

ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

Σχολή Πολιτικών Μηχανικών

Τομέας Δομοστατικών



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ ΛΟΓΩ
ΥΠΕΡΟΠΛΙΣΗΣ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ ΚΑΙ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥΣ**

ΠΕΤΡΟΣ ΣΤΑΜΑΤΗΣ CV15029

Ιούλιος 2024

Υπεύθυνη Δήλωση

Είμαι ο αποκλειστικός συγγραφέας της υποβληθείσας Διπλωματικής εργασίας με τίτλο «Προβλήματα κατά τη διαδικασία της σκυροδέτησης λόγω υπερόπλισης δομικών στοιχείων και αντιμετώπιση τους.». Η συγκεκριμένη Διπλωματική Εργασία είναι πρωτότυπη και εκπονήθηκε αποκλειστικά για την απόκτηση του Πτυχιακού Διπλώματος του Πολιτικού μηχανικού. Κάθε βοήθεια, την οποία είχα για την προετοιμασία της, αναγνωρίζεται πλήρως και αναφέρεται επακριβώς στην εργασία. Επίσης, επακριβώς αναφέρω στην εργασία τις πηγές τις οποίες χρησιμοποίησα, και μνημονεύω επώνυμα τα δεδομένα ή τις ιδέες που αποτελούν προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας άλλων, ακόμη κι αν η συμπερίληψή τους στην παρούσα εργασία υπήρξε έμμεση ή παραφρασμένη. Γενικότερα, βεβαιώνω ότι κατά την εκπόνηση της Διπλωματικής εργασίας έχω τηρήσει απαρέγκλιτα όσα ο νόμος ορίζει περί διανοητικής ιδιοκτησίας και έχω συμμορφωθεί πλήρως με τα προβλεπόμενα στο νόμο περί προστασίας προσωπικών δεδομένων και τις αρχές της Ακαδημαϊκής Δεοντολογίας.

Επιβλέπων Καθηγητής

Εμμανουήλ Βουγιούκας : Επίκουρος Καθηγητής της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ.

Περιεχόμενα

Περιεχόμενα Εικόνων.....	4
1. Εισαγωγή.....	5
1.1 Σύλληψη ιδέας.....	5
1.2 Στόχος.....	6
1.3 Λέξεις Κλειδιά.....	6
2. Ιστορική Αναδρομή.....	7
-1954: Πρώτος Κανονισμός που συντάχθηκε.....	8
-1991: Νέος κανονισμός για την μελέτη και κατασκευή έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα....	9
1995: Τροποποίηση του Νέου Κανονισμού.....	10
2000: Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος.....	11
3. Ερωτηματολόγιο.....	13
3.1 Δημιουργία Ερωτηματολογίου.....	13
3.2 Τρόπος ανάλυσης απαντήσεων.....	15
3.3 Αποθήκευση Απαντήσεων.....	16
3.4 Ερωτήσεις ερωτηματολογίου.....	18
1η Ερώτηση.....	18
2η Ερώτηση.....	19
3η Ερώτηση.....	20
4η Ερώτηση.....	21
5η Ερώτηση.....	23
6η Ερώτηση.....	25
7η Ερώτηση.....	27
8η Ερώτηση.....	30
9η ερώτηση.....	37
10η Ερώτηση.....	38
11η Ερώτηση.....	39
12η Ερώτηση.....	42
4. Παραδείγματα ακραίων οπλίσεων.....	47
4.1 Υπερβολική όπλιση υποστυλωμάτων.....	47
4.2 Υπερβολική Όπλιση Δοκών.....	49
4.3 Υπερβολική όπλιση πλάκας.....	52
5. Συμπεράσματα.....	54
6. Πρόταση.....	55
7. Βιβλιογραφία.....	56

Περιεχόμενα Εικόνων

Περιεχόμενα Εικόνων

1. Εισαγωγή

2. Ιστορική Αναδρομή

[Εικόνα 2.1 - Πρώτος Κανονισμός](#)

[Εικόνα 2.2 - Νέος κανονισμός για κατασκευή έργων απο σκυρόδεμα](#)

[Εικόνα 2.3 - Τροποποίηση Νέου Κανονισμού](#)

[Εικόνα 2.4 - Ελληνικός κανονισμός οπλισμένου σκυροδέματος](#)

3. Ερωτηματολόγιο

[Εικόνα 3.1 - Τίτλος Ερωτηματολογίου](#)

[Εικόνα 3.2 - Αποθήκευση απαντήσεων](#)

[Εικόνα 3.3 - Ερώτηση 1](#)

[Εικόνα 3.4 - Ερώτηση 2](#)

[Εικόνα 3.5 - Ερώτηση 3](#)

[Εικόνα 3.6 - Ερώτηση 4](#)

[Εικόνα 3.7 - Πλαίσιο Ω.Σ. \(Δοκός, Υποστυλώμα, Κόμβος δοκού υποστυλώματος\)](#)

[Εικόνα 3.8 - Πλαίσιο Ω.Σ.](#)

[Εικόνα 3.9 - Ερώτηση 5](#)

[Εικόνα 3.10 - Ερώτηση 6](#)

[Εικόνα 3.11 - Ερώτηση 7](#)

[Εικόνα 3.12 - Ερώτηση 8](#)

[Εικόνα 3.13 - Τοίχιο μεγάλου ύψους](#)

[Εικόνα 3.14 - Ερώτηση 9](#)

[Εικόνα 3.15 - Ερώτηση 10](#)

[Εικόνα 3.16 - Ερώτηση 11](#)

[Εικόνα 3.17 - Γενική κοιτόστρωση μεγάλου πάχους](#)

[Εικόνα 3.18 - Ερώτηση 12](#)

[Εικόνα 3.19 - Ηλεκτροκίνητος δονητής](#)

[Εικόνα 3.20 - Βενζινοκίνητος δονητής](#)

[Εικόνα 3.21 - Σκυροδέτηση και δόνηση γενικής κοιτόστρωσης α'](#)

[Εικόνα 3.22 - Σκυροδέτηση και δόνηση γενικής κοιτόστρωσης β'](#)

4. Παραδείγματα ακραίων οπλίσεων

[Εικόνα 4.1 - Υπερβολικά οπλισμένος κόμβος](#)

[Εικόνα 4.2 - Κάτοψη υπερβολικά οπλισμένου κόμβου](#)

[Εικόνα 4.3 - Υπερβολικά οπλισμένη δοκός](#)

[Εικόνα 4.4 - Δοκός μικρού πλάτους](#)

[Εικόνα 4.5 - Δοκοσειρές μικρού πλάτους](#)

[Εικόνα 4.6 - Σκυροδέτηση υπερβολικά οπλισμένου εξώστη με γαρμπίλι](#)

[Εικόνα 4.7 - Τομή δοκιδωτής πλάκας εξώστη](#)

5. Συμπεράσματα

6. Πρόταση

7. Βιβλιογραφία

1. Εισαγωγή

1.1 Σύλληψη ιδέας

Η ιδέα για αυτή την διπλωματική εργασία ήρθε μέσα από τη μικρή αλλά διαφωτιστική προσωπική μου εμπειρία στο χώρο των κατασκευών και συγκεκριμένα από τις τακτικές επισκέψεις που έκανα στην πορεία των φοιτητικών μου χρόνων σε εργοτάξια, με αποκορύφωμα μια μορφή πρακτικής άσκησης διάρκειας 3 μηνών σε κατασκευή πολυώροφου κτιρίου γραφείων. Πιο συγκεκριμένα εκείνη την περίοδο εκτελούνταν εργασίες κατασκευής φέροντος οργανισμού από οπλισμένο σκυρόδεμα και λάμβαναν χώρα πληθώρα οπλίσεων και σκυροδετήσεων . Οι αρμοδιότητες μου ήταν τόσο η παραλαβή των οπλισμών όσο και η επίβλεψη της σκυροδέτησης. Κατά τη διαδικασία αυτή, ένα από τα πράγματα που μου έκαναν εντύπωση ήταν ο αριθμός των ράβδων σιδηρού οπλισμού και η πυκνότητα τους που καθιστούσαν σε πολλές περιπτώσεις δύσκολη την ίδια τη διαδικασία της σκυροδέτησης .

Τα ερωτήματα που δημιουργήθηκαν ήταν αρκετά.

Γιατί υπάρχουν τόσοι πολλοί οπλισμοί ;
Χρειάζονται πραγματικά όλοι ;
Είναι ο κανονισμός οπλισμένου σκυροδέματος παντα λογικός ;
Μήπως υπάρχουν μελετητικά σφάλματα ;
Πόσο σημαντικό είναι το θέμα της εφαρμοστικότητας ;

Και αυτά είναι μόνο μερικά από όλα τα ερωτήματα.

Αυτή μου η εμπειρία σε συνδυασμό με τα παραπάνω ερωτήματα που αποτελούν, όπως αργότερα κατάλαβα, μια γκρίζα ζώνη για πολλούς μηχανικούς, αποτέλεσαν τη σπίθα για να ασχοληθώ με αυτό το ζήτημα στη διπλωματική μου εργασία.

1.2 Στόχος

Σκοπός της διπλωματικής εργασίας είναι ο εντοπισμός και η ανάλυση κάποιων προβλημάτων κατά την διαδικασία της σκυροδέτησης λόγω των πολλών σπλισμών, με τη συμβολή έμπειρων μηχανικών.

1.3 Λέξεις Κλειδιά

Σκυροδέτηση, σπλισμοί, υποστυλώματα, κόμβοι, δοκοί, σκύρα, γαρμπίλι, δονητής, κάτοψη, τομή

2. Ιστορική Αναδρομή

Από το 1954 που συντάχθηκε ο πρώτος κανονισμός οπλισμένου σκυροδέματος στη χώρα μας μέχρι σήμερα , είναι γεγονός ότι έχουν υπάρξει πολλές τροποποιήσεις σε αυτόν με κατεύθυνση την ασφάλεια. Από τα πρώτα χρόνια μέχρι σήμερα η ποσότητα των οπλισμών έχει αυξηθεί ραγδαία σε σημείο που να μην δέν υφίσταται πλέον ζήτημα στην αντοχή των κτιρίων αλλά δημιουργούνται προβλήματα στην εφαρμοστικότητα των οπλισμών σε συνδυασμό με το σκυρόδεμα.

Αυτό οφείλεται σε μία πληθώρα λόγων με κύριο την **έλλειψη γνώσεων και τεχνολογίας** κατά την πρώτη σύνταξη του κανονισμού. Παλαιότερα, οι γνώσεις για τον οπλισμό και τη συμπεριφορά των υλικών δεν ήταν τόσο προηγμένες όσο σήμερα. Η **έλλειψη προηγμένων τεχνολογιών** μπορούσε να οδηγήσει στη χρήση πιο αραιών οπλισμών για λόγους ευκολίας και διαχείρισης. Επιπροσθέτως λόγω της έλλειψης γνώσεων τεχνολογίας δεν ήταν δυνατό να υπολογιστούν με τη σημερινή ακρίβεια τα σεισμικά φορτία και οι απαιτούμενοι οπλισμοί για αυτά. **Ακόμα, οι μηχανικοί δεν είχαν την απαραίτητη εμπειρία** που προέκυψε με την πάροδο των χρόνων για να κατανοήσουν τις πλήρεις απαιτήσεις των φορτίων που μπορεί να επηρεάσουν την ασφάλεια των κατασκευών κάτι που επίσης μπορεί να οδηγούσε σε πιο αραιούς οπλισμούς.

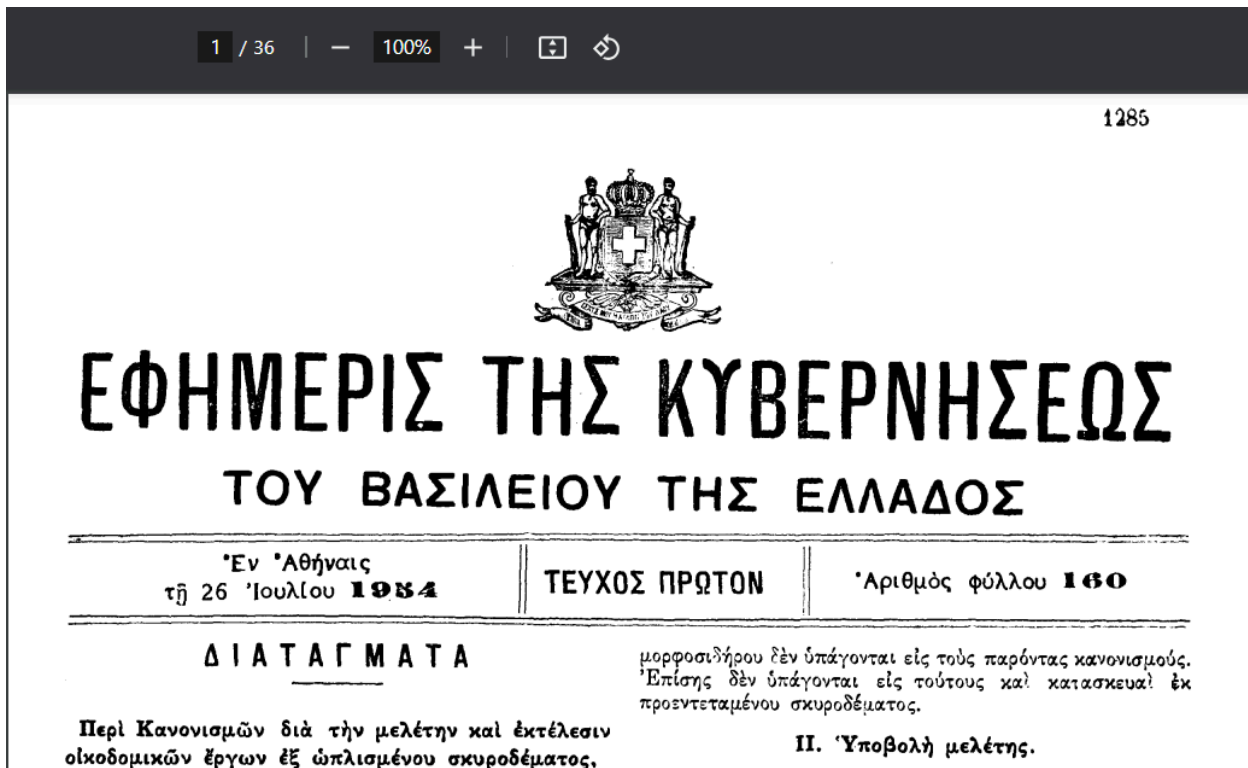
Ένας ακόμα λόγος που υπήρχαν αραιότεροι οπλισμοί τα παλαιότερα είναι η **διαθεσιμότητα των υλικών**. Ο περιορισμένος διαθέσιμος χάλυβας και άλλα υλικά μπορεί να οδηγούσαν σε πιο αραιούς οπλισμούς, καθώς η εξασφάλιση μεγάλων ποσοτήτων υλικού ήταν πιο περίπλοκη αλλά και πολύ πιο κοστοβόρα λόγω της περιορισμένης παραγωγής και διαθεσιμότητάς τους . Για παράδειγμα μπορεί αντί για σίδερα διαμέτρου Φ12 που απαιτούνταν σε μια κατασκευή να τοποθετούνταν Φ10 η ακόμα και Φ8 γιατί αυτά μπορεί να ήταν διαθέσιμα εκείνη τη χρονική στιγμή.

