



ΔΙΕΘΝΕΣ
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΕΛΛΑΔΟΣ

ΔΙΕΘΝΕΣ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΕΛΛΑΔΟΣ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ
ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ
ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

*Διερεύνηση επίδρασης της
σεισμικότητας στο κόστος
κατασκευής κτιρίου οπλισμένου
σκυροδέματος.*

Επιμέλεια: Τσιλίδου Ήλια - Μάρθα

Τσιλίδου Χριστίνα - Βασιλική

*Επιβλέπων καθηγητής: Χρυσανίδης
Θεόδωρος*

Θ Ε Σ Σ Α Λ Ο Ν Ι Κ Η 2020

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ:	4
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ :	5
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ :	6
1. ΠΛΑΚΕΣ	8
1.1 Γενικά	8
1.2 Είδη πλακών	8
1.3 Λειτουργία πλακών και οπλισμός	11
1.4 Φόρτιση πλακών	12
1.5 Δοκιδωτές πλάκες	12
1.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα έναντι άλλων πλακών	13
1.7 Διαφοροποιήσεις δοκιδωτών – ολόσωμων πλακών	14
1.8 Είδη και ποσοστά όπλισης	15
1.8.1 Απλά οπλισμένες πλάκες – Κύριος οπλισμός σε μια κατεύθυνση	15
1.8.2 Σχεδιασμός διέριστων δοκιδωτών πλακών	15
1.9 Τρόποι και μεθοδολογία κατασκευής	18
1.10 Μέθοδοι προσομοίωσης	19
1.10.1 Κλασική θεωρία πλακών – Θεωρία Kirchhoff	19
1.10.2 Προσομοίωση πλάκας με μέλη και επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία	19
1.10.3 Προσομοίωση πλάκας με ραβδωτά πεπερασμένα στοιχεία	20
1.10.4 Προσομοίωση πλακών με επιφανειακά τριγωνικά πεπερασμένα στοιχεία	20
2. ΠΟΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΩΝ	21
2.1 Σεισμικές δράσεις	21
2.1.1 Σεισμικές δράσεις κατά Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό 2000 (ΕΑΚ-2000)	21
2.1.2 Σεισμικές δράσεις κατά Ευρωκώδικα 8 (EC 8)	21
2.1.3 Φάσμα αποκρίσεως επιταχύνσεων κατά EC8	21
2.2 Κατηγορίες εδαφών κατά EC 8 και ΕΑΚ-2000	23

2.3 Φάσματα σχεδιασμού – Συντελεστής συμπεριφοράς (q) κατά EC8.	24
2.4 Συντελεστής σπουδαιότητας γ1	26
2.4.1. Κατηγορίες σπουδαιότητας κατά ΕΑΚ-2000 και EC8.	26
2.5 Σεισμική απόκριση	28
2.5.1 Σεισμική απόκριση και μέθοδοι υπολογισμού κατά ΕΑΚ 2000.	28
2.5.2 Σεισμική απόκριση και μέθοδοι υπολογισμού κατά EC 8.	28
2.7 Φέρουσα ικανότητα εδάφους	30
2.7.1 Διατμητική αντοχή εδάφους	30
2.7.2 Μορφές θραύσης του εδάφους	30
2.7.3 Υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας με τη μέθοδο του Terzaghi	31
3. ΖΩΝΕΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	32
3.1 Σεισμός	32
3.2 Σεισμική επικινδυνότητα	33
3.2.1. Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας Ελλάδας	34
3.3 Αποτελέσματα σεισμών στις τεχνικές κατασκευές	36
3.3.1 Συμπεριφορά κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος	36
3.4 Κανόνες για κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος	36
3.4.1. Κατηγορίες Πλαστιμότητας	37
3.4.2. Συστήματα φορέων κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος	37
3.5 Προληπτικά μέτρα αντιμετώπισης	37
3.6 Προσεισμικοί Έλεγχοι	38
4. ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ	40
4.1 Γενικά	40
4.2 Οπλισμός τοιχωμάτων	41
4.3 Προσομοίωση τοιχωμάτων	41
4.4 Τρόποι Κατασκευής	43
5. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ FESPA	43
5.1. Περιγραφή κατασκευής	43
5.2. Προσομοίωση Γεωμετρίας Φορέα	45
6. ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΠΟΤΟΛΕΣΜΑΤΩΝ	53
6.1 Προμέτρηση κτιρίου	54
6.1.1. Προμέτρηση σκυροδέματος κατά την σεισμική ζώνη I	54
6.1.2. Προμέτρηση σκυροδέματος κατά την σεισμική ζώνη II	61
6.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων	71
6.2.1. Όγκος σκυροδέματος	71
6.2.2. Σίδηρος οπλισμός	72

Π Ε Ρ Ι Λ Η Ψ Η :

Η παρακάτω πτυχιακή εργασία αφορά την ανάλυση, την διαστασιολόγηση, την επίλυση καθώς και το κόστος κατασκευής ενός κτιρίου πέντε ορόφων από οπλισμένο σκυρόδεμα στις σεισμικές ζώνες επικινδυνότητας. Στόχος της εργασίας αυτής είναι να δούμε αν επηρεάζεται το κατασκευαστικό κόστος του φέροντος οργανισμού ενός κτιρίου κατασκευασμένο από οπλισμένο σκυρόδεμα στις τρεις σεισμικές ζώνες επικινδυνότητας.

