίδου, Ε. (2018). *Αποτίμηση και Ενίσχυση Κατασκευής από Οπλισμένο Σκυρόδεμα*. Πτυχιακή Διατριβή. Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου.

σχεδιασμού, η απουσία συντήρησης και η προσθήκη διαφόρων στοιχείων καθ' ύψος ή οριζοντίως χωρίς στοιχειώδη μελέτη<sup>15</sup>.

## 2.7 Ρωγμές

Οι ρωγμές αποτελούν ένα άρρηκτα συνδεδεμένο κομμάτι των κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα, εφόσον είναι τα εμφανή αποτελέσματα της παραμορφωσιμότητας ενός φορέα. Γενικά η ρηγμάτωση είναι σύμφυτη με τις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα λόγω της μικρής εφελκυστικής αντοχής. Θα πρέπει να τονιστεί πως η εμφάνιση ρωγμών ενίοτε αποτελούν ένδειξη στατικής ανεπάρκειας του φορέα και θα πρέπει να εφαρμοστούν τεχνικές ενίσχυσης του φέροντος στοιχείου και επιδιόρθωση<sup>16</sup>.

### 2.7.1 Συστολή Ξήρανσης Σκυροδέματος

Η συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος αποτελεί ένα φυσικό φαινόμενο το οποίο δεν προκαλεί πρόβλημα στην ποιότητα του σκυροδέματος. Ωστόσο, όταν η συστολή ξήρανσης εισέρχεται στην περιοχή ακλόνητων στοιχείων όπως είναι για παράδειγμα τα υποστυλώματα, τα τοιχεία κλπ. τότε ενδέχεται να υπάρξει πρόβλημα. Η εισχώρηση αυτή προκύπτει όταν η συστολή ξήρανσης είναι παρεμποδιζόμενη ήτοι αναπτύσσονται εφελκυστικές τάσεις στο σκυρόδεμα. Όταν οι τάσεις αυτές υπερβούν την εφελκυστική αντοχή τότε δημιουργούνται ρωγμές. Έτσι, το πρόβλημα προκύπτει όχι από τη συστολή ξήρανσης του σκυροδέματος αλλά από την εκδήλωση ρηγματώσεων λόγω συστολής ξήρανσης<sup>17</sup>.

### 2.7.2 Διάβρωση των Ράβδων Οπλισμού του Σκυροδέματος

Η διάβρωση των ράβδων οπλισμού του σκυροδέματος οφείλεται κυρίως στο πάχος των επικαλύψεων το σκυροδέματος, στην κακή ποιότητα του σκυροδέματος, στο πορώδες της μάζας του σκυροδέματος ήτοι κακή συμπύκνωση για την αποφυγή

---

<sup>15</sup> Μίλτων, Δ. (2009). *Μέθοδοι και υλικά αποκατάστασης και ενίσχυσης διατηρητέων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία*. Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΙΤΣΚΑΚ). Θεσσαλονίκη.

<sup>16</sup> Δρίτσος, Σ. (2007). *Ενισχύσεις/Επισκευές Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Διαδικασίες – Τεχνικές και Διαστασιολόγηση*. 3<sup>η</sup> Εκδ. Πανεπιστήμιο Πατρών.

<sup>17</sup> Αναγνωστόπουλος, Π. (2020). *Ο ρόλος της συστολής ξήρανσης του σκυροδέματος στην κατασκευή πλακών επί εδάφους*. Τεχνολογία Σκυροδέματος. Αρχιμήδης. Διαθέσιμο στο URL: <https://www.e-archimedes.gr/fag/item/28>- Ημερ. Πρόσβασης: 04/09/2020



κενών, στο λόγο του νερού προς το τσιμέντο (ν/τ) ο οποίος λόγος καθορίζει τη στερεότητα του ιστού του τσιμεντοπολτού<sup>18</sup>.

### 2.7.3 Θερμοκρασιακές Μεταβολές

Οι θερμοκρασιακές μεταβολές είθισται να προκαλούν ακίνδυνες ρωγμές και επισκευάζονται μόνο για αισθητικούς λόγους. Οι εφελκυστικές παραμορφώσεις συναντώνται κυρίως σε κατασκευές μεγάλες. Η αύξηση της θερμοκρασίας του σκυροδέματος κατά τη διάρκεια της ενυδάτωσης του τσιμεντοπολτού. Ήτοι έπειτα από μερικές μέρες κατόπιν της σκυροδέτησης παρατηρούνται εφελκυστικές παραμορφώσεις και ως συνέπεια ρηγματώση λόγω διαφοράς θερμοκρασίας των εξωτερικών επιφανειών που είναι ψυχρότερες σε σχέση με το εσωτερικό των στοιχείων που είναι θερμότερο. Το μέγεθος των ρηγματώσεων εξαρτάται από το βαθμό περιορισμού των παραμορφώσεων της κατασκευής, το μέτρο ελαστικότητας του σκυροδέματος, το συντελεστή θερμικής διαστολής, την αύξηση της θερμοκρασίας λόγω ενυδάτωσης και τη χαλάρωση των τάσεων λόγω ερπυσμού. Προκειμένου να περιοριστούν οι τάσεις, θα πρέπει να περιοριστεί η θερμοκρασιακή μεταβολή η οποία μπορεί να επιτευχθεί με την πρόψυξη του σκυροδέματος με κρύα αδρανή κατά τη διαδικασία της σκυροδέτησης όπως και επίσης αποκατάσταση του τσιμέντου με ποζολάνες<sup>19</sup>.

### 2.7.4 Αυξημένα Εξωτερικά Φορτία

Η ρηγματώση στο σκυρόδεμα μπορεί να προκληθεί από αυξημένα εξωτερικά φορτία ήτοι να αυξηθεί επιπλέον η εξωτερική φόρτιση με αποτέλεσμα να προκληθούν ρηγματώσεις στο στοιχείο. Οι ρηγματώσεις δύναται να είναι απλές ωστόσο μπορεί να είναι και επικίνδυνες και σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να παρακολουθούνται.

---

<sup>18</sup> Φαρδής, Μ. (2008). *Μαθήματα οπλισμένου σκυροδέματος III*.

<sup>19</sup> Τριανταφύλλου, Α. *Δομικά Υλικά – Τεχνικές Διαστασιολόγησης*. 7<sup>η</sup> Έκδ. Πάτρα.

### 2.7.5 Μη Επαρκής Συνάφεια Χάλυβα-Σκυροδέματος

Υπάρχουν περιπτώσεις όπου υπάρχει έλλειψη συνάφειας μεταξύ του χάλυβα και του σκυροδέματος. Σε τέτοιες περιπτώσεις είθισται να εμφανίζονται ρωγμές μεγάλου πλάτους στην περιοχή της συνάφειας κυρίως στις παρειές.

### 2.7.6 Ανεπαρκής Διάρκεια Συντήρησης του Σκυροδέματος και Τελείωμα

Κατά την περίπτωση αυτή, εμφανίζονται τριχοειδείς ρωγμές μικρού μήκους και πολύ μικρού βάθους. Οι ρωγμές αυτές δημιουργούνται στην εξωτερική επιφάνεια του σκυροδέματος αφού είναι πλουσιότερα σε νερό σε σύγκριση με την εσωτερική επιφάνεια. Η εμφάνιση των ρωγμών παρατηρείται μερικές εβδομάδες μετά τη σκυροδέτηση και γίνεται πιο εμφανείς όταν η επιφάνεια διαβρέχεται<sup>20</sup>.

### 2.7.7 Επιρροή Χρόνου και Ελλιπής Συντήρηση

Με το πέρασμα των ετών το σκυρόδεμα εμφανίζει προβλήματα λόγω του ότι είναι ένα μεταποιημένο υλικό. Ήτοι το σκυρόδεμα διαθέτει περίσσεια ενέργεια σε σύγκριση με την αρχική του κατάσταση ως αδρανές υλικό και προσπαθεί να ισορροπήσει στο περιβάλλον. Ο μέγιστος χρόνος ζωής του σκυροδέματος είναι τα 100 χρόνια περίπου. Ωστόσο θεωρήσεις αναφέρουν πως ο χρόνος αυτός θα πρέπει να είναι τα 8<sup>ο</sup> ή ακόμα και τα 60 έτη. Οι πολιτικοί μηχανικοί είθισται να σχεδιάζουν τις κατασκευές για 50, ωστόσο για να είναι αυτό εφικτό θα πρέπει η κατασκευή να συντηρείται ώστε να διατηρείται η αντοχή του σκυροδέματος και γενικά όλης της κατασκευής<sup>21</sup>.

### 2.7.8 Πλαστική Συστολή

Η πλαστική συστολή αφορά ένα φαινόμενο το οποίο σχετίζεται με την απότομη αρχική ξήρανση. Οι ρηγματώσεις που εμφανίζονται λόγω της πλαστικής συστολής οφείλονται στις παραμορφώσεις συστολής και συγκεκριμένα στη ξήρανση των επιφανειακών στρωμάτων του σκυροδέματος. Έτσι η ξήρανση των επιφανειακών

---

<sup>20</sup> Τριανταφύλλου, Α. *Δομικά Υλικά – Τεχνικές Διαστασιολόγησης*. 7<sup>η</sup> Έκδ. Πάτρα.

<sup>21</sup> Κυριάκου, Π. (2016). *Ενίσχυση κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα*. Πτυχιακή Διατριβή. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας. Κύπρος.



στρωμάτων συστέλλονται και τα εσωτερικά στρώματα δε συστέλλονται με αποτέλεσμα να προκαλούνται παραμορφώσεις<sup>22</sup>.

## 2.8 Νερό Και Άνεμος

Τόσο το νερό όσο και ο άνεμος συμβάλλουν στη φθορά του σκυροδέματος και την πρόκληση ρηγμάτων στα δομικά στοιχεία μιας κατασκευής. Πιο συγκεκριμένα, το νερό είναι εκείνο το στοιχείο που ελέγχει την ενυδάτωση, τη μεταφορά, την κρυστάλλωση καθώς και την ανακρυστάλλωση των αλάτων τα οποία δύναται να προκαλέσουν τη δημιουργία στεγανών στρωμάτων στην επιφάνεια. Τα στρώματα αυτά δημιουργούν δυσάρεστα αποτελέσματα ήτοι φθορά στα δομικά υλικά. Εν συνεχεία, η συνεχής έκθεση κατασκευών στον άνεμο και στην αμμοβολή φθείρει το σκυρόδεμα ενώ το διοξείδιο του άνθρακα και του πυριτίου, χημικές ενώσεις που υπάρχουν στην ατμόσφαιρα, δημιουργούν χημικές φθορές στα δομικά υλικά<sup>23</sup>.

## 2.9 Σεισμοί και Δονήσεις

Οι σεισμοί και οι δονήσεις του εδάφους λόγω σεισμικής κίνησης μπορεί να προκαλέσει αστοχία μιας κατασκευής ή ακόμη και ολική καταστροφή. Η ανάπτυξη βλαβών σε μια κατασκευή μετά από ένα σεισμό δεν οφείλεται μόνο από τη σεισμική φόρτιση αλλά από συνδυασμό και άλλων φορτικών καταστάσεων που υφίστατο ένα κτίριο σε σεισμό. Έτσι, μετά από έναν σεισμό είναι μείζονος σημασίας να καταγράφονται οι βλάβες και η έκτασή τους ώστε να παρακολουθείται η πρόοδος τους και φυσικά να προβούν σε επισκευές<sup>24</sup>.

## 2.10 Καθίζηση του Σκυροδέματος

Το σκυρόδεμα αποτελεί συνθετικό υλικό και έχει την τάση να υπόκειται καθίζηση έπειτα από τη συμπύκνωση του αφού παραμένει σε πλαστική κατάσταση. Η κατακόρυφη μετακίνηση του σκυροδέματος εξαρτάται από το βαθμό συμπύκνωσης, το χρόνο που βρίσκεται το σκυρόδεμα σε πλαστική κατάσταση, την κοκκομετρική

---

<sup>22</sup> Κυριάκου, Π. (2016). *Ενίσχυση κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα*. Πτυχιακή Διατριβή. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας. Κύπρος.

<sup>23</sup> Κυριάκου, Π. (2016). *Ενίσχυση κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα*. Πτυχιακή Διατριβή. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας. Κύπρος.

<sup>24</sup> Δημοσθένους, Α. (2009). *Μέθοδοι και Υλικά Αποκατάστασης και Ενίσχυσης Διατηρητέων Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία*.

σύνθεση του καθώς και το βάθος του στοιχείου. Η καθίζηση του κάθε φέροντος στοιχείου μεταβάλλεται ανάλογα τη διατομή και το πάχος. Εάν δε ληφθούν τα κατάλληλα μέτρα ενδέχεται να παρουσιαστεί ρηγμάτωση μεταξύ των συνδέσεων<sup>25</sup>.

### 2.11 Περιβαλλοντικοί Παράγοντες

Ένα ακόμη αίτιο που προκαλεί ρηγμάτωση είναι οι περιβαλλοντικοί παράγοντες όπου συντελούνται γενικά με αργούς ρυθμούς. Οι Περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν ένα κτίριο, είναι η αιολική διάβρωση, όπως επίσης η ατμοσφαιρική ρύπανση, η διάβρωση λόγω βροχής καθώς και η δράση υγρασίας στο εσωτερικό της τοιχοποιίας. Η πλειοψηφία των περιβαλλοντικών παραγόντων (εκτός από τη δράση υγρασίας στο εσωτερικό της τοιχοποιίας) επιδρούν κυρίως στις εξωτερικές επιφάνειες της τοιχοποιίας. Οι ρηγματώσεις αφορούν ως επί το πλείστο αισθητικές βλάβες ήτοι δεν επηρεάζουν τη στατική επάρκεια του κτιρίου. Ωστόσο, ενδέχεται να διαβρωθούν τα κονιάματα σύνδεσης των λίθων με συνέπεια τη μείωση της αντοχής του σκυροδέματος<sup>26</sup>.

### 2.12 Κατασκευαστικά Λάθη

Ρηγματώσεις δύναται να προκληθούν λόγω κατασκευαστικών αστοχιών τα οποία μπορεί να αποβούν μοιραία για την κατασκευή. Τα κατασκευαστικά λάθη γίνονται κοντά σε υποστυλώματα, κατά την φάση κατασκευής της πιλοτής, ελλιπής μελέτη του εδάφους και υπεδάφους με συνέπεια την καθίζηση, λανθασμένη στατική μελέτη, προβλήματα από βλητρώσεις σιδηρών κατασκευών στο σκυρόδεμα (οξειδωση του σιδηρού οπλισμού), έλλειψη μελέτης ως προς τη σύνθεση του σκυροδέματος για τα θερμικά φορτία, ελλιπής οπλισμός κ.α.<sup>27</sup>

---

<sup>25</sup> Κυριάκου, Π. (2016). *Ενίσχυση κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα*. Πτυχιακή Διατριβή. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας. Κύπρος.

<sup>26</sup> Δημοσθένους, Α. (2009). *Μέθοδοι και Υλικά Αποκατάστασης και Ενίσχυσης Διατηρητέων Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία*.

<sup>27</sup> Σπυράκος, Κ. (2004). *Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία*. ΤΕΕ. Αθήνα

### 3. Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών Οπλισμένου Σκυροδέματος

#### 3.1 Υλικά και Τεχνολογίες Επεμβάσεων

##### 3.1.1 Τσιμέντο

Η χρήση τσιμεντοειδών υλικών χρησιμοποιείται εδώ και αιώνες σύμφωνα με αναφορές<sup>28</sup>. Συγκεκριμένα, οι Έλληνες και οι Ρωμαίοι έκανα χρήση του ασβεστόλιθου και με την προσθήκη νερού, άμμου και πέτρας δημιουργούσαν το τσιμέντο. Οι αρχαίοι Αιγύπτιοι χρησιμοποιούσαν γύψο ενώ οι πρώτες εφαρμογές σκυροδέματος που είναι γνωστές αφορούν τα υδραγωγεία και τους κρηπτότοιχους των Ρωμαίων<sup>29</sup>.

Το τσιμέντο ορίζεται ως *«το τσιμέντο αποτελεί μια υδραυλική κονία (συνδετική ύλη), ήτοι ένα ανόργανο υλικό το οποίο είναι λεπτοαλεσμένο, και το οποίο όταν το αναμειξουμε με νερό, θα σχηματίσει μια πάστα, που εξαιτίας των αντιδράσεων ενυδάτωσης θα πήξει και θα σκληρύνει, αποκτώντας έτσι την ικανότητα να έχει τις αντοχές της και τη σταθερότητά της, επιπλέον και κάτω από το νερό»*<sup>30</sup>.

Ο ΕΛΟΤ έχει υιοθετήσει το πρότυπο EN 197-1 για τα τσιμέντα το οποίο ανήκει στο πλαίσιο της έκδοσης κοινών Ευρωπαϊκών κανονισμών (CEN). Το πρότυπο EN 197-1 κάνει αναφορά στην ενοποίηση των επιμέρους τύπων του τσιμέντου που παράγεται σε διάφορες χώρες της Ε.Ε.<sup>31</sup>

Το τσιμέντο καθώς αναμειγνύεται με κατάλληλες αναλογίες νερού και αδρανών παράγει το σκυρόδεμα και διατηρεί την εργασιμότητα του για ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα. Εν συνεχεία αποκτά συγκεκριμένη αντοχή η οποία είναι ανάλογη

---

<sup>28</sup> Neville, A. (2002). *Properties of Concrete*. London. Pearson Education Limited.

<sup>29</sup> Mehta, P. and Monteiro, P. (1993). *Concrete, Microstructure, Properties and Materials*. New York. McGraw-Hill

<sup>30</sup> Τσίμας, Σ. και Τσιβιλής, Σ. (2001). *Επιστήμη και Τεχνολογία του Τσιμέντου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ. Αθήνα.

<sup>31</sup> Ταταγιώτη, Δ. (2011). *Μελέτη του χρόνου ζωής κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα υπό εναλλασσόμενες διαβρωτικές συνθήκες*. (Διδακτορική Διατριβή). Σχολή Μηχανικών Τομέας Επιστήμης και Τεχνικής Υλικών. ΕΜΠ. Αθήνα.

με το χρόνο ωστόσο όγκος παραμένει σταθερός. Τα τσιμέντα αυτά καλύπτονται από το πρότυπο EN 197-1 και ονομάζονται CEM<sup>32</sup>.

Παρά το γεγονός ότι στην αγορά κυκλοφορούν πολλά είδη τσιμέντου, το επικρατέστερο είναι το *Portland* τσιμέντο. Το τσιμέντο αυτό χαρακτηρίζεται ως ένα υδραυλικό υλικό εκ των οποίων τα 2/3 του βάρους του αποτελείται από πυριτικό τριασβέστιο και πυριτικό διασβέστιο και το υπόλοιπο 1/3 αποτελείται από αργλικές και σιδηραργλικές φάσεις. Ωστόσο και τα ποζολονικά τσιμέντα καθώς και τα τσιμέντα σκωρίας, φερριτικά τσιμέντα και τα διογκούμενα τσιμέντα είναι προτιμότερα. Ο Πίνακας 3.1 που διαφαίνεται παρακάτω απεικονίζει τα κοινά τσιμέντα του προτύπου EN 197-1 και υποδιαιρούνται σε 5 κατηγορίες – τύπους τσιμέντου.

Οι κατηγορίες του τσιμέντου σύμφωνα με το πρότυπο EN 197-1 είναι:	
CEM I	Το τσιμέντο Portland
CEM II	Τα σύνθετα τσιμέντα Portland
CEM III	Τα σκωριοτσιμέντα
CEM IV	Τα ποζολονικά τσιμέντα
CEM V	Τα σύνθετα τσιμέντα

Πίνακας 3. 1: Βασικοί τύποι τσιμέντων σύμφωνα με το πρότυπο EN 197-1<sup>33</sup>

Το τσιμέντο διαθέτει τα κύρια και τα δευτερεύοντα συστατικά, τα πρόσθετα και θειικό ασβέστιο. Όσον αφορά τα κύρια συστατικά του τσιμέντου αυτά είναι το κλίνκερ του τσιμέντου *Portland* (K), η κοκκοποιημένη σκωρία υψικαμίνων (S), ποζολανικά υλικά φυσικά (P) ή τεχνητά (Q), τέφρες πυριτικές (V) ή ασβεστιτικές (W), ψημμένος σχιστόλιθος (T), ασβεστόλιθος (L) και πυριτική παιπάλη (D)<sup>34</sup>. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το τσιμέντο χαρακτηρίζεται από την θλιπτική του αντοχή.

<sup>32</sup> Τσίμας, Σ. και Τσιβιλής, Σ. (2001). *Επιστήμη και Τεχνολογία του Τσιμέντου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ. Αθήνα.

<sup>33</sup> EN 197-1 (2001). *Τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα Τσιμέντου ΕΛΟΤ EN 197*. ΤΕΕ. Γραφείο Τεκμηρίωσης. Αθήνα.

<sup>34</sup> Μοροπούλου, Α. και Λαμπρόπουλος, Κ. (2020). *Τσιμέντο και Σκυρόδεμα, Δομικά Υλικά*. Διδακτικές Σημειώσεις 9<sup>ου</sup> εξαμήνου, Τμήμα Χημικών Μηχανικών. ΕΜΠ.

Έτσι σύμφωνα με το πρότυπο EN 196-1 υπάρχουν τρεις κατηγορίες αντοχών οι οποίες είναι:

- 1) 32.5 N/mm<sup>2</sup>.
- 2) 42.5 N/mm<sup>2</sup>.
- 3) 52.5 N/mm<sup>2</sup>.

Κατά την παραγωγή του τσιμέντου λαμβάνουν χώρα χημικές αντιδράσεις και συγκεκριμένα ασβεστολιθικές και αργιλοπυριτικές αντιδράσεις. Οι αντιδράσεις αυτές δημιουργούν διάφορες χημικές ενώσεις αλλά οι πιο σημαντικές είναι οι ασβεστολιθικές και οι αργιλοπυριτικές<sup>35</sup>.

Θα πρέπει να τονιστεί ότι το τσιμέντο διαθέτει υδραυλικές ιδιότητες αφού σχηματίζεται με την προσθήκη νερού. Ήτοι γίνονται χημικές ενώσεις ένυδρες οι οποίες είναι ελάχιστα υοδοδιαλυτές αλλά έχουν μεγάλη συνάφεια ανάμεσα τους καθώς και με τα αδρανή. Με την πάροδο του χρόνου, οι χημικές ενώσεις αυτές αυξάνουν τη συνοχή των πολτών καθώς και των κονιαμάτων που οδηγεί στην αύξηση της αντοχής του τσιμέντου.

Το τσιμέντο *Portland* και συγκεκριμένα το κλίνκερ του αφορά ένα υδραυλικό υλικό. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως το λόγος μεταξύ των αργλικών και σιδηραργλικών φάσεων του κλίνκερ δεν θα πρέπει να είναι μικρότερος από 2 και το περιεχόμενο του οξειδίου του μαγνησίου δεν θα πρέπει να ξεπερνά το 0.05 του βάρους του. Το κλίνκερ παρασκευάζεται με τη διαδικασία της έψησης σε θερμοκρασία κλινκεροποίησης ήτοι στους 1380-1420<sup>0</sup>C<sup>36</sup>. Οι χημικές ενώσεις που απαρτίζουν το κλίνκερ του τσιμέντου *Portland* είναι πολυάριθμες και πολύπλοκες ωστόσο οι τέσσερις βασικές παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα.

Εκτός από τα συστατικά του πίνακα 1.2, στο τσιμέντο *Portland* υπάρχουν και τα εξής συστατικά που αν και υπάρχουν σε μικρή ποσότητα είναι καθοριστικά.

- Μαγνησία.
- Οξείδια αλκαλίων.

---

<sup>35</sup> Παπαγιάννη, Ι. και Οικονόμου Ν. (2020). *Δομικά Υλικά Ι – Ενότητα 4: Τεχνολογία Τσιμέντου*. Διδακτικές Σημειώσεις, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. ΑΠΘ.

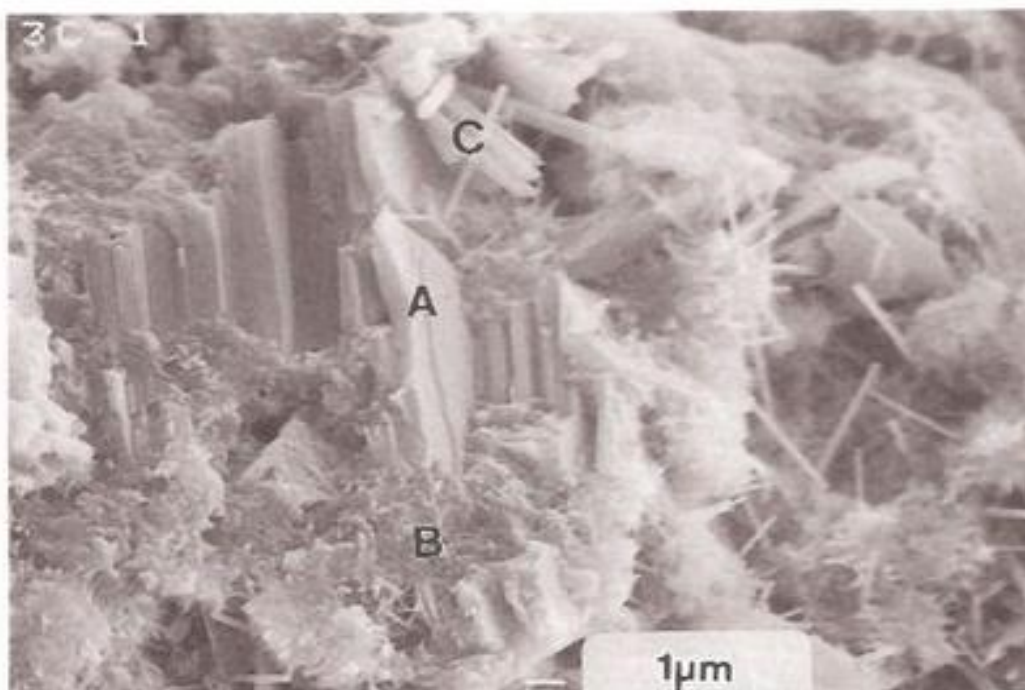
<sup>36</sup> Ταταγιώτη, Δ. (2011). *Μελέτη του χρόνου ζωής κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα υπό εναλλασσόμενες διαβρωτικές συνθήκες*. (Διδακτορική Διατριβή). Σχολή Μηχανικών Τομέας Επιστήμης και Τεχνικής Υλικών. ΕΜΠ. Αθήνα.

- Γύψος.

Τα CaO και SiO<sub>2</sub> αποτελούν τα κύρια οξείδια του τσιμέντου *Portland* με αναλογία βάρους 3:1 ενώ το άθροισμα των κύριων συστατικών C3S και C2S αφορά το 75% του τσιμέντου. Το Σχήμα 3.1 που παρουσιάζεται παρακάτω απεικονίζει την ενυδατωμένη τσιμεντόπαστα σκυροδέματος με λόγο ν/τ=0.55.