Οι παραπάνω λόγοι είναι μερικοί από τους βασικούς λόγους τοποθέτησης αραιότερων οπλισμών τα παλαιότερα χρόνια .

Ως γνωστόν η κατάσταση έχει διαφοροποιηθεί πλήρως μετά από συνεχείς τροποποιήσεις των κανονισμών ώσπου να φτάσουμε στη σημερινή του μορφή.

Μερικές από τις πιο σημαντικές τροποποιήσεις είναι οι εξής :

-1954: Πρώτος Κανονισμός που συντάχθηκε




Εικόνα 2.1 - Πρώτος Κανονισμός

-1991: Νέος κανονισμός για την μελέτη και κατασκευή έργων από οπλισμένο σκυρόδεμα

1 / 52 | - 100% + | [] []

9293



ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΑΘΗΝΑ 31 ΔΕΚΕΜΒΡΙΟΥ 1991	ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ	ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ 1068
------------------------------------	-----------------------	--------------------------------------

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ & ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

Αριθ. Δ11ε/0/30123
Έγκριση Νέου Κανονισμού για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Σκυρόδεμα.

οπλισμένου σκυροδέματος (Β.Δ. 1954) πλην των άρθρων 45 και 47.
β) Οι παρακάτω διατάξεις του Αντισεισμικού Κανονισμού, Β.Δ. από 26.2.59 όπως τροποποιήθηκε με την αρ. ΕΔ2α/01/44/Φ.Ν. 275/4.4.84 (ΦΕΚ 239 Β/16.4.84) Υπουργική Απόφαση.
Άρθρο 5 παρ. 8

Εικόνα 2.2 - Νέος κανονισμός για κατασκευή έργων από σκυρόδεμα

1995: Τροποποίηση του Νέου Κανονισμού

1 / 68

100%



02002272803950068



2241

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ

Αρ. Φύλλου **227**

28 Μαρτίου 1995

ΥΠΟΥΡΓΙΚΕΣ ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ & ΕΓΚΡΙΣΕΙΣ

Αριθ. Δ11β/13


Τροποποίηση του Νέου Κανονισμού Σκυροδέματος για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Σκυρόδεμα.


7. Την ανάγκη τροποποίησης του νέου Κανονισμού με βάση τις παρατηρήσεις των χρηστών κατά την περίοδο της παράλληλης εφαρμογής και τις τελικές διατάξεις του Νέου Αντσεισμικού Κανονισμού και του αντίστοιχου Ευρωκώδικα Νο 2, αποφασίζουμε:

Εικόνα 2.3 - Τροποποίηση Νέου Κανονισμού

2000: Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος

1 / 152 | - 100% + | [] [↺]


02013290611000152



18093

ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

ΤΕΥΧΟΣ ΔΕΥΤΕΡΟ Αρ. Φύλλου 1329

6 Νοεμβρίου 2000

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθ. Δ17α/116/4/ΦΝ 429
Έγκριση Ελληνικού Κανονισμού για τη Μελέτη και Κατασκευή Έργων από Οπλισμένο Σκυρόδεμα.

ΑΡΘΡΟ ΠΡΩΤΟ
ΕΓΚΡΙΣΗ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ
Εγκρίνουμε τον Ελληνικό Κανονισμό Οπλισμένου Σκυροδέματος (Ε.Κ.Ω.Σ. 2000), το κείμενο του οποίου έχει ως ακολούθως:

Εικόνα 2.4 - Ελληνικός κανονισμός οπλισμένου σκυροδέματος

Ο Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος είναι αυτός που ισχύει και σήμερα στη χώρα μας, συμπεριλαμβανομένων κάποιων τροποποιήσεων που έχουν γίνει ανά τα χρόνια.

Με μία γρήγορη ματιά μπορεί κάποιος να διαπιστώσει πως ο κανονισμός του 1954 είχε 36 μόνο σελίδες ενώ αυτός του 2000 έφτασε τις 152 σελίδες . Αυτή η τεράστια διαφορά μπορεί να μας δώσει μία πρώτη γεύση για το πόσο πιο αυστηρός και λεπτομερής είναι ο κανονισμός σήμερα σε σχέση με παλιά. Αυτή η διαφορά μπορεί πολύ εύκολα να μεταφραστεί σε σημαντική αύξηση του σιδηρού οπλισμού και να οδηγήσει σε πρόβλημα μη εφαρμοστικότητας που είναι και αυτό που εξετάζουμε σε αυτήν την εργασία .

Αδιαμφισβήτητα όμως η αυστηρότητα του κανονισμού δεν είναι ο μοναδικός λόγος που η διαδικασία της σκυροδέτησης έχει γίνει τόσο δύσκολη λόγω των πολλών οπλισμών. Επιπροσθέτως επισημαίνω και τις ιδιαίτερες αρχιτεκτονικές σύγχρονες απαιτήσεις για μικρότερες διατομές δομικών στοιχείων για αισθητικούς λόγους αλλά και για λόγους διευκόλυνσης των σύνθετων ηλεκτρομηχανολογικών εγκαταστάσεων. (κλιματισμός, πυρόσβεση, φωτισμός κλπ.)

Έτσι δημιούργησα το ερωτηματολόγιο που ακολουθεί για περεταίρω ανάλυση του ζητήματος.

3. Ερωτηματολόγιο

Το ερωτηματολόγιο αυτό που έχει ως κύριο θέμα τα “ **ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗΣ ΟΠΛΙΣΗΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ** ” δημιουργήθηκε μετά από μία σειρά συζητήσεων - συνεντεύξεων που έκανα τόσο με επικεφαλείς εργοταξίων όσο και με υπερβολάβους οπλισμένου σκυροδέματος. Αυτοί οι άνθρωποι με βοήθησαν σε μεγάλο βαθμό να καταλάβω την πολυπλοκότητα του προβλήματος καθώς και τη συχνότητα του σήμερα . Αντιλήφθηκα από πρώτο χέρι πόσο σημαντικό ζήτημα είναι η μη εφαρμοστικότητα των κανονισμών και πόσο δυσχεραίνει το έργο τους.

Έτσι συνέταξα αυτο το ερωτηματολόγιο με σκοπό οι απαντήσεις που θα ληφθούν να μας δίνουν μια πιο μαζική αλλά και καθαρή εικόνα για το πρόβλημα .

Για αυτόν το λόγο μοιράστηκε αποκλειστικά σε άτομα που είναι μέσα στο επάγγελμα και δη στον τομέα της κατασκευής και έχουν κληθεί να αντιμετωπίσουν πολλές φορές το πρόβλημα της μη εφαρμοστικότητας που προκύπτει από τους πολύ πυκνούς οπλισμούς ώστε με την εμπειρία τους να βοηθήσουν στην εξαγωγή; κάποιων συμπερασμάτων.

3.1 Δημιουργία Ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο μοιράστηκε όπως προανέφερα σε Πολιτικούς μηχανικούς διαφόρων αρμοδιοτήτων, όπως μελετητές, εργοταξιάρχες και μηχανικούς κατασκευής στους οποίους είχα πρόσβαση λόγω αρκετών επισκέψεών μου σε εργοτάξια και μιας πρακτικής άσκησης διάρκειας 3 μηνών σε ένα από αυτά. Για τη δημιουργία του ερωτηματολογίου είχα την ιδέα να το μοιράσω στους ερωτηθέντες εξ αποστάσεως σε διαδικτυακή μορφή και όχι δια ζώσης σε έντυπη μορφή. Ο λόγος ήταν τόσο για να είναι πιο εύκολη η αποστολή τους όσο και για την πιο εύκολη συλλογή και ανάλυση των απαντήσεων.

Το πρόγραμμα που χρησιμοποίησα ήταν οι Φόρμες της Google (Google Forms) καθώς συνδύαζε όλα τα παραπάνω με την εύκολη πρόσβαση σε αυτό και δημιουργία του ερωτηματολογίου.

Η αποστολή του ερωτηματολογίου γινόταν με την αποστολή του ακόλουθου συνδέσμου:

<https://docs.google.com/forms/d/1LFUMP7MUeESt2SJcMEeL1j2jKnzUrimD9LCSNkFBh98/edit>

Μόλις ο ερωτηθέντας κλίκαρα αυτόν τον σύνδεσμο οδηγούταν κατευθείαν στην πρώτη σελίδα του ερωτηματολογίου όπως φαίνεται στην επόμενη εικόνα όπου και μπορούσε άμεσα να απαντήσει στις ερωτήσεις.

Ερωτήσεις Απαντήσεις 21 Ρυθμίσεις

ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟ ΜΕ ΘΕΜΑ ΤΑ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΠΡΟΚΥΠΤΟΥΝ ΚΑΤΑ ΤΗ ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΤΗΣ ΣΚΥΡΟΔΕΤΗΣΗΣ ΛΟΓΩ ΤΗΣ ΥΠΕΡΒΟΛΙΚΗΣ ΟΠΛΙΣΗΣ ΤΩΝ ΔΟΜΙΚΩΝ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ

B *I* U ↻ ✕

Απαντήστε σύμφωνα με την εμπειρία σας στις παρακάτω ερωτήσεις.

Εικόνα 3.1 - Τίτλος Ερωτηματολογίου

Αντίστοιχα όταν είχα εγώ πρόσβαση στο Google Forms μου εμφάνιζε όπως φαίνεται παραπάνω πόσες απαντήσεις έχουν ληφθεί και κλικάροντας εκεί μου έδειχνε αναλυτικά τι απαντήσεις έχουν δοθεί όπως θα δείτε παρακάτω όπου παρουσιάζονται μία μία.

Να αναφέρω πως οι απαντήσεις ήταν ανώνυμες ώστε να μην εκτεθούν τα στοιχεία των ερωτηθέντων και αυτοί να έχουν την άνεση να απαντήσουν με βάση την προσωπική τους εμπειρία.

3.2 Τρόπος ανάλυσης απαντήσεων

Στις απλές ερωτήσεις τύπου πολλαπλής επιλογής η ανάλυση ήταν απλή συλλογή των απαντήσεων. Υπήρχαν όμως αρκετές ερωτήσεις που απαιτούσαν ταξινόμηση είτε της συχνότητας εμφάνισης ενός προβλήματος είτε της σοβαρότητας κάποιων προβλημάτων σύμφωνα με τους ερωτηθέντες. Σε αυτή την κατηγορία η ανάλυση έγινε ως εξής:

Αν για παράδειγμα μια ερώτηση είχε 5 απαντήσεις τότε για να βρω την δημοφιλέστερη απάντηση “άθροισα” τις απαντήσεις. Δηλαδή κάθε απάντηση που έδινε κάποιος ερωτηθέντας ως πρώτη συγκέντρωνε 5 βαθμούς η δεύτερη 4 βαθμούς και ούτω καθεξής.

Έτσι έχοντας στα χέρια μου το γράφημα με τις απαντήσεις αθροίζοντας τους πόντους για κάθε πιθανή απάντηση προέκυπτε μία κατάταξη με σειρά σημασίας της κάθε απάντησης.

Στις ερωτήσεις που η απάντηση ήταν μορφής κειμένου (βλ. Ερώτηση 1,12) συνέλεξα μία μία της απαντήσεις .

3.3 Αποθήκευση Απαντήσεων

Το Google Forms εκτός από τα παραπάνω προσφέρει αποθήκευση όλων των απαντήσεων σε ένα υπολογιστικό φύλλο όπου αναφέρονται ξεχωριστά για κάθε ερωτηθέντα ανά σειρά όλες οι απαντήσεις που έχει δώσει.

Το υπολογιστικό φύλλο έχει την εξής μορφή:

1	Ποια είναι η ειδικότητά σας ;	Πόσα χρόνια εμπειρίας έ;	Πόσο συχνά αντιμετωπίζ	Σε ποιο δομικό στοιχείο α	Σε ποιο δομικό στοιχείο β	Σε ποιο δομικό στοιχείο γ	Σε ποιο δομικό στοιχείο δ	Σε ποιο δομικό στοιχείο ε	Σε ποιο δομικό στοιχείο ζ	Σε ποιο δομικό στοιχείο η
2	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	20+ χρόνια	Συχνά	6	2	3	4	1	5	
3	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	20+ χρόνια	Συχνά	5	4	3	2	1	6	
4	ΔΙΕΥΘΥΝΤΗΣ ΕΡΓΩΝ	20+ χρόνια	Πάντα	4	5	6	1	2	3	
5	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ	20+ χρόνια	Συχνά	5	4	3	2	1	6	
6	Msc Πολιτικός Μηχανικός	15-20 χρόνια	Συχνά	6	5	3	2	1	4	
7	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	20+ χρόνια	Συχνά	5	4	3	2	1	6	
8	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	20+ χρόνια	Συχνά	6	5	2	3	1	4	
9	ΕΡΓΟΤΑΞΙΑΡΧΗΣ	20+ χρόνια	Συχνά	5	6	2	3	1	4	
10	ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	20+ χρόνια	Συχνά	6	4	3	2	1	5	
11	Πολιτικός μηχανικός	10-15 χρόνια	Συχνά	1	6	4	3	5	2	
12	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	20+ χρόνια	Συχνά	5	4	3	2	1	6	
13	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ ΤΕ	20+ χρόνια	Συχνά	2	6	3	4	1	5	
14	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	20+ χρόνια	Συχνά	5	4	2	3	1	6	
15	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	15-20 χρόνια	Συχνά	5	3	4	2	1	6	
16	Πολιτικός Μηχανικός	20+ χρόνια	Συχνά	5	4	3	2	1	6	
17	PROJECT MANAGER	20+ χρόνια	Συχνά	5	4	2	3	1	6	
18	τεχνολογος πολιτικός μηχανικός	20+ χρόνια	Συχνά	4	5	3	2	1	6	
19	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	20+ χρόνια	Συχνά	2	5	3	2	1	6	
20	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	20+ χρόνια	Σπάνια	6	4	1	3	2	5	
21	Υπεργολαβος	20+ χρόνια	Σπάνια	4	5	2	1	3	6	
22	ΠΟΛΙΤΙΚΟΣ ΜΗΧΑΝΙΚΟΣ	20+ χρόνια	Συχνά	6	4	2	3	1	5	