Ένωση	Χημική Σύσταση	Συμβολισμός
Πυριτικό τριασβέστιο	3CaO.SiO <sub>2</sub>	C3S
Πυριτικό διασβέστιο	2CaO.SiO <sub>2</sub>	C2S
Αργλικό τριασβέσιο	3CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C3A
Αργιλλοσιδηρικό τετρασβέστιο	4CaO.Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	C4AF

Πίνακας 3. 2: Κύριες χημικές ενώσεις του τσιμέντου<sup>37</sup>



Σχήμα 3. 1: Απεικόνιση ενυδατωμένης τσιμεντόπαστας μέσα από μικροσκόπιο σε μm<sup>38</sup>

<sup>37</sup> Παπαγιάννη, Ι. και Οικονόμου Ν. (2020). *Δομικά Υλικά Ι – Ενότητα 4: Τεχνολογία Τσιμέντου*. Διδακτικές Σημειώσεις, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. ΑΠΘ.

### 3.1.2 Κονίες

Κονιάματα τα οποία χρησιμοποιούνται στις επισκευές εφαρμόζονται για αποκατάσταση και ενίσχυση κατασκευών οι οποίες κατασκευές φέρουν αστοχίες όπως για παράδειγμα το πάχος του υλικού να είναι λεπτό. Το μειονέκτημα των κονιών είναι το υψηλό κόστος ωστόσο γίνεται αμελητέο διότι η ποσότητα των κονιαμάτων που απαιτείται είναι μικρή αλλά η προστασία που προσφέρουν είναι υψηλή. Υπάρχουν δύο είδη κονιαμάτων ήτοι τα πολυμερή και τα κονιάματα με βάση το τσιμέντο<sup>39</sup>. Τα επισκευαστικά κονιάματα διαθέτουν αρκετά πλεονεκτήματα τα οποία είναι πολύ σημαντικά παρά το γεγονός ότι έχουν υψηλό κόστος.

Τα πολυμερή κονιάματα δύναται να παραχθούν με δύο μεθόδους:

1. Είτε με αντικατάσταση τσιμέντου με πολυμερές ή
2. Με αντικατάσταση κάποιου μέρους του νερού με ένα υδατοδιαλυτό πολυμερές (το οποίο αποκαλείται και ως *latex*)<sup>40</sup>. Τα κονιάματα αυτά είναι γνωστά και με την ονομασία ρητινοκονιάματα λόγω του γεγονότος ότι χρησιμοποιείται ρητίνη. Τα πολυμέρη λοιπόν κονιάματα εφαρμόζονται σε βλάβες μικρού βαθμού σε δομικά στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος όπως για παράδειγμα αποφλοιώσεις σκυροδέματος ή άλλες αστοχίες όπου το πάχος του δομικού στοιχείου είναι μικρό<sup>41</sup>.

Τα κονιάματα με βάση το τσιμέντο διαθέτουν πολύ μεγάλες αντοχές που οφείλονται στο χαμηλό υδατοτσιμεντοσυντελεστή. Επίσης διαθέτουν ταχεία ανάπτυξη αντοχής, μεγάλης ρευστότητας, η εξουδετέρωση της συστολής ξήρανσης. Διαπιστώνει κανείς πως τα κονιάματα με βάση το τσιμέντο διαθέτουν παρόμοια

---

<sup>38</sup> Ίδ. Με 37

<sup>39</sup> Δρίτσος, Σ. (2007). *Ενισχύσεις/Επισκευές Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Διαδικασίες – Τεχνικές και Διαστασιολόγηση*. 3<sup>η</sup> Εκδ. Πανεπιστήμιο Πατρών.

<sup>40</sup> Ντελμεκούρα, Κ. (χ.η). *Ενίσχυση κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα με χρήση σύνθετων υλικών ανόργανης μήτρας*. Εργασία Εξαμήνου. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Πανεπιστήμιο Πάτρας. Διαθέσιμο στο URL: <http://www.episkevesold.civil.upatras.gr/ergasies%202005/23.pdf> , Ημερ. Πρόσβασης: 01/10/2020.

<sup>41</sup> Δρίτσος, Σ. (2007). *Ενισχύσεις/Επισκευές Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Διαδικασίες – Τεχνικές και Διαστασιολόγηση*. 3<sup>η</sup> Εκδ. Πανεπιστήμιο Πατρών.

χαρακτηριστικά με εκείνα του σκυροδέματος. Επίσης τα κονιάματα αυτά έχουν πολύ καλή πρόσφυση στο υλικό βάσης<sup>42</sup>.

### 3.1.3 Αδρανή Υλικά

Στα Αδρανή υλικά περιλαμβάνονται τα λίθινα, τα φυσικά ή τα βιομηχανικά υλικά που είναι αναγκαία στα τεχνικά έργα είτε με κάποιο άλλο συγκολλητικό υλικό ή και αυτούσια. Τα αδρανή υλικά χωρίζονται σε φυσικά, συλλεκτικά, τεχνητά ή ανακυκλωμένα. Τα αδρανή υλικά είναι η άμμος, η αμμοκονία, ο περλίτης, το χαλίκι, η ελαφρόπετρα κ.α. Ονομάζονται αδρανή διότι όταν αναμειχθούν με τσιμέντο ή άλλο υλικό δεν συμμετέχουν ενεργά στην τήξη του κονιάματος. Τα αδρανή υλικά δημιουργούνται από την εξόρυξη των κατάλληλων πετρωμάτων ή και από την απόληψη κάποιων φυσικών αποθέσεων θραυσμάτων.

Τα αδρανή υλικά με την κατάλληλη ανάμειξη κονιών χρησιμοποιούνται για την αποκατάσταση της στατικής επάρκειας του φέροντος οργανισμού ή για την αποκατάσταση της λειτουργικότητας της κατασκευής και εξασφάλιση της διάρκειας του ζωής από τοπικές ή εκτεταμένες φθορές λόγω χρόνου ή εγγενών ή εξωγενών αιτιών που δεν πάρθηκαν υπόψη κατά το σχεδιασμό του έργου<sup>43</sup>.

### 3.1.4 Χάλυβες

Οι χάλυβες χρησιμοποιούνται για την επισκευή βλαβών σε φέροντα στοιχεία από οπλισμένο σκυρόδεμα. Στην κατηγορία χαλύβων για την επισκευή βλαβών υπάγονται τα εξής<sup>44</sup>:

- Σιδηρούς οπλισμούς σκυροδέματος.
- Μορφοχάλυβες.
- Λεπτά χαλυβοελάσματα.
- Δομικά πλέγματα.
- Κοχλιωτοί σφικκτήρες.

---

<sup>42</sup> Δρίτσος, Σ. (2007). *Ενισχύσεις/Επισκευές Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Διαδικασίες – Τεχνικές και Διαστασιολόγηση*. 3<sup>η</sup> Εκδ. Πανεπιστήμιο Πατρών.

<sup>43</sup> Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. (2020). Κεφ. 6.1: Επισκευατικά Κονιάματα – Γενικά. Διαθέσιμο στο URL: [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL\\_GUIDES/P\\_KONIAMATA/ko6.1.htm](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/P_KONIAMATA/ko6.1.htm) , Ημερ. Πρόσβασης: 02/10/2020.

<sup>44</sup> Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας. (1999). *Περιληπτικές Οδηγίες για την Επισκευή του Φέροντος Οργανισμού Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα με Βλάβες από Σεισμό*. Αθήνα.



### 3.1.5 Ίνες Υάλου Υψηλής Αντοχής

Οι ίνες υάλου προέρχονται από τα ινοπλισμένα πολυμερή (Fiber Reinforced Polymers) και αποτελούν μια σύγχρονη τεχνική στον τομέα της ενίσχυσης κατασκευών. Είναι η εξέλιξη της τεχνικής των χαλύβδινων ελασμάτων χωρίς να συνοδεύονται από τα μειονεκτήματα αυτής της τεχνικής. Η τεχνική υάλου δεν είναι απλή και απαιτεί χρόνο<sup>45</sup>.

Οι ίνες υάλου υψηλής αντοχής χρησιμοποιούνται για την επισκευή και αποκατάσταση σαθρών επιφανειών σε φέροντα στοιχεία οπλισμένου σκυροδέματος. Οι ίνες υάλου είναι αυτές που χρησιμοποιούνται κυρίως διότι αποτελούν ένα υλικό φθινό, εύκολο παραγωγίσιμο και διαθέτει υψηλή αντοχή και δυσκαμψία. Επιπλέον διαθέτουν μικρή πυκνότητα, ανθεκτικότητα σε χημικά και άριστη μονωτική ικανότητα<sup>46</sup>.

### 3.1.6 Πρόσθετα Βελτιωτικά για Κονιάματα και Σκυρόδεμα

Πρόσθετα βελτιωτικά είθισται να χρησιμοποιούνται στα κονιάματα και στα σκυροδέματα προστίθενται βελτιωτικά προκειμένου να αυξηθεί η αντοχή των υλικών. Τα υλικά αυτά είναι τα εξής<sup>47</sup>:

- Πλαστικοποιητικά.
- Επιταχυντικά πήξεως.
- Επιβραδυντικά πήξεως.
- Αερακτικά.
- Στεγανοποιητικά.

### 3.1.7 Εποξικές Ρητίνες

Οι εποξικές ρητίνες αφορούν υλικά τα οποία καταφθάνουν στο εργοτάξιο σε συσκευασίες δύο συστατικών ήτοι το Α που είναι η ρητίνη και το Β που είναι ο

---

<sup>45</sup> Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας. (1999). *Περιληπτικές Οδηγίες για την Επισκευή του Φέροντος Οργανισμού Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα με Βλάβες από Σεισμό*. Αθήνα.

<sup>46</sup> Αδράσκελα, Π. (2015). *Επισκευή αποσαθρωμένων επιφανειών σκυροδέματος δομικών στοιχείων κτιρίων με σύνθετα υλικά στο ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας*. (Διπλωματική Εργασία). ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

<sup>47</sup> Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας. (1999). *Συνοπτικές Οδηγίες για την Επισκευή του Φέροντος Οργανισμού Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα με Βλάβες από Σεισμό*. Αθήνα.

σκληρυντής. Τα δύο αυτά υλικά αναμειγνύονται προκειμένου να δημιουργήσουν μια σύνδεση ισχυρή στις παρειές μιας ρωγμής. Επίσης, είθισται να εφαρμόζονται όταν γίνεται ενσωμάτωση οπλισμών σε παλιό σκυρόδεμα. Χρησιμοποιούνται αρκετά συχνά ωστόσο απαιτείται μεγάλη προσοχή κατά την εφαρμογή τους προκειμένου να είναι αποτελεσματικές. Οι εποξικές ρητίνες χρησιμοποιούνται κυρίως για την αποκατάσταση ρωγμών του φέροντα οργανισμού από σκυρόδεμα και στις τοιχοποιίες. Σκοπός της εποξικής ρητίνης είναι να επαναφέρει την αρχική φέρουσα ικανότητα των ρηγματωμένων φορέων όπως και την αστοχία τους<sup>48</sup>.

### 3.1.8 Έγχυτο Σκυρόδεμα Σταθερού Όγκου

Όσον αφορά το έγχυτο σκυρόδεμα εφαρμόζεται για τις επισκευές που μπορούν να περιλάβουν σχετικά χονδρά αδρανή υλικά ή και στις επιφάνειες που μπορεί το σκυρόδεμα να μπορεί να σταθεί επιτόπου, όπως για παράδειγμα το επάνω πέγμα των δοκών ή πλακών ή ακόμα και για να καλύψει τυχόν πρόσθετο οπλισμό ενίσχυσης. Ωστόσο, το έγχυτο σκυρόδεμα δεν μπορεί να εφαρμοστεί κάτω από τα πέγματα δοκών ή πλακών και απαιτείται επιμελημένη προετοιμασία καθώς και προσεκτική προετοιμασία. Για το σταθερό όγκο απαιτείται ειδικό τσιμεντοκονίαμα που περιέχει μείγμα τσιμέντου, λεπτόκοκκης άμμου, υπερρρευστοποιητών και ιδιογκωτικών σε κατάλληλες αναλογίες<sup>49</sup>.

### 3.1.9 Σκυρόδεμα με Ινοπλισμένα Πολυμερή

Η χρήση σκυροδέματος με ινοπλισμένα πολυμερή χρησιμοποιούνται για την επισκευή υφιστάμενων κτιρίων. Η χρήση τους ωστόσο δεν είναι εκτεταμένη διότι υπάρχει έλλειψη κανονιστικών πλαισίων. Παρά το γεγονός πως οι ίνες έχουν θεμελιώδεις διαφορές ως προς τα μηχανικά χαρακτηριστικά τους σε σχέση με το χάλυβα, η μελέτη τους ή σχεδιασμός του οπλισμένου σκυροδέματος με ινοπλισμένα

---

<sup>48</sup> Αδράσκελα, Π. (2015). *Επισκευή αποσαθρωμένων επιφανειών σκυροδέματος δομικών στοιχείων κτιρίων με σύνθετα υλικά στο ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας*. (Διπλωματική Εργασία). ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

<sup>49</sup> Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας. (1999). *Περίληπτικές Οδηγίες για την Επισκευή του Φέροντος Οργανισμού Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα με Βλάβες από Σεισμό*. Αθήνα.

πολυμερή βασίζεται στις ίδιες αρχές με εκείνες του χάλυβα. Οι θεμελιώδεις αρχές βασίζονται στην κάμψη, σε διάτμηση, σε ρηγματώσεις και σε μετατοπίσεις<sup>50</sup>.

#### 3.1.10 Σκυροτσιμεντόπηγμα

Το σκυροτσιμεντόπηγμα αφορά μια τεχνική επισκευής οπλισμένου σκυροδέματος και είθισται να το εφαρμόζουν σε κατασκευές υποστυλωμάτων. Η τεχνική αυτή αποτελεί μια εύκολη διαδικασία αφού η σκυροδέτηση είναι εύκολη και η διαδικασία του σκυροτσιμεντοπήγματος επίσης απλή. Ουσιαστικά οι μανδύες που αποτελούνται από σκυροτσιμεντόπηγμα έχουν ένα βασικό πλεονέκτημα το οποίο είναι αυτό της απρόσκοπτης σκυροδέτησης παρουσία πυκνών οπλισμών. Έτσι θεωρείται μια κατάλληλη τεχνική ωστόσο η στην πράξη δεν εφαρμόζεται συχνά διότι υπάρχει έλλειψη εμπειρίας<sup>51</sup>.

Θα πρέπει να σημειωθεί πως το σκυροτσιμεντόπηγμα αρχικά έχει μικρότερη αντοχή από το αντίστοιχο σκυρόδεμα. Ωστόσο με το πέρασμα του χρόνου, η διαφορά της αντοχής μειώνεται ώσπου μηδενίζεται. Έχει καλή συστολή ξήρανσης και μεγάλη αντοχή στο χρόνο, μεγάλη στεγανότητα καθώς και ικανοποιητική πρόσφυση στο παλιό σκυρόδεμα<sup>52</sup>.

#### 3.1.11 Εκτοξευόμενο Σκυρόδεμα

Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα ή αλλιώς gunitite αποτελεί τεχνική επέμβασης ενίσχυσης φερόντων στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Αφορά μια διαδικασία εκτόξευσης σκυροδέματος λεπτής διαβάθμισης αδρανών. Το σκυρόδεμα αποτελείται από τσιμέντο, λεπτόκοκα αδρανή καθώς και από νερό. Ωστόσο, δύναται να έχει και επιπλέον υλικά όπως είναι η ιπτάμενη τέφρα, η σκωρία υψικάμινων, καθώς και οξείδια του πυριτίου και βελτιωτικά όπως επίσης και

---

<sup>50</sup> Guadagnini, M., Pilakoutas, K., Neocleous, I., Hajirasouliha., I and Matthys, S. (2009). *FRP reinforcement for durable concrete structures*. 11th annual International fib Symposium : Concrete : 21st Century Superhero : building a sustainable future. p.1-8.

<sup>51</sup> Κυριαζόπουλος, Α. (2015). *Επισκευή και Ενίσχυση Στοιχείων από Ο.Σ με Παραδοσιακές Μεθόδους*. Διδακτικές Σημειώσεις. Μεταπτυχιακό Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. ΤΕΙ Πειραιά.

<sup>52</sup> <sup>52</sup> Δρίτσος, Σ. (2007). *Ενισχύσεις/Επισκευές Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Διαδικασίες – Τεχνικές και Διαστασιολόγηση*. 3<sup>η</sup> Εκδ. Πανεπιστήμιο Πατρών.

χαλύβδινες ή πλαστικές ίνες. Προκειμένου να εφαρμοστεί η τεχνική αυτή απαιτείται εξειδικευμένο προσωπικό<sup>53</sup>.

Η τεχνική αυτή είναι ακριβή και αποσπά το μεγαλύτερο μερίδιο σε σύγκριση με άλλες τεχνικές επεμβάσεων. Καλύπτουν σχεδόν το 30% του συνολικού κόστους των επεμβάσεων ενός φέροντος οργανισμού των κτιρίων. Παρά το υψηλό κόστος, η τεχνική της εκτόξευσης έχει πολλά πλεονεκτήματα όπως υψηλή θλιπτική αντοχή, πολύ καλή πρόσφυση, και η διαδικασία της εγκατάστασης μπορεί να πλησιάσει και δυσπρόσιτες θέσεις αφού η εγκατάσταση είναι κινητή<sup>54</sup>.

### 3.1.12 Επικόλληση Ελασμάτων σε Σκυρόδεμα

Η επικόλληση ελασμάτων σε σκυρόδεμα είναι γνωστή και ως beton plaque τεχνική. Η επικόλληση των ελασμάτων πραγματοποιείται με εποξειδική ρητίνη στο τμήμα των δοκών που εφελκύνονται καθώς και στις κατακόρυφες παρειές των δοκών και στους κόμβους. Τα ελάσματα τα οποία θα τοποθετηθούν θα πρέπει να είναι λεπτά ήτοι 1-15mm προκειμένου να περιοριστεί η τάση αποκολλήσεως. Επίσης τα ελάσματα θα πρέπει να είναι εύκαμπτα προκειμένου να κολλήσουν καλά και να λειτουργούν ομοιογενή με το παλιό υλικό<sup>55</sup>.

---

<sup>53</sup> Δρίτσος, Σ. (2007). *Ενισχύσεις/Επισκευές Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Διαδικασίες – Τεχνικές και Διαστασιολόγηση*. 3<sup>η</sup> Εκδ. Πανεπιστήμιο Πατρών.

<sup>54</sup> Καρέλα, Ν., Δρίτσος, Σ., Ματζιάρας, Π. και Καμπιτάκη, Μ. (2001). *Τεχνικές αποκατάστασης κτιρίων στην Πάτρα μετά το Σεισμό του 1993*. 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας. Τόμος Β. 437-444. Θεσσαλονίκη.

<sup>55</sup> Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας. (1999). *Συνοπτικές Οδηγίες για την Επισκευή του Φέροντος Οργανισμού Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα με Βλάβες από Σεισμό*. Αθήνα.

## 4. Επισκευή Φερόντων Στοιχείων

Στο παρών κεφάλαιο γίνεται εκτενής αναφορά για τις μεθόδους και τις τεχνικές που εφαρμόζονται για την επισκευή και ενίσχυση φερόντων στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος. Γίνεται αναφορά για τα χαρακτηριστικά και την αποτελεσματικότητα της κάθε τεχνικής και ποια είναι τα συνηθέστερα προβλήματα που προκύπτουν κατά την εφαρμογή της κάθε τεχνικής επέμβασης.

### 4.1 Υποστυλώματα

Τα υποστυλώματα θα πρέπει να είναι μελετημένα και κατασκευασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε σε χώρες με συχνές σεισμικές δονήσεις όπως είναι η Ελλάδα προκειμένου να απορροφούν τις σεισμικές φορτίσεις. Σε περίπτωση βλάβης ενός υποστυλώματος θα πρέπει να γίνει αποκατάσταση των αρχικών χαρακτηριστικών του υποστυλώματος ήτοι να γίνει επισκευή ή να γίνει βελτίωση των χαρακτηριστικών ήτοι ενίσχυση. Να τονισθεί πως η ενίσχυση υποστυλωμάτων μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε υπάρχει βλάβη είτε όχι. Ωστόσο σε περίπτωση βλάβης είθισται να προηγείται η επισκευή και έπειτα η ενίσχυσης.

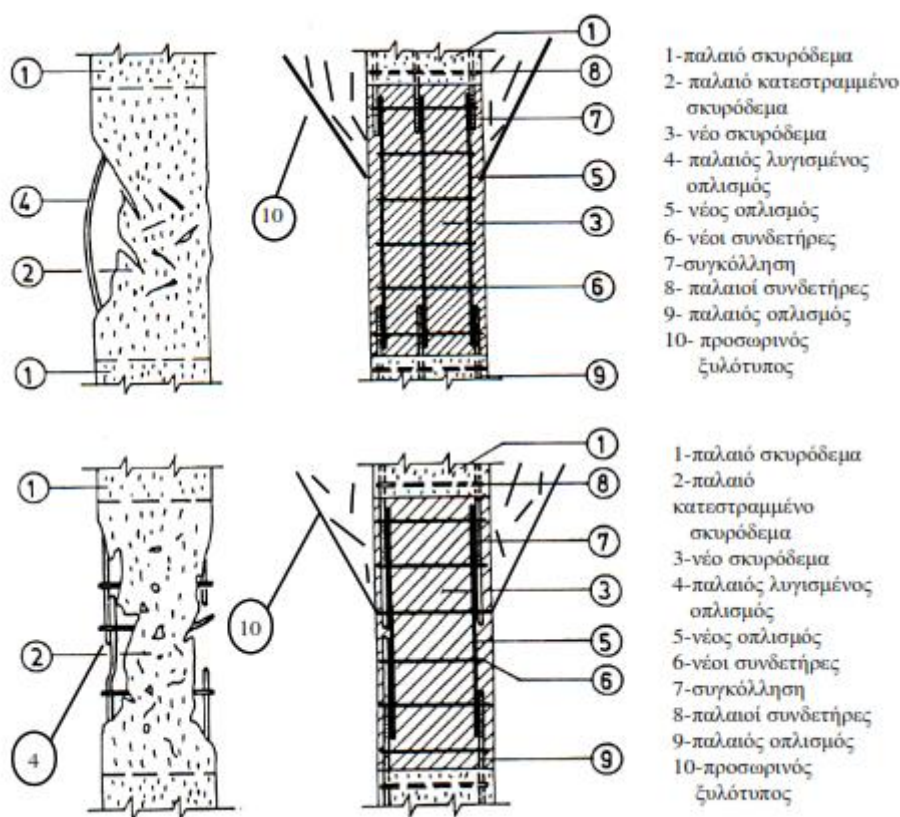
#### 4.1.1 Επισκευή Υποστυλωμάτων

Τα υποστυλώματα δύναται να επισκευαστούν με διαφορετικούς τρόπους όπως είναι επισκευές με ρητινενέσεις ή επισκευαστικά κονιάματα και τοπικές αποκαταστάσεις.

Όσον αφορά τις ρητινενέσεις ή κονιάματα, συνίσταται να χρησιμοποιούνται όταν οι βλάβες χαρακτηρίζονται ως ελαφριές ήτοι δεν αποδιοργανώνεται το περισφιγμένο τμήμα του υποστυλώματος και ο σιδηρός οπλισμός δεν έχει υποστεί λυγισμό. Ρητινενέσεις χρησιμοποιούνται όταν υπάρχουν ρηγματώσεις ενώ επισκευαστικά κονιάματα όταν υπάρχουν επιφανειακές αποφλοιώσεις του σκυροδέματος.

Τα κονιάματα που χρησιμοποιούνται ευρύτερα στις επισκευές υποστυλωμάτων είναι τα ρητινοκονιάματα διότι είναι κατάλληλα για αποφλοιώσεις μικρού πάχους. Σε περίπτωση που οι αποφλοιώσεις έχουν μεγαλύτερο πάχος τότε εφαρμόζονται μη συρρικνούμενα κονιάματα έχοντας βάση το τσιμέντο.

Άλλος ένας τρόπος επισκευής των υποστυλωμάτων είναι η τοπική αποκατάσταση ίσης διατομής ήτοι επεμβάσεις με καθαίρεση και αποκατάσταση των υποστυλωμάτων που έχουν υποστεί σοβαρή βλάβη. Μια τέτοια επισκευή ακολουθείται με ενίσχυση από μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος. Η παρακάτω εικόνα απεικονίζει δύο περιπτώσεις αποκατάστασης. Συγκεκριμένα διαφάνεται πλήρης αποδιοργάνωση του σκυροδέματος της βλαβείας περιοχής, λυγισμός των διαμήκων ράβδων οπλισμού και διάρρηξη των συνδετήρων<sup>56</sup>.



Σχήμα 4. 1: Αποκατάσταση υποστυλώματος με πλήρη αποδιοργάνωση του σκυροδέματος της βλαβείας περιοχής

Προκειμένου να γίνει αποκατάσταση της βλάβης θα πρέπει να γίνουν τα εξής βήματα<sup>57</sup>:

<sup>56</sup> UNIDO/UNDP. (1983). *Repair and Strengthening of Reinforced Concrete, Stone and Brick-Masonry Buildings*. Project RER/79/015: Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region. UNIDO. Vol. 5. Vienna. Austria.

<sup>57</sup> Δρίτσος, Σ. (2005). *Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα*. 3<sup>η</sup> έκδ. Πάτρα.

- Καθαίρεση καθώς και απομάκρυνση κάθε υλικού σκυροδέματος σε μήκος υποστυλώματος μεγαλύτερο από αυτό της βλαβείσας περιοχής και καλό καθαρισμό.
- Απομάκρυνση συνδετήρων της περιοχής.
- Κόψιμο των τμημάτων των διαμήκων ραβδών τα οποία έχουν λυγίσει.
- Ηλεκτροσυγκόλληση νέων τμημάτων των διαμήκων ραβδών.
- Τοποθέτηση καινούργιων πυκνών συνδετήρων.
- Σκυροδέτηση του τμήματος που έχει καθαιρεθεί.

Για την επιτυχή εκπλήρωση των παραπάνω σταδίων θα πρέπει ο ξυλότυπος να καταλήγει προς την πάνω παρειά σε μια χοάνη (βλ. Σχήμα 4.1). Η χοάνη αυτή επιτρέπει τη σκυροδέτηση να ολοκληρωθεί πιο εύκολα και να γίνει καλύτερη συμύκνωση. Για να γίνει η καθαίρεση των υποστυλωμάτων και η αποκατάσταση θα πρέπει να γίνει πλήρης αποφόρτιση της περιοχής των ορόφων που φορτίζουν το υποστύλωμα καθώς και σχολαστική υποστύλωση των δοκών που διαπερνάνε το σημείο αυτό. Μετά το τέλος της επέμβασης θα απομακρυνθεί η υποστύλωση και θα αναιρεθούν παραμορφώσεις που ίσως έχουν προκύψει από το φαινόμενο της συστολής της ξήρανσης.