1	Κ	L	M	N	O	P	Q	R	S
2	1	2	3	4	5	3	1	2	4
3	3	5	2	4	1	4	3	2	1
4	3	4	5	1	2	1	2	3	4
5	3	4	5	2	1	2	1	4	3
6	5	2	4	3	1	2	1	3	4
7	1	3	4	5	2	4	3	2	1
8	4	5	3	2	1	4	3	2	1
9	2	5	3	4	1	4	2	3	1
10	1	3	4	5	2	2	1	3	4
11	5	2	1	3	4	1	3	2	4
12	1	3	4	5	2	4	2	3	1
13	1	2	3	5	4	4	2	3	1
14	2	3	4	5	1	4	2	1	3
15	3	5	4	2	1	4	1	2	3
16	2	4	3	5	1	4	2	3	1
17	1	3	5	4	2	4	2	3	1
18	2	5	3	4	1	4	2	3	1
19	4	5	2	3	1	4	2	3	1
20	1	2	3	5	4	4	3	2	1
21	3	4	5	2	1	4	3	2	1
22	4	5	3	2	1	4	1	2	3

Προβλήματα κατά τη διαδικασία σκυροδέτησης

	U	V	W	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD
1	Ποιός είναι ο συνηθέστερ Ποιός είναι ο συνηθέστερ Ποιός είναι ο συνηθέστερ Ποιός είναι ο συνηθέστερ				Ποια ή ποιες από τις παρ Σας έχει τύχει ποτέ να αφ			Σε μία γενική κατόπρω		
	παντήστε (1-5) όπου 1 : Απαντήστε (1-5) όπου 1 : Απαντήστε (1-5) όπου 1 : Απαντήστε (1-5) όπου 1 :				(Μπορείτε να δώσετε και (π.χ. Φ12/3)			Έχετε ποτέ εφαρμόσει με (π.χ. για Φ20 χρειάζονται Ποιο κατά τη γνώμη σας είναι το ελάχιστο επιπρ		
2	1	2	3	5	Μήκος ακύρωσης	Ναι αραιωση συνδετήρων	Ναι και δεν ήταν σαφής ο	Ναι	3CM	
3	3	4	1	5	Καμπύλωση οπλισμών (+	Όχι δεν μου έχει τύχει	Ναι και δεν ήταν σαφής ο	Ναι	8-10 cm	
4	2	5	1	4	Καμπύλωση οπλισμών (+	Ναι αραιωση συνδετήρων	Ναι και ήταν σαφής ο	τρέ	Ναι	5cm
5	3	4	1	5	Καμπύλωση οπλισμών (+	Ναι αραιωση συνδετήρων	Ναι και δεν ήταν σαφής ο	Όχι	30mm	
6	2	5	1	3	Καμπύλωση οπλισμών (+	Όχι δεν μου έχει τύχει	Όχι γιατί θεωρήθηκε υπε	Όχι	Αυτό ώστε να εισχωρεί η ράβδος δόνησης.	
7	1	3	4	5	Πυκνοί οπλισμοί περίσφι	Όχι δεν μου έχει τύχει	Όχι δεν μου έχει τύχει	Δεν με έχει απασχολήσει	4	
8	1	4	3	5	Πυκνοί οπλισμοί περίσφι	Ναι αραιωση συνδετήρων	Όχι δεν μου έχει τύχει	Όχι	ΓΙΑ ΚΑΝΟΝΙΚΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ 35mm ΕΝΩ ΓΙΑ	
9	1	3	2	4	Μήκος μάρτησης, Μήκος c	Όχι δεν μου έχει τύχει	Όχι δεν μου έχει τύχει	Ναι	10 cm	
10	2	5	1	4	Μέγιστη διάμετρο ράβδοι	Όχι δεν μου έχει τύχει	Όχι δεν μου έχει τύχει	Δεν με έχει απασχολήσει	5 cm	
11	5	2	1	3	Πυκνοί οπλισμοί περίσφι	Ναι αφαίρεση διαμήκων	Όχι δεν μου έχει τύχει	Όχι	10 cm	
12	1	2	4	3	Πυκνοί οπλισμοί περίσφι	Όχι δεν μου έχει τύχει	Ναι και ήταν σαφής ο	τρέ	Όχι	15κατοστά (για σωστή δόνηση)
13	1	4	2	3	ΚΑΜΙΑ	Όχι δεν μου έχει τύχει	Όχι δεν μου έχει τύχει	Όχι	Μέγιστη διάμετρος αδρανούς + (min) 5mm και ι	
14	1	5	2	3	Πυκνοί οπλισμοί περίσφι	Όχι δεν μου έχει τύχει	Ναι και ήταν σαφής ο	τρέ	Ναι	Στην περίπτωση πυκνού οπλισμού θα πρέπει c
15	2	4	3	5	Μέγιστη διάμετρο ράβδοι	Όχι δεν μου έχει τύχει	Ναι και ήταν σαφής ο	τρέ	Ναι	3,5cm
16	1	4	2	5	Πυκνοί οπλισμοί περίσφι	Ναι αραιωση συνδετήρων	Ναι και δεν ήταν σαφής ο	Όχι	3cm	
17	1	3	2	4	ποτε δεν καταστρατηγού	Όχι δεν μου έχει τύχει	Ναι και ήταν σαφής ο	τρέ	Ναι	5cm καθαρό
18	2	4	1	5	Μέγιστη διάμετρο ράβδοι	Όχι δεν μου έχει τύχει	Ναι και ήταν σαφής ο	τρέ	Όχι	4εκ.ποστα.
19	2	4	1	5	Πυκνοί οπλισμοί περίσφι	Ναι αραιωση συνδετήρων	Ναι και ήταν σαφής ο	τρέ	Όχι	3
20	1	5	2	4	ΚΑΝΕΝΑ	Όχι δεν μου έχει τύχει	Όχι δεν μου έχει τύχει	Όχι	Κατελαχιστον 5 ή 6 mm μεγαλύτερο απο το μέ	
21	1	5	2	4	Πυκνοί οπλισμοί περίσφι	Όχι δεν μου έχει τύχει	Ναι και ήταν σαφής ο	τρέ	Όχι	3-5 εκατοστα
22	1	5	2	4	Καμπύλωση οπλισμών (+	Όχι δεν μου έχει τύχει	Ναι και ήταν σαφής ο	τρέ	Ναι	2Φ

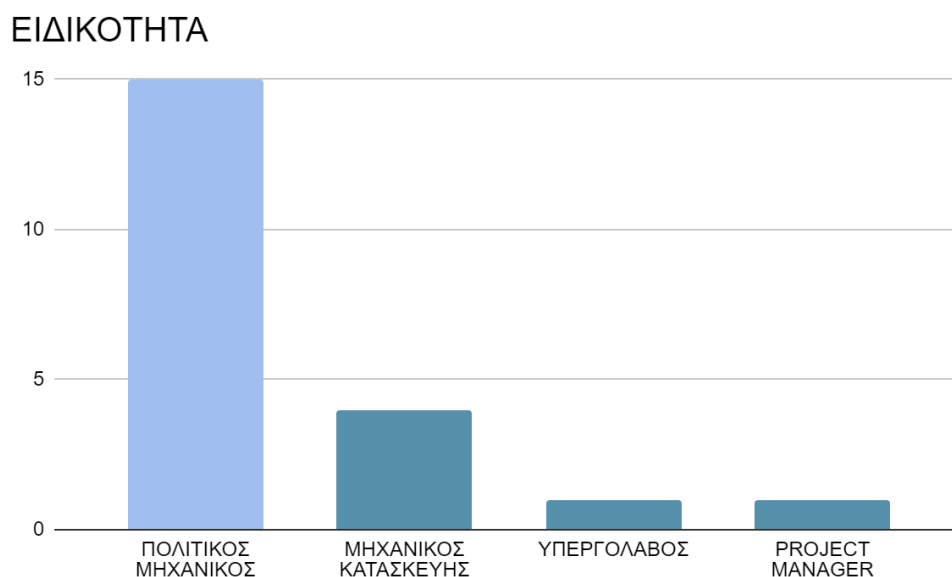
Εικόνα 3.2 - Αποθήκευση απαντήσεων

Με την βοήθεια των υπολογιστικών φύλλων είχα μία πιο ξεκάθαρη εικόνα για το σκεπτικό των απαντήσεων που έδωσε ο καθένας. Επιπλέον είχα την πρόσβαση στην αναλυτική μορφή όλων των απαντήσεων κυρίως τις αυτών που απαιτούσαν κείμενο ως απάντηση.

3.4 Ερωτήσεις ερωτηματολογίου

1η Ερώτηση

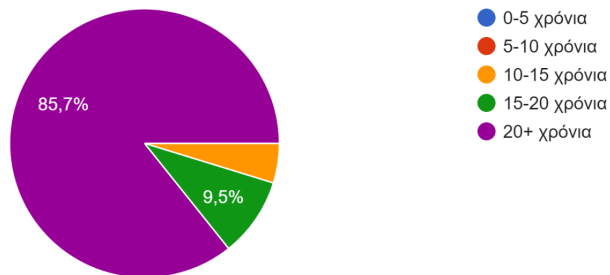
Οι δύο πρώτες ερωτήσεις ήταν εισαγωγικού χαρακτήρα με σκοπό την κατηγοριοποίηση των ερωτηθέντων σύμφωνα με την ειδικότητά τους αλλά και τα χρόνια εμπειρίας τους.



Εικόνα 3.3 - Ερώτηση 1

2η Ερώτηση

Πόσα χρόνια εμπειρίας έχετε στο χώρο των κατασκευών ;
21 απαντήσεις



Εικόνα 3.4 - Ερώτηση 2

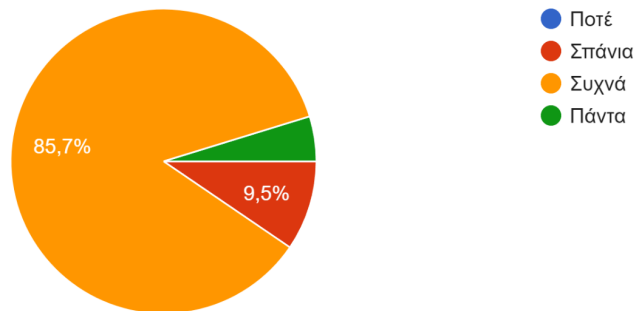
Η συντριπτική πλειοψηφία των απαντήσεων ήταν Πολιτικοί Μηχανικοί με 20+ χρόνια εμπειρίας στο χώρο της κατασκευής.

Οι απαντήσεις στις δύο πρώτες ερωτήσεις αντικατοπτρίζουν τη βαρύτητα των απαντήσεων που ακολουθούν καθώς προέκυψαν από επαγγελματίες του χώρου της κατασκευής (ως επί το πλείστον πολιτικών μηχανικών) με τεράστια εμπειρία πάνω στο αντικείμενο.

3η Ερώτηση

Η επόμενη ερώτηση αφορούσε τη συχνότητα με την οποία εμφανίζονται τα προβλήματα σκυροδέτησης λόγω πολλών οπλισμών στην πραγματικότητα.

Πόσο συχνά αντιμετωπίζετε προβλήματα κατά την σκυροδέτηση λόγω των πολλών οπλισμών ;
21 απαντήσεις



Εικόνα 3.5 - Ερώτηση 3

Οι απαντήσεις στην ερώτηση αυτή δείχνουν σε μεγάλο βαθμό το πόσο σημαντικό πρόβλημα είναι αυτό της υπερόπλισης όταν 18 στους 21 ερωτηθέντες το συναντούν συχνά με 1/21 να το συναντάει παντα(!) και 2/21 μόνο να το συναντούν σπάνια.

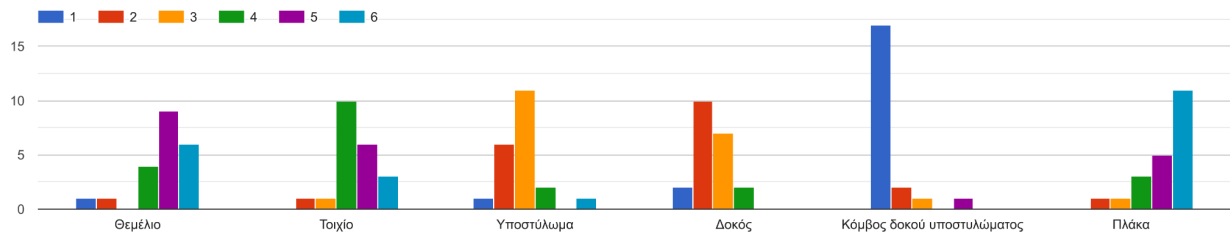
Οι απαντήσεις αυτές αποκτούν ακόμη μεγαλύτερη σημασία αν συνυπολογίσει κανείς ότι η πλειοψηφία των ερωτηθέντων έχουν πάνω από 20 χρόνια εμπειρίας (βλ.ερώτηση 2) και παρόλα αυτά συνεχίζουν να αντιμετωπίζουν σχεδόν σε καθημερινή βάση αυτό το πρόβλημα .

4η Ερώτηση

Η τέταρτη ερώτηση είχε ως στόχο την δημιουργία μιας κατάταξης των δομικών στοιχείων με βάση το πόσο συχνά εμφανίζονται προβλήματα κατά τη διαδικασία της σκυροδετησης τους λόγω των πολλών σπλισμών .

Τα αποτελέσματα έχουν ιδιαίτερο ενδιαφέρον.

Σε ποιο δομικό στοιχείο αντιμετωπίζετε πιο συχνά δυσκολίες κατά τη σκυροδέτηση λόγω πολλών σπλισμών ; Απαντήστε (1-6) όπου 1 το πιο συχνό και 6 το πιο σπάνιο.