Το παρακάτω σχήμα 4.2 απεικονίζει την αποκατάσταση υποστυλώματος με μερική αποδιοργάνωση της περιοχής που έχει υποστεί βλάβη. Στην περίπτωση που το κεντρικό τμήμα μιας διατομής έχει μείνει αβλαβές με συνέπεια να μην υπάρχει ανάγκη να καθαιρεθεί. Ο διαμήκης οπλισμός δεν αντικαθίσταται εάν δεν έχει υποστεί λυγισμό ωστόσο συνδετήρες ενδέχεται να χρειάζονται αντικατάσταση ώστε να πληρούνται οι κανονισμοί σχεδίασης<sup>58</sup>.

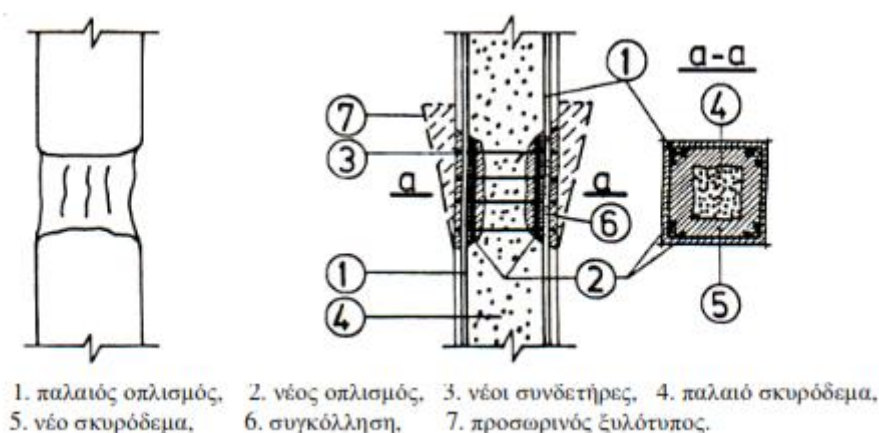
Στις επιφάνειες του παλαιού και νέου σκυροδέματος το διατμητικό φορτίο μεταφέρεται διαμέσου του μηχανισμού της τριβής. Είθισται το αξονικό φορτίο που έχει το υποστύλωμα καθώς επίσης και ο οπλισμός διεισδύουνε στη επιφάνεια εξασφαλίζοντας με αυτό τον τρόπο την ανάπτυξη της απαιτούμενης διατμητικής

---

<sup>58</sup> UNIDO/UNDP. (1983). *Repair and Strengthening of Reinforced Concrete, Stone and Brick-Masonry Buildings*. Project RER/79/015: Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region. UNIDO. Vol. 5. Vienna. Austria.



αντίστασης. Για τα υποστυλώματα των ανωτέρων ορόφων οι συνθήκες είναι δυσμενέστερες διότι το αξονικό φορτίο στο σημείο εκείνο είναι μειωμένο<sup>59</sup>.



Σχήμα 4. 2: Αποκατάσταση υποστυλώματος με μερική αποδιοργάνωση της βλαβείσας περιοχής

#### 4.1.2 Ενίσχυση Υποστυλωμάτων

Οι βασικές κατηγορίες στις οποίες διακρίνονται οι ενισχύσεις των υποστυλωμάτων ανάλογα με το αν θα αυξηθεί η διατομή του υποστυλώματος, είναι δύο. Όσον αφορά στην πρώτη κατηγορία, δεν αυξάνεται η διατομή του υποστυλώματος και η ενίσχυση πραγματοποιείται με την τεχνική της περίσφιγξης. Στη δεύτερη κατηγορία όπου η διατομή του υποστυλώματος αυξάνεται, η τεχνική ενίσχυσης αφορά νέες στρώσεις σκυροδέματος και νέους οπλισμούς ήτοι έναν μανδύα γύρω από το υφιστάμενο υποστυλωμα.

Αναλυτικά τώρα, η πρώτη κατηγορία ενίσχυσης ήτοι εξωτερική περίσφιγξη είθισται να εφαρμόζεται στις εξής περιπτώσεις:

- Όταν υπάρχει απαίτηση για μεγαλύτερη πλαστιμότητα του υποστυλώματος.
- Στην περίπτωση που υπάρχει απαίτηση για μεγαλύτερη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος.
- Σε περίπτωση που υπάρχει αστοχία της συνοχής των κατακόρυφων οπλισμών στο τμήμα της υπερκάλυψης τους.

<sup>59</sup> Δρίτσος, Σ. (2005). *Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα*. 3<sup>η</sup> έκδ. Πάτρα.



- Επίσης όταν υπάρχει απαίτηση για αύξηση της διατμητικής αντοχής του υποστυλώματος.

Το παρακάτω σχήμα απεικονίζει τη περίσφιγξη υποστυλώματος με μεταλλικά επικολλητά ελάσματα.



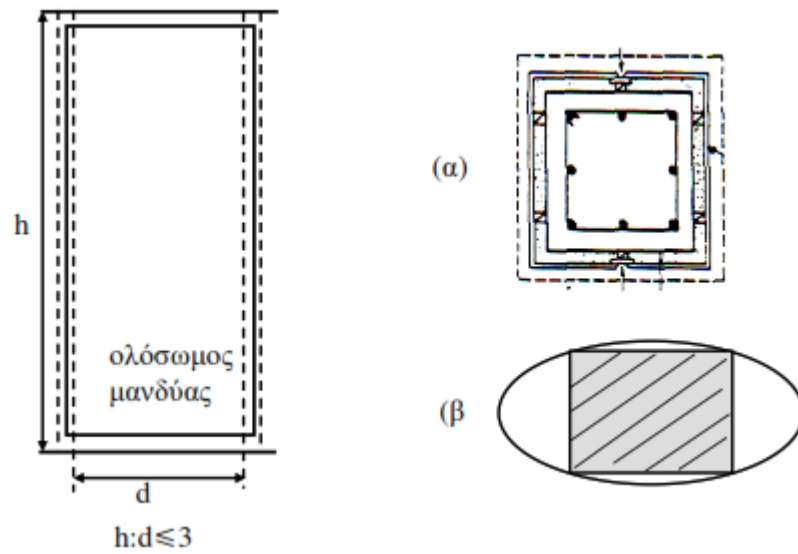
Σχήμα 4. 3: Περίσφιγξη υποστυλώματος με επικολλητά ελάσματα

Η ενίσχυση αυτής της κατηγορίας γίνεται με τη χρήση των εξής υλικών<sup>60</sup> (Frangou et. al., 1993):

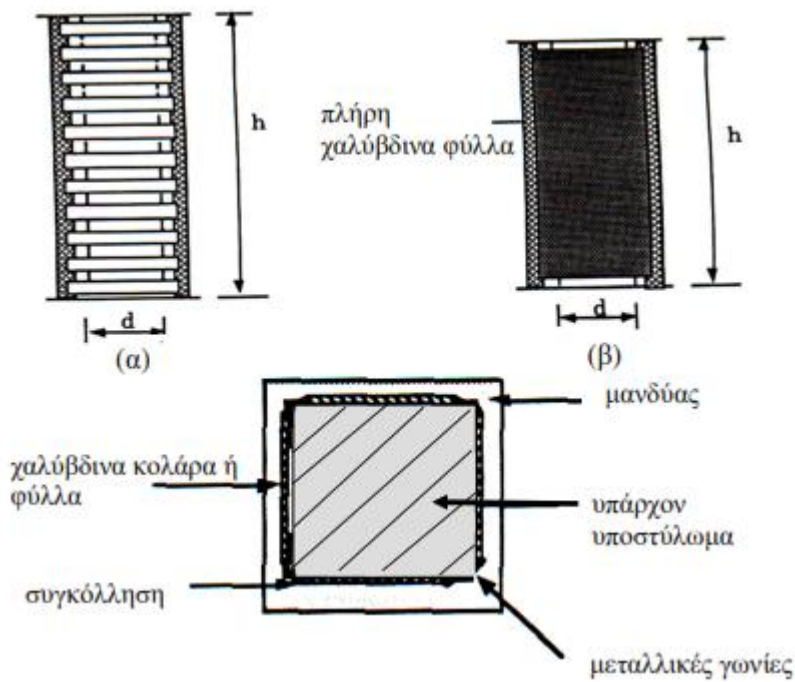
- Επικολλητά κολάρα με μεταλλικά ελάσματα πάχους 1-2mm ή λωρίδες από ινοπλισμένα πολυμερή (Fiber Reinforced Polymers) ή
- Προεντεταμένα κολάρα από χάλυβα ή FRP's με τη μορφή ταινιών πακεταρίσματος ή
- Με ολόσωμο μανδύα από χάλυβα (φύλλα) ή FRP's το οποίο είναι επικολλητό στις πλευρές του υποστυλώματος ή
- Εφαρμογή μεταλλικού κλωβού με χρήση κατακόρυφων μεταλλικών γωνιακών ελασμάτων ή και οριζόντια μεταλλικά κολάρα.

Το σχήμα 4.4 απεικονίζει περίσφιγξη με γενικό μεταλλικό μανδύα σε ορθογωνικό και ελλειπτικό σχήμα αντίστοιχα ενώ το σχήμα 4.5 απεικονίζει περίσφιγξη με μεταλλικό κλωβό.

<sup>60</sup> Frangou, M., Pilakoutas, K. and Dritsos, S. (1993). *Repair/strengthening of columns by a simple localized strengthening technique*. Proc. Of the 5<sup>th</sup> International Conference on Structural Faults and Repair. Vol. 3, 205-11. Edinburgh.



Σχήμα 4. 4: Περίσφιξη υποστύλωματος με μεταλλικό μανδύα

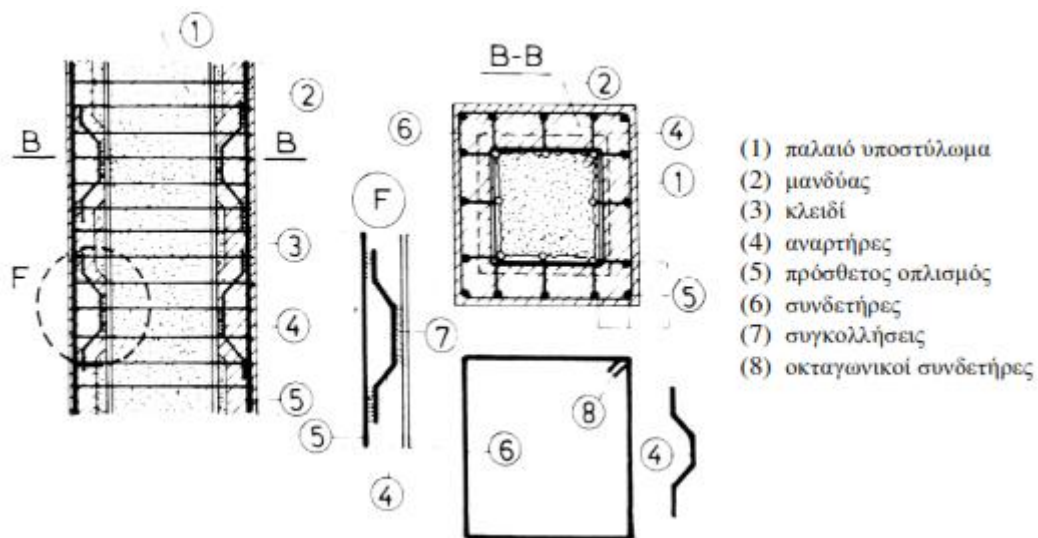


Σχήμα 4. 5: Περίσφιξη υποστύλωματος με μεταλλικό κλωβό

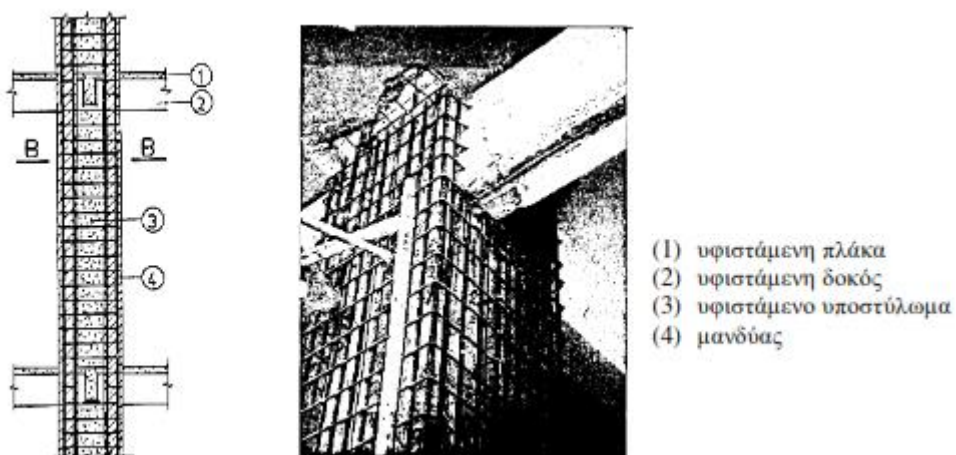
Προχωρώντας στη δεύτερη κατηγορία ήτοι την εφαρμογή μανδύων από σπλισμένο σκυρόδεμα. Αφορά μια αποτελεσματική μέθοδο η οποία αυξάνει την αντοχή, τη δυσκαμψία καθώς και τη πλαστιμότητα των υποστύλωματων. Η τεχνική αυτή

εφαρμόζεται όταν το υποστύλωμα έχει σοβαρές αστοχίες και η αντοχή του είναι ανεπαρκής<sup>61</sup>.

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, η τεχνική αυτή περιλαμβάνει αύξηση της διατομής του υποστυλώματος με την εφαρμογή νέου σκυροδέματος και νέους διαμήκεις και εγκάρσιους οπλισμούς οι οποίοι τοποθετούνται περιμετρικά στο υποστύλωμα και είθισται να εκτείνεται σε όλο το μήκος του υποστυλώματος. Ωστόσο, ο μανδύας δύναται να τοποθετηθεί και μόνο σε ένα τμήμα του τον λεγόμενο τοπικό μανδύα. Τα παρακάτω σχήματα απεικονίζουν την τεχνική του μανδύα.



Σχήμα 4. 6: Ενίσχυση με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος



Σχήμα 4. 7: Ενίσχυση με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος με ολικό μανδύα

<sup>61</sup> Dritsos, S. (1997). Jacket retrofitting of reinforced concrete columns. *Journal of Construction Repairs*. Vol. 11. (4). 35-44

Ο μανδύας μπορεί να εφαρμοστεί με αρκετούς τρόπους οι οποίοι είναι οι εξής:

- Με έγχυτο σκυρόδεμα.
- Με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.
- Με μανδύες από σκυροτσιμεντόπηγμα.
- Με μανδύες κατασκευασμένοι από ειδικά σκυροδέματα ή τσιμεντοκονιάματα.

## 4.2 Δοκοί και Πλάκες

Οι επισκευές και οι ενισχύσεις των δοκών και των υποστυλωμάτων έχουν παρόμοιες τεχνικές με αυτές των υποστυλωμάτων. Οι βλάβες στις δοκούς και τις πλάκες είθισται να επικεντρώνονται στην περιοχή του κόμβου μεταξύ του υποστυλώματος και των δοκών. Ως εκ τούτου, οι επισκευές αφορούν μια συνολική επέμβαση μεταξύ των υποστυλωμάτων και του κόμβου.

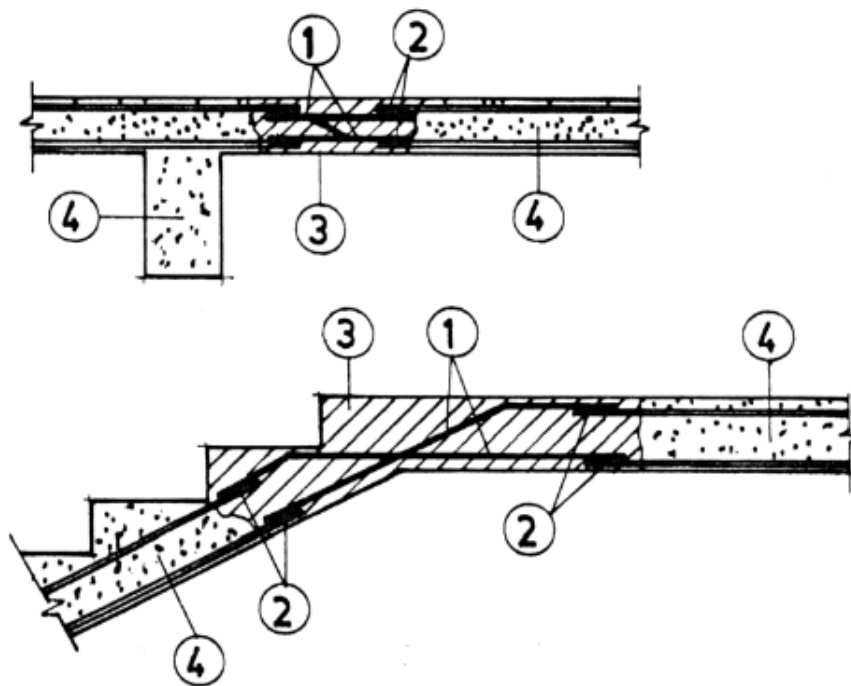
### 4.2.1 Επισκευή Δοκών και Πλακών

Οι επισκευές των δοκών και των πλακών πραγματοποιούνται με την τεχνική των ρητινενέσεων καθώς και των επισκευαστικών κονιαμάτων σε περιπτώσεις που οι βλάβες θεωρούνται ελαφριές. Σε περιπτώσεις βλαβών που θεωρούνται πιο καταστροφικές απαιτείται αποκατάσταση ίσης διατομής<sup>62</sup>.

Το σχήμα 4.8 απεικονίζει την επισκευή δοκού με αποκατάσταση ίσης διατομής. Ο τρόπος επισκευής δοκών και πλακών είναι πανομοιότυπος με εκείνον των υποστυλωμάτων.

---

<sup>62</sup> UNIDO/UNDP. (1983). *Repair and Strengthening of Reinforced Concrete, Stone and Brick-Masonry Buildings*. Project RER/79/015: Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region. UNIDO. Vol. 5. Vienna. Austria.



1. πρόσθετοι οπλισμοί, 2. συγκολλήσεις, 3. νέο σκυρόδεμα, 4. υφιστάμενη κατασκευή

Σχήμα 4. 8: Επίσκευή δοκών με αποκατάσταση ίσης διατομής

#### 4.2.2 Ενίσχυση Δοκών και Πλακών

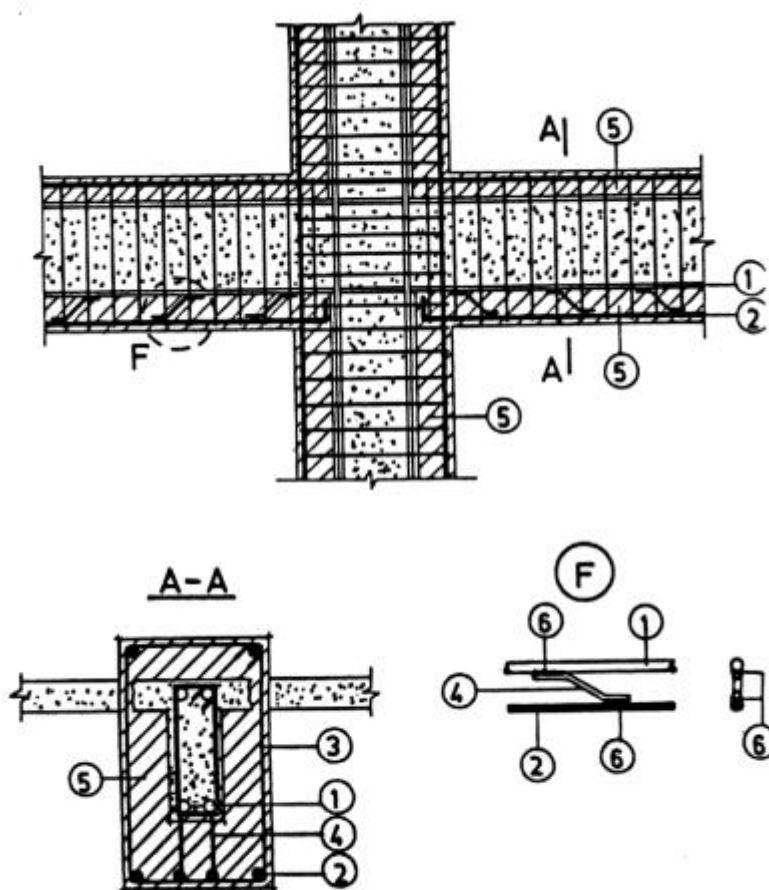
Οι ενίσχυση δοκών και πλακών έχουν ως στόχο την αύξηση της καμπτικής ή διατμητικής αντοχής ή και τα δύο.

Προκειμένου να γίνει αύξηση της καμπτικής αντοχής είθισται να εφαρμόζονται πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος. Το υφιστάμενο σκυρόδεμα συνδέεται με τις νέες στρώσεις μέσω διατμητικών συνδέσμων. Οι σύνδεσμοι συνήθως αποτελούνται από χαλύβδινα βλήτρα ή με ηλεκτροσυγκολλήσεις νέων και παλαιών ράβδων οπλισμού με τη χρήση περεμβλημάτων. Ωστόσο προτιμάται η χρήση βλήτρων διότι δεν επηρεάζονται τα χαρακτηριστικά του χάλυβα<sup>63</sup>.

Η αύξηση της διατμητικής και καμπτικής αντοχής γίνεται με ενίσχυση των στοιχείων με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος. Αφορά μια μέθοδο αποτελεσματική αφού αυξάνεται η διατομή της δοκού με καινούργιο σκυρόδεμα και καινούργιους διαμήκεις οπλισμούς και συνδετήρες που τοποθετούνται περιμετρικά του υφιστάμενου κτιρίου. Η τεχνική αυτή προτιμάται όταν υπάρχει απαίτηση να

<sup>63</sup> Dritsos, S. (1995). Seismic Strengthening of Existing Reinforced Concrete Buildings in Greece. *Journal of Structural Engineering*. Vol. 22(1). 11-22.

αυξηθεί η διατμητική αντοχή της δοκού<sup>64</sup>. Το σχήμα 4.9 απεικονίζει την τεχνική του κλειστού μανδύα. Θα πρέπει να αναφερθεί πως το κύριο πρόβλημα της τεχνικής αυτής είναι η δημιουργία ενός κλειστού μανδύα στο άνω πέλμα της δοκού λόγω της ύπαρξης των πλακών και για το λόγο αυτό προτιμάται η τεχνική του ανοιχτού μανδύα.



1. παλιός οπλισμός, 2. πρόσθετος οπλισμός, 3. πρόσθετοι συνδετήρες, 4. ράβδοι συνδέσεως, 5. μανδύας σκυροδέματος, 6. συγκόλληση.

Σχήμα 4. 9: Ενίσχυση δοκού για αύξηση διάτμησης με την τεχνική του κλειστού μανδύα

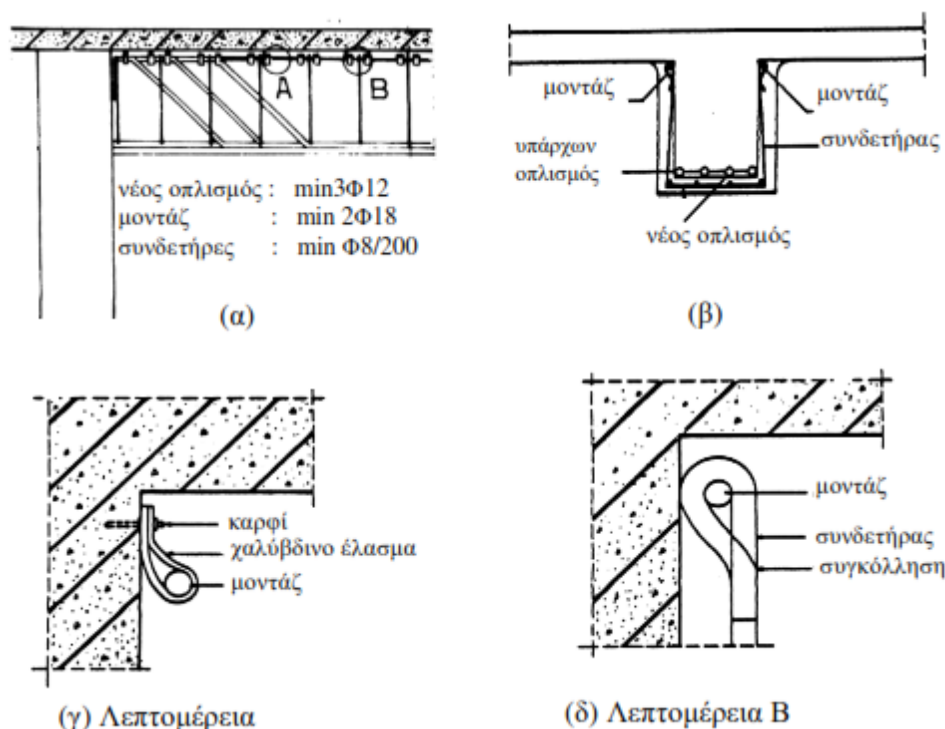
Το σχήμα 4.10 απεικονίζει ενίσχυση δοκού με την τεχνική του ανοιχτού μανδύα<sup>65</sup>. Το σχήμα 4.10<sup>α</sup> απεικονίζει τη γενική διάταξη οπλισμού ενίσχυσης σε κατά μήκος τομή, το 4.10β τη γενική διάταξη οπλισμού ενίσχυσης σε εγκάρσια τομή, το 4.10γ τη

<sup>64</sup> UNIDO/UNDP. (1983). *Repair and Strengthening of Reinforced Concrete, Stone and Brick-Masonry Buildings*. Project RER/79/015: Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region. UNIDO. Vol. 5. Vienna. Austria.

<sup>65</sup> Πενέλης, Γ. και Κάππος, Α. (1990). *Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα*. Εκδ. Ζήτη. Θεσσαλονίκη.



στήριξη του οπλισμού προσαρμογής και το 4.10δ αφορά τη στήριξη απόληξης των άκρων συνδετήρων.



### 4.3 Τοιχία

Η επισκευή των τοιχιών έχει αντίστοιχες τεχνικές όπως αυτές των υποστυλωμάτων. Η επισκευή και ενίσχυση τους είναι μια ανάγκη στον αντισεισμικό ανασχεδιασμό.

#### 4.3.1 Επισκευές Τοιχωμάτων

Για την επισκευή των τοιχωμάτων ακολουθούνται οι ίδιες τεχνικές με εκείνες των υποστυλωμάτων ήτοι ρητιενέσεις ή επισκευαστικά κονιάματα για ελαφριές βλάβες και τοπική αποκατάσταση για βαριές βλάβες. Ως εκ τούτου ένα τοιχίο το οποίο επισκευάζεται θα πρέπει να έχει την ίδια αντοχή πριν το στοιχείο υποστεί βλάβη.