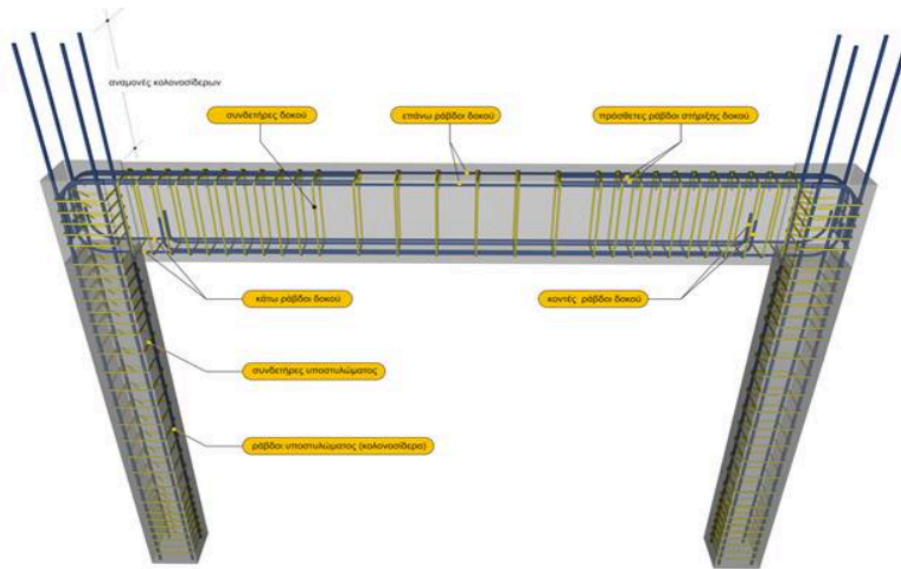


Εικόνα 3.6 - Ερώτηση 4

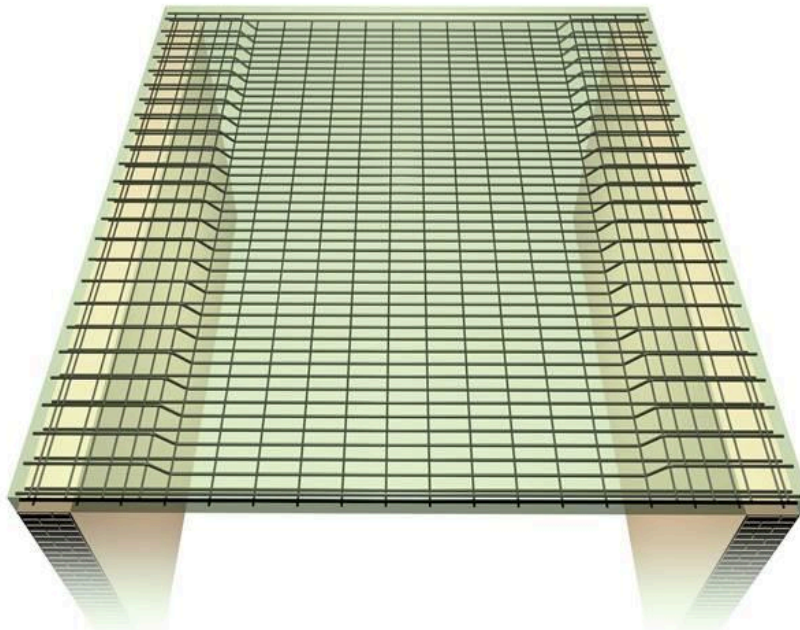
Μετά από ανάλυση και επεξεργασία των αποτελεσμάτων η ακριβής κατάταξη είναι η εξής .

1. Κόμβος δοκού υποστυλώματος
2. Δοκός
3. Υποστύλωμα
4. Τοιχίο
5. Θεμέλιο
6. Πλάκα

Προβλήματα κατά τη διαδικασία σκυροδέτησης



Εικόνα 3.7 - Πλαίσιο Ω.Σ. (Δοκός, Υποστύλωμα, Κόμβος δοκού υποστυλώματος)

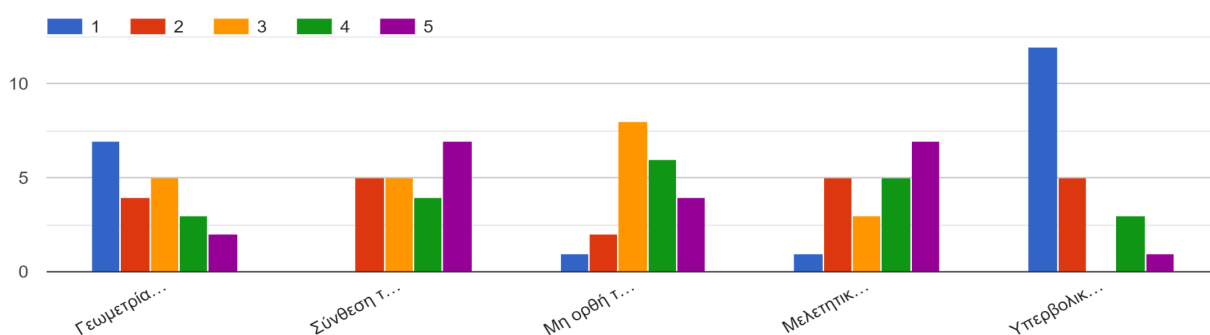


Εικόνα 3.8 - Πλαίσιο Ω.Σ.

5η Ερώτηση

Η ερώτηση αυτή είχε ως στόχο να απαριθμήσει μερικά από τα αίτια που οδηγούν συνήθως σε πρόβλημα σκυροδέτησης λόγω πολλών οπλισμών .

Σε ποιον από τους παρακάτω λόγους οφείλονται πιο συχνά τα προβλήματα κατά τη διαδικασία της σκυροδέτησης λόγω πολλών οπλισμών ; Απαντήστε (1-5) όπου 1 το πιο συχνό και 5 το πιο σπάνιο.



Εικόνα 3.9 - Ερώτηση 5

Τα αίτια τα οποία οι ερωτηθέντες κλήθηκαν να ταξινομήσουν με βάση τη συχνότητά τους ήταν τα εξής :

- Γεωμετρία δομικού στοιχείου (π.χ. υποστύλωμα μικρών διαστάσεων, πλάκα μικρού πάχους)
- Σύνθεση του σκυροδεματος (π.χ.μεγάλος λόγος τσιμέντου/νερό, αδρανή με χαμηλή κοκκομετρία)
- Μη ορθή τοποθέτηση οπλισμών (κατασκευαστικό λάθος)
- Μελετητικό λάθος
- Υπερβολικές κανονιστικές απαιτήσεις που είναι συχνά μη εφαρμόσιμες

Μετά από ανάλυση και επεξεργασία των απαντήσεων είχαμε τα ακόλουθα αποτελέσματα :

1. Υπερβολικές κανονιστικές απαιτήσεις που είναι συχνά μη εφαρμόσιμες
2. Γεωμετρία δομικού στοιχείου (π.χ. υποστύλωμα μικρών διαστάσεων, πλάκα μικρού πάχους)
3. Μη ορθή τοποθέτηση οπλισμών (κατασκευαστικό λάθος)
4. Μελετητικό λάθος
5. Σύνθεση του σκυροδεματος (π.χ.μεγάλος λόγος τσιμέντου/νερό, αδρανή με χαμηλή κοκκομετρία)

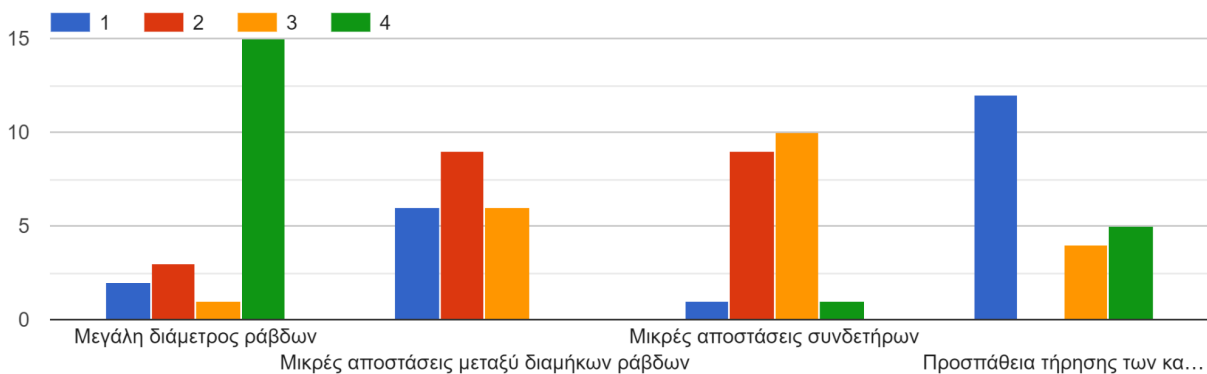
Με εξαίρεση τις δύο πρώτες αιτίες που είχαν τη μερίδα του λέοντος στις ψήφους για το πόσο συχνά εμφανίζονται , οι υπόλοιπες τρεις συγκέντρωσαν πανομοιότυπο αριθμό ψήφων δείχνοντας πως όλα αυτά τα ζητήματα είναι σχεδόν το ίδιο σημαντικά στα μάτια των ερωτηθέντων .

Εδώ θα ήθελα να σταθώ λίγο παραπάνω. Ο συνδυασμός των δύο δημοφιλέστερων απαντήσεων αντικατοπτρίζει σε μεγάλο βαθμό το πρόβλημα όπως θα αιτιολογήσουμε και παρακάτω. Δηλαδή αφενός τις υπερβολικές και συχνά μη εφαρμόσιμες απαιτήσεις του κανονισμού ειδικά σε συγκεκριμένες περιπτώσεις όπου και η γεωμετρία ενός στοιχείου δυσκολεύει την κατάσταση.

6η Ερώτηση

Αυτή η ερώτηση αφορούσε εξ' ολοκλήρου κάποια μελετητικά λάθη που μπορούν να οδηγήσουν σε πρόβλημα κατά τη σκυροδέτηση λόγω των πολλών σπλισμών.

Ποιό από τα παρακάτω μελετητικά λάθη προκαλούν πιο συχνά προβλήματα κατά τη διαδικασία σκυροδέτησης λόγω πολλών σπλισμών ; Απαντήστε (1-4) όπου 1 το πιο συχνό και 4 το πιο σπάνιο.



Εικόνα 3.10 - Ερώτηση 6

Τα μελετητικά λάθη που επέλεξα να συμπεριλάβω στο ερωτηματολόγιο είναι τα εξής.

- Μεγάλη διάμετρος ράβδων
- Μικρές αποστάσεις μεταξύ διαμήκων ράβδων
- Μικρές αποστάσεις συνδετήρων
- Προσπάθεια τήρησης των κανονισμών εις βάρος της εφαρμοστικότητας

Μετά από ανάλυση και επεξεργασία των απαντήσεων είχαμε τα ακόλουθα αποτελέσματα :

1. Μικρές αποστάσεις μεταξύ διαμήκων ράβδων
2. Προσπάθεια τήρησης των κανονισμών εις βάρος της εφαρμοστικότητας
3. Μικρές αποστάσεις συνδετήρων
4. Μεγάλη διάμετρος των ράβδων

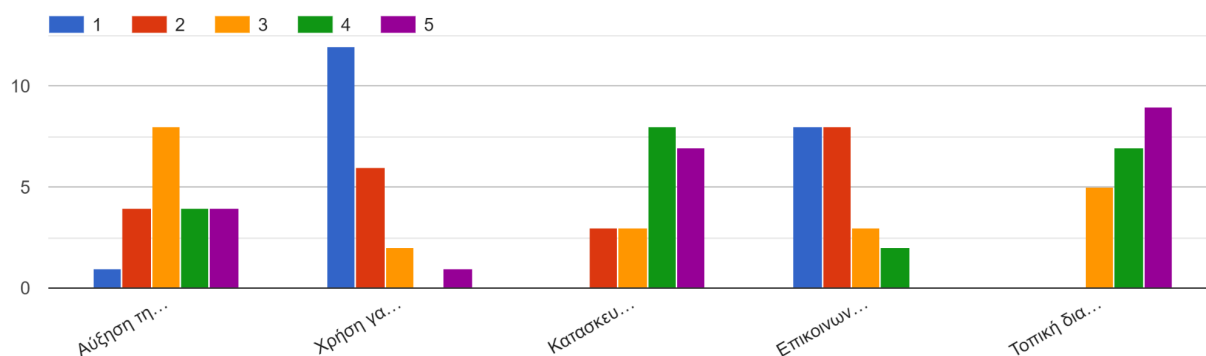
Οι απαντήσεις στη συγκεκριμένη ερώτηση εμφάνισαν μια ιδιαιτερότητα . Η απάντηση σχετικά με την προσπάθεια τήρησης των κανονισμών συγκέντρωσε με διαφορά τις περισσότερες ψήφους ως το πιο συχνό μελετητικό λάθος . Παρόλ'αυτά δεν ήταν το πιο σημαντικό λάθος σύμφωνα με το σύνολο των ερωτηθέντων καθώς 5 εξ' αυτών δεν το θεωρούν ως θεμελιώδες ζήτημα. Αντιθέτως οι μικρές αποστάσεις μεταξύ των διαμήκων ράβδων θεωρήθηκαν πιο συχνό μελετητικό λάθος από το σύνολο των ερωτηθέντων.

Όταν οι διαμήκεις ράβδοι κυρίως των δοκών έχουν πολύ μικρές αποστάσεις μεταξύ τους μπορεί να λειτουργήσουν ως σίτα για το σκυρόδεμα με αποτέλεσμα να διέρχεται μόνο το ρευστό του κομμάτι και τα αδρανή να μένουν εκτός του πυρήνα της δοκού.

7η Ερώτηση

Η ερώτηση αυτή αφορά τους τρόπους αντιμετώπισης ενός τέτοιου προβλήματος όταν αυτό προκύψει και παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον .

Ποιός είναι ο συνηθέστερος τρόπος αντιμετώπισης των προβλημάτων κατά τη διαδικασία της σκυροδέτησης λόγω των πολλών σπλισμών ; Απαντήστε (1-5) όπου 1 το πιο συχνό και 5 το πιο σπάνιο.