#### 4.3.2 Ενισχύσεις Τοιχωμάτων

Υπάρχουν δύο βασικές κατηγορίες ενισχύσεων των τοιχωμάτων ονομαστικά η τεχνική της περισφιγξης και η τεχνική των μανδυών οπλισμένου σκυροδέματος. Ουσιαστικά αφορά τις ίδιες τεχνικές με εκείνων των υποστυλωμάτων έπειτα από κατάλληλες προσαρμογές<sup>66</sup>.

<sup>66</sup> Δρίτσος, Σ. (2005). *Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα*. 3<sup>η</sup> έκδ. Πάτρα.

Όσον αφορά την πρώτη τεχνική ήτοι της περίσφιγξης, η τεχνική είναι ίδια με εκείνη των υποστυλωμάτων. Ωστόσο λόγω του μεγάλου λόγου πλευρών των τοιχωμάτων, η απόδοση της περίσφιγξης δεν είναι το ίδιο αξιόλογη και ως εκ τούτου η τεχνική αυτή δεν προτιμάται. Από την άλλη πλευρά, η τεχνική του μανδύα με ινοπλισμένα πολυμερή (FRP's) σε συνδυασμό με μεταλλικό κλωβό είναι μια τεχνική που αρμόζει καλύτερα μιας και υπάρχει ευκολία εφαρμογής και δυνατότητα ανάληψης της διατμητικής και καμπτικής έντασης<sup>67</sup>.

Η τεχνική του μανδύα με οπλισμένο σκυρόδεμα για την ενίσχυση των τοιχωμάτων είναι περισσότερο διαδομένη και σαφώς πιο αποτελεσματική τεχνική σε σχέση με την περίσφιγξη. Θα πρέπει να τονιστεί πως εξαιτίας του μεγάλου μήκους που έχει η μια διάσταση του τοίχου, ο προτεινόμενος μανδύας ενίοτε δεν τοποθετείται σε κλειστή μορφή οπότε αφορά κυρίως μια μονόπλευρη ή δίπλευρη προσθήκη του πάχους του τοιχίου. Η τοποθέτηση των νέων οπλισμών θα πρέπει να ακολουθήσει την ίδια διαδικασία που αναφέρθηκε στην τεχνική ενίσχυσης των υποστυλωμάτων.

---

<sup>67</sup> Δρίτσος, Σ. (2005). *Επισκευές και Ενισχύσεις Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα*. 3<sup>η</sup> έκδ. Πάτρα.



## 5. Διαδικασία Διάγνωσης Βλαβών

Προκειμένου να γίνει έγκαιρη διάγνωση μιας βλάβης ή βλαβών σε μια κατασκευή θα πρέπει να γίνει ένας συνδυασμός ελέγχων που περιλαμβάνουν οπτική αξιολόγηση με τη χρήση ενόργανων μεθόδων διάγνωσης βλαβών. Στόχος της διάγνωσης είναι η απόκτηση επαρκών στοιχείων για την κατάσταση μιας κατασκευής. Η διάγνωση είναι εκείνη η οποία θα οδηγήσει τον υπεύθυνο Πολιτικό Μηχανικό να πάρει τη σωστή απόφαση για την αποκατάσταση της βλάβης καθώς και την επιλογή της κατάλληλης μεθόδου επισκευής και υλικών<sup>68</sup>.

Σύμφωνα με τον Σπυράκο (2004), η διαδικασία διάγνωσης βλαβών απαιτεί επιτόπιο οπτικό έλεγχο ώστε να διαμορφωθεί μια αρχική εικόνα για το μέγεθος της βλάβης που έχει υποστεί η κατασκευή. Οι οπτικές παρατηρήσεις είθισται να καταγράφονται επάνω στα ξυλοτυπικά σχέδια της κατασκευής προκειμένου να μη γίνουν λάθη κατά τη μελέτης επισκευής. Εν συνεχεία και αφού έχει ολοκληρωθεί ο οπτικός έλεγχος πραγματοποιείται μια «υπόθεση εργασίας» κατά την οποία ανακαλύπτονται τα αίτια που προκλήθηκαν οι βλάβες. Ως εκ τούτου μπορούν να επιλεχθούν οι κατάλληλοι μέθοδοι διάγνωσης βλαβών που θα εφαρμοσθούν στα σημεία που πάσχουν.

### 5.1 Μέθοδοι και Όργανα Διάγνωσης Βλαβών

Στην αγορά και στον τομέα της δομοστατικής μηχανικής υπάρχει μεγάλη ποικιλία οργάνων που μπορεί να χρησιμοποιήσει ο Πολιτικός Μηχανικός προκειμένου να προχωρήσει σε διάγνωση μιας πάσχουσας περιοχής. Τα διαθέσιμα όργανα δύναται να διερευνήσουν το σκυρόδεμα σε βάθος και να προσδιορίσουν τις περιοχές που έχουν ρηγματώσεις, αποφλοιώσεις, μειωμένη πυκνότητα κλπ. Ο Σπυράκος (2004) αναφέρει ότι υπάρχουν τέσσερις κύριες κατηγορίες ελέγχου διάγνωσης βλαβών :

- 1) Μη καταστροφικοί.
- 2) Ημικαταστροφικοί.
- 3) Επιτόπου χημικοί.

---

<sup>68</sup> Γραβάλος, Α. (2020). Προηγμένες μέθοδοι διάγνωσης βλαβών γεωργικού μηχανολογικού εξοπλισμού. Κεφ. 8. Kallipos. Διαθέσιμο στο URL: [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1497/3/02\\_chapter\\_08.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1497/3/02_chapter_08.pdf) Ημερ. Πρόσβασης: 29/10/2020

#### 4) Καθολική φόρτιση.

Παρακάτω αναλύονται οι τέσσερις αυτές κατηγορίες.

##### 5.1.1 Μη Καταστροφικοί Έλεγχοι

###### 5.1.1.1 Οπτικός Έλεγχος

Ο οπτικός έλεγχος αποτελεί έναν γρήγορο και άμεσο τρόπο εκτίμησης της επιφανειακής κατάστασης του σκυροδέματος. Είναι επιφανειακός και δύναται να προσδιοριστούν οι ρηγματώσεις, οι αποφλοιώσεις καθώς και άλλες ατέλειες οι οποίες βρίσκονται στην επιφάνεια του σκυροδέματος και είναι διακριτά με το μάτι. Προκειμένου να εντοπιστεί το είδος της ρηγμάτωσης, ο Πολιτικός Μηχανικός θα πρέπει να είναι πολύ πεπειραμένος. Έτσι, κατά τη διάρκεια ενός οπτικού ελέγχου μιας ρηγμάτωσης είθισται ο μηχανικός να χρησιμοποιεί μεγεθυντικό φακό, ηλεκτρικό φακό ή ρωγμοσκόπιο<sup>69</sup>.

###### 5.1.1.2 Κρουσιμέτρηση

Η συγκεκριμένη μέθοδος αποτελεί μια καταστρεπτική μέθοδο ελέγχου η οποία είναι και η συνηθέστερη. Το βασικό της γνώρισμα είναι ο συσχετισμός της σκληρότητας της επιφάνειας του σκυροδέματος σε σύγκριση με τη θλιπτική αντοχή του. Η μέθοδος αυτή προσδιορίζει το πόσο σκληρή είναι η επιφάνεια του σκυροδέματος σε σχέση με το ύψος της μεταπήδησης του κρουσίμετρου. Το όργανο αυτό είναι εύκολο στη χρήση και η μέθοδος δίνει αξιόπιστα αποτελέσματα (Σπυράκος, 2004). Το Σχήμα 5.1 απεικονίζει το κρουσίμετρο.

---

<sup>69</sup> Σταματούλης, Σ. (2013). Μη καταστροφικοί έλεγχοι σε υφιστάμενες κατασκευές. Πτυχιακή Εργασία. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών - Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων Δομοστατικός Τομέας.



Σχήμα 5. 1: Κρουσίμετρο (Πηγή: <http://epivlavon.gr/μετρήσεις-και-επε/κρουσίμετρο> )

Ένα από τα κύρια μειονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ότι απαιτούνται συχνές βαθμονομήσεις του οργάνου αναλόγως τον τύπου του τσιμέντου καθώς και την ποιότητα των αδρανών που θα χρησιμοποιηθούν. Επιπλέον, τα αποτελέσματα είναι δυνατόν να μεταβληθούν από τις επιφανειακές συνθήκες, αλλά και από τα μεγέθη των διαστάσεων του σκυροδέματος. Το κρουσίμετρο είναι αξιόπιστο σε βάθη έως 30mm και λείες επιφάνειες. Ανώμαλες επιφάνειες δεν συνίσταται να χρησιμοποιείται το κρουσίμετρο<sup>70</sup>.

#### 5.1.1.3 Χρήση Υπερήχων

Για το πόσο ομοιόμορφη και ποιοτική είναι μια κατασκευή, η χρήση υπερήχων θεωρείται ως η πιο κατάλληλη μέθοδος. Γίνεται εκπομπή υπερήχων διαμέσου του σκυροδέματος και μέτρηση της ταχύτητας αυτών. Οι τιμές που θα λάβει ο μηχανικός επηρεάζονται όχι μόνο από την υφή της επιφάνειας, τη θερμοκρασία, την υγρασία, το μήκος της διαδρομής που έχουν να διανύσουν οι υπέρηχοι, αλλά και από τον σπλισμό, τις ενδεχόμενες ατέλειες και ρωγμές στο σκυρόδεμα και στην πυκνότητά του. Ο υπέρηχοι έχουν τη δυνατότητα να εντοπίζουν ρωγμές και πόρους καθώς και εκτίμηση της θλιπτικής αντοχής, το μέτρο ελαστικότητας τους σκυροδέματος, τη σταθερά Poisson και την ποιότητα του σκυροδέματος. Επίσης

---

<sup>70</sup> Σταματούλης, Σ. (2013). Μη καταστροφικοί έλεγχοι σε υφιστάμενες κατασκευές. Πτυχιακή Εργασία. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών - Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων Δομοστατικός Τομέας.

μπορούν να εκτιμηθούν οι αλλαγές που είθισται να εντοπίζονται με την πάροδο του χρόνου<sup>71</sup> (Σπυράκος, 2004, Σταματούλης, 2013).



Σχήμα 5. 2: Υπέρηχος σε σκυροδέμα (Πηγή: Σπυράκος, 2004)

#### 5.1.1.4 Μαγνητικές Μέθοδοι

Ακόμη μια μέθοδος διάγνωσης βλαβών είναι οι μαγνητικές μέθοδοι. Γίνεται χρήση μαγνητικών πεδίων και συγκεκριμένα τα μαγνητικά πεδία δημιουργούνται με κατάλληλες βαθμονομημένες συσκευές που έχουν ως στόχο στο να προσδιοριστεί η θέση καθώς και η διάμετρος του σπλισμού έχοντας υπόψη το σημείο αναφοράς στην επιφάνεια του σκυροδέματος καθώς και το πάχος που έχει η επικάλυψη του σκυροδέματος. Βέβαια πρέπει να αναφέρουμε ότι οι μαγνητικές μέθοδοι έχουν την ικανότητα να μετρήσουν την επικάλυψη με ένα σφάλμα της τάξεως του  $\pm 0,01$  και σε βάθος έως 180mm. Είναι αρκετά δημοφιλείς συσκευές διότι είναι εύκολα διαχειρίσιμες και μπορούν να ανιχνεύσουν με ακρίβεια την εξωτερική στρώση σπλισμού. Ωστόσο, σε περιπτώσεις που τα φέροντα στοιχεία διαθέτουν πλέγμα ή

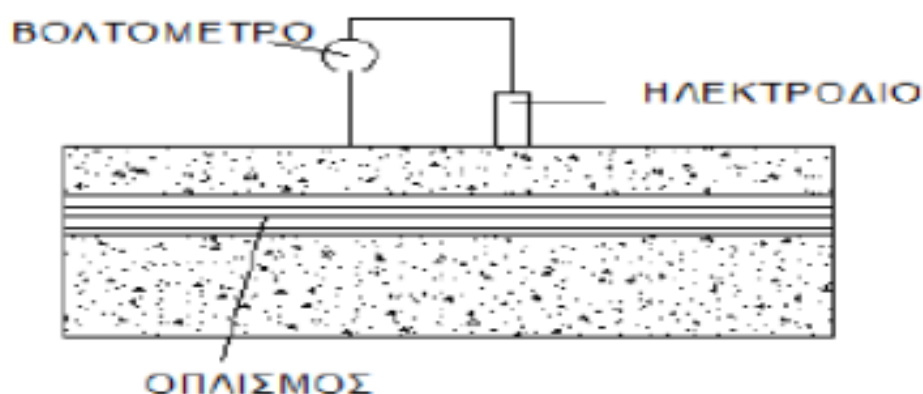
---

<sup>71</sup> Σταματούλης, Σ. (2013). Μη καταστροφικοί έλεγχοι σε υφιστάμενες κατασκευές. Πτυχιακή Εργασία. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών - Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων Δομοστατικός Τομέας. Σπυράκος, Κ. (2004). *Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία*. ΤΕΕ. Αθήνα.

περισσότερες από μια στρώσεις οπλισμού, τότε η αξιοπιστία της μεθόδου αυτής μειώνεται<sup>72</sup>.

#### 5.1.1.5 Μέτρηση του Ηλεκτρικού Δυναμικού Σιδηροπλισμού

Η μέθοδος αυτή, μετράει ουσιαστικά το κατά πόσο έχει διαβρωθεί ο σιδηρός οπλισμός και αν υπάρχουν ηλεκτροχημικές αντιδράσεις στην επιφάνεια του σκυροδέματος. Ουσιαστικά, γίνεται μέτρηση του ηλεκτρικού δυναμικού του οπλισμού με τη χρήση ηλεκτροδίου χαλκού ή αργίλου. Το ένα άκρο του ηλεκτροδίου συνδέεται με το στοιχείο ενώ το άλλο με το βολτόμετρο. Το Σχήμα 5.3 απεικονίζει τη διαδικασία αυτή<sup>73</sup>. Η μέθοδος αυτή παρά το γεγονός ότι αποδίδει αποτελέσματα διάβρωσης του οπλισμού, δε δίνει το βαθμό της διάβρωσης άρα παρέχει ενδείξεις και όχι αποδείξεις.



Σχήμα 5. 3: Μέτρηση ηλεκτρικού δυναμικού οπλισμού (Πηγή: Κυριάκου, 2016)

#### 5.1.1.6 Ακτινογραφίες με Ακτίνες «Χ» και «Γ»

Οι ακτίνες «Χ» προσδιορίζουν τη θέση του οπλισμού καθώς και την πυκνότητα και τη σύσταση του σκυροδέματος. Οι ακτίνες «Γ» από την άλλη προσδιορίζουν κενά και την διάμετρο των ράβδων οπλισμού. Η μέθοδος αυτή θεωρείται εύκολη και απλή, αφού ο εξοπλισμός μπορεί να μεταφερθεί ήτοι είναι κινητός. Ωστόσο, το κόστος της μεθόδου αυτή είναι αρκετά υψηλός. Επίσης, όταν το πάχος του στοιχείου είναι μεγαλύτερο από 30cm τότε η αξιοπιστία των ακτινογραφιών

<sup>72</sup> Σπυράκος, Κ. (2004). Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία. ΤΕΕ. Αθήνα.

<sup>73</sup> Σπυράκος, Κ. (2004). Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία. ΤΕΕ. Αθήνα.

μειώνεται. Η αξιοπιστία επίσης μειώνεται όσο αυξάνονται οι στρώσεις του σιδηρού οπλισμού<sup>74</sup>.

#### 5.1.1.7 Θερμογράφηση με Υπέρυθρη Ακτινοβολία

Όπως προστάζει και ο τίτλος, στη μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται υπέρυθρη ακτινοβολία στη μια πλευρά του στοιχείου. Η μέθοδος αυτή εντοπίζει τυχόν κενά ή ασυνέχειες στο σώμα του σκυροδέματος. Η θερμογράφηση χρησιμοποιείται πρωτίστως για την ανίχνευση ρωγμών στο εσωτερικό, κενών, διάβρωσης, μεγάλου πορώδους και τυχόν αλλαγών στη σύσταση του σκυροδέματος. Χρησιμοποιείται επίσης για τη εξέταση του καταστρώματος γεφυρών με τη μέθοδο μετρήσεων της μοιόμορφης αύξησης ή μείωσης της επιφανειακής θερμοκρασίας. Το βασικό πλεονέκτημα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι η ακρίβεια των αποτελεσμάτων. Το βασικό μειονέκτημα είναι το υψηλό κόστος του ειδικού εξοπλισμού που απαιτείται προκειμένου να πραγματοποιηθεί η μέθοδος αυτή<sup>75</sup>.

#### 5.1.1.8 Μέτρηση του Ποσοστού Υγρασίας με Εκπομπή Νετρονίων

Στην παρούσα μέθοδο χρησιμοποιείται ένα όργανο το οποίο εκπέμπει μια ροή νετρονίων στο στοιχείο που μελετάται ενώ η ταχύτητα της ακτινοβολίας μειώνεται με την υγρασία και το ποσοστό υγρασίας. Αποτελεί από τις πιο αξιόπιστες μεθόδους προσδιορισμού του ποσοστού υγρασίας του σκυροδέματος. Βασικό μειονέκτημα είναι το κόστος του φορητού οργάνου που απαιτείται για τη μέτρηση της υγρασίας<sup>76</sup>.

### 5.1.2 Ημικαταστροφικοί Έλεγχοι

#### 5.1.2.1 Λήψη Πυρήνων

Σύμφωνα με τον Σπυράκο (2004) η μέθοδος αυτή εξετάζει τη θλιπτική αντοχή καθώς και την ολική κατάσταση του σκυροδέματος. Επίσης εξετάζει τα σημεία που έχουν τοποθετηθεί αλλά και το μέγεθος των ράβδων οπλισμού, όπως επίσης και την

---

<sup>74</sup> Σταματούλης, Σ. (2013). Μη καταστροφικοί έλεγχοι σε υφιστάμενες κατασκευές. Πτυχιακή Εργασία. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών - Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων Δομοστατικός Τομέας. Σπυράκος, Κ. (2004). *Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία*. ΤΕΕ. Αθήνα.

<sup>75</sup> Σταματούλης, Σ. (2013). Μη καταστροφικοί έλεγχοι σε υφιστάμενες κατασκευές. Πτυχιακή Εργασία. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών - Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων Δομοστατικός Τομέας. Σπυράκος, Κ. (2004). *Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία*. ΤΕΕ. Αθήνα.

<sup>76</sup> Ως άνω.

ύπαρξη ρωγμών καθώς και άλλων αστοχιών που έχουν εμφανιστεί στο σκυροδέμα, τα αποτελέσματα προηγούμενων επεμβάσεων κ.α. Επίσης, αντλούνται γνώσεις για το είδος των αδρανών, την ύπαρξη χλωριόντων όπως και οποιαδήποτε διάβρωση του οπλισμού. Οι πυρήνες που λαμβάνονται ονομάζονται και «καρότα» και επιβάλλεται από όλους τους διεθνής κανονισμούς. Η λήψη τους γίνεται με ειδικό διατρητικό μηχάνημα ενώ τα δοκίμια έχουν διάμετρο 10-13cm. Προκειμένου να γίνει σωστός έλεγχος θα πρέπει να ληφθούν τουλάχιστον 3 πυρήνες επειδή συχνά κατά τη λήψη τους από το στοιχείο αστοχούν. Ως εκ τούτου είναι απαραίτητο να λαμβάνονται ακόμα δύο εφεδρικοί πυρήνες.

#### 5.1.2.2 Χρήση Εξοκλέα

Ο εξοκλέας αποτελεί ένα όργανο το οποίο μετράει επιτόπου τη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος. Η μέθοδος αυτή χρησιμοποιεί τη δύναμη ενός ειδικού μπουλονιού το οποίο ουσιαστικά συγκολλάτε στην επιφάνεια του σκυροδέματος και έπειτα εφελκύεται από ειδικό όργανο έως ότου προκληθεί θραύση του σκυροδέματος. Υπολογίζει τη θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος καθώς και τον προσδιορισμό της αντοχής της συγκόλλησης διαφόρων επικαλύψεων στο σκυρόδεμα. Βασικό πλεονέκτημα του εξοκλέα είναι η ταχύτητα εκτέλεσης και λήψης των αποτελεσμάτων σε σχέση με τη λήψη πυρήνων<sup>77</sup>.



Σχήμα 5. 4: Εξοκλέας (Πηγή: <https://el.wiktionary.org/wiki/εξοκλέας>)

#### 5.1.2.3 Έλεγχος Ράβδων Οπλισμού σε Εφελκυσμό

Προκειμένου να πραγματοποιηθεί έλεγχος των ράβδων οπλισμού σε εφελκυσμό πρέπει να απομακρυνθεί το υπάρχον σκυρόδεμα ώστε να αποκοπούν 30cm από το

---

<sup>77</sup> Σπυράκος, Κ. (2004). Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία. ΤΕΕ. Αθήνα.

τμήμα της ράβδου. Εν συνεχεία, το κομμάτι του οπλισμού υποβάλλεται σε έλεγχο αξονικού εφελκυσμού και έτσι προσδιορίζεται η αντοχή και η επιμήκυνση. Από τα αποτελέσματα δύναται να υπολογιστεί το όριο της διαρροής και της εφελκυστικής αντοχής του σιδηρού οπλισμού. Θεωρείται μια αξιόπιστη μέθοδος προσδιορισμού των μηχανικών ιδιοτήτων των ράβδων οπλισμού. Ωστόσο διαθέτουν ένα βασικό μειονέκτημα το οποίο είναι το κόστος και ο χρόνος που απαιτείται προκειμένου να γίνει ο έλεγχος<sup>78</sup>.

#### 5.1.2.4 Μέθοδοι Πετρογραφικής Ανάλυσης

Η πετρογραφική ανάλυση λαμβάνει πυρήνες σκυροδέματος και πραγματοποιείται ανάλυση των χημικών και φυσικών ιδιοτήτων του σκυροδέματος. Έτσι εντοπίζονται χημικά ενεργά αδρανή και βλάβες πρόσμιξης στο σκυρόδεμα όπως και επίσης υπολογισμός του βάθους ενανθράκωσης και του εύρους των ρωγμών του σκυροδέματος. Αποτελεί μια μέθοδο αξιόπιστη ωστόσο ακρινή αφού απαιτείται ειδικός εξοπλισμός και εκπαιδευμένο συνεργείο<sup>79</sup> (Σπυράκος, 2004).

#### 5.1.3 Επιτόπιοι Χημικοί Έλεγχοι

Οι επιτόπιοι χημικοί έλεγχοι μπορούν να γίνουν οποιαδήποτε στιγμή αφορούν κυρίως τη διάρκεια ζωής του σκυροδέματος. Υπάρχουν πληθώρα χημικών ελέγχων ωστόσο παρατίθεται μόνο κάποιοι τυπικοί έλεγχοι.

##### 5.1.3.1 Έλεγχος Βάθους Ενανθράκωσης

Το βάθος της ενανθράκωσης μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση διαλύματος φαινολοφθαλείνης η οποία απλώνεται στην επιφάνεια του σκυροδέματος. Η εναλλαγή του χρώματος στην επιφάνεια του σκυροδέματος δίδει και το βάθος ενανθράκωσης. Όσον αφορά το χρώμα του σκυροδέματος με την φαινολοφθαλείνη μετατρέπεται σε βιολετί όταν η τιμή του pH έχει αυξηθεί παραπάνω από 9,5. Ως εκ τούτου, ένα σκυρόδεμα θεωρείται υγιές όταν το pH του είναι μεγαλύτερο από 9,5. Σε περίπτωση που το pH έχει μικρότερη τιμή από 9,5 τότε το σκυρόδεμα είναι ενανθρακωμένο<sup>80</sup>.

---

<sup>78</sup> Σπυράκος, Κ. (2004). *Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία*. ΤΕΕ. Αθήνα.

<sup>79</sup> Ως Άνω.

<sup>80</sup> Ως Άνω



#### 5.1.3.2 Έλεγχος Χλωριόντων

Κατά τον έλεγχο χλωριόντων χρησιμοποιείται ένα δείγμα του σκυροδέματος ώστε να προσδιοριστεί η ποσότητα αυτών . Όταν παρατηρείται παρουσία υδατοδιαλυτών χλωριόντων στο σκυρόδεμα πάνω από το συγκεκριμένο όριο (0.20% ανά μονάδα βάρους χλωριόντος σε μείγμα σκυροδέματος) που έχει τεθεί, τότε καταλαβαίνουμε ότι υπάρχει σοβαρή πιθανότητα διάβρωσης για το σκυρόδεμα. Την μέθοδο αυτή την προτιμούν γιατί είναι αξιόπιστη, σύντομη και χαμηλού κόστους, όμως η εφαρμογή της σε κατασκευές είναι σχετικά πρόσφατη οπότε δεν υπάρχουν μακροπρόθεσμα αποτελέσματα<sup>81</sup>.

#### 5.1.4 Έλεγχοι Καθολικής Φόρτισης

Αποτελεί έναν έλεγχο που δεν προτιμάται αφού φορτίζονται φέροντα στοιχεία με μικροδομήσεις και άλλα μέσα διέγερσης. Θεωρείται ως η έσχατη λύση για τον έλεγχο και την αξιολόγηση κατασκευών. Είθισται να εφαρμόζεται σε πλαισιακούς φορείς που έχουν εμφανίσει ίχνη φθοράς, αλλά και σε κατασκευές που κατά την εξέταση των αναλύσεων υποδεικνύεται ότι υπάρχουν επιπλέον του ορίου, επιτρεπόμενες τάσεις υπό δεδομένη φόρτιση. Ωστόσο είναι χρήσιμη διότι γίνεται μέτρηση των μετακινήσεων και παραμορφώσεων των μελών μιας κατασκευής<sup>82</sup>.

---

<sup>81</sup> Ως Άνω.

<sup>82</sup> Ως Άνω.

## 6. Οικονομοτεχνική Μελέτη – Σύγκριση Ενίσχυσης υποστυλωμάτων με έγχυτο και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα Gunitite.

Η οικονομοτεχνική μελέτη θα πραγματοποιηθεί σε υφιστάμενο κτίριο το οποίο βρίσκεται σε νησί των Κυκλάδων και πιο συγκεκριμένα στην Άνδρο. Πρόκειται για ένα τριώροφο κτίριο (ισόγειο, Α΄ και Β΄ όροφο) που βρίσκεται στο Γαύριο Άνδρου σε οικόπεδο 1057,32 τμ. Το κτίριο έχει πρόσωπο στην παραλιακή οδό όπως φαίνεται και στο Σχήμα 6.1. Το κτίριο χτίστηκε το έτος 1974 και για πολλά χρόνια λειτουργούσε ως ξενοδοχειακή μονάδα. Το έτος 2000 έγινε αλλαγή χρήσης όπου το ισόγειο λειτουργούσε ως σούπερ μάρκετ εννώ οι υπόλοιποι όροφοι ως γραφεία. Το 2018 έγινε και πάλι αλλαγή χρήσης, όπου το ισόγειο προορίζονταν για γραφεία και οι δύο όροφοι (Α΄ και Β΄) προορίζονταν για ενοικιαζόμενα διαμερίσματα, συγκεκριμένα 3 σύγχρονα διαμερίσματα στον Α΄ όροφο και δύο σύγχρονα διαμερίσματα στο Β΄ όροφο.



Σχήμα 6. 1: Πρόσωση του κτιρίου στην παραλιακή οδό Γαυρίου, Άνδρος (Πηγή: google maps)

Κατόπιν αυτοψίας που διενεργήθηκε από Πολιτικό Μηχανικό το 2018, το κτίριο διαπιστώθηκε πως έχει υποστεί φθορά κυρίως στα επιχρίσματα και στα μεταλλικά στοιχεία (κιγκλιδώματα, κουπαστές κλιμακοστασίου κλπ). Επίσης, διαπιστώθηκε πως τρία υποστυλώματα στο Β' όροφο χρήζουν επισκευής διότι έχει υποστεί φθορά ο σιδηρός οπλισμός των υποστυλωμάτων αποτέλεσμα διάβρωσης. Τα υποστυλώματα θα ενισχυθούν καταλλήλως με τις κανονιστικές διατάξεις τον ΕΚΩΣ (Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος).

Οι επεμβάσεις που απαιτούνται να πραγματοποιηθούν στο κτίριο είναι οι εξής:

- Αισθητική και λειτουργική αναβάθμιση του εσωτερικού του κτιρίου μέσω εκσυγχρονισμού των υδραυλικών και ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων του κτιρίου.
- Η ενεργειακή αναβάθμιση του κελύφους του κτιρίου μέσω της χρήσης διπλών υαλοπινάκων, μονώσεων τοίχων και δώματος.
- Η αισθητική βελτίωση των όψεων του κτιρίου, ώστε να αποδοθεί στον περιβάλλοντα χώρο ένα κτίριο σύγχρονο που παραπέμπει στη νεοκλασική παράδοση του νησιού.
- Ενίσχυση υποστυλωμάτων όπου απαιτείται.

Με τις εργασίες που προβλέπονται δεν επηρεάζεται το περιτύπωμα του κτιρίου, ούτε αλλάζει ο συντελεστής δόμησης.

Ειδικότερα οι εργασίες που προβλέπονται είναι οι εξής:

- Η καθαίρεση οπτοπλινθοδομών εσωτερικά του κτιρίου, όπου αυτό κρίνεται απαραίτητο.
- Η κατασκευή νέων οπτοπλινθοδομών.
- Η αποξήλωση παλαιών επιχρισμάτων όπου αυτό είναι αναγκαίο και η κατασκευή νέων.
- Η αντικατάσταση δαπέδων σε όλη την επιφάνεια του κτιρίου.
- Η κατασκευή επενδύσεων στα λουτρά από κεραμικά πλακίδια και η αντικατάσταση των ειδών υγιεινής.
- Η κατασκευή νέας υδραυλικής και ηλεκτρολογικής εγκατάστασης.

- Η αντικατάσταση των εξωτερικών κουφωμάτων.
- Η κατασκευή νέων κουζινών και ντουλαπιών στα υπνοδωμάτια.
- Χρωματισμοί.
- Ενίσχυση τριών υποστυλωμάτων λόγω βλάβης :

A. με έγχυτο σκυρόδεμα και

B. με εκτοξευμένο σκυρόδεμα (gun;ite)

Σύμφωνα με τις παραπάνω εργασίες δεν επιβάλλονται στον φέροντα οργανισμό της οικοδομής επιπλέον στατικές φορτίσεις (εκτός από την ενίσχυση των υποστυλωμάτων με σκυρόδεμα) από αυτές που έχουν υπολογιστεί σύμφωνα με την τρέχουσα άδεια. Επίσης δεν γίνεται καμία προσθήκη ορόφου καθ' ύψος ή κατ' επέκτασης κάτι που άλλαζε στη στατική συμπεριφορά του κτιρίου.

Παρακάτω παρουσιάζονται εικόνες από την εσωτερική κατάσταση του κτιρίου. Όπως μπορεί να παρατηρηθεί ο ιδιοκτήτης έχει προβεί στη καθαίρεση των οπτοπλινθοδομών και αφαίρεση διαβρωμένων επιχρισμάτων.



Σχήμα 6. 2: Οπτοπλινθοδομή (Πηγή: Αρχείο συγγραφέα)



*Σχήμα 6. 3 : Δοκός έπειτα από αφαίρεση επιχρισμάτων (Πηγή: Αρχείο συγγραφέα)*



*Σχήμα 6. 4: Κάτοψη πρώτου ορόφου προς τον ακάλυπτο χώρο του κτιρίου (Πηγή: Αρχείο συγγραφέα)*



Σχήμα 6. 5: Ένα από τα υποστολώματα που χρίζει επισκευής – 800\*200mm (Πηγή: Αρχείο συγγραφέα)

Όπως μπορεί κανείς να διακρίνει έχουν αφαιρεθεί αρκετά επιχρίσματα σε φέροντα στοιχεία τα οποία δεν επηρεάζουν τη στατικότητα του κτιρίου. Παράλληλα έχουν καθαιρεθεί τα τοιχία τα οποία επίσης δεν συνείσφεραν στη στατικότητα του κτιρίου.

Η οικονομική μελέτη της παρούσας εργασίας θα γίνει σύμφωνα με τα παρακάτω άρθρα (Υπουργείο Υποδομών & Μεταφορών, 2016):

ΑΡΘΡΟ 04 ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ – ΑΠΟΞΗΛΩΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΑ)

ΑΡΘΡΟ 05 ΚΑΘΑΙΡΕΣΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΕΚ ΛΙΘΩΝ Ή ΆΛΛΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΜΕΤΑ Ή ΑΝΕΥ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΟΣ

ΑΡΘΡΟ 06 ΚΑΘΑΙΡΕΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

ΑΡΘΡΟ 08 ΚΑΘΑΙΡΕΣΗ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΩΝ

ΑΡΘΡΟ 09 ΑΠΟΞΗΛΩΣΗ ΚΟΥΦΩΜΑΤΩΝ

ΑΡΘΡΟ 10 ΑΠΟΞΗΛΩΣΗ ΥΑΛΟΠΙΝΑΚΩΝ

ΑΡΘΡΟ 12 ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ

ΑΡΘΡΟ 15 ΣΙΔΗΡΟΥΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

ΑΡΘΡΟ 16 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ

ΑΡΘΡΟ 18 ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΟΚΩΝ

ΑΡΘΡΟ 23 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΙΝΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΜΗΤΡΑΣ (ΙΑΜ) ΣΕ ΚΟΝΙΑΜΑ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ

ΑΡΘΡΟ 27 ΧΡΩΜΑΤΙΣΜΟΙ ΕΠΙΦΑΝΕΙΩΝ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΩΝ ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΥΔΡΟΧΡΩΜΑΤΩΝ ΜΕ ΒΑΣΗ ΤΗΝ ΥΔΡΥΑΛΟ

ΑΡΘΡΟ 28 ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ – ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΙ – ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ

ΑΡΘΡΟ 34 ΕΠΙΧΡΙΣΜΑ ΤΡΑΒΗΧΤΑ ΠΡΟΕΞΟΧΩΝ

Στις παρακάτω παραγράφους αναλύεται το αντικείμενο των εργασιών αναλόγως το άρθρο καθώς και ο τρόπος επιμέτρησης.

#### **Άρθρο 4 - ΚΑΘΑΙΡΕΣΕΙΣ – ΑΠΟΞΗΛΩΣΕΙΣ (ΓΕΝΙΚΑ)**

Το παρόν άρθρο το οποίο ισχύει παράλληλα με όλα τα επόμενα ειδικά άρθρα καθαιρέσεων, αποξηλώσεων κλπ., περιλαμβάνει εργασίες καθαιρέσεων και αποξηλώσεων διαφόρων στοιχείων του έργου που έχουν αναφερθεί προηγουμένως. Οι καθαιρέσεις θα εκτελεσθούν από τον αρμόδιο ανάδοχο και είναι υποχρεωμένος να λάβει όλα τα προστατευτικά μέτρα με τις υπόψη εργασίες κατεδαφίσεων, καθαιρέσεων, αποξηλώσεων κλπ., τα οποία προβλέπονται από τους αντίστοιχους νόμους, διατάγματα και τις αστυνομικές και λοιπές διοικητικές διατάξεις και να ενημερώσει τον Εντεταλμένο Πολιτικό Μηχανικό πριν την έναρξη των ανωτέρω εργασιών, σχετικά με τον τρόπο εργασίας που πρόκειται να ακολουθήσει. Στις εργασίες καθαιρέσεων που θα πραγματοποιηθούν, περιλαμβάνεται οπωσδήποτε και η εργασία αποκατάστασης του υπολοίπου διατηρητέου στοιχείου, στην έκταση που επιβάλλεται από τη ζημιά που προκλήθηκε λόγω καθαίρεσης καθώς και η απαραίτητη προεργασία για την έντεχνη καθαίρεση τμήματος του έργου και την αποφυγή καταστροφής του υπολοίπου διατηρητέου στοιχείου.

Παρακάτω περιγράφονται ενδεικτικά οι εργασίες που πρέπει να λάβουν μέρος κατά την καθαίρεση στοιχείων.

- (1) Ο πλήρης καθαρισμός του αποκαλυπτόμενου υποστρώματος, (δαπέδου, τοίχου, οροφής), σε περιπτώσεις καθαίρεσης ή αποξήλωσης υπάρχουσας επένδυσης από οποιοδήποτε υλικό, από τα υλικά συγκόλλησης (κονιάματα στρώσεων, κόλλες, κλπ), ώστε η επιφάνεια αυτή να είναι έτοιμη και κατάλληλη να δεχθεί τη νέα επένδυση ή επικάλυψη.
- (2) Η αφαίρεση των υλικών στερέωσης, συγκράτησης και ανάρτησης μιας καθαιρούμενης ή αποξηλούμενης υπάρχουσας κατασκευής, (ήλοι, ενσωματωμένα στοιχεία και εξαρτήματα κλπ) και η πλήρωση των δημιουργούμενων οπών, αυλάκων κλπ, οποιωνδήποτε διαστάσεων και βάθους, με τσιμεντοκονίαμα των 450 Kgr τσιμέντου.



(3) Σε περίπτωση δημιουργίας ανοιγμάτων, είτε με καθαίρεση τοιχοδομών από οποιοδήποτε υλικό, είτε με αποξήλωση υπαρχόντων κουφωμάτων (με ή χωρίς τις κάσες τους), η περίμετρος (παρειές) του ανοίγματος θα αποκαθίσταται πλήρως με τη μόρφωση των λαμπάδων του ανοίγματος με επίχρισμα, την αποκατάσταση του επιχρίσματος οροφής ή πρεκιού και την πλήρωση του δημιουργούμενου στο δάπεδο κενού (αύλακος), οποιωνδήποτε διαστάσεων και βάθους, με τσιμεντοκονίαμα των 450 Kgr τσιμέντου. Στην περίπτωση της παρούσας μελέτης, δεν έχουν δημιουργηθεί ανοίγματα και ούτε ενδέχεται να δημιουργηθούν. Ο τρόπος επιμέτρησης των εργασιών καθαίρεσης και αποξήλωσης καθορίζεται στα επόμενα αντίστοιχα άρθρα των Τ.Π.

#### **Άρθρο 5 - ΚΑΘΑΙΡΕΣΗ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΕΚ ΛΙΘΩΝ Ή ΆΛΛΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΜΕΤΑ Ή ΑΝΕΥ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΟΣ**

Καθαίρεση ανωδομών από λιθοδομή, οπτοπλινθοδομή ή τσιμεντολιθοδομή συνήθους ή ισχυρού κονιάματος, μετά ή άνευ επιχρίσματος, για την κατασκευή διαζώματος εκ οπλισμένου σκυροδέματος, τη δημιουργία ανοιγμάτων, οπών, οποιωνδήποτε διαστάσεων και μορφής, μετά της διαμόρφωσης των παρειών της οπής ή του ανοίγματος, σύμφωνα με το άρθρο 4 παραπάνω. Η επιμέτρηση θα γίνει σε κυβικά μέτρα (Μ3) λιθοδομής, πραγματικού όγκου, (στις περιπτώσεις πλήρους καθαίρεσης), ή σε τετραγωνικά μέτρα (Μ2) στην περίπτωση δημιουργίας ανοιγμάτων ή οπών, πριν την καθαίρεση σε όλες τις περιπτώσεις.

#### **Άρθρο 6 - ΚΑΘΑΙΡΕΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

Καθαίρεση σκυροδέματος, οποιασδήποτε κατηγορίας, οπλισμένου ή μη, δαπέδου ή άλλου δομικού στοιχείου οποιαδήποτε πάχους και σε οποιαδήποτε στάθμη, (θεμέλιο – βάση μηχανημάτων – σκυρόδεμα εγκιβωτισμού κηπευτικού χώματος κλπ.), για τη διαμόρφωση ανοιγμάτων ή οπών ή την επίτευξη επιθυμητής οριζόντιας στάθμης δαπέδου μετά της απαιτούμενης διαμόρφωσης των παρειών της

παραμένουσας κατασκευής δια τσιμεντοκονίας των 450Kgr τσιμέντου, όπου απαιτείται. Οι αποκοπτόμενοι οπλισμοί κάμπτονται και εγκιβωτίζονται κατά μήκος της διαμορφωμένης παρειάς σε βάθος 3cm (επικάλυψη) και μήκος 20cm. Κατά τα λοιπά σύμφωνα με το άρθρο 04 των Τ.Π. συμπεριλαμβανομένης στην τιμή μονάδας και της κοπής του οπλισμού. Η επιμέτρηση θα γίνει σε κυβικά μέτρα σκυροδέματος (Μ3), οπλισμένου ή μη, πραγματικού όγκου, πριν την καθαίρεση.

#### **Άρθρο 8 - ΚΑΘΑΙΡΕΣΗ ΕΠΙΧΡΙΣΜΑΤΩΝ**

Καθαίρεση επιχρισμάτων, συνήθους ή ισχυρού κονιάματος, εσωτερικών ή εξωτερικών, επί τοίχων ή οροφών, οποιασδήποτε έκτασης (διαστάσεων) ή μορφής, και σε βάθος μέχρι την επιφάνεια της τοιχοποιίας, του μπετόν κλπ. ώστε να μην απομένει κανένα υπόστρωμα. Διευκρινίζεται ότι καθαιρέσεις επιχρισμάτων που θα προκληθούν αναγκαστικά ή λόγω παλαιότητας ή σαθρότητάς τους, κατά την καθαίρεση ή αποξήλωση άλλου δομικού στοιχείου, (π.χ. ξύλινων επενδύσεων, επικαλύψεων κλπ), δεν θα αποζημιώνονται ιδιαίτερως, της σχετικής δαπάνης περιλαμβανομένης στην τιμή μονάδας καθαίρεσης ή αποξήλωσης του δομικού στοιχείου. Η επιμέτρηση θα γίνει σε τετραγωνικά μέτρα (Μ2) πραγματικής επιφάνειας. Κατά τα λοιπά σύμφωνα με το άρθρο 04 των Τ.Π.

#### **Άρθρο 12 - ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΑ**

Γενικώς θα λαμβάνονται υπόψη οι ισχύοντες κανονισμοί :

α. Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος, ΕΚΩΣ 2000, ΦΕΚ 1329Β/6.11.2000

β. Κανονισμός Τεχνολογίας Σκυροδέματος ΦΕΚ 315/Β/17-4-97 και 479/Β/11-6-97 και οι κατά καιρούς τροποποιήσεις τους, οι οποίοι αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα των Τεχνικών Προδιαγραφών σε συνδυασμό με τις ακόλουθες προδιαγραφόμενες απαιτήσεις.

## A. ΕΡΓΟΤΑΞΙΑΚΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Θα επιτρέπεται η παραγωγή του σκυροδέματος στο εργοτάξιο, εφόσον ο Ανάδοχος διαθέτει τον απαραίτητο μηχανικό εξοπλισμό και τα μέσα για την παρασκευή της επιθυμητής κατηγορίας σκυροδέματος.

### **1. Προέλευση υλικών**

Τα αδρανή υλικά για τα άοπλα ή τα οπλισμένα σκυροδέματα θα είναι θραυστά ή ποταμού. Οι τοποθεσίες των λατομείων από τα οποία θα ορυχθούν τα θραυστά αδρανή, καθώς και οι τοποθεσίες των εναποθέσεων ποταμού ή χειμάρρου από όπου θα ορυχθούν τα ποτάμια αδρανή θα εξευρεθούν και θα καθορισθούν από τον Ανάδοχο που θα έχει και την ευθύνη για τις συνθήκες εκμεταλλεύσεώς τους. Οι δαπάνες αποκαλύψεως, ενοικίου, χρήσεως κλπ. των λατομείων και των χώρων εναποθέσεων, βαρύνουν τον Ανάδοχο.

Οι ανωτέρω τοποθεσίες λατομείου ή ποταμού, χειμάρρου κλπ, πριν χρησιμοποιηθούν θα πρέπει να εγκριθούν από τον Εντεταλμένο Μηχ/κό, ο δε Ανάδοχος υποχρεούται να τις εγκαταλείψει και να εξεύρει νέες θέσεις χωρίς καμία αποζημίωση, εφόσον τα εξορυσσόμενα υλικά δεν είναι αναλόγως ικανοποιητικά. Ο Εντεταλμένος Μηχ/κός θα πρέπει να εγκρίνει ή να απορρίψει τις ανωτέρω τοποθεσίες λατομείων ή εναποθέσεων σε προθεσμία ενός μηνός από της σχετικής αιτήσεως του Αναδόχου, η οποία όμως λαμβάνεται υπόψη μόνον εφόσον πριν από αυτήν ο Ανάδοχος έχει εκτελέσει αριθμό τάφρων εις την υπό εκμετάλλευση επιφάνεια, ώστε να μπορέσει ο Εντεταλμένος Μηχ/κός να αντιληφθεί ακριβώς την αξία της προτεινόμενης τοποθεσίας. Οποιαδήποτε αλλαγή λατομείου, θα γνωστοποιηθεί στον Εντεταλμένο Μηχανικό εγκαίρως.

### **2. Ποιότητα και προπαρασκευή των υλικών**

Τα προοριζόμενα για τα σκυροδέματα αδρανή υλικά πρέπει να είναι σκληρά, καθαρά απαλλαγμένα οποιωνδήποτε οργανικών ή γαιωδών ουσιών και διαστάσεων καθοριζόμενων εκ της κοκκομετρικής συνθέσεως και δεν θα χρησιμοποιηθούν πριν εγκριθούν από τον Εντεταλμένο Μηχ/κό. Τα αδρανή υλικά θα καταταγούν αναλόγως της διαστάσεως κόκκου σε διάφορες κατηγορίες σε ξεχωριστούς σωρούς.

Επίσης θα γίνεται τακτικά έλεγχος της υγρασίας των υλικών για να καθορίζεται κάθε φορά η ποσότητα του νερού του μίγματος. Εν πάση περιπτώσει πρέπει να προβλεφθούν τέσσερις τέτοιοι "σωροί" από του οποίους οι τρεις για τις κατηγορίες σκύρων. Πρέπει να εξασφαλισθούν όλα τα μέτρα σταθερότητας και ομογένειας των αδρανών υλικών κάθε "σωρού". Αυτό θα διαπιστώνεται με κοκκομετρικές αναλύσεις των δειγμάτων που θα λαμβάνονται από τους ανωτέρω "σωρούς" και οι οποίες θα γίνονται με έξοδα του Αναδόχου και θα ελέγχονται από τον Εντεταλμένο Μηχ/κό.

Οι "σωροί" που θα περιέχουν λεπτό υλικό θα πρέπει να προστατεύονται πλήρως από την βροχή. Γενικώς η σύνθεση των αδρανών υλικών πρέπει να δίνει καμπύλη ευρισκόμενη εντός των ορίων της "εξαιρετικώς καλής", όπως καθορίζεται στους ισχύοντες κανονισμούς.

Σε περίπτωση δικαιολογημένης απορρίψεως της σύνθεσης των υλικών σκυροδέματος που παρουσίασε ο Ανάδοχος, ο Εντεταλμένος Μηχανικός της ΔΕΗ έχει το δικαίωμα να καθορίσει διαφορετικές συνθέσεις και ο Ανάδοχος υποχρεώνεται να συμμορφωθεί με αυτές. Εάν το ποσοστό της αργίλου και των ομοίων προσμίξεων είναι μεγαλύτερο από επιτρεπόμενο, θα απαιτηθεί πλύση αδρανών

### **3. Νερό**

Το νερό που προορίζεται για την παρασκευή σκυροδεμάτων πρέπει να είναι καθαρό, απαλλαγμένο οργανικών ουσιών ή αργίλου και να μην έχει δυσμενή επίδραση στην πήξη, στην αντοχή και στην διατήρηση των σκυροδεμάτων και να μην παραβιάζει την προστασία του οπλισμού έναντι διάβρωσης.

### **4. Τσιμέντο**

Το τσιμέντο που θα χρησιμοποιηθεί θα είναι γενικά του τύπου PORTLAND τύπου I ή II, σύμφωνα με τους Ελληνικούς Κανονισμούς και τις προδιαγραφές DIN 1164, παραγωγής των Ελληνικών εργοστασίων, θα μεταφέρεται δε στο εργοτάξιο σε σάκκους σφραγισμένους με το σήμα του εργοστασίου, εκτός αν οι Ελληνικοί κανονισμοί απαιτούν για την κατηγορία του σκυροδέματος που θα παρασκευασθεί

άλλο τύπο τσιμέντου, θα φυλάσσεται δε επιμελώς και πριν χρησιμοποιηθεί δεν θα πρέπει να έχει υποστεί φθορά από υγρασία, χρόνο, κλπ. ώστε οι ιδιότητές του να διατηρούνται άριστες.

Ο Ανάδοχος υποχρεούται, η δε Επιχείρηση έχει το δικαίωμα, να προβαίνει σε έλεγχο της ποιότητας του τσιμέντου που θα χρησιμοποιηθεί, με δοκιμές του εργαστηρίου Ε.Μ.Π. ή άλλου της εγκρίσεως της Επιχειρήσεως, ιδίως σε ότι αφορά την αντοχή σε θλίψη αυτού, τον χρόνο πήξεως, την σταθερότητα όγκου (LE CHATELIER) και την λεπτότητα αλέσεως. Οι δαπάνες των δοκιμών αυτών βαρύνουν τον Ανάδοχο. Τσιμέντο που δεν θα ανταποκρίνεται στις ισχύουσες προδιαγραφές, καθώς και τσιμέντο σε σάκκους που θα περιέχει σβώλους, θα απορρίπτεται. Η εναποθήκευση του τσιμέντου, θα γίνεται σε κατάλληλες αποθήκες εφοδιασμένες με ξύλινα δάπεδα σε ύψος τουλάχιστον 20cm από το έδαφος με έξοδα και ευθύνη του Αναδόχου.

## **5. Σύνθεση σκυροδεμάτων**

Η σύνθεση των σκυροδεμάτων θα υποβάλλεται για έγκριση από τον Ανάδοχο στην Επιχείρηση, αφού προηγουμένως εκτελεσθούν όλες οι δοκιμές που η Επιχείρηση θα κρίνει ότι είναι αναγκαίες σε κάθε περίπτωση.

Η έγκριση αυτής της συνθέσεως του σκυροδέματος από την Επιχείρηση, δεν απαλλάσσει τον Ανάδοχο από την ευθύνη για την τελική ποιότητα του έτοιμου σκυροδέματος.

Η σύνθεση του σκυροδέματος θα καθορίζεται με την γενική κοκκομετρική καμπύλη των αδρανών στοιχείων του τσιμέντου και την σε βάρος αναλογία των στοιχείων αυτών καθώς και με την εκάστοτε αναλογία βάρους νερού. Η κατηγορία σκυροδέματος και η αναλογία βάρους τσιμέντου θα καθορίζεται κάθε φορά στα σχέδια ξυλοτύπων και θα πρέπει να τηρούνται απόλυτα. Σε περιπτώσεις που θα ενσωματωθεί στο σκυρόδεμα, μετά από εντολή του Εντεταλμένου Μηχανικού, βελτιωτικό υλικό (αερακτικό, στεγανωτικό, κλπ) ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος να το ενσωματώσει χωρίς ιδιαίτερη αμοιβή.

## 6. Παρασκευή, μεταφορά και διάστρωση

Η εγκατάσταση παρασκευής του σκυροδέματος πρέπει να επιτρέπει ακριβέστατη ρύθμιση της αναλογίας των στοιχείων συνθέσεώς του σε βάρος, συμπεριλαμβανομένου και του νερού, καθώς και κάθε ενδεχόμενη αλλαγή των σχετικών ποσοτήτων των στοιχείων αυτών.

Η ελάχιστη επιτρεπόμενη περιεκτικότητα σε τσιμέντο θα είναι 270kg/m<sup>3</sup>, εφόσον με την κατάλληλη κοκκομετρική διαβάθμιση επιτυγχάνεται η επιθυμητή χαρακτηριστική αντοχή του σκυροδέματος. Όταν το σκυρόδεμα είναι ανεπίχριστο τότε η ελάχιστη περιεκτικότητα είναι 300kg/m<sup>3</sup> και όταν το σκυρόδεμα απέχει έως ένα (1) χιλιόμετρο από τη θάλασσα ή εκτίθεται σε συνθήκες παγετού τότε η ελάχιστη περιεκτικότητα θα είναι 330kg/m<sup>3</sup>.

Η ανάμιξη του σκυροδέματος θα γίνεται με μηχανικό μαλλακτήρα και η διάρκεια αναμίξεως θα τυγχάνει της εγκρίσεως της Επιχειρήσεως. Επίσης στην έγκριση της Επιχειρήσεως υπόκεινται τα μέσα μεταφοράς και η μέθοδος διαστρώσεως του σκυροδέματος. Εν πάση περιπτώσει κατά την μεταφορά του σκυροδέματος και την έγχυσή του, δεν επιτρέπεται ο διαχωρισμός των στοιχείων του, η πήξη ή η μεταβολή της σύνθεσής του. Πριν από την διάστρωση του σκυροδέματος το τυχόν προηγούμενο στρώμα πρέπει να "αγριευθεί", να καθαρισθεί και να πλυθεί με επιμέλεια, ώστε η επιφάνεια να είναι καθαρή και απαλλαγμένη από σαθρά λιπαρά ή ακάθαρτα τμήματα. Στην καθαρισμένη επιφάνεια θα εγχυθεί διάλυμα τσιμέντου, άμμου, νερού (αριάνι). Σχετικά με τον χρόνο παρελεύσεως από την παρασκευή μέχρι την διάστρωση του σκυροδέματος, ισχύουν τα προβλεπόμενα από τους ισχύοντες κανονισμούς που αφορούν τα έργα σκυροδέματος.