Εικόνα 3.11 - Ερώτηση 7

Οι διαθέσιμες απαντήσεις στην ερώτηση αυτή ήταν οι εξής :

- Αύξηση της διαμέτρου των διαμήκων ράβδων ώστε να αυξηθεί η απόσταση μεταξύ των σπλισμών
- Χρήση γαρμπιλομπετού έναντι σκυροδέματος
- Κατασκευαστικά τεχνάσματα (πατέντες) για τη διευκόλυνση της κατάστασης
- Επικοινωνία με τον μελετητή για επεμβάσεις στο υπάρχον σχέδιο
- Τοπική διαπλάτυνση του στοιχείου για δημιουργία περισσότερου χώρου

Μετά από ανάλυση και επεξεργασία των απαντήσεων είχαμε τα ακόλουθα αποτελέσματα :

1. Χρήση γαρμπιλομπετού έναντι σκυροδέματος
2. Επικοινωνία με τον μελετητή για επεμβάσεις στο υπάρχον σχέδιο
3. Αύξηση της διαμέτρου των διαμήκων ράβδων ώστε να αυξηθεί η απόσταση μεταξύ των οπλισμών
4. Κατασκευαστικά τεχνάσματα (πατέντες) για τη διευκόλυνση της κατάστασης
5. Τοπική διαπλάτυνση του στοιχείου για δημιουργία περισσότερου χώρου

Στην ερώτηση αυτή οι απαντήσεις συνέκλιναν σε μεγάλο βαθμό μεταξύ τους με τη χρήση γαρμπιλομπετού και την επικοινωνία με τον μελετητή να θεωρούνται με διαφορά οι δύο συνηθέστεροι τρόποι αντιμετώπισης.

ΓΑΡΜΠΙΛΙ

Το γαρμπίλι είναι ένα αδρανές υλικό με κοκκομετρία αρκετά υψηλότερη σε σχέση με τα σκύρα. Μάλιστα κατατάσσεται συνήθως σε διάφορες κατηγορίες με βάση τη διάμετρό του.

Λεπτό Γαρμπίλι:

- Διάμετρος: 4 έως 8 mm
- Χρησιμοποιείται συχνά σε λεπτές επιστρώσεις και επιχρίσματα, καθώς και σε συγκεκριμένες διακοσμητικές εφαρμογές.

Μέσο Γαρμπίλι:

- Διάμετρος: 8 έως 16mm
- Χρησιμοποιείται κυρίως για τη δημιουργία σκυροδέματος γενικής χρήσης, όπως δάπεδα, πεζοδρόμια και κολώνες.

Χονδρό Γαρμπίλι:

- Διάμετρος: 16 έως 32mm
- Χρησιμοποιείται για κατασκευές με υψηλότερες απαιτήσεις αντοχής, όπως θεμέλια, μεγάλες κολώνες και δοκάρια.

Πολύ Χονδρό Γαρμπίλι:

- Διάμετρος: 32mm και άνω
- Χρησιμοποιείται σε εξειδικευμένες εφαρμογές, όπως σε μεγάλα έργα υποδομής και φράγματα.

Για τη δημιουργία σκυροδέματος οι τιμές διαμέτρων ανάλογα με τις απαιτήσεις αντοχής που μπορεί να υπάρχουν σε ένα έργο κυμαίνονται από 8 έως 32mm όταν η μέση διάμετρος των σκύρων είναι τα 35mm.

Επομένως το γαρμπιλομπετόν μπορεί να είναι αρκετά πιο ρευστό με αποτέλεσμα να διεισδύει πιο εύκολα στα σημεία που υπάρχει περισσότερος σπλισμός.

Φυσικά η χρήση του γαρμπιλομπετού δεν μπορεί να γίνεται αλόγιστα αφού η τιμή του είναι σχεδόν **διπλάσια** από την τιμή των σκύρων με αποτέλεσμα η εφαρμοστικότητα να λειτουργεί εις βάρος του κόστους του έργου.

Ακόμα ένα χαρακτηριστικό που δεν μας επιτρέπει να χρησιμοποιούμε μόνιμα γαρμπίλι αντί για σκύρα είναι ότι δεν είναι τόσο ανθεκτικό στον ερπυσμό όσο τα σκύρα.

ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΜΕ ΤΟΝ ΜΕΛΕΤΗΤΗ

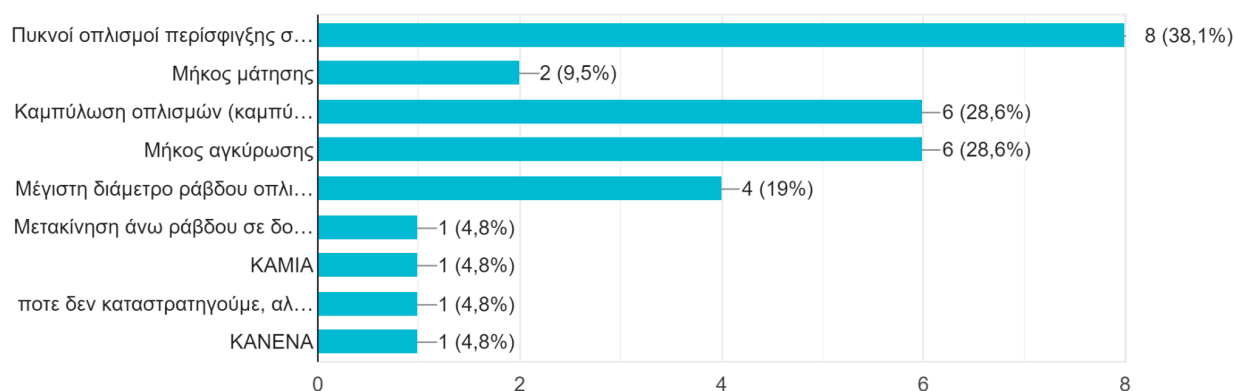
Η άλλη απάντηση ήταν η επικοινωνία με τον μελετητή. Αυτό που κατάλαβα και από τις συζητήσεις μου με τους ανθρώπους που απάντησαν στο ερωτηματολόγιο είναι ότι με τα χρόνια όσο αυξάνεται η εμπειρία στο επάγγελμα αυξάνεται και η προνοητικότητα. Οι μηχανικοί έχοντας έρθει αντιμέτωποι πολλάκις με προβλήματα εφαρμοστικότητας έχουν την εμπειρία όταν τους έρθει στα χέρια η μελέτη να καταλάβουν που μπορεί να προκύψει πρόβλημα εφαρμοστικότητας και σε συνεννόηση με τον μελετητή, να το λύσουν εξ αρχής χωρίς να φτάσουν στο σημείο να το αντιμετωπίσουν όταν πλέον θα έχουν προχωρήσει οι εργασίες και θα έχει γίνει η όπλιση.

8η Ερώτηση

Η ερώτηση αυτή είχε ως αντικείμενο τον εντοπισμό των διατάξεων του Ευρωκώδικα που δημιουργούν συχνότερα πρόβλημα κατά τη διαδικασία της σκυροδέτησης λόγω των πολλών οπλισμών που επιβάλλουν σε συγκεκριμένες περιπτώσεις .

Ποια ή ποιες από τις παρακάτω διατάξεις σας έχει τύχει να καταστρατηγήσετε λόγω μη εφαρμοσιμότητας ; (Μπορείτε να δώσετε και παραπάνω από μία απάντηση)

21 απαντήσεις



Εικόνα 3.12 - Ερώτηση 8

Τις περισσότερες απαντήσεις (8) μάζεψε η διάταξη που σχετίζεται με τους πυκνούς οπλισμούς περίσφιγξης σε κρυφοκολώνα τοιχίου ισογείου .

Επίσης αρκετές απαντήσεις (6) είχαν να κάνουν τόσο με την καμπύλωση των οπλισμών (καμπύλη αγκύρωση) όσο και με το μήκος αγκύρωσης .

Τέλος μία ακόμα διάταξη που τείνει να καταστρατηγηθεί είναι η μέγιστη διάμετρος ράβδου οπλισμού εντός κόμβου .

Στη συγκεκριμένη ερώτηση θα ήθελα να σταθώ λίγο παραπάνω και να κάνω μια αναφορά στις διατάξεις αυτές που προκαλούν τόσα ζητήματα εφαρμοσιμότητας και μάλιστα τόσο συχνά.

ΠΥΚΝΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ ΠΕΡΙΣΦΙΓΞΗΣ ΣΕ ΚΡΥΦΟΚΟΛΩΝΑ ΤΟΙΧΕΙΟΥ ΙΣΟΓΕΙΟΥ

Οι διατάξεις του κανονισμού σχετικά με τα ακραία υποστυλώματα (κρυφοκολώνες) τοιχίων ισογείου πολύ συχνά προκαλούν προβλήματα κατά τη σκυροδέτηση. Τα υποστυλώματα αυτά είναι πολύ μικρά σε διαστάσεις σε σχέση με το μήκος όλου του τοιχίου αλλά συγκεντρώνουν μεγάλο κομμάτι του οπλισμού του. Μάλιστα προσεγγιστικά σε ένα τοιχίο αν έχει υπολογιστεί απαιτούμενος οπλισμός $A_{s,tot}$ αυτός κατανέμεται σε $A_{s,tot}/3$ σε κάθε άκρο και $A_{s,tot}/3$ σε όλο τον υπόλοιπο κορμό !

Πιο συγκεκριμένα και σε σχέση με τον κανονισμό, υπάρχουν κάποιες κανονιστικές απαιτήσεις όπλισης στα ακραία υποστυλώματα που δημιουργούν πρόβλημα στη σκυροδέτηση αλλά και κυρίως στη δόνηση του σκυροδέματος.

Σχετικά με τις διαμήκεις ράβδους, η μέγιστη απόσταση μεταξύ δύο συγκρατημένων αποσυνδεδεμένων ράβδων είναι τα 15cm.

Στους εγκάρσιους οπλισμούς συναντάμε μία διάταξη η οποία κατά τη γνώμη μου δημιουργεί τα περισσότερα προβλήματα.

Πρόκειται για την κατακόρυφη απόσταση συνδετήρων η οποία προκύπτει από τον παρακάτω τύπο :

$$\begin{aligned} \text{ΚΠΜ: } s_{max} &\leq \min(b_o/2, 8\phi_{L,min}, 175\text{mm}) \\ \text{ΚΠΥ: } s_{max} &\leq \min(b_o/3, 6\phi_{L,min}, 125\text{mm}), \end{aligned}$$

όπου b_o το πλάτος του περισφιγμένου πυρήνα

$\phi_{L,min}$ η διάμετρος μιας διαμήκου ράβδου

Από τον τύπο αυτό βγάζουμε το συμπέρασμα ότι η κατακόρυφη απόσταση των συνδετήρων στο περισφιγμένο άκρο εξαρτάται από τα παραπάνω δύο μεγέθη.

Για λεπτά τοιχεία (22cm πάχος) και για ράβδους $\phi 16$ ο τύπος αυτός βγάζει ως αποτέλεσμα μία κατακόρυφη απόσταση συνδετήρων στο περισφιγμένο άκρο περίπου 11cm για ΚΠΜ και 7,3 cm για ΚΠΥ για τοιχίο μήκους 2 μέτρων η ακόμα μικρότερη για μεγαλύτερα τοιχεία .

Σε αυτή την περίπτωση τα κενά αυτά καθιστούν τη χρήση του δονητή από δύσκολη έως αδύνατη και χρήζει διάφορων κατασκευαστικών τεχνασμάτων ώστε να επιτευχθεί σωστά.

Πώς θα μπορούσε να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα ;

Σίγουρα η αύξηση του πλάτους του περισφιγμένου πυρήνα δηλαδή η αύξηση του πλάτους της διατομής είτε τοπικά με μία διαπλάτυνση θα ήταν μία λύση ώστε το κρίσιμο μέγεθος για την απόσταση των κατακόρυφων συνδετήρων να είναι τα 125mm.

Για να επιτευχθεί όμως αυτό θα πρέπει να συνδυαστεί με την υπόθεση μεγαλύτερης διαμέτρου διαμήκους ράβδου π.χ. Φ20 ώστε το μέγεθος $6 \cdot dbL$ να ισούται με 120mm το οποίο αν και μικρή τιμή μπορεί να γίνει αποδεκτή ώστε να μπορέσει να γίνει σωστά η διαδικασία της δόνησης .



Εικόνα 3.13 - Τοίχιο μεγάλου ύψους

Εδώ βλέπουμε ένα τοίχιο ύψους 8 μέτρων καλυπόμενο από τη μία πλευρά του με μεταλλότυπο. Παρατηρούμε ότι το περισφιγμένο άκρο είναι πιο πλατύ από τον κορμό του τοιχίου ώστε οι σπλισμοί να είναι πιο αραιοί και να μπορεί να γίνει τόσο η έντεχνη σκυροδέτηση όσο και η δόνηση.

ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟΣ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ ΟΠΛΙΣΜΟΥ ΠΟΥ ΔΙΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΚΟΜΒΟ

Το πρόβλημα αυτό έχει δημιουργηθεί καθώς οι διαμήκεις ράβδοι εντός κόμβου τείνουν να θλίβονται στο ένα άκρο και να εφελκύνονται στο άλλο με αποτέλεσμα να δημιουργείται απαίτηση τάσης συνάφειας ανάμεσα στο σκυρόδεμα και τον οπλισμό η οποία απαίτηση αυξάνεται όσο αυξάνεται η διάμετρος της ράβδου οπλισμού. Έτσι χρησιμοποιούνται μικρότερες διαμέτροι ράβδων με αποτέλεσμα να αυξάνεται το πλήθος τους για να επιτευχθεί το απαραίτητο A_{sd} .

Αυτομάτως οδηγούμαστε σε μικρότερα κενά ώστε να χωρέσουν οι περισσότερες ράβδοι στην υπάρχουσα διατομή (που πολλές φορές αποτελεί από μόνο του ένα πρόβλημα) και έτσι καθίσταται πιο δύσκολη η διέλευση του σκυροδέματος μέσα στον κόμβο.

Ανατρέχοντας στον κανονισμό στη συγκεκριμένη παράγραφο εντοπίζουμε τον τύπο από τον οποίο προκύπτει η μέγιστη διάμετρος ράβδου που διέρχεται από τον κόμβο .

$$\begin{array}{ll} \text{Ενδιάμεσος κόμβος (EC8 – 5.50a)} & \text{Ακραίος κόμβος (EC8 – 5.50b)} \\ \frac{\varnothing_{L,max}}{h_c} = \frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot \frac{1 + 0.8 \cdot v_d}{1 + 0.75 \cdot k_D \cdot \rho' / \rho_{max}} & \frac{\varnothing_{L,max}}{h_c} = \frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot (1 + 0.8 \cdot v_d) \end{array}$$

όπου :

$\varnothing_{L,max}$: μέγιστη διάμετρος διαμήκου ράβδου οπλισμού

h_c : πλάτος του υποστύλωματος παράλληλα προς τις ράβδους

Παρατηρούμε ότι η μέγιστη διάμετρος διαμήκου ράβδου οπλισμού που διέρχεται από κόμβο είναι άμεσα εξαρτώμενη από το πλάτος του στοιχείου που ίσως μας δίνει και μία εικόνα ως προς το ότι μία από τις λύσεις του προβλήματος σκυροδέτησης είναι να πηγαίνουμε κατ' όσον το δυνατόν σε μεγαλύτερες διατομές ώστε και να ικανοποιείται ο κανονισμός και να είναι η σκυροδέτηση εφικτή.

ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΕΛΕΓΧΟΥ ΓΙΑ ΜΕΓΙΣΤΗ ΔΙΑΜΕΤΡΟ ΔΙΑΜΗΚΟΥΣ ΡΑΒΔΟΥ ΠΟΥ ΔΙΕΡΧΕΤΑΙ ΑΠΟ ΚΟΜΒΟ

- Διάμετρος διαμήκουσ ράβδου δοκού που διέρχεται από κόμβο(dbl): 20 mm
- Πλάτος υποστυλώματος παράλληλα με τις ράβδους της δοκού(hc):300 mm
- Μέση τιμή εφελκυστικής τιμής του σκυροδέματος (fctm): 2.9 MPa
- Συντελεστής αβεβαιότητας προσομοιώματος για την τιμή σχεδιασμού των αντοχών (γRd): 1.2 ΚΠΥ
- Τιμή σχεδιασμού της τάσης διαρροής του χάλυβα οπλισμού (fyd): 500 MPa
- Ανηγγμένη αξονική (vd): 0.3
- Συντελεστής που εκφράζει την κατηγορία πλαστιμότητας (kD): 1 ΚΠΥ
- Ποσοστό οπλισμού θλιβόμενων ράβδων (ρ'): 0.02
- Μέγιστο επιτρεπόμενο ποσοστό εφελκούμενου οπλισμού (ρmax): 0.04

Ο τύπος είναι:

Ενδιάμεσος κόμβος (EC8 – 5.50a) Ακραίος κόμβος (EC8 – 5.50b)

$$\frac{\varnothing_{L,max}}{h_c} = \frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot \frac{1 + 0.8 \cdot v_d}{1 + 0.75 \cdot k_D \cdot \rho' / \rho_{max}} \qquad \frac{\varnothing_{L,max}}{h_c} = \frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot (1 + 0.8 \cdot v_d)$$

$$\frac{dbl}{hc} = \frac{20mm}{300mm} = 0.0667$$

$$\frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} = \frac{7.5 \cdot 2.9MPa}{1.2 \cdot 500 / 1.15MPa} = 0.0417$$

$$1 + 0.8 \cdot v_d = 1 + 0.8 \cdot 0.3 = 1 + 0.24 = 1.24$$

$$1 + 0.75 \cdot k_D \cdot \frac{\rho'}{\rho_{max}} = 1 + 0.75 \cdot 1 \cdot \frac{0.02}{0.04} = 1 + 0.75 \cdot 1 \cdot 0.5 = 1 + 0.375 = 1.375$$

Επομένως ο τύπος μετά την αντικατάσταση γίνεται :

$$\frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma_{Rd} \cdot f_{yd}} \cdot \frac{1 + 0.8 \cdot v_d}{1 + 0.75 \cdot k_D \cdot \rho' / \rho_{max}} = 0.0417 \cdot \frac{1.24}{1.375} = 0.0376$$

Άρα πρέπει :

$$\frac{dbl}{hc} = 0.0667 \leq \frac{7.5 \cdot f_{ctm}}{\gamma R_d \cdot f_{yd}} \cdot \frac{1 + 0.8 \cdot v_d}{1 + 0.75 \cdot k_D \cdot \rho / \rho_{max'}} = 0.0417 \cdot \frac{1.24}{1.375} = 0.0376$$

Παρατηρούμε ότι η ανίσωση δεν επαληθεύεται για το δεδομένο οπλισμό δοκού και πλάτος υποστυλώματος. Σύμφωνα με τον κανονισμό θα έπρεπε να μειώσουμε τη διάμετρο των διαμήκων ράβδων όπως φαίνεται παρακάτω :

$$dbl \leq hc \cdot 0.0376 = 300mm \cdot 0.0376 = 11.28mm$$

που σημαίνει ότι αντί για Φ20 θα έπρεπε να πετύχουμε το ίδιο $A_{s,req}$ με σίδερα Φ10 αντί για Φ20 που βέβαια θα πρέπει να είναι τα τετραπλάσια σε αριθμό και να καθιστούν την σκυροδέτηση πολύ πιο δύσκολη αφού τα σίδερα θα έπρεπε να είναι πολύ πιο πυκνά για να χωρέσουν.

ΠΡΟΤΑΣΗ

Αν όμως αυξάναμε το πλάτος του υποστυλώματος ;

Σε αυτήν την περίπτωση η μέγιστη απαιτούμενη διάμετρος διαμήκουσ ράβδου δεν θα χρειαζόταν να μειωθεί καθόλου αν αυξάναμε “επαρκώς” το h_c . Το πιο λογικό όμως θα ήταν μία ταυτόχρονη αύξηση του h_c με μία σαφώς μικρότερη μείωση του dbl .

Στο συγκεκριμένο αριθμητικό παράδειγμα που κάναμε παραπάνω :

Έστω $h_c = 400\text{mm}$

Τότε θα ήταν $dbl \leq h_c \cdot 0.0376 = 450\text{mm} \cdot 0.0376 = 16.92\text{mm}$

Επομένως θα πηγαίναμε σε ράβδους $\Phi 16$ και όχι $\Phi 10$ όποιος ήταν η απαίτηση νωρίτερα με $h_c = 300\text{mm}$.

Δηλαδή η αύξηση του αριθμού των ράβδων θα ήταν της τάξεως του 56% η οποία (πάντα ανάλογα και με το πλάτος της δοκού) δεν θα ήταν απαγορευτική ώστε να εξακολουθούν να υπάρχουν τα απαραίτητα κενά ώστε να γίνει σωστά τόσο η διαδικασία της σκυροδέτησης όσο και της δόνησης του σκυροδέματος.

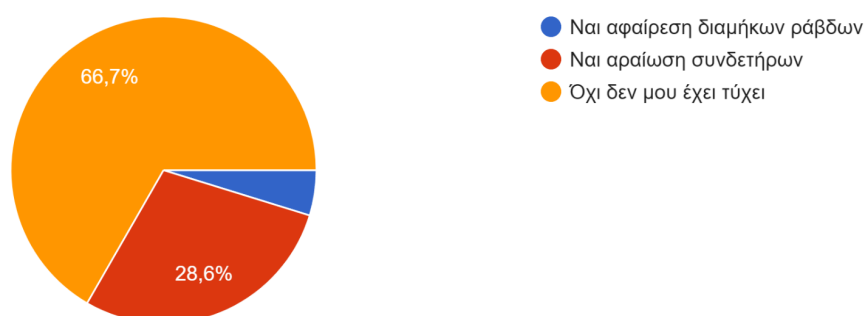
Σε κάθε περίπτωση θα έπρεπε να ακολουθήσει ο απαιτούμενος έλεγχος για να είμαστε βέβαιοι ότι υπάρχουν τα απαιτούμενα κενά.

9η ερώτηση

Η ερώτηση αυτή είχε ως στόχο να εξετάσει την περίπτωση που μία μελέτη είναι τόσο ανεφάρμοστη που οι ερωτηθέντες αναγκάστηκαν να αφαιρέσουν κάποια σίδερα ώστε η σκυροδέτηση να είναι εφικτή.

Σας έχει τύχει ποτέ να αφαιρέσετε η να αραιώσετε σίδερα που υπήρχαν στην μελέτη αλλά ήταν πολύ πυκνά και ανεφάρμοστα ; (π.χ. Φ12/3)

21 απαντήσεις



Εικόνα 3.14 - Ερώτηση 9

Το μεγαλύτερο ποσοστό (14/21) απάντησε πως δεν έχει αφαιρέσει ποτέ κάποιο σίδερο της μελέτης .

Το 28,6% (6/21) έχει κάνει αραιώση συνδετήρων και μόλις το 4,8% (1/21) ερωτηθέντες έχει αφαιρέσει διαμήκους ράβδους που υπήρχαν στη μελέτη.

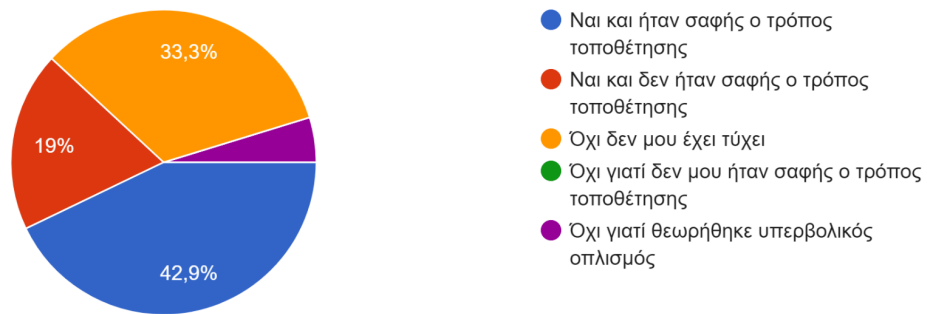
Παρόλα αυτά είναι εντυπωσιακό το γεγονός ότι ένας στους τρεις ερωτηθέντες έχει φτάσει στο σημείο να αφαιρέσει η να αραιώσει σίδερα που αναγράφονταν κανονικά στη μελέτη αλλά καθιστούσαν τη σκυροδέτηση ιδιαίτερα δύσκολη η και αδύνατη.

10η Ερώτηση

Η ερώτηση αυτή είχε ως αντικείμενο τους δισδιαγώνιους οπλισμούς , έναν όχι τόσο διαδεδομένο τρόπο όπλισης .

Στόχος της ερώτησης ήταν να δούμε πόσο συχνά εφαρμόζεται μία τέτοια μελέτη καθώς και πόσο σαφής είναι η τοποθέτηση αυτού του οπλισμού .

Έχετε ποτέ εφαρμόσει μελέτη με δισδιαγώνιο οπλισμό ;
21 απαντήσεις



Εικόνα 3.15 - Ερώτηση 10

Στην ερώτηση αυτή οι απαντήσεις ήταν αρκετά μοιρασμένες καθώς το 61,9% (13/21) έχει εφαρμόσει μελέτη με δισδιαγώνιο οπλισμό ενώ το 38,1% (8/21) .

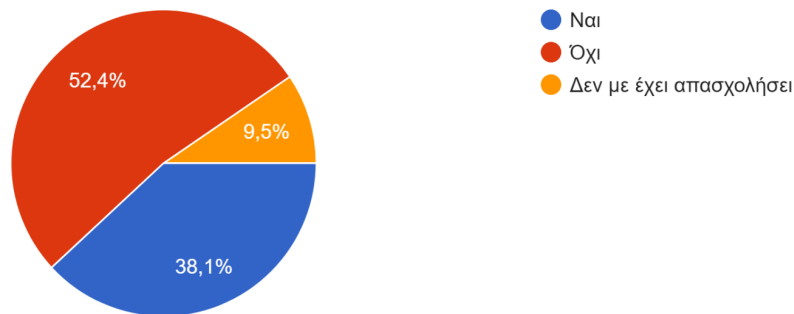
Εκ των 13 ερωτηθέντων που έχουν εφαρμόσει μία τέτοια μελέτη οι 9 είχαν μία σαφή μελέτη ως προς τον τρόπο τοποθέτησης του οπλισμού αυτού ενώ οι 4 ναι μεν έχουν εφαρμόσει μία τέτοια μελέτη αλλά χωρίς σαφή τρόπο τοποθέτησης .

Από τους 8 ερωτηθέντες που δεν έχουν εφαρμόσει μελέτη με δισδιαγώνιο οπλισμό στους 7 δεν έχει τύχει και μόλις ένας απάντησε πως θεωρήθηκε υπερβολικός οπλισμός και γι αυτό δεν εφαρμόστηκε.

11η Ερώτηση

Η ερώτηση αυτή είναι σχετική με τη γενική κοιτόστρωση (Radier). Πιο συγκεκριμένα με τη διάταξη του Ευρωκώδικα που αναφέρει πως η αγκύρωση κατακόρυφων οπλισμών υποστυλώματος σε γενική κοιτόστρωση πρέπει να είναι 45Φ ανεξαρτήτως του φορτίου ανοδομής.

Σε μία γενική κοιτόστρωση (Radier) το πάχος της πρέπει να είναι τέτοιο που να αγκυρώνει τα κατακόρυφα σίδερα του υποστυλώματος, ανεξάρτ... Φ20 χρειάζονται 90cm για την αγκύρωσή τους)
21 απαντήσεις



Εικόνα 3.16 - Ερώτηση 11

Στην ερώτηση αυτή λίγο πάνω από τους μισούς ερωτηθέντες (11/21) απάντησαν πως δεν είναι απαραίτητο να γίνεται αγκύρωση κατακόρυφων οπλισμών σε 45Φ.

Αντιθέτως 38,1% (8/21) ερωτηθέντες υποστηρίζουν πως κάτι τέτοιο είναι απαραίτητο δείχνοντας πως ξεκάθαρα οι απόψεις δίστανται στο συγκεκριμένο ζήτημα. Επίσης το 9,5% (2/21) δεν έχει συναντήσει ποτέ αυτό το πρόβλημα.

Εδώ στην πραγματικότητα δεν υπάρχει σωστή απάντηση καθώς ενώ πράγματι η αντίστοιχη διάταξη του ευρωκώδικα αναφέρει ρητά πως σε μία γενική κοιτόστρωση η αγκύρωση πρέπει να είναι 45Φ ανεξαρτήτως του φορτίου ανοδομής, η απαίτηση δεν αναφέρει σε ποιές περιπτώσεις ισχύει.

Για τις περιπτώσεις στις οποίες τα σίδερα με το σκυρόδεμα θλίβονται μαζί δεν υπάρχει σαφής διάταξη στον Ευρωκώδικα. Το ερώτημα είναι, μπορεί να υπάρξει αστοχία αγκύρωσης σε θλίψη πριν από την αστοχία του ίδιου του σκυροδέματος σε θλίψη; Μπορεί η ράβδος όπλισης να τρυπήσει το σκυρόδεμα ;

Διαπιστώνουμε ότι η έλλειψη της σαφήνειας για το ποιές περιπτώσεις αφορά η απαίτηση αγκύρωσης σε θλίψη δημιουργεί αντιδιαμετρικές απόψεις.

Για το αντικείμενο που ασχολούμαστε στην εργασία αυτή, αυτό που μας απασχολεί είναι ότι λόγω της ασάφειας της διάταξης για 45Φ τόσο στην ευθύγραμμη όσο και στην καμπύλη αγκύρωση αφού δεν είναι ξεκάθαρο αν τα μεγάλα τύμπανα λαμβάνονται υπόψη στην αγκύρωση, πηγαίνουμε σε πιο συντηρητικές λύσεις με ευθύγραμμη αγκύρωση.