Ο εξοπλισμός για τις πιο πάνω εργασίες, δηλαδή συγκρότημα αναμίξεως, μεταφορικά μέσα, ανυψωτικά μέσα, δονητές κλπ. θα εγκριθεί από τον Εντεταλμένο Μηχανικό της ΔΕΗ και θα είναι σε άριστη κατάσταση και δυναμικότητα τέτοια, ώστε η διάστρωση του σκυροδέματος να είναι συνεχής όταν χρειάζεται.

Η ελάχιστη απαιτούμενη παραγωγή για τα συγκροτήματα αναμίξεως, μεταφοράς και ανυψωτικών μέσων θα καθορίζεται από την ποσότητα των σκυροδεμάτων που χρειάζονται για την ολοκλήρωση του έργου. Δεν θα γίνεται διάστρωση

σκυροδέματος χωρίς να υπάρχει διαθέσιμος επί τόπου όλος ο απαιτούμενος εξοπλισμός (παραγωγής – μεταφοράς – διάστρωσης κλπ) και το απαιτούμενο και κατάλληλο προσωπικό.

Σε καμία περίπτωση δεν θα διαστρώνεται το σκυρόδεμα, εάν δεν έχει τοποθετηθεί και ελεγχθεί ο προβλεπόμενος από τα σχέδια οπλισμός και δεν υπάρχει επάρκεια δονητών σε σχέση με τον όγκο του σκυροδέματος που πρόκειται να διαστρωθεί καθώς και σε σχέση με τις δυσκολίες μετακινήσεως των δονητών διαμέσου των εσχαρών οπλισμού κλπ.

Το σκυρόδεμα θα διαστρώνεται με επιμέλεια και θα δονείται με μηχανικούς δονητές, μέχρις ότου ο τυχόν αέρας που περιέχεται στο σκυρόδεμα εκδιωχθεί και το κονίαμα αναβλύζει ελαφρά στην επιφάνεια. Το είδος των δονητών που θα χρησιμοποιηθούν (επιφανειακοί ή εμβαπτιζόμενοι) θα καθορίζεται κάθε φορά από τον Εντεταλμένο Μηχ/κό.

Πάντως προκειμένου περί εμβαπτιζομένων δονητών, η διάστρωση και δόνηση του σκυροδέματος θα εκτελείται σε στρώσεις πάχους όχι μεγαλύτερου από το μήκος του δονητού. Δεν θα επιτραπεί να διαστρωθεί σκυρόδεμα εάν δεν ευρίσκεται επί τόπου του έργου ένας (1) τουλάχιστον εφεδρικός δονητής σε άριστη κατάσταση λειτουργίας. Η διάστρωση σκυροδέματος απαγορεύεται εφόσον κατά την προηγούμενη νύχτα η θερμοκρασία πέσει κάτω των 5°C.

Μπορεί και στην περίπτωση αυτή να διαστρωθεί κατ' εξαίρεση σκυρόδεμα, υπό την προϋπόθεση εγκρίσεως από τον Εντεταλμένο Μηχ/κό και αφού ληφθούν εγκεκριμένα προστατευτικά μέτρα. Εν πάση περιπτώσει, όταν αναμένονται χαμηλές θερμοκρασίες, οι νεοδιαστρωθείσες επιφάνειες σκυροδέματος πρέπει να καλύπτονται κάθε βράδυ ώστε να προστατεύονται από ψύξη, όπως με σάκκους, αδιάβροχα, ψάθες, κλπ. Μετά από την περίοδο ψύξεως ή έστω όταν (μετά την διάστρωση του σκυροδέματος) την νύχτα η θερμοκρασία κατέλθει κάτω των 0°C, η εργασία δεν θα επαναρχίσει παρά μόνον εφόσον διαπιστωθεί από τον Εντεταλμένο Μηχ/κό ότι το διαστρωθέν σκυρόδεμα δεν υπέφερε από την χαμηλή θερμοκρασία ή εφ' όσον αποκοπούν και απομακρυνθούν όλα τα προσβληθέντα τμήματα.

Για την τήρηση των ανωτέρω προδιαγραφών, ο Ανάδοχος υποχρεούται να εγκαταστήσει σε διάφορα σημεία του εργοταξίου θερμομέτρα "μεγίστου - ελαχίστου".

Σε όλες τις περιπτώσεις μετά την αφαίρεση των ξυλοτύπων η επιφάνεια του σκυροδέματος θα πρέπει να παρουσιάζει πλήρη ομοιομορφία και να είναι χωρίς φωλιές ή φανερό το σιδηρό σπλισμό

#### **7. Διατήρηση των σκυροδεμάτων**

Απαγορεύεται κάθε φόρτιση των σκυροδεμάτων πριν το σκυρόδεμα αποκτήσει επαρκή αντοχή. Ο Ανάδοχος πρέπει να λάβει όλα τα μέτρα ώστε να διατηρείται το σκυρόδεμα υγρό και να μην εκτίθεται σε πολύ μεγάλες θερμοκρασίες. Ο ανωτέρω όρος μπορεί να επιτευχθεί με κάλυψη του σκυροδέματος με σάκους, αδιάβροχα, ψάθες κλπ., σύμφωνα με τις οδηγίες του Εντεταλμένου Μηχανικού, που θα καταβρέχονται συχνά, ώστε να διατηρούνται πάντοτε υγρές. Αυτό θα τηρείται τουλάχιστον.

#### **8. Έλεγχος και δοκιμές των σκυροδεμάτων**

Όσον αφορά τον έλεγχο της ποιότητας του σκυροδέματος θα γίνεται με τη λήψη δοκιμών, όπως περιγράφεται στον Κανονισμό Τεχνολογίας Σκυροδέματος Κ.Τ.Σ. – 97 (ΦΕΚ 315/Β/17-4-97 και ΦΕΚ 479/Β/11-6-97). Ο αριθμός των δοκιμών και το κριτήριο ελέγχου θα καθορίζονται σύμφωνα με τον παραπάνω αναφερόμενο Κανονισμό.

Ο Ανάδοχος οφείλει με δικά του έξοδα πριν από την έναρξη της σκυροδετήσεως να υποβάλει στον Εντεταλμένο Μηχανικό της ΔΕΗ προς έγκριση όλες τις λεπτομερείς συνθέσεις για κάθε είδος σκυροδέματος (κοκκομετρική ανάλυση, περιεχόμενο σε νερό κλπ.) που προβλέπονται στην Σύμβαση. Οι συνθέσεις αυτές θα είναι από εργαστήριο του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε. ή από άλλο αναγνωρισμένο εργαστήριο που θα εγκρίνει ο Εντεταλμένος Μηχανικός της ΔΕΗ.

Ο Ανάδοχος θα συμβουλεύεται τον Εντεταλμένο Μηχανικό της ΔΕΗ για την προετοιμασία των δοκιμών. Όλη η προετοιμασία των δοκιμών θα γίνεται με φροντίδα του Εργολάβου.



Όταν διαστρώνεται το σκυρόδεμα θα λαμβάνονται τόσα δείγματα όσα θα ζητηθούν από τον Εντεταλμένο Εκπρόσωπο της ΔΕΗ. Ο τρόπος λήψεως θα γίνει σύμφωνα με τους σχετικούς κανονισμούς. Όλες οι δαπάνες για λήψη των δοκιμών (γέμισμα, μεταφορά, καθαρισμός τύπων, συντήρηση των δοκιμών, αποθήκευση κλπ.) και τον έλεγχό τους, θα βαρύνουν τον Εργολάβο.

Οι κύβοι θα ελέγχονται την 7η και 28η ημέρα, από την ημέρα της διαστρώσεως. Σε περίπτωση που οι αντοχές των δοκιμών βρεθούν χαμηλότερες των απαιτούμενων από τις προδιαγραφές και τους κανονισμούς, τότε ο Εντεταλμένος Μηχανικός μπορεί, είτε να διατάξει την ενίσχυση με συμπληρωματικά μέτρα είτε την κατεδάφιση του ελαττωματικού μέρους της κατασκευής και την επανακατασκευή αυτού με δαπάνες του Εργολάβου, είτε εφ' όσον κρίνει αλλιώς ανεκτό ως προς την αντοχή να επιβάλει περικοπή στις τιμές μονάδας του σκυροδέματος για το μέρος αυτό.

Εάν μια κατασκευή λόγω ελαττωματικού σκυροδέματος πρέπει να ενισχυθεί, ο Ανάδοχος θα εφαρμόσει με δικές του δαπάνες και χωρίς παράταση των επιτρεπόμενων από το πρόγραμμα κατασκευής προθεσμιών, τις απαραίτητες εργασίες που θα εγκριθούν προηγουμένως από τον Εντεταλμένο Μηχανικό της ΔΕΗ.

Η επιθυμητή πλαστικότητα θα ελέγχεται με την δοκιμή κάθισης.

## B. ΕΤΟΙΜΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ

Στην περίπτωση που θα χρησιμοποιηθεί "έτοιμο σκυρόδεμα", ο Ανάδοχος υποχρεούται να δηλώσει έγκαιρα στον Εντεταλμένο Μηχανικό το εργοστάσιο από το οποίο θα προμηθευτεί το σκυρόδεμα καθώς και την απόστασή του από το έργο. Το εργοστάσιο θα πρέπει να έχει μελέτη συνθέσεως για την επιθυμητή κατηγορία σκυροδέματος μαζί με όλα τα πρόσμικτα που θα χρησιμοποιηθούν καθώς και αποτελέσματα ελέγχου.

Στο δελτίο παραγγελίας θα αναγράφονται απαραίτητα τα εξής :

- α. Η κατηγορία σκυροδέματος.
- β. Η ελάχιστη περιεκτικότητα σε τσιμέντο.

- γ. Η απαιτούμενη κάθιση.
- δ. Η ποσότητα και αντίστοιχο κριτήριο ελέγχου.

Κατά τα λοιπά και όσον αφορά την διάστρωση, συντήρηση, ελέγχους και επιμέτρηση ισχύουν τα παραπάνω αναφερόμενα για το εργοταξιακό σκυρόδεμα.

#### Γ. ΕΠΙΜΕΤΡΗΣΗ

Η επιμέτρηση όλων των σκυροδεμάτων κάθε κατηγορίας, θα γίνει σε κυβικά μέτρα (Μ3) έτοιμου σκυροδέματος, βάσει των διαστάσεων των εγκεκριμένων σχεδίων. Σκυρόδεμα που θα διαστρώνεται πέραν των διαστάσεων των προβλεπομένων από τα σχέδια κατασκευής ή τις έγγραφες εντολές του Εντεταλμένου Μηχ/κού, δεν θα επιμετρώνεται για πληρωμή.

Στην τιμή μονάδος των σκυροδεμάτων, περιλαμβάνονται όλες οι απαιτούμενες δαπάνες προμήθειας, δοκιμής και προσκομίσεως υλικών, μηχανικής αναμίξεως, μεταφοράς, ανυψώσεως ή καταβιβάσεως σε οποιαδήποτε θέση προβλέπουν τα σχέδια, διαστρώσεως, δόνησης, επισκευής και συντηρήσεως κατά την πήξη, προσθήκης βελτιωτικών (αερακτικό, στεγανωτικό, κλπ) σε πρηνή οιοδήποτε ύψους και κλίσεως, καθώς και κάθε δαπάνη απαιτούμενη για την εκπλήρωση των γενικών και ειδικών όρων του παρόντος άρθρου.

#### Άρθρο 15 - ΣΙΔΗΡΟΥΣ ΟΠΛΙΣΜΟΣ

Θα χρησιμοποιηθεί σε κάθε είδους κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα, σύμφωνα με τα σχέδια. Οι οπλισμοί πρέπει να προσκομίζονται και τοποθετούνται σε άριστη κατάσταση, πριν δε να χρησιμοποιηθούν θα καθαρίζονται από ακαθαρσίες, λίπη και χαλαρές σκωρίες.

Επισημαίνεται ότι στο σιδηροπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί θα υπάρχει έντυπο χαρακτηριστικό της εταιρείας παραγωγής του χάλυβα ώστε να μην αμφισβητείται η εταιρεία προέλευσής του.

Ο Εντεταλμένος Μηχανικός δύναται να ζητήσει τουλάχιστον μία δοκιμή καταλληλότητας του οπλισμού για κάθε 10 τόνους που προσκομίζονται από τον

Εργολάβο στο εργοτάξιο και να απορρίπτει κάθε ποσότητα για την οποία τα συμπεράσματα του ελέγχου είναι αντίθετα προς τα οριζόμενα από τον αναφερθέντα κανονισμό. Τα έξοδα των δοκιμών βαρύνουν τον Εργολάβο.

Οι κατασκευαστικές διατάξεις για τη διαμόρφωση, το κόψιμο, την κάμψη, την τοποθέτηση, την συγκράτηση, τις ενώσεις, τη διάταξη και την επικάλυψη του σιδηρού οπλισμού εφαρμόζονται όπως προβλέπεται από τους ισχύοντες κανονισμούς.

Απαγορεύεται να χρησιμοποιηθεί παλιός οπλισμός ή οπλισμός που θα έχει υποστεί ανεπανόρθωτες παραμορφώσεις. Οι οπλισμοί πρέπει να κόπτονται και κάμπτονται στις ακριβείς διαστάσεις βάσει των κανονισμών και να τοποθετούνται στις θέσεις που προβλέπονται από τα σχέδια με κάθε επιμέλεια και σε άριστη κατάσταση, τόσο από άποψη ευθυγραμμίας ράβδων και ορθογωνισμού διακένων, όσο και καθαριότητας. Επίσης πρέπει να εξασφαλίζεται καλά η σύνδεση με σύρμα των εφελκυσμένων και θλιβομένων ράβδων με τον οπλισμό διανομής και τους συνδετήρες, κατά την διάστρωση δε του σκυροδέματος να συγκρατούνται στην ακριβή θέση τους και να περιβάλλονται πυκνά από τη μάζα του σκυροδέματος, ώστε να τηρούνται οι επικαλύψεις που προβλέπονται από τους Κανονισμούς.

Για την εξασφάλιση της ελάχιστης επικάλυψης θα τοποθετηθούν στηρίγματα οπλισμού (αποστάτες) οι οποίοι θα είναι τύπου SPIRAL-FIX SECURI ή παρόμοιου. Ο άνω οπλισμός των πλακών και των δοκών πρέπει να εξασφαλίζεται από βύθιση εντός του σκυροδέματος με ειδικά στηρίγματα (καβαλέτα - πλακίδια από σκυροδέματα με ή χωρίς προεξοχές, σύρματα κλπ). Ο αριθμός των ενώσεων των εφελκυσμένων οπλισμών για αύξηση του μήκους των πρέπει να περιορίζεται στο ελάχιστο, είτε πρόκειται για σιδηρές ράβδους, είτε για ηλεκτροσυσκευασμένα (τυποποιημένα ή όχι) πλέγματα. Οι ενώσεις αυτές πρέπει να διατάσσονται στις περιοχές των ασθενεστερών οπών (π.χ. θέση μηδενισμού ροπών). Για τις ενώσεις των ηλεκτροσυσκευασμένων πλεγμάτων με παράθεση καθώς και ότι αφορά την χρησιμοποίησή του ως οπλισμού αντοχής, ισχύουν οι Ελληνικοί Κανονισμοί, τα DIN 1045, DIN 4225 και επιπλέον οι ειδικοί Γερμανικοί Κανονισμοί.

Η Επιχείρηση έχει το δικαίωμα να επιβάλλει ειδικές προδιαγραφές σχετικές με τον τρόπο στηρίξεως και ενώσεως των ράβδων (συγκόλληση κλπ) χωρίς πρόσθετη πληρωμή του Αναδόχου. Ο Ανάδοχος είναι υποχρεωμένος πριν τοποθετηθεί ο οπλισμός και πριν από την διάστρωση του σκυροδέματος, να υποβάλλει για έγκριση στην Επιχείρηση καταλόγους οπλισμού, σχέδια τοποθέτησεως πλεγμάτων, καθώς και σκαριφήματα κοπής αυτών. Η δε παραλαβή του σιδηρού οπλισμού θα γίνεται πριν την διάστρωση του σκυροδέματος και βάσει των εγκεκριμένων καταλόγων οπλισμού, σχεδίων τοποθέτησεως πλεγμάτων και σκαριφημάτων κοπής αυτών, τα οποία θα υπογράφονται από τους αντιπροσώπους της Επιχειρήσεως και του Αναδόχου.

Δεν επιτρέπονται αλλαγές των διατομών των ράβδων, του αριθμού αυτών, των μεταξύ των αποστάσεων που αναγράφονται στα εγκεκριμένα σχέδια και τις αναθεωρήσεις τους. Ειδικά για τα ηλεκτροσυσκευασμένα πλέγματα, επιτρέπεται αλλαγή στον τύπο του πλέγματος μόνον μετά από έγκριση της Επιχειρήσεως και μόνον όταν με την αλλαγή αυτή επιτυγχάνεται τεχνικότερη, ασφαλέστερη και οικονομικότερη χρησιμοποίηση του υλικού.

Ο οπλισμός θα επιμετρηθεί σε χιλιόγραμμα (KGR) τοποθετημένου σιδήρου, βάσει αφ' ενός μεν των διαστάσεων που προβλέπονται στα εγκεκριμένα σχέδια και στις αναθεωρήσεις τους, των εγκεκριμένων καταλόγων οπλισμού και των εγκεκριμένων σχεδίων τοποθέτησεως και σκαριφημάτων κοπής των πλεγμάτων, αφ' ετέρου δε, των θεωρητικών βαρών τους. Τα τυχόν εναπομείναντα αποκόμματα από τα χρησιμοποιηθέντα τυποποιημένα πλέγματα ή τις σιδηρές ράβδους, δεν θα επιμετρηθούν.

Στην περίπτωση που μετά από έγκριση του Εντεταλμένου Μηχ/κού, ενωθούν με παράθεση δύο τεμάχια σιδηράς ράβδου για να πραγματοποιηθεί το απαιτούμενο από τα σχέδια σχήμα και μήκος της ράβδου, το μήκος παραθέσεως δεν θα επιμετρηθεί, εφόσον, το μήκος αυτό είναι μικρότερο από το υπάρχον στο εμπόριο τυποποιημένο μήκος ράβδων.

Στην τιμή μονάδος περιλαμβάνονται οι τοποθετημένοι οπλισμοί, όπως αυτοί προβλέπονται στα εγκεκριμένα σχέδια και στις αναθεωρήσεις τους, στους

εγκεκριμένους καταλόγους οπλισμού και στα εγκεκριμένα σχέδια τοποθέτησης και σκαριφήματα κοπής των πλεγμάτων. Περιλαμβάνονται επίσης όλες οι δαπάνες προμήθειας, προσκομίσεως, καθαρισμού, κοπής, κάμψεως, απομειώσεως, τοποθέτησεως εντός των τύπων, προσδέσεως, εδράσεως και συγκρατήσεως κατά την τοποθέτηση του σκυροδέματος του σιδηρού οπλισμού, οι αποστάτες, τα ειδικά στηρίγματα και σύρματα προσδέσεως, η κοπή των πάσης φύσεως τεμαχίων σιδηρών οπλισμών που προεξέχουν και πρέπει να καθαιρεθούν, όπως επίσης και των πάσης φύσεως βοηθητικών (σύρματα κλπ.) σε οριζόντιες ή κατακόρυφες επιφάνειες σε οποιοδήποτε ύψος, καθώς και κάθε άλλη δαπάνη σχετικά με την ανωτέρω περιγραφόμενη εργασία.

#### **Άρθρο 16 - ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΑΠΟ Ω/Σ**

Αποκατάσταση ή ενίσχυση φέροντα οργανισμού από οπλισμένο σκυρόδεμα με χρήση ινοπλισμένων πολυμερών (σύνθετα συστήματα εφαρμογής). Επικόλληση συνθετικών λωρίδων (ελάσματα από ίνες άνθρακα) συστήματος Sika® Carbodur®, τύπος ανθρακοελάσματος Sika® Carbodur® S1014 της SIKΑ ή ισοδύναμο, μέσου μέτρου ελαστικότητας 165.000 N/mm<sup>2</sup>, πλάτους 100 mm και πάχους 1,4 mm, που περιλαμβάνει τα ακόλουθα :

Προετοιμασία υποστρώματος

- 1.Υποστρώματα σκυροδέματος πρέπει να προετοιμάζονται μηχανικά χρησιμοποιώντας υδροβολή ή εξοπλισμό εκτράχυνσης, ώστε να αφαιρεθούν η τσιμεντοεπιδερμίδα χαλαρά και σαθρά τμήματα και να επιτευχθεί προφίλ επιφάνειας ανοικτής δομής.
2. Όλες οι σκόνες, χαλαρά και σαθρά τμήματα πρέπει να απομακρύνονται τελείως από όλες τις επιφάνειες πριν την επάλειψη με το υλικό επικόλλησης, κατά προτίμηση με βούρτσα και βιομηχανική σκούπα. Ευπαθή τμήματα σκυροδέματος/τοιχοποιίας πρέπει να απομακρύνονται και επιφανειακές ατέλειες όπως φωλιές, οπές και διάκενα πρέπει να αποκαλυφθούν πλήρως.
- 3.Επισκευές σε υποστρώματα, γεμίσματα οπών/διάκενων και επιφανειακή επιπεδότητα πρέπει να επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας εποξειδική πάστα Sikadur®-30 ή ισοδύναμο.

Εφαρμογή ελάσματος Sika Carbodur S1014 ή ισοδύναμου τύπου

4. Καθάρισμα – ενεργοποίηση του ελάσματος με ειδικό διαλύτη – ενεργοποιητή τύπου Colma Cleaner της SIKA ή ισοδύναμης.

5. Εφαρμογή εποξειδικής ρητίνης Sikadur®-30 της SIKA ή ισοδύναμης, για την δημιουργία κολλώδους επιφάνειας (μέγιστου πάχους 1mm περίπου) στο κατάλληλα προετοιμασμένο υπόστρωμα επί της επιφάνειας της λιθοδομής.

6. Εφαρμογή εποξειδικής ρητίνης Sikadur®-30 της SIKA ή ισοδύναμης, επί της επιφάνειας επικόλλησης του ελάσματος, με μέσο πάχος στρώσης 1-2mm. Η στρώση της ρητίνης θα έχει κυρτή διατομή και εφαρμόζεται στην πλευρά του ελάσματος που δεν φέρει σήμανση.

7. Πίεση του ελάσματος με κυλινδρικό ρολό από καουτσούκ, πλάτους πέλματος 40 mm, ώστε η κόλλα να βγει από τα δύο άκρα, αφαιρώντας την περίσσεια κόλλα εκατέρωθεν του ελάσματος με τη βοήθεια σπάτουλας.

8. Επάλειψη, του ελάσματος και των μεταλλικών πλακών, με εποξειδική ρητίνη Sikadur®-32 της SIKA ή ισοδύναμης και επίταση με χαλαζιακή άμμο τύπου SikaQuartz [0.4-0.8] της SIKA ή ισοδύναμης μέχρι πλήρους τύφλωσης όσο η ρητίνη είναι νωπή. Πριν την εφαρμογή των επιχρισμάτων θα πρέπει να καθαριστούν τα μη καλά προσκολλημένα στοιχεία άμμου.

Ολοκληρωμένη εργασία (υλικά και εφαρμογή), σε οποιαδήποτε στάθμη από το εδάφους, επί οποιασδήποτε επιφάνειας, εκτελεσμένης σύμφωνα με την μελέτη, τις ισχύουσες προδιαγραφές, κανονισμούς και τις κατευθυντήριες οδηγίες της Υπηρεσίας ή της Επίβλεψης του έργου και του προμηθευτή των υλικών, συμπεριλαμβανομένων τυχόν φθορών, ικριωμάτων, καθώς επίσης και λειτουργία οιοδήποτε εξοπλισμού που τυχόν απαιτηθεί για πλήρη αντιμετώπιση ενός m με ανθρακοέλασμα.

**Άρθρο 17 - ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΔΙΑΤΜΗΤΙΚΗ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΦΕΡΟΝΤΑ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΜΕ ΕΠΙΚΟΛΛΗΣΗ ΠΡΟΔΙΑΜΟΡΦΩΜΕΝΩΝ ΓΩΝΙΩΝ ΕΚ ΣΥΝΘΕΤΙΚΩΝ ΙΝΟΠΛΙΣΜΕΝΩΝ ΠΟΛΥΜΕΡΩΝ ΥΛΙΚΩΝ ΣΕ ΜΟΡΦΗ ΛΩΡΙΔΩΝ, ΑΠΟΤΕΛΟΥΜΕΝΩΝ ΑΠΟ ΙΝΕΣ ΑΝΘΡΑΚΑ**

Αποκατάσταση ή ενίσχυση σε διάτμηση φέροντα οργανισμού από οπλισμένο σκυρόδεμα με χρήση προδιαμορφωμένων γωνιών εκ νοπλισμένων πολυμερών (σύνθετα συστήματα εφαρμογής). Επικόλληση συνθετικών γωνιακών ελασμάτων από ίνες άνθρακα, σε μορφή (L), συστήματος Sika® Carboshear®, τύπος γωνιακού ανθρακοελάσματος Sika® Carboshear® L 4/20 της SIKΑ ή ισοδύναμο, μέσου μέτρου ελαστικότητας 95.000 N/mm<sup>2</sup>, πλάτους 4 cm και πάχους 1.4 mm, που περιλαμβάνει τα ακόλουθα :

#### Προετοιμασία υποστρώματος:

1. Υποστρώματα σκυροδέματος πρέπει να προετοιμάζονται μηχανικά χρησιμοποιώντας υδροβολή ή εξοπλισμό εκτράχυνσης, ώστε να αφαιρεθεί η τσιμεντοεπιδερμίδα, χαλαρά και σαθρά τμήματα και να επιτευχθεί προφίλ επιφάνειας ανοικτής δομής.
2. Όλα οι σκόνες, χαλαρά και σαθρά τμήματα πρέπει να απομακρύνονται τελείως από όλες τις επιφάνειες πριν την επάλειψη με το υλικό επικόλλησης, κατά προτίμηση με βούρτσα και βιομηχανική σκούπα. Ευπαθή τμήματα σκυροδέματος/τοιχοποιίας πρέπει να απομακρύνονται και επιφανειακές ατέλειες όπως φωλιές, σπές και διάκενα πρέπει να αποκαλυφθούν πλήρως.
3. Επισκευές σε υποστρώματα, γεμίσματα οπών/διάκενων και επιφανειακή επιπεδότητα πρέπει να επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας εποξειδική πάστα τύπου Sikadur®-30 ή ισοδύναμη, σύμφωνα με EN 1504-4 και EN 1504-3.
4. Απότμηση γωνιών υποστρώματος σε καμπυλότητα όπως ορίζεται από την μελέτη

#### Εφαρμογή γωνιακού ελάσματος Sika Carboshear L4/20 ή ισοδύναμου τύπου

1. Καθάρισμα – ενεργοποίηση του ελάσματος με ειδικό διαλύτη – ενεργοποιητή τύπου Colma Cleaner της SIKΑ ή ισοδύναμου.
2. Εφαρμογή εποξειδικής ρητίνης Sikadur®-30 της SIKΑ ή ισοδύναμης, για την δημιουργία κολλώδους επιφάνειας (μέγιστου πάχους 1mm περίπου) στο κατάλληλα προετοιμασμένο υπόστρωμα επί της επιφάνειας του σκυροδέματος.

3. Εφαρμογή εποξειδικής ρητίνης Sikadur®-30 της SIKA ή ισοδύναμης, επί της επιφανείας επικόλλησης του ελάσματος, με μέσο πάχος στρώσης 1-2mm. Η στρώση της ρητίνης θα έχει κυρτή διατομή και εφαρμόζεται στην πλευρά του ελάσματος που δεν φέρει σήμανση.

4. Πίεση του ελάσματος με κυλινδρικό ρολό από καουτσούκ, πλάτους πέλματος 40 mm, ώστε η κόλλα να βγει από τα δύο άκρα, αφαιρώντας την περίσσεια κόλλα εκατέρωθεν του ελάσματος με τη βοήθεια σπάτουλας.

Σαν γενικές προδιαγραφές των υλικών ενίσχυσης θα πρέπει απαραίτητως να πληρούνται κατ' ελάχιστον τα παρακάτω:

- Μέτρο ελαστικότητας ινών > 95 GPa
- Παραμόρφωση θραύσης ινών άνθρακα >1,3%
- Εφελκυστική αντοχή ινών: > 1350 MPa

#### ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ:

Όλα τα υλικά τα οποία αναφέρονται στη μελέτη θα πρέπει να φέρουν σήμανση CE, σύμφωνα με τις Ευρωπαϊκούς Κανονισμούς (EN 1504 – προϊόντα και συστήματα που αφορούν την προστασία και την επισκευή δομημάτων κατασκευασμένων από σκυρόδεμα – Επίσης ορισμοί, απαιτήσεις, έλεγχος ποιότητας καθώς και αξιολόγηση της συμμόρφωσης). Η συμμόρφωση τεκμηριώνεται με την παροχή της Δήλωσης Επίδοσης (Declaration of Performance) από τον προμηθευτή και θα πρέπει να συμφωνεί με τον κανονισμό (ΕΕ) αριθ. 305/2011 ΤΟΥ ΕΥΡΩΠΑΪΚΟΥ ΚΟΙΝΟΒΟΥΛΙΟΥ ΚΑΙ ΤΟΥ ΣΥΜΒΟΥΛΙΟΥ που αφορά τη θέσπιση εναρμονισμένων όρων εμπορίας προϊόντων του τομέα των δομικών κατασκευών.

Σε περίπτωση που υλικά δε φέρουν πιστοποίηση (δεν υπόκεινται δλδ. σε κάποιο μέρος των Ευρωπαϊκών Νομοθεσιών Πιστοποίησης) θα πρέπει να τεκμηριώνονται με πιστοποιήσεις από αναγνωρισμένους φορείς και με ανάλογες τεχνικές αναφορές.

Οι εργασίες προετοιμασίας της επιφάνειας και εφαρμογής των σύνθετων υλικών θα γίνουν σύμφωνα με τις προδιαγραφές του συστήματος και τις οδηγίες του



προμηθευτή. Η εφαρμογή των συστημάτων πρέπει να πραγματοποιείται από εγκεκριμένο προμηθευτή των υλικών εφαρμοστή

#### **Άρθρο 18 - ΜΑΝΔΥΕΣ ΑΠΟ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΔΟΚΩΝ**

Κατασκευή μανδύα ενίσχυσης/αποκατάστασης δοκών, οποιασδήποτε διατομής, ανεξαρτήτως του ύψους, από σκυρόδεμα C25/30 με αναστολέα διάβρωσης ως πρόσθετο (admixture), χωρίς την αξία του σιδηροπλισμού σύμφωνα με τα σχέδια της μελέτης και το άρθρο 00.012 των Τ.Π. Σε τμήματα των δοκών που το πάχος του μανδύα είναι μικρότερο από 10cm ο μανδύας θα είναι από εκτοξευμένο σκυρόδεμα Cs30 σύμφωνα με τον ΕΛΟΤ ΤΠ 1501-14-01-14-00:2009 που περιλαμβάνει τις "Ενισχύσεις - αποκαταστάσεις κατασκευών από σκυρόδεμα με μανδύα εκτοξευμένου σκυροδέματος".

#### **Άρθρο 23 - ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΗ - ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ ΤΟΙΧΟΠΟΙΙΑΣ ΜΕ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΙΝΩΝ ΑΝΟΡΓΑΝΗΣ ΜΗΤΡΑΣ (IAM) ΣΕ ΚΟΝΙΑΜΑ ΕΝΟΣ ΣΥΣΤΑΤΙΚΟΥ**

Αποκατάσταση ή ενίσχυση φέροντος οργανισμού τοιχοποιίας με χρήση συστημάτων Ινών Ανόργανης Μήτρας (IAM) SikaWrap® Grid, ή άλλου ισοδύναμου.

Ειδικότερα με την εφαρμογή πλέγματος ενίσχυσης με ίνες υάλου σε μία στρώση τύπου SikaWrap®-350 G Grid (συνολικού βάρους 360 g/m<sup>2</sup> + 5%) της SIKA ή ισοδύναμου, εγιβωτισμένου σε κονίαμα επισκευής, πλήρωσης και ενίσχυσης τοιχοποιίας τύπου Sika® MonoTop®-722 Mur και αγκυρωμένο για εξασφάλιση με αγκύρια ινών άνθρακα τύπου SikaWrap® FX-50 C που περιλαμβάνει τα εξής:

##### **Προετοιμασία υποστρώματος**

1. Προετοιμασία υποστρώματος μηχανικά χρησιμοποιώντας υδροβολή, ώστε να αφαιρεθεί ο υφιστάμενος σοβάς και εν συνεχεία επαρκής καθαρισμός και επισκευή των αρμών της τοιχοποιίας με το Sika® MonoTop®-722 Mur ή ισοδύναμο κονίαμα ενός συστατικού πιστοποιημένο σύμφωνα με EN 998-1, EN 998-2 (M25) και EN

1504-3 (R3), αφήνοντας το να σκληρυνθεί πριν ακολουθήσουν οι επόμενες στρώσεις.

Εφαρμογή συστήματος IAM Sika ή ισοδύναμου τύπου

**2.** Η εφαρμογή κονιάματος ενός συστατικού Sika® MonoTop®-722 Mur ή ισοδύναμο πιστοποιημένο σύμφωνα με EN 998-1, EN 998-2 (M25) και EN 1504-3 (R3), σε τουλάχιστον δύο στρώσεις με μυστρί, πιέζοντας την πρώτη στρώση επίμονα πάνω στο υπόστρωμα

**3.** Τοποθέτηση του υαλοπλέγματος ενίσχυσης με χαμηλό περιεχόμενο σε NaOH και επικάλυψη ανθεκτικής στα αλκάλια, τύπου SikaWrap®-350G Grid, όσο ακόμα είναι νωπό το κονίαμα και πλήρης ενσωμάτωση στο κονίαμα. Το ελάχιστο πάχος των στρώσεων του κονιάματος είναι 5 mm έτσι ώστε να διασφαλιστεί επαρκής επικάλυψη του πλέγματος.

**4.** Φινίρισμα της τελικής επιφάνειας με ξύλινη ή μεταλλική σπάτουλα ή σπόγγο αμέσως μόλις το κονίαμα αρχίζει να πήζει.

**5.** Μετά την ωρίμανση του κονιάματος εφαρμογή αγκυρίων άνθρακα τύπου SikaWrap® FX-50 C ή ισοδύναμου βάρους  $\geq 50$  g/m και Διατομής  $\geq 28$  mm<sup>2</sup>, με Μέτρο Ελαστικότητας αγκυρίου  $> 210$  GPa και Εφελκυστική αντοχή σύνθετου υλικού  $> 2200$  MPa (για σύνθετη διατομή 28 mm<sup>2</sup>). Διάνοιξη οπής διαμέτρου 20 mm και βάθους 100 mm ή όπως προδιαγράφει η μελέτη. Απότμηση των ακμών στην εξωτερική περίμετρο των οπών σε ακτίνα 2 cm, έτσι ώστε να μειωθεί ο κίνδυνος τραυματισμού των ινών άνθρακα. Αν το αγκύριο τοποθετηθεί σε όλο το βάθος του υποστρώματος η οπή θα πρέπει να διανοιχτεί και από τις δυο πλευρές με ιδιαίτερη προσοχή, διασφαλίζοντας πως η οπή θα είναι ευθεία. Καθαρισμός οπής από σκόνη και από σαθρά τμήματα με εργαλείο πεπιεσμένου αέρα και με βούρτσα, εναλλάξ τα τουλάχιστον τρεις φορές. Μετά την προετοιμασία του υποστρώματος, και εφόσον διασφαλιστεί πως η επιφάνεια του υποστρώματος και η οπή είναι ελεύθερη από σκόνη και σαθρά τμήματα, εκτελείται η προετοιμασία του αγκυρίου και η τοποθέτηση του σύμφωνα με βήματα που περιγράφονται παρακάτω.

Εφαρμογή αγκυρίου ινών άνθρακα SikaWrap® FX-50 ή ισοδύναμου

- Κοπή αγκυρίου στις απαιτούμενες διαστάσεις με ψαλίδι και εμποτισμός με εποξειδική ρητίνη Sikadur®-52 ή ισοδύναμη σύμφωνη κατά EN 1504-4 έως ότου εμποτιστούν πλήρως οι ίνες.
- Πίεση ινών κατάλληλα έτσι ώστε να απομακρυνθεί η περίσσεια ρητίνης και να απεγκλωβιστεί ο αέρας.
- Περίσφιξη ινών στην άκρη του εμποτισμένου αγκυρίου με δεματικό τύπου P και απομάκρυνση του ελαστικού περιβλήματος κατά μήκος του τμήματος του αγκυρίου.
- Εισαγωγή βελόνας κατά μήκος του αγκυρίου με την άκρη της να είναι στο σημείο περισφίξης των ινών με το δεματικό.
- Πλήρωση οπής με εποξειδική ρητίνη Sikadur®-330 ή ισοδύναμη σύμφωνη με EN 1504-4, από το βάθος της οπής και προς τα έξω. Σε περιπτώσεις διαμπερούς οπής πληρώνεται η οπή σε όλο της το βάθος, αν είναι απαραίτητο και από τις δυο πλευρές.
- Εφαρμογή εποξειδικής ρητίνης Sikadur®-52 στην επιφάνεια όπου πρόκειται να τοποθετηθεί το αγκύριο και τοποθέτηση στην οπή με την βοήθεια βελόνας.
- Προσεκτικός επιμερισμός των εμποτισμένων ινών περιμετρικά της οπής και σφράγιση βεντάλιας με εποξειδική ρητίνη Sikadur®-330 και επίταση με χαλαζιακή άμμο κοκκομετρίας [0.4-0.8] όσο η ρητίνη είναι ακόμα νωπή.

Σαν γενικές προδιαγραφές των υλικών ενίσχυσης θα πρέπει απαραίτητως να πληρούνται κατ' ελάχιστον:

- Sika® MonoTop®-722 Mur

Μέτρο ελαστικότητας  $\leq 10$  GPa

Σύμφωνα με EN 998-1, EN 998-2 (M25) και EN 1504-2 (R2)

- SikaWrap®-350 G Grid

Υαλόπλεγμα Συνολικού Βάρους  $\geq 350$  g/m<sup>2</sup>

Πυκνότητα ινών  $\geq 2.5$  g/cm<sup>3</sup>

- SikaWrap® FX-50 C

Βάρος Υλικού  $\geq 50$  g/m

Πυκνότητα ινών  $\geq 1,8$  g/cm<sup>3</sup>

Μέτρο ελαστικότητας αγκυρίου  $> 210$  GPa (για σύνθετη διατομή 28 mm<sup>2</sup> - EN 2561)

Εφελκυστική αντοχή σύνθετου υλικού  $> 2200$  MPa (για σύνθετη διατομή 28 mm<sup>2</sup> - EN 2561).

### **Άρθρο 28 - ΑΠΟΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ – ΚΑΘΑΡΙΣΜΟΙ – ΕΠΙΣΚΕΥΕΣ**

Το παρόν άρθρο είναι γενικό και ισχύει παράλληλα με όλα τα άλλα ειδικά άρθρα αποκαταστάσεων, καθαρισμών και επισκευών. Περιλαμβάνει εργασίες και απαιτούμενα υλικά για αποκαταστάσεις, καθαρισμούς και επισκευές υπαρχόντων φθαρμένων μερικά ή ολικά στοιχείων του έργου και για την πραγματοποίηση των οποίων απαιτείται έγγραφη εντολή του Εντεταλμένου Μηχανικού.

**1.**Ρητά διευκρινίζεται ότι για τις τυχόν απαιτούμενες αποκαταστάσεις, καθαρισμούς και επισκευές στοιχείων, των οποίων η φθορά, ο τραυματισμός και η μερική ή ολική καταστροφή προήλθε από ή κατά την καθαίρεση ή αποξήλωση άλλου στοιχείου, δεν έχουν εφαρμογή οι διατάξεις του παρόντος άρθρου, εκτός εάν ρητά καθορίζεται στο αντίστοιχο άρθρο της καθαίρεσης ή αποξήλωσης ότι οι αποκαταστάσεις αυτές πληρώνονται ιδιαιτέρως.

**2.**Οι δαπάνες εργασιών και υλικών, για την αποκατάσταση των ανωτέρω στοιχείων περιλαμβάνονται στις αντίστοιχες τιμές μονάδας των καθαιρέσεων ή αποξηλώσεων του παρόντος Τιμολογίου.

**3.**Ο Ανάδοχος υποχρεούται να λάβει όλα τα προστατευτικά μέτρα σχετικά με τις υπόψη εργασίες, τα οποία προβλέπονται από τους αντίστοιχους νόμους, διατάγματα και τις αστυνομικές και λοιπές διοικητικές διατάξεις και να ενημερώσει τον Εντεταλμένο Μηχανικό, πριν την έναρξη των ανωτέρω εργασιών, σχετικά με τον τρόπο εργασίας που πρόκειται να ακολουθήσει.

**4.**Οι υπόψη εργασίες αποκαταστάσεων, καθαρισμών και επισκευών, οι οποίες αναλυτικά περιγράφονται στα ειδικά άρθρα, θα εκτελεσθούν με οποιοδήποτε

τρόπο και μέσο της επιλογής του Αναδόχου (δια χειρών ή μηχανικών μέσων) χωρίς να προκληθούν φθορές στα υπόλοιπα στοιχεία της κατασκευής.

Αν παρά ταύτα προκληθούν, ο Ανάδοχος οφείλει να τις αποκαταστήσει πλήρως χωρίς ιδιαίτερη αποζημίωση.

**5.**Εάν δεν προβλέπεται διαφορετικά στα ειδικά άρθρα, όλα τα προκύπτοντα άχρηστα για το έργο προϊόντα αποκαταστάσεων, καθαρισμών και επισκευών περιέρχονται στην κυριότητα του Αναδόχου, ο οποίος υποχρεούται με δικές του δαπάνες να τα αποκομίσει από το έργο και να τα απορρίψει σε μέρη επιτρεπόμενα από τις Αρχές.

Σε περίπτωση όμως που προβλέπεται η επαναχρησιμοποίηση διαφόρων υλικών από αποκαταστάσεις ή επισκευές, ο Ανάδοχος αναλαμβάνει την φροντίδα και τις δαπάνες φύλαξης των υλικών αυτών, μέχρι να επαναχρησιμοποιηθούν, πρέπει δε, κατά την εκτέλεση των σχετικών εργασιών, να φροντίσει ώστε το ποσοστό φθοράς των ανωτέρω υλικών να περιορίζεται στο ελάχιστο δυνατόν (χρησιμοποίηση ειδικευμένων τεχνιτών, ειδικών κοπτικών μηχανημάτων κλπ.

Ο τρόπος επιμέτρησης των εργασιών καθαίρεσης και αποξήλωσης καθορίζεται στα αντίστοιχα ειδικά επιμέρους άρθρα των Τ.Π.

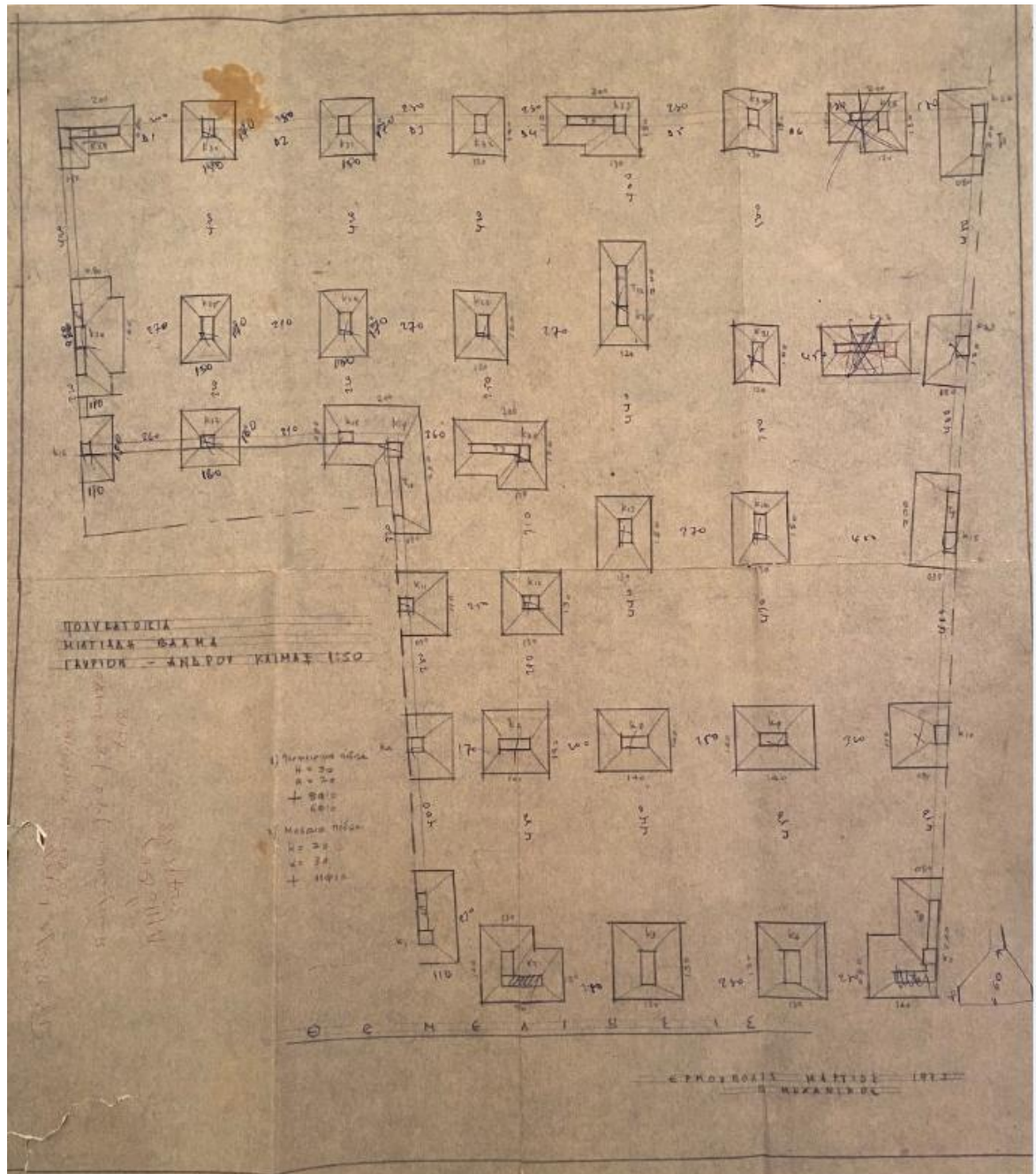
**6.**Στην αντίστοιχη τιμή μονάδας κάθε μιας από τις εργασίες αποκατάστασης, καθαρισμού και επισκευής στοιχείου, οι οποίες περιγράφονται στα ειδικά άρθρα των Τ.Π. περιλαμβάνονται πέραν των τυχόν αναγραφόμενων στα επιμέρους άρθρα, όλες οι εργασίες και δαπάνες.

**6.1.**Για την εκτέλεση της αποκατάστασης, του καθαρισμού ή της επισκευής, σύμφωνα με τις ανωτέρω προϋποθέσεις και τα προδιαγραφόμενα στα επιμέρους άρθρα, σε οποιοδήποτε σημείο του έργου και σε οποιοδήποτε ύψος ή βάθος από το εκάστοτε δάπεδο εργασίας (βοηθητικό ή πρόχειρο ή μόνιμο), συμπεριλαμβανομένων των κάθε είδους κριωμάτων, των προχείρων ή βοηθητικών δαπέδων εργασίας και των κάθε είδους απαιτούμενων προστατευτικών μέτρων.

**6.2.**Για την μεταφορά των άχρηστων προϊόντων § 5 του παρόντος) σε χώρους αποκομιδής με τα χέρια ή με οποιοδήποτε πρόσφορο τρόπο, την ενδεχόμενη

συσχευασία τους για την μεταφορά τους (σε σάκκους, ζεμπιλια κλπ), την συσώρευσή τους σε θέσεις φόρτωσής τους, με τα χέρια ή με οποιοδήποτε μηχανικό μέσο, σε αυτοκίνητο (περιλαμβάνεται και η σταλία του αυτοκινήτου) και για την μεταφορά και απόρριψή τους σε μέρη επιτρεπόμενα από τις Αρχές.

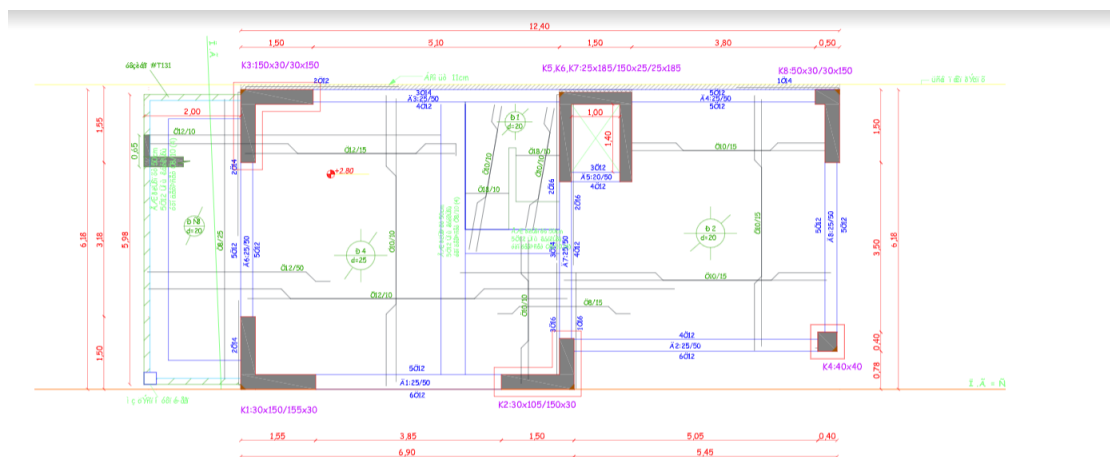
6.2 Για την μεταφορά και φύλαξη διαφόρων υλικών που πρόκειται να επαναχρησιμοποιηθούν.



Εικόνα 6. 6: Υφιστάμενη θεμελίωση του κτιρίου

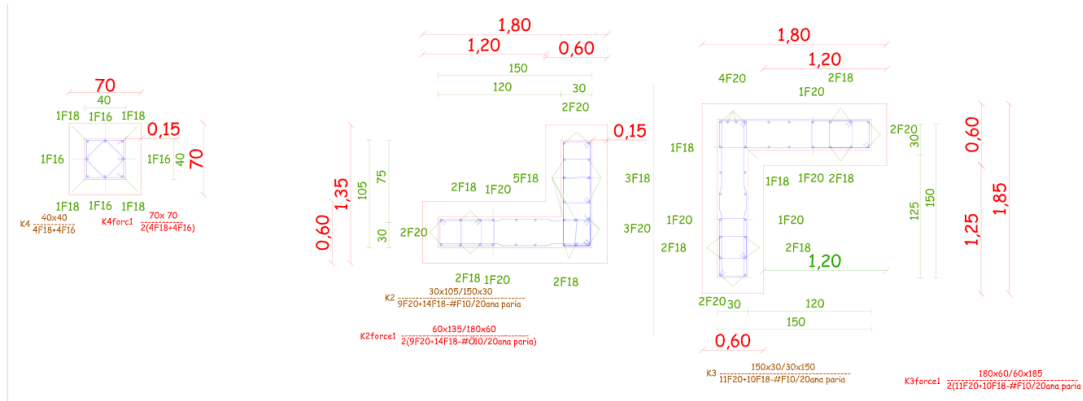
## 7. Αποτελέσματα

Κατόπιν προμετρήσεων που πραγματοποιήθηκαν με υπολογιστικά φύλλα στο πρόγραμμα Microsoft Excel®. Αφού ολοκληρώθηκαν οι προμετρήσεις, υπολογίστηκε ο προϋπολογισμός των επισκευών. Παρακάτω δίδονται απεικονίσεις των προμετρήσεων και το συνολικό κόστος των επισκευών. Οι προμετρήσεις αφορούν τα άρθρα που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο ήτοι καθαιρέσεις επιχρισμάτων, ενίσχυση των τριών υποστυλωμάτων είτε με έγχυτο σκυρόδεμα είτε με εκτοξευμένο σκυρόδεμα (gunite) κλπ.