Η μόνη περίπτωση που μπορεί να μην αποτελέσει πρόβλημα η ευθύγραμμη αγκύρωση είναι αν η γενική κοιτόστρωση έχει μεγάλο πάχος, τόσο ώστε να μπορεί να γίνει ευθύγραμμη αγκύρωση μήκους 45Φ. Σε κάθε άλλη περίπτωση η αγκύρωση θα πρέπει να γίνει καμπύλη με αποτέλεσμα να δυσχεραίνει τη διαδικασία της σκυροδέτησης.

Ακολουθεί φωτογραφικό υλικό από προσωπική εμπειρία από εργοτάξιο, από όπλιση γενικής κοιτόστρωσης (Radier) πάχους 130 εκατοστών και αναμονές κατακόρυφων οπλισμών υποστυλώματος. Στην περίπτωση αυτή η αγκύρωση είναι ευθύγραμμη λόγω του μεγάλου πάχους της κοιτόστρωσης.

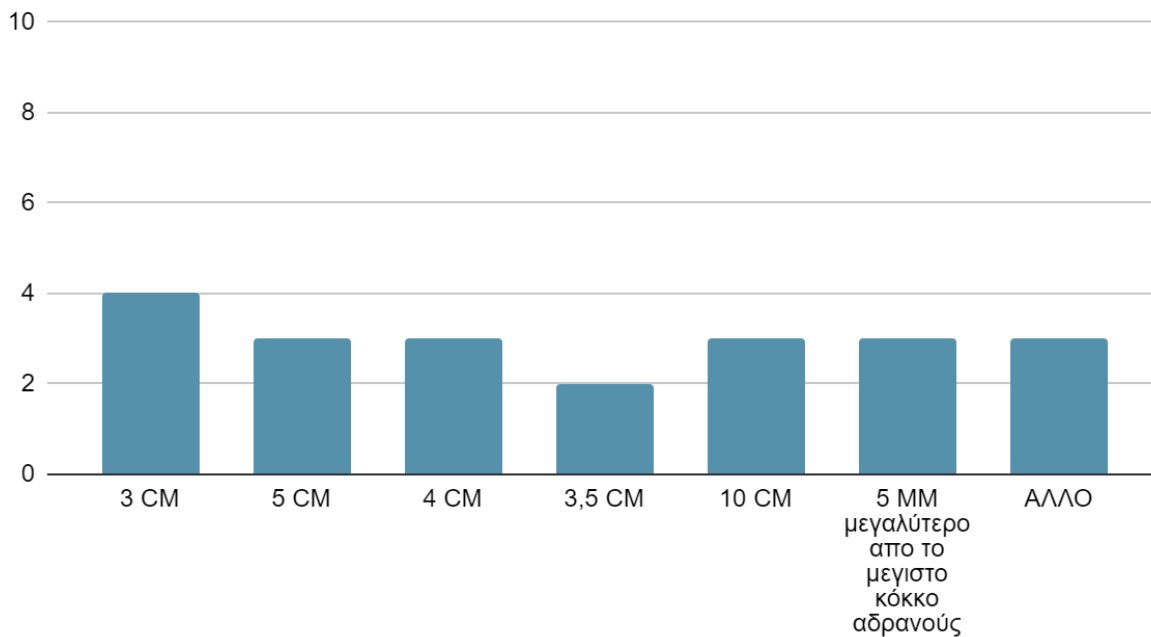


Εικόνα 3.17 - Γενική κοιτόστρωση μεγάλου πάχους

12η Ερώτηση

Η τελευταία ερώτηση είχε ως στόχο να δούμε κατά πόσο συγκλίνουν ή αποκλίνουν οι απόψεις των ερωτηθέντων σχετικά με το πόσο είναι το ιδανικό κενό ανάμεσα στις ράβδους οπλισμού ώστε να μην υπάρχει πρόβλημα κατά τη διαδικασία της σκυροδέτησης .

ΕΠΙΤΡΕΠΤΟ ΚΕΝΟ



Εικόνα 3.18 - Ερώτηση 12

Από το εύρος των απαντήσεων είναι ξεκάθαρο πως υπάρχει μία σύγχυση για το πόσο πρέπει να είναι το ελάχιστο κενό ανάμεσα στις ράβδους όπλισης όπως επίσης φαίνεται πως κάθε περίπτωση μπορεί να είναι ξεχωριστή ανάλογα με τις απαιτήσεις της μελέτης.

Η μέση διάμετρος των σκύρων είναι 35mm. Στον κανονισμό το απολύτως μικρότερο κενό είναι τα 40mm βέβαια αυτό το μέγεθος είναι πολύ μικρό για να αποτελεί το απαιτούμενο κενό ανάμεσα στις ράβδους αφού εμποδίζει και τη διαδικασία της δόνησης του σκυροδέματος.

Ένα σύνηθες κενό που συνιστάται από τους ειδικούς είναι τα 10cm ούτως ώστε να μπορούν να διέλθουν 3 σκύρα ταυτόχρονα μαζί με το τσιμέντο την άμμο κλπ. Στην πράξη αυτό το κενό δεν απαιτείται παντού.

ΔΟΝΗΣΗ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω μεγάλη σημασία έχει το να είναι εφικτή και η διαδικασία της δόνησης του σκυροδέματος.

Οι δονητές διακρίνονται σε ηλεκτρικούς και βενζινοκίνητους. Οι ηλεκτρικοί δονητές έχουν συνήθως διάμετρο Φ42 ενώ οι βενζινοκίνητοι Φ38-Φ45.

Επομένως σε κάθε περίπτωση είναι επιθυμητό το κενό ανάμεσα στις ράβδους οπλισμού να είναι 45mm κατ'ελάχιστον. Σαφώς αυτό δεν απαιτείται σε όλα τα σημεία αφού η διαδικασία της δόνησης γίνεται τοπικά και ο δονητής δεν χρειάζεται να εισέρχεται σε κάθε κενό.

Σε κάθε περίπτωση το ελάχιστο επιτρεπτό κενό σε οποιοδήποτε σημείο της όπλισης πρέπει να είναι 40mm για να διασφαλίζεται η διέλευση έστω ενός σκύρου και να μην λειτουργούν οι οπλισμοί σαν σίτα όπου θα περνάει μόνο το ρευστό κομμάτι του σκυροδέματος.



Εικόνα 3.19 - Ηλεκτροκίνητος δονητής



Εικόνα 3.20 - Βενζινοκίνητος δονητής

Ακολουθεί φωτογραφικό υλικό από διαδικασία δόνησης με βενζινοκίνητους δονητές σε σκυροδέτηση γενικής κοιτόστρωσης με πρέσα δικτύου:



Εικόνα 3.21 - Σκυροδέτηση και δόνηση γενικής κοιτόστρωσης α'



Εικόνα 3.22 - Σκυροδέτηση και δόνηση γενικής κοιτόστρωσης β'

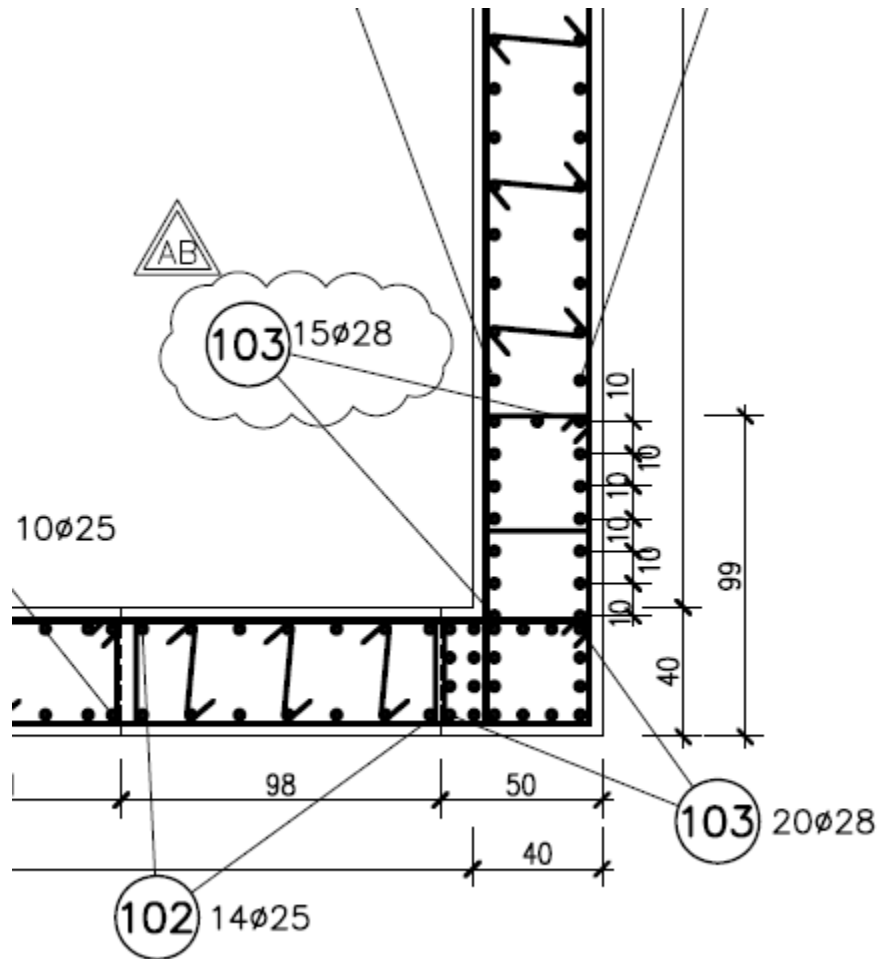
4. Παραδείγματα ακραίων οπλίσεων

4.1 Υπερβολική όπλιση υποστυλωμάτων



Εικόνα 4.1 - Υπερβολικά οπλισμένος κόμβος

Έπειτα από συνεννόηση με έναν από τους ερωτηθέντες απέσπασα φωτογραφία από ακραίο κόμβο τοιχίου κτιρίου που αποτελεί όπως μου τόνισε και ο ίδιος παράδειγμα προς αποφυγή. Μάλιστα μου έδωσε και πρόσβαση στη μελέτη αυτού του κόμβου για να διαπιστώσω και στη μελέτη αυτό που βλέπουμε στη φωτογραφία.



Εικόνα 4.2 - Κάτοψη υπερβολικά οπλισμένου κόμβου

Βλέποντας την κάτοψη αυτή κάποιος μπορεί εύκολα να διαπιστώσει ότι ο οπλισμός στον ακραίο κόμβο είναι υπερβολικός και ανεφάρμοστος.

Είναι προφανές ότι η διαδικασία της δόνησης δεν μπορεί να γίνει σε καμία περίπτωση και λόγω του εγκάρσιου οπλισμού περίσφιγξης άκρου τοιχώματος που δεν αφήνει καθόλου κενά, αλλά και λόγω των πολύ πυκνών ράβδων διαμέτρου $\Phi 28$ σε ένα υποστύλωμα διαστάσεων 50×40 .

Μάλιστα όπως φαίνεται στην εικόνα αλλά και στην κάτοψη τα 6 Φ28 που βρίσκονται στην πλευρά που απεικονίζεται στην φωτογραφία είναι σχεδόν κολλημένα μεταξύ τους ώστε να χωρέσουν.

4.2 Υπερβολική Όπλιση Δοκών

Στην ακόλουθη φωτογραφία βλέπουμε έναν κόμβο που συντρέχουν δύο δοκοί διαφορετικών διαστάσεων. Παρατηρούμε ότι η μεγαλύτερη εκ των δύο δοκών είναι αρκετά πυκνά οπλισμένη από διαμήκεις ράβδους που καθιστούν πιθανό το ενδεχόμενο αυτές να λειτουργήσουν ως σίτα για το σκυρόδεμα.