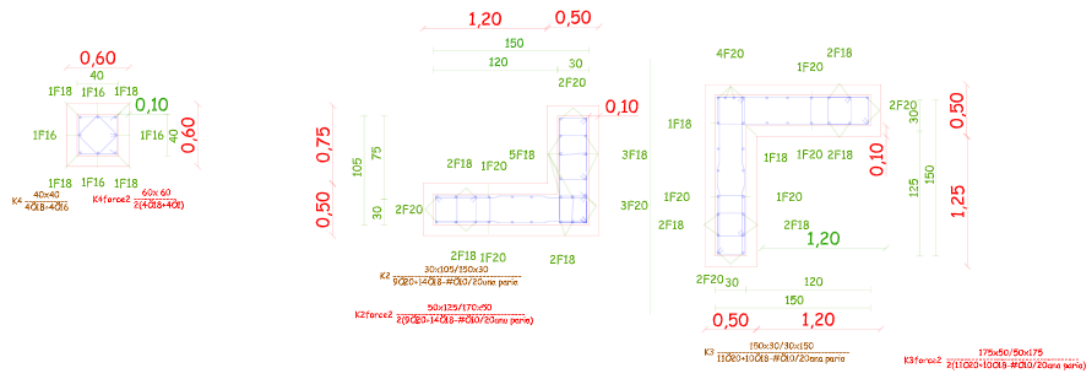
### ΞΥΛΟΤΥΠΟΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ ΣΕ ΔΙΟΡΟΦΟ ΚΤΙΡΙΟ ΜΕ ΕΝΙΣΧΥΟΜΕΝΟΥΣ ΣΤΥΛΟΥΣ K2-3-4 ΜΕΤΑ ΑΠΟ ΜΕΛΕΤΗ

Εικόνα 1. Ξυλότυπος Ισογείου σε διόροφο κτίριο με ενισχυόμενους στύλους K2-3-4 μετά από μελέτη



**ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 1<sup>α</sup> : ΕΝΙΣΧΥΣΗ Κ2-3-4 ΜΕ ΕΓΧΥΤΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ 15εκ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕ ΔΙΕΥΡΥΜΕΝΟΥΣ ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ . ΘΑ ΠΡΟΗΓΗΘΕΙ ΕΚΤΡΑΧΥΝΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΒΛΗΤΡΩΝ Φ 16- 4 ΤΕΜ / μ<sup>2</sup>**

Εικόνα 2



**ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ 2<sup>α</sup> : ΕΝΙΣΧΥΣΗ Κ2-3-4 ΜΕ ΕΚΤΟΞΕΥΟΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ 10εκ ΚΑΙ ΕΠΑΝΑΛΗΨΗ ΤΟΥ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΜΕ ΔΙΕΥΡΥΜΕΝΟΥΣ ΣΥΝΔΕΤΗΡΕΣ . ΘΑ ΠΡΟΗΓΗΘΕΙ ΕΚΤΡΑΧΥΝΣΗ ΤΗΣ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑΣ ΚΑΙ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗ ΒΛΗΤΡΩΝ Φ 16- 4 ΤΕΜ / μ<sup>2</sup>**

Εικόνα 3

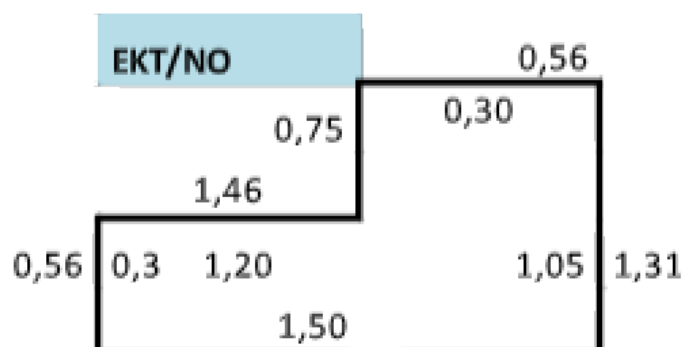
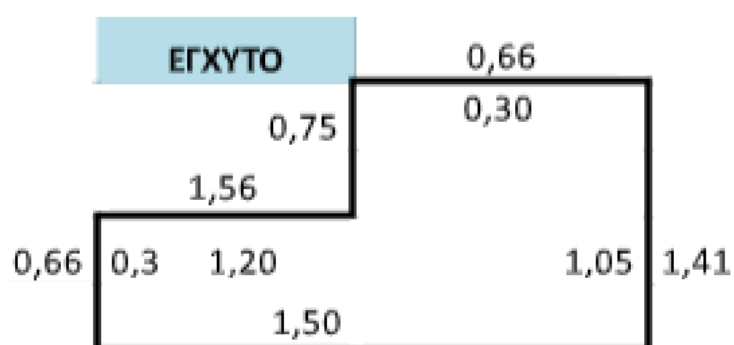


## 7.1 Προμετρήσεις Υποσυλωμάτων Κ2-Κ3-Κ4

Παραδοχές:	Καθαίρεση 3 cm επιχρισμάτων & 3 cm σαθρού σκυροδεματος.			
	Κόστος καθαίρεσης 200 €/μ3			
	Σκυροδετηση 15+3=18 cm μανδύα έγχυτου σκυροδεματος			
	Κόστος μανδύα εγχυτου σκυροδεματος: 900 €/μ3 (περιλαμβανει κοστος οπλισμου 500 €/μ3)			
	Σκυροδετηση 10+3=13 cm μανδύα εκτοξευομενου σκυροδεματος			
	Κόστος μανδύα εκτοξευομενου σκυροδεματος: 1500 €/μ3 (περιλαμβανει κοστος οπλισμου 500 €/μ3)			

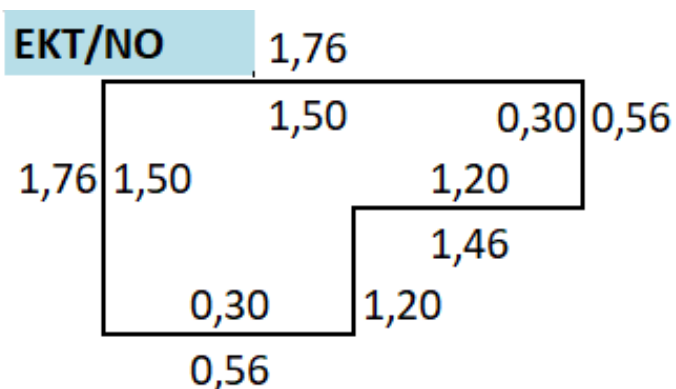
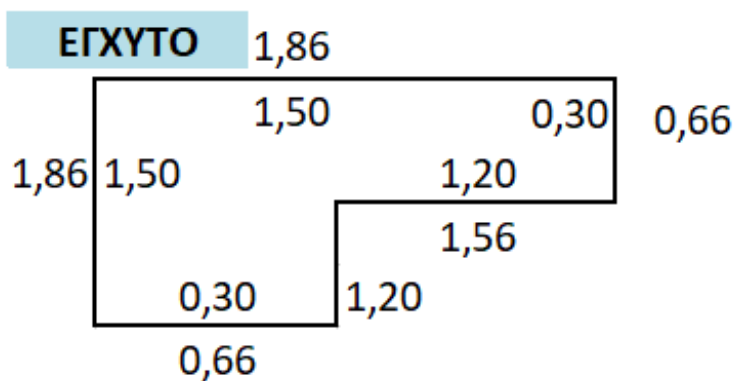
### Υποσύλωμα Κ2:

Κ2	Καθαίρεση Επιχ/τος	$(0,3+1,05+1,5+0,3+1,2+0,75)*0,03*3=0,46 \mu 3$
	Καθαίρεση Οπλ/νου	$(0,3+1,05+1,5+0,3+1,2+0,75)*0,03*3=0,46 \mu 3$
	Μανδύας εγχυτου	$(0,66+1,41+1,86+0,66+1,56+0,75)*0,18*3=3,70 \mu 3$
	Μανδύας εκτοξ/νου	$(0,56+1,31+1,76+0,56+1,46+0,75)*0,13*3=2,50 \mu 3$



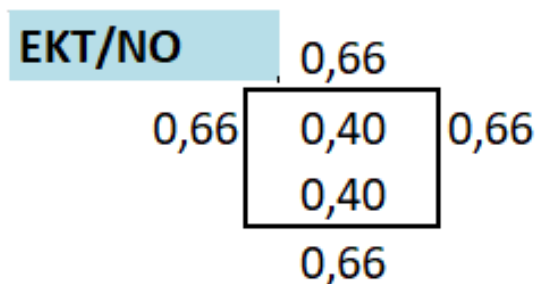
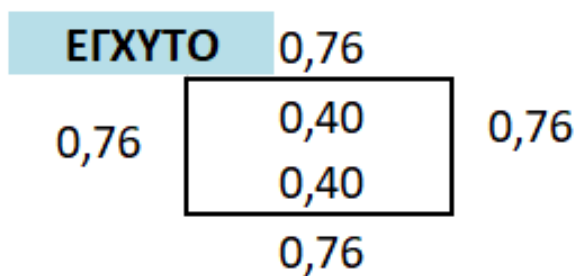
Υποσύλωμα Κ3:

Κ3	Καθαίρεση Επιχ/τος	$(0,3+1,20+1,20+0,3+1,50+1,50)*0,03*3=0,54 \mu\text{3}$
	Καθαίρεση Οπλ/νου	$(0,3+1,20+1,20+0,3+1,50+1,50)*0,03*3=0,54 \mu\text{3}$
	Μανδύας εγχυτου	$(1,86+0,66+1,56+1,20+0,66+1,86)*0,18*3=4,20 \mu\text{3}$
	Μανδύας εκτοξ/νου	$(1,76+0,56+1,46+1,20+0,56+1,76)*0,13*3=2,80 \mu\text{3}$



Υποσύλωμα Κ4:

Κ4	Καθαίρεση Επιχ/τος	$(0,40*4)*0,03*3=0,14 \mu\text{3}$
	Καθαίρεση Οπλ/νου	$(0,40*4)*0,03*3=0,14 \mu\text{3}$
	Μανδύας εγχυτου	$0,76*4*0,18*3=1,64 \mu\text{3}$
	Μανδύας εκτοξ/νου	$0,66*4*0,13*3=1,10 \mu\text{3}$



## 7.2 Συνολική Δαπάνη

ΠΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΕΡΓΑΣΙΩΝ									
A/A	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ΥΠΟΣΤΗΛΩΜΑ	M.M.	ΠΟΣΟΤΗΤΑ	ΤΙΜΗ ΜΟΝΑΔΟΣ	ΣΥΝΟΛΟ	ΦΠΑ	ΕΠΙ ΜΕΡΟΥΣ ΚΟΣΤΟΣ	ΣΥΝΟΛΙΚΟ ΚΟΣΤΟΣ
1	Καθαίρεση σίπλου σκυροδέματος 3 cm	K2	μ <sup>3</sup>	0,46	200,00	92,00	21,16	113,16	280,44 €
2		K3	μ <sup>3</sup>	0,54	200,00	108,00	24,84	132,84	
3		K4	μ <sup>3</sup>	0,14	200,00	28,00	6,44	34,44	
4	Καθαίρεση οπλισμένου σκυροδέματος 3 cm	K2	μ <sup>3</sup>	0,46	200,00	92,00	21,16	113,16	253,38 €
5		K3	μ <sup>3</sup>	0,43	200,00	86,00	19,78	105,78	
6		K4	μ <sup>3</sup>	0,14	200,00	28,00	6,44	34,44	
7	Μανδύας χυτού σκυροδέματος	K2	μ <sup>3</sup>	3,70	900,00	3.330,00	765,90	4.095,90	10.560,78 €
8		K3	μ <sup>3</sup>	4,20	900,00	3.780,00	869,40	4.649,40	
9		K4	μ <sup>3</sup>	1,64	900,00	1.476,00	339,48	1.815,48	
10	Μανδύας εκτοξευόμενο σκυροδέματος	K2	μ <sup>3</sup>	2,50	1.500,00	3.750,00	862,50	4.612,50	11.808,00 €
11		K3	μ <sup>3</sup>	2,80	1.500,00	4.200,00	966,00	5.166,00	
12		K4	μ <sup>3</sup>	1,10	1.500,00	1.650,00	379,50	2.029,50	
		<b>ΣΥΝΟΛΟ</b>				0,00	4.282,60	22.902,60	22.902,60 €

**Κόστος επισκευής με έγχυτο σκυρόδεμα: 10.568,78 €**

**Κόστος επισκευής με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα: 11.808,00 €**

## 8. Συμπέρασμα – Συζήτηση

Απ' τα παραπάνω αποτελέσματα και από τη σύγκριση επισκευής των υποστρωμάτων με έγχυτο σκυρόδεμα απ' την επισκευή με εκτοξευμένο σκυρόδεμα (gunite) καταλήγουμε ότι :

- Το κόστος επισκευής με εκτοξευμένο σκυρόδεμα είναι μεγαλύτερο, αφού απαιτεί εξειδικευμένο προσωπικό και εξειδικευμένα μηχανήματα , από το κόστος με έγχυτο σκυρόδεμα
- Η επισκευή με έγχυτο σκυρόδεμα είναι μεν φτηνότερη, αλλά δημιουργεί όμως πολλές αρχιτεκτονικές δεσμεύσεις (μεγαλύτερο πάχος κλπ)
- Αναλόγως την αιτία, μια κατασκευή, θα πρέπει να ενισχυθεί ή να αποκατασταθεί πλήρως έχοντας ως γνώμονα την ασφάλεια της κατασκευής και συνεπώς την αύξηση της αντοχής των φερόντων στοιχείων.
- Η διαδικασία ενίσχυσης και επισκευής δεν αποτελεί μια εύκολη διαδικασία, αφού θα πρέπει να εξεταστούν όλοι οι πιθανοί τρόποι αστοχίας με τις κατάλληλες μεθόδους και εξοπλισμό. Παράλληλα θα πρέπει να εντοπιστούν τα αίτια φθοράς, να αποφασιστούν ποια υλικά θα χρησιμοποιηθούν για την ενίσχυση όπως και επίσης τις μεθόδους ανάλυσης που θα εφαρμοστούν προκειμένου να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό αποτέλεσμα.
- Σαφώς θα πρέπει να ληφθούν υπόψη πρωτίστως η ασφάλεια και οι τεχνοοικονομικοί παράμετροι. Άρα για τη σωστή διαχείριση μιας επισκευής θα πρέπει να ληφθούν ακριβής πληροφορίες για την υφιστάμενη κατάσταση μιας κατασκευής, τι είδος ενίσχυση θα χρησιμοποιηθεί και για ποιο λόγο επιλέγεται η συγκεκριμένη επισκευή.
- Λόγω του γεγονότος ότι υπάρχουν πληθώρα μέθοδοι επισκευών και ενισχύσεων θα πρέπει να μελετηθεί ο λόγος που έγινε μια αστοχία (π.χ. αστοχία σε διάτμηση, στρέψη κλπ.) και αναλόγως να εφαρμοστεί η κατάλληλη μέθοδος.

Κλείνοντας, τονίζεται για ακόμη μια φορά η σημαντικότητα των ενισχύσεων διότι όπως διαπιστώθηκε είναι χρήσιμα αφού μπορούν να αυξήσουν την αντοχή μιας κατασκευής λόγω φθοράς (λόγω σεισμού, παλαιότητας, αρχικής αστοχίας κλπ.). Η

κάθε περίπτωση ή το κάθε συμβάν θα πρέπει να ελέγχεται ως μια ξεχωριστή περίπτωση αφού κάθε περίπτωση είναι μοναδική. Ως εκ τούτου, ο Πολιτικός Μηχανικός είναι υπεύθυνος για τη σωστή και ασφαλή διεκπεραίωση μιας επισκευής ή και ενίσχυσης.

Στο ερώτημα ποια μέθοδος ενίσχυσης είναι καταλληλότερη για την επισκευή ενός φέροντος στοιχείου θα πρέπει να γίνει και τεχνοοικονομική ανάλυση προκειμένου να παρθούν αποτελέσματα κόστους. Πρωτίστως παίζει ρόλο η ασφάλεια του κτιρίου και κατά δεύτερο λόγο το οικονομικό.

### 8.1 Προτάσεις

Προκειμένου να υπάρχουν ασφαλής κατασκευές θα πρέπει να γίνεται η εφαρμογή των παρακάτω:

- Σωστή επιλογή φέροντος οργανισμού.
- Σωστή μελέτη της κατασκευής.
- Σωστή διαστασιολόγηση σύμφωνα με τους κανονισμούς της κάθε χώρας (π.χ. στην Ελλάδα είναι ο ΕΚΩΣ και ο ΕΑΚ εννοώ για ενισχύσεις είθισται να εφαρμόζεται ο ΚΑΝΕΠΕ).

Τα παραπάνω τρία βήματα θα κατασκευάσουν μια άρτια και ασφαλή κατασκευή η οποία θα μπορέσει να αντέξει στο χρόνο καθώς και σε πλευρικά φορτία όπως είναι ο σεισμός. Επίσης, στην Ελλάδα θα πρέπει να αρχίσει να εφαρμόζεται ένα πρόγραμμα αποτίμησης της τρωτότητας των κτιρίων (ήτοι Ε.Α.Κ – 2000) και σε συνεργασία με την Ευρωπαϊκή Ένωση θα πρέπει να ξεκινήσει η ενίσχυση κτιρίων έναντι σεισμού, αφού πολλά κτίρια στη χώρα μας δυστυχώς χρήζουν αντισεισμικής μόνωσης.

## 9. Βιβλιογραφία

### Ελληνική Βιβλιογραφία

Αδράσκελα, Π. (2015). *Επισκευή αποσαθρωμένων επιφανειών σκυροδέματος δομικών στοιχείων κτιρίων με σύνθετα υλικά στο ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας*. (Διπλωματική Εργασία). ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδας. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών.

Αναγνωστόπουλος, Π. (2020). *Ο ρόλος της συστολής ξήρανσης του σκυροδέματος στην κατασκευή πλακών επί εδάφους*. Τεχνολογία Σκυροδέματος. Αρχιμήδης. Διαθέσιμο στο URL: <https://www.e-archimedes.gr/faq/item/28>- Ημερ. Πρόσβασης: 04/09/2020.

Γαρυφαλής, Α. (2000). *Βλάβες σε κόμβους οπλισμένου σκυροδέματος, αίτια εμφάνισης αυτών και μέθοδοι αποκατάστασης και ενίσχυσης των αντοχών τους*. 6<sup>ο</sup> Φοιτητικό Συνέδριο Επισκευές Κατασκευών 2000, Εργασία Νο. 18. Πολυτεχνείο Πάτρας. Πάτρα.

Γιαννόπουλος, Ι. (2005). *Βλάβες από το Σεισμό της Αθήνας 1999*. Επιστημονική Έκδοση ΤΕΕ.

Γραβάλος, Α. (2020). *Προηγμένες μέθοδοι διάγνωσης βλαβών γεωργικού μηχανολογικού εξοπλισμού*. Κεφ. 8. Kallipos. Διαθέσιμο στο URL: [https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1497/3/02\\_chapter\\_08.pdf](https://repository.kallipos.gr/bitstream/11419/1497/3/02_chapter_08.pdf) Ημερ. Πρόσβασης: 29/10/2020.

Δημοσθένους, Α. (2009). *Μέθοδοι και Υλικά Αποκατάστασης και Ενίσχυσης Διατηρητέων Κτιρίων από Φέρουσα Τοιχοποιία*.

Δρίτσος, Σ. (2005). *Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα*. 3<sup>η</sup> έκδοση Πανεπιστήμιο Πατρών. Πάτρα.

Δρίτσος, Σ. (2007). *Ενισχύσεις/Επισκευές Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα. Διαδικασίες – Τεχνικές και Διαστασιολόγηση*. 3<sup>η</sup> Εκδ. Πανεπιστήμιο Πατρών.

EN 197-1 (2001). *Τα Ευρωπαϊκά Πρότυπα Τσιμέντου ΕΛΟΤ EN 197*. ΤΕΕ. Γραφείο Τεκμηρίωσης. Αθήνα.

Καρέλα, Ν., Δρίτσος, Σ., Ματζιάρας, Π. και Καμπιτάκη, Μ. (2001). *Τεχνικές αποκατάστασης κτιρίων στην Πάτρα μετά το Σεισμό του 1993*. 2<sup>ο</sup> Πανελλήνιο Συνέδριο Αντισεισμικής Μηχανικής και Τεχνικής Σεισμολογίας. Τόμος Β. 437-444. Θεσσαλονίκη.

Κυριαζόπουλος, Α. (2015). *Επισκευή και Ενίσχυση Στοιχείων από Ο.Σ με Παραδοσιακές Μεθόδους*. Διδακτικές Σημειώσεις. Μεταπτυχιακό Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. ΤΕΙ Πειραιά.

Κυριάκου, Π. (2016). *Ενίσχυση κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα*. Πτυχιακή Διατριβή. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου, Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας. Κύπρος.

Μανίκας, Π. (2018). *Βλάβες σε δομικά και μη δομικά στοιχεία από σεισμό. Τύποι και παράγοντες που επηρεάζουν τα κτίρια*. Μεταπτυχιακή Διατριβή Ειδίκευσης. Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών. Στρατηγικές Διαχείρισης Περιβάλλοντος, Καταστροφών και Κρίσεων. ΕΚΠΑ. Αθήνα.

Μίλτων, Δ. (2009). *Μέθοδοι και υλικά αποκατάστασης και ενίσχυσης διατηρητέων κτιρίων από φέρουσα τοιχοποιία*. Ινστιτούτο Τεχνικής Σεισμολογίας και Αντισεισμικών Κατασκευών (ΙΤΣΚΑΚ). Θεσσαλονίκη.

Μοροπούλου, Α. και Λαμπρόπουλος, Κ. (2020). *Τσιμέντο και Σκυρόδεμα, Δομικά Υλικά*. Διδακτικές Σημειώσεις 9<sup>ου</sup> εξαμήνου, Τμήμα Χημικών Μηχανικών. ΕΜΠ.

Νικητόπουλος, Γ. και Σταματόπουλος, Ι. (2012). *Επισκευή και ενίσχυση υποστυλωμάτων με παραδοσιακές μεθόδους*. Εργασία Εξαμήνου. Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων. Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών. ΑΤΕΙ Πειραιά.

Ντελμεκούρα, Κ. (χ.η). *Ενίσχυση κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα με χρήση σύνθετων υλικών ανόργανης μήτρας*. Εργασία Εξαμήνου. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. Πανεπιστήμιο Πάτρας. Διαθέσιμο στο URL:

<http://www.episkevesold.civil.upatras.gr/ergasies%202005/23.pdf> , Ημερ.  
Πρόσβασης: 01/10/2020.

Παπαγιάννη, Ι. και Οικονόμου Ν. (2020). *Δομικά Υλικά Ι – Ενότητα 4: Τεχνολογία Τσιμέντου*. Διδακτικές Σημειώσεις, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. ΑΠΘ.

Πενέλης, Γ. και Κάππος, Α. (1990). *Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα*. Εκδ. Ζήτη. Θεσσαλονίκη.

Σαρριγιάννη. Α. (2020). *Βλάβες Τοιχοποιίας*. Διδακτικές Σημειώσεις. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών. ΕΜΠ. Αθήνα.

Σπυράκος, Κ. (2004). *Ενίσχυση Κατασκευών για Σεισμικά Φορτία*. ΤΕΕ. Αθήνα

Σταυρανίδου, Ε. (2018). *Αποτίμηση και Ενίσχυση Κατασκευής από Οπλισμένο Σκυρόδεμα*. Πτυχιακή Διατριβή. Σχολή Μηχανικής και Τεχνολογίας. Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών και Μηχανικών Γεωπληροφορικής. Τεχνολογικό Πανεπιστήμιο Κύπρου.

Σταματούλης, Σ. (2013). *Μη καταστροφικοί έλεγχοι σε υφιστάμενες κατασκευές*. Πτυχιακή Εργασία. Ανώτατο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών - Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων Δομοστατικός Τομέας.

Ταταγιώτη. Δ. (2011). *Μελέτη του χρόνου ζωής κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα υπό εναλλασσόμενες διαβρωτικές συνθήκες*. (Διδακτορική Διατριβή). Σχολή Μηχανικών Τομέας Επιστήμης και Τεχνικής Υλικών. ΕΜΠ. Αθήνα.

Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. (2020). Κεφ. 6.1: Επισκευατικά Κονιάματα – Γενικά. Διαθέσιμο στο URL: [http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL\\_GUIDES/P\\_KONIAMATA/ko6.1.htm](http://portal.tee.gr/portal/page/portal/MATERIAL_GUIDES/P_KONIAMATA/ko6.1.htm) , Ημερ. Πρόσβασης: 02/10/2020.

Τριανταφύλλου, Α. *Δομικά Υλικά – Τεχνικές Διαστασιολόγησης* . 7<sup>η</sup> Έκδ. Πάτρα.



Τσίμας, Σ. και Τσιβιλής. Σ. (2001). *Επιστήμη και Τεχνολογία του Τσιμέντου*. Πανεπιστημιακές Εκδόσεις ΕΜΠ. Αθήνα.

Υπουργείο Υποδομών και Μεταφορών. (2016). *Παραδοτέα Μελετών Κτιριακών Έργων*. Συγκρότηση Ομάδων Εργασίας για τη σύνταξη «προσχεδίου» της ΥΑ της παρ.2 του άρθρου 196 του ν. 4412/2016, περί εξειδίκευσης του είδους των παραδοτέων στοιχείων ανά στάδιο και ανά κατηγορία μελέτης (ΑΔΑ: 6<sup>ΕΞ</sup>7465ΧΘΞ-2ΥΘ). Διαθέσιμο στο URL: [https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjyIrk2\\_sAhXCGewKHcVEAJ0QFjAMegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.ggde.gr%2Findex.php%3Foption%3Dcom\\_k2%26view%3Ditem%26task%3Ddownload%26id%3D1536\\_c1cb8587d69e22f63de935220138da42%26Itemid%3D173&usg=AOvVaw35WXcHchd58FI7CO8vzZSfm](https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjyIrk2_sAhXCGewKHcVEAJ0QFjAMegQIAxAC&url=https%3A%2F%2Fwww.ggde.gr%2Findex.php%3Foption%3Dcom_k2%26view%3Ditem%26task%3Ddownload%26id%3D1536_c1cb8587d69e22f63de935220138da42%26Itemid%3D173&usg=AOvVaw35WXcHchd58FI7CO8vzZSfm), Ημερ. Πρόσβασης: 12/11/2020.

Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων, Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας. (1999). *Συνοπτικές Οδηγίες για την Επισκευή του Φέροντος Οργανισμού Κτιρίων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα με Βλάβες από Σεισμό*. Αθήνα.

Φαρδής, Μ. (2008). *Μαθήματα οπλισμένου σκυροδέματος III*.

### **Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία**

Dritsos, S. (1995). Seismic Strengthening of Existing Reinforced Concrete Buildings in Greece. *Journal of Structural Engineering*. Vol. 22(1). 11-22.

Dritsos, S. (1997). Jacket retrofitting of reinforced concrete columns. *Journal of Construction Repairs*. Vol. 11. (4). 35-44.

Guadagnini, M., Pilakoutas, K., Neocleous, I., Hajirasouliha., I and Matthys, S. (2009). *FRP reinforcement for durable concrete structures*. 11th annual International fib Symposium : Concrete : 21st Century Superhero : building a sustainable future. p.1-8.

Frangou, M., Pilakoutas, K. and Dritsos, S. (1993). *Repair/strengthening of columns by a simple localized strengthening technique*. Proc. Of the 5<sup>th</sup> International Conference on Structural Faults and Repair. Vol. 3, 205-11. Edinburgh.

Kim, J. & La Fave, J. (2008). *Joint shear behavior prediction in RC beam-column connections subjected to seismic lateral loading*. Proceedings of the 14<sup>th</sup> World Conference on Earthquake Engineering. October 12-17, 2008, Beijing, China.

Mehta, P. and Monteiro, P. (1993). *Concrete, Microstructure, Properties and Materials*. New York. McGraw-Hill.

Neville, A. (2002). *Properties of Concrete*. London. Pearson Education Limited.

UNIDO/UNDP. (1983). *Repair and Strengthening of Reinforced Concrete, Stone and Brick-Masonry Buildings*. Project RER/79/015: Building Construction Under Seismic Conditions in the Balkan Region. UNIDO. Vol. 5. Vienna. Austria.