Εικόνα 4.3 - Υπερβολικά οπλισμένη δοκός



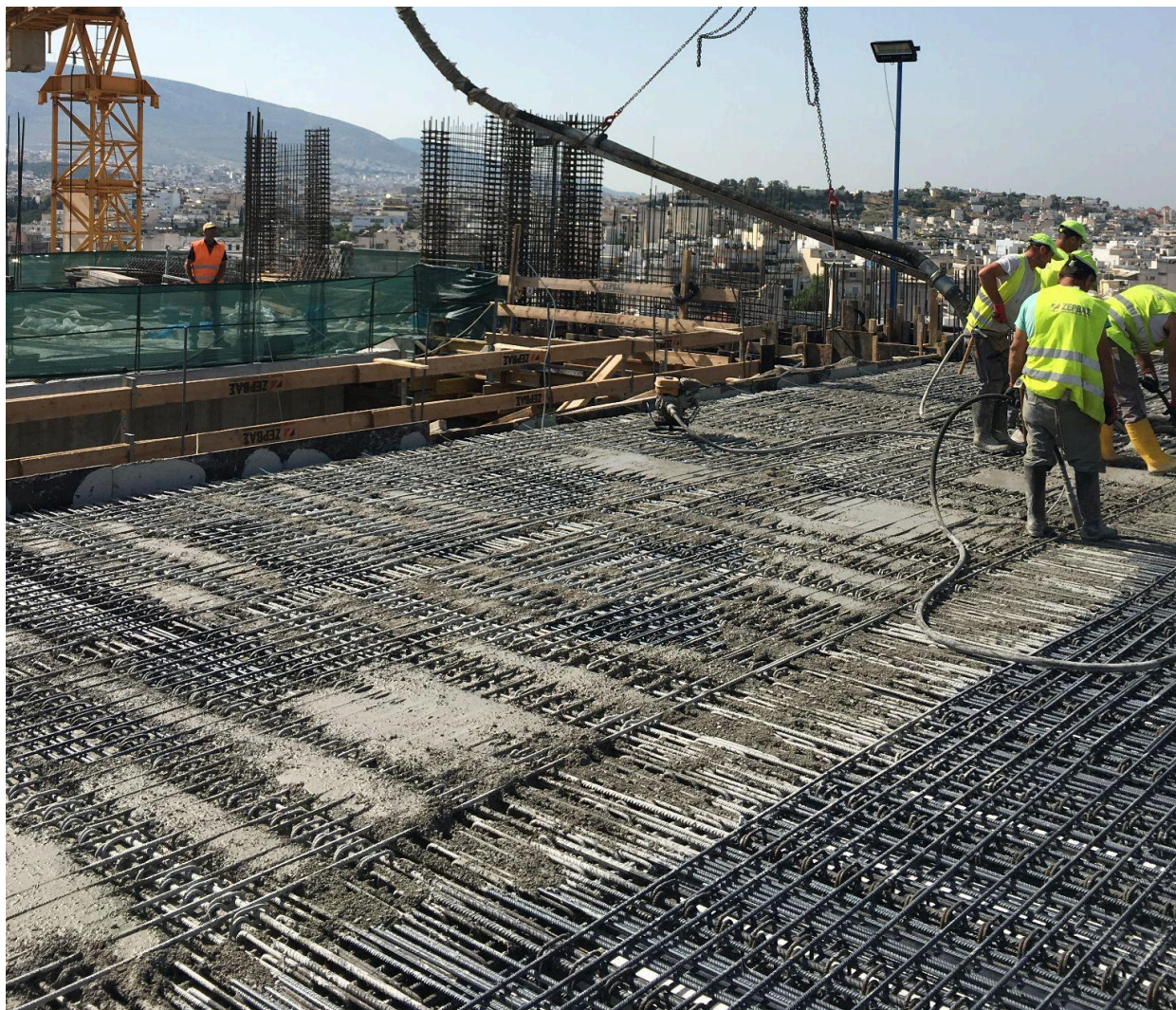
Εικόνα 4.4 - Δοκός μικρού πλάτους

Η παραπάνω δοκός είναι υπερβολικά οπλισμένη διαμήκως αναλογικά με το πλάτος της. Παρατηρούμε ότι οι διαμήκεις οπλισμοί δεν έχουν καθόλου κενό μεταξύ τους για τη διέλευση του σκυροδέματος και τη δόνηση του. Στην περίπτωση αυτή έχει γίνει ένα κατασκευαστικό τέχνασμα για να είναι δυνατή η σκυροδέτηση της δοκού. Οι σιδεράδες έχουν μαζέψει σχεδόν όλα τα σίδερα στην μία πλευρά και έχουν δημιουργήσει ένα κενό ώστε να μπορεί να διέλθει το σκυρόδεμα και δονητής. Προφανώς στη μελέτη δεν είχε υπολογιστεί η τοποθέτηση των ράβδων με αυτόν τον τρόπο. Όμως τα κενά που είχαν αρχικά υπολογιστεί ήταν εξαρχής πολύ μικρά επομένως δεν θα υπάρξει κάποια συνέπεια στην αντοχή της δοκού και ταυτόχρονα θα μπορεί να γίνει σχετικά σωστά η σκυροδέτηση και η δόνηση του σκυροδέματος.



Εικόνα 4.5 - Δοκοσειρές μικρού πλάτους

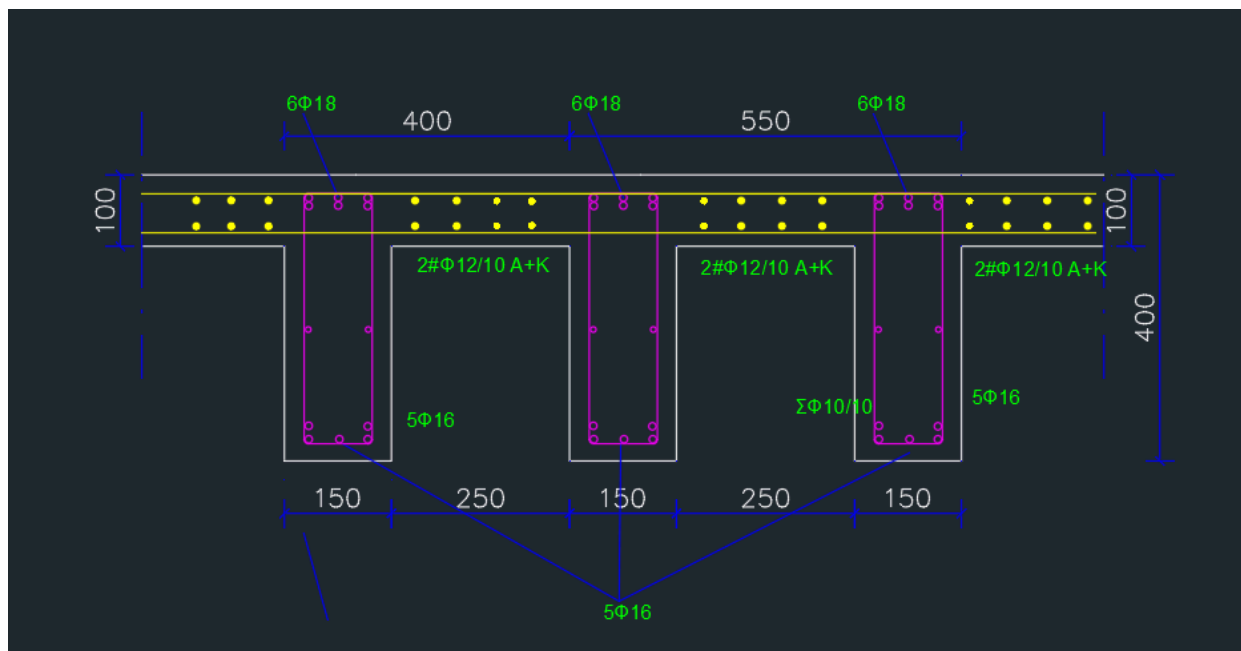
4.3 Υπερβολική όπλιση πλάκας



Εικόνα 4.6 - Σκυροδέτηση υπερβολικά οπλισμένου εξώστη με γαρμπίλι

Στην παραπάνω φωτογραφία βλέπουμε μία σκυροδέτηση ενός εξώστη στο 10ο όροφο κτιρίου. Πρόκειται για μια δοκιδωτή πλάκα με πολύ πυκνό οπλισμό όπως μπορούμε να δούμε. Για την σκυροδέτηση αυτή ήταν απαραίτητη η χρήση γαρμπιλομπτετού για την διέλευσή του από τα σίδερα καθώς είναι εμφανές ότι τα κενά είναι πάρα πολύ μικρά για τη διέλευση σκυροδέματος.

Ακολουθεί μία τομή σε μορφή CAD της δοκιδωτής πλάκας που απεικονίζεται παραπάνω στην οποία αναγράφονται και όλοι οι οπλισμοί που έχουν τοποθετηθεί.



Εικόνα 4.7 - Τομή δοκιδωτής πλάκας εξώστη

Παρατηρούμε ότι η πλάκα έχει οπλισμό $\Phi 12/10$ άνω και κάτω και ότι τα δοκάρια έχουν $6\Phi 18$ άνω σε δύο στάθμες και $5\Phi 18$ κάτω σε δύο στάθμες.

τα κενά ανάμεσα στα δοκάρια γεμίζονται με φελιζόλ αφού πρόκειται για δοκιδωτή πλάκα.

Κάνοντας τους υπολογισμούς των κενών στα σημεία που είναι οι δοκοί παρατηρούμε ότι :

Με πλάτος δοκού $b=150\text{mm}$ επικάλυψη $c=30\text{mm}$ συνδετήρες $\Phi 10$ και διαμήκη σίδερα $\Phi 18$ το κενό που απομένει για τη διέλευση του σκυροδέματος είναι 8cm . Όπως αναλύσαμε και στην ερώτηση 12 του ερωτηματολογίου δεν επαρκεί αυτή η απόσταση για την σωστή διέλευση του σκυροδέματος γι αυτό το λόγο και οι κατασκευαστές επέλεξαν την λύση του γαρμπιλομπετού σε αυτήν την περίπτωση.

5. Συμπεράσματα

Η εργασία αυτή με ώθησε να επεξεργαστώ και να αναλύσω σε βάθος τα ερωτήματα που μου είχαν δημιουργηθεί με την τριβή μου με τα εργοτάξια και τον τομέα των κατασκευών. Πρώτα επιβεβαίωσα μέσω των συνεντεύξεων που έκανα με μηχανικούς πως το πρόβλημα της σκυροδέτησης λόγω των πολλών οπλισμών είναι υπαρκτό, είναι καθημερινό και πολύ πιο μεγάλο από όσο φανταζόμουν. Έπειτα μετά και από την συλλογή των απαντήσεων των ερωτηματολογίων είχα μία ακόμα καλύτερη εικόνα για τη φύση του προβλήματος και τις εκφάνσεις του με διαφορετικό τρόπο ανάλογα το δομικό στοιχείο ανάλογα την όπλιση την γεωμετρία και τις ανάγκες του έργου. Μέσα λοιπόν από την μελέτη έβγαλα τα συμπεράσματά μου γύρω από το θέμα.

Ο κανονισμός οπλισμένου σκυροδέματος σε ορισμένες περιπτώσεις είναι υπερβολικός καθώς έχει κάποιες διατάξεις που επιβάλλουν περισσότερα σίδερα από αυτά που είναι πραγματικά αναγκαία κυρίως με κάποιες διατάξεις που έχουν ελέγχους για ελάχιστους οπλισμούς οι οποίοι είναι συχνά αρκετά περισσότεροι από τους πραγματικά απαιτούμενους.

Αυτό μπορεί να οφείλεται σε μεγάλο βαθμό στο ότι Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος είναι άμεσα συνδεδεμένος με αυτόν των Νεοζηλανδών.

Οι Νεοζηλανδοί έχουν φτιάξει τον κανονισμό σύμφωνα με τα δικά τους πρότυπα και συνθήκες για διατομές πολύ μεγαλύτερες από αυτές που χρησιμοποιούμε στην Ελλάδα με αποτέλεσμα οι οπλισμοί να μπορούν να χωρέσουν σωστά στις δικές τους διατομές αλλά να φαίνονται υπερβολικοί στις δικές μας πολύ μικρότερες διατομές. Ο Νεοζηλανδικός κανονισμός και ο κανονισμός οπλισμένου σκυροδέματος είναι άμεσα συνδεδεμένοι, με τον δεύτερο να αποτελεί εξειδικευμένο μέρος του πρώτου, παρέχοντας λεπτομερείς οδηγίες για τον σωστό σχεδιασμό και κατασκευή δομικών στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Μέσα από την εργασία ανακάλυψα κάποια από τα σημεία του κανονισμού που προκαλούν συχνά πρόβλημα και **αυτό που μου έκανε πραγματική εντύπωση είναι ότι τα προβλήματα σκυροδέτησης λόγω πολλών οπλισμών είναι τόσο συχνά αλλά οι περισσότεροι μηχανικοί τα έχουν αποδεχτεί και πορεύονται με αυτά σαν να είναι η κανονικότητα.**

6. Πρόταση

Μετά την τριβή μου με το αντικείμενο αυτό έχω κάποιες προτάσεις που θα μπορούσαν να βελτιώσουν την κατάσταση στο μέλλον.

Αρχικά μία σημαντική αλλαγή που προτείνω σχετίζεται με τη γεωμετρία των δομικών στοιχείων.

Οι διατομές κυρίως των υποστυλωμάτων αλλά και των δοκών που προβλέπονται από τους μελετητές πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μεγαλύτερες όπως φαίνεται και από τα παραδείγματα της εργασίας. Όσο μεγαλώνουν οι διατομές αυξάνονται τα κενά μεταξύ των οπλισμών και έχουμε τη δυνατότητα να χρησιμοποιούμε μεγαλύτερες ράβδους όπλισης. Έτσι μειώνεται η πιθανότητα να υπάρξουν προβλήματα σκυροδέτησης και να δημιουργηθεί η ανάγκη να πάμε σε άλλες πιο περίπλοκες λύσεις. Βέβαια η απαίτηση αυτή όμως έρχεται σε αντίθεση με τις σύγχρονες αρχιτεκτονικές αλλά και ηλεκτρομηχανολογικές απαιτήσεις και για αυτό πρέπει να υπάρξει ένας πολύ καλός συντονισμός μεταξύ όλων των εμπλεκόμενων μελετητών, Πολιτικών μηχανικών, Αρχιτεκτόνων και Ηλεκτρομηχανολόγων κατά την εκπόνηση των αντίστοιχων μελετών.

Εναλλακτικά αν η μελέτη έχει τελειώσει αν σε κάποιο στοιχείο υπάρχει πρόβλημα κατά τη διαδικασία της σκυροδέτησης η πιο εύκολη και γρήγορη λύση είναι η χρήση γαρμπιλομπετού.

Γενικά πολύ σημαντικό είναι ο μηχανικός να μπορεί να αξιολογήσει τη μελέτη όταν την παραλαμβάνει ώστε να έχει την ευχέρεια μετά από επικοινωνία με το μελετητή να κάνουν τυχόν παρεμβάσεις και να μην χρειαστεί οι αλλαγές κατά τη διάρκεια της κατασκευής.

Τέλος στόχος μου είναι αυτή η εργασία να δημιουργήσει προβληματισμό και για άλλους νέους μηχανικούς και να ωθήσει απόφοιτους της σχολής μας να μελετήσουν ακόμα πιο ενδελεχώς το πρόβλημα με τελικό σκοπό την εξαγωγή ακριβών συμπερασμάτων σχετικά με το ποιές είναι όλες οι διατάξεις του κανονισμού που δημιουργούν προβλήματα αλλά και πως μπορούν να βελτιστοποιηθούν.

7. Βιβλιογραφία

1. Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας. (2000). Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος :
<https://oasp.gr/kanonismoi/ellinikos-kanonismos-oplismenoy-skyrodematos-2000>
2. Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας. *Σεμινάριο για τους Ευρωκώδικες: Ευρωκώδικας 2 - Σκυρόδεμα* [PDF].
https://portal.tee.gr/portal/page/portal/teetkm/DRASTHRIOTHTES/SEMINARIA/PALAIOTERA_SEMINARIA/SEMINARIO_GIA_EYROKWDIKES/Tab2/Eurocode2_8_9.pdf
3. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. *Εισαγωγή στον Σχεδιασμό και Ανάλυση Κατασκευών με Χρήση Ευρωκωδίκων* [Οπλισμένο Σκυρόδεμα III]. <https://helios.ntua.gr/course/view.php?id=1565>
4. Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο. *Εισαγωγή στον Ευρωκώδικα 2: Σχεδιασμός και Ανάλυση Κατασκευών Σκυροδέματος* [Οπλισμένο Σκυρόδεμα II].
<https://helios.ntua.gr/enrol/index.php?id=1621>
5. Google.. *Google Forms*. <https://docs.google.com/forms/u/0/>
6. Τυπολόγιο Οπλισμένου Σκυροδέματος.
7. *Eurocode 2 Handbook* [PDF].
https://eclass.uniwa.gr/modules/document/file.php/PEY118/Eurocode_2_Handbook.pdf