Η κάτοψη της γεωμετρίας του φορέα που μελέταμε είναι συμβατική με συμπαγείς πλάκες, οι διατομές των στοιχείων σταθερές ενώ οι διατομές των υποστυλωμάτων μειώνονται όσο αυξάνονται οι όροφοι.

Η διαστασιολόγηση του φορέα που μελέταμε θα γίνει σύμφωνα με το λογισμικό πρόγραμμα FESPA με γραμμικά στοιχεία και ο συντελεστής συμπεριφοράς α υπολογίζεται βάση του Ευρωκώδικα 8.

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ:

Πίνακας 1: Τιμές παραμέτρων ελαστικών υφασμάτων αποκρίσεων τύπου 1 κατά EC8.20

Πίνακας 2: Κατηγορίες εδαφών κατά EC8.
.....21

Πίνακας 3: Κατηγορίες εδαφών κατά ΕΑΚ-2000.
.....21

Πίνακας 4:
Συντελεστές σπουδαιότητας γ_1 κατά ΕΑΚ-2000.
.....25

Πίνακας 5: Συντελεστές σπουδαιότητας γ_1 κατά EC8.
.....25

Πίνακας 6: Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας (ΕΑΚ 2003 τροποποιήσεις).33

Πίνακας 7: Γεωμετρικά στοιχεία κάτοψης.
.....41

Πίνακας 8: Συνολικός όγκος σκυροδέματος κτιρίου.
.....70

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ:

Σχήμα 1: Ξυλότυπος όπου τα βελάκια δείχνουν τις πλευρές στις οποίες στηρίζεται η

κάθε

πλάκα.

.....8

Σχήμα 2: Είδη πλακών σε επιφανειακό φορέα.

.....9

Σχήμα 3: Πλάκα νευρώσεις από οπλισμένο σκυρόδεμα.

.....11

Σχήμα 4: Οπλιση δοκιδωτής πλάκας.

.....15

Σχήμα 5:	Δοκιδωτή	πλάκα	μιας	κατεύθυνσης.	16
Σχήμα 6:	Προσομοίωση	πλάκας	με	μέλη και επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία.	17
Σχήμα 7:	Προσομοίωση	πλάκας	με	ραβδωτά πεπερασμένα στοιχεία.	18
Σχήμα 8:	Προσομοίωση	πλάκας	με	τριγωνικά πεπερασμένα στοιχεία.	18
Σχήμα 9:	Εφαρμογή	στατικής	ανελαστικής	ανάλυσης (Pushover).	24
Σχήμα 10:	Μηχανισμός	θραύσης	Terzaghi.		30
Σχήμα 11 :	Νέος	Χάρτης	Ζωνών	Σεισμικής Επικινδυνότητας.	33
Σχήμα 12 :	Δομικοί	τύποι	κτιρίων	κατά	ΟΑΣΠ. 37
Σχήμα 13 :	Προσομοίωση	τοιχώματος	με	χρήση συνδυασμού γραμμικών στοιχείων.	40
Σχήμα 14 :	Φορέας	με	επιφανειακά	πεπερασμένα στοιχεία και	πάκτωση στη βάση του τοιχώματος. 40
Σχήμα 15 :	Κάτοψη	κτιρίου.			42
Σχήμα 16 :	Οδηγός.				43
Σχήμα 17 :	Υποστυλώματα.				44
Σχήμα 18 :	Υποστυλώματα	πυρήνα.			44
Σχήμα 19:	Έξυπνη	εισαγωγή	δοκού	για	την ένωση των υποστυλωμάτων. 45
Σχήμα 20:	Εισαγωγή	δεδομένων	περιμετρικών	δοκών. 45	

Σχήμα	21	:	Δοκοί	-	Δεσμικές	ράβδοι.	.....46
Σχήμα	22	:	Παραγωγή		Ορόφων.		.....47
Σχήμα	23	:	Διαστάσεις	διατομών	υποστυλωμάτων	με την χρήση των πινάκων.	.....47
Σχήμα	24	:	Καρτέλα	κτίριο	-	Φάσμα.	.....49
Σχήμα	25	:	Καρτέλα	κτίριο	-	Οπλισμός.	.....49
Σχήμα	26	:	Κέντρο	ελαστικής	στροφής	- Στρεπτικά	ευαίσθητος φρέας.50
Σχήμα	27	:	Καρτέλα	κτίριο	-	Συντελεστής	συμπεριφοράς (q).51
Σχήμα	28	:	Προμέτρηση	Ισογείου		(10ς).	.....53
Σχήμα	29	:	Προμέτρηση	20 υ		ορόφου.	.....54
Σχήμα	30	:	Προμέτρηση	30 υ		ορόφου.	.....55
Σχήμα	31	:	Προμέτρηση	40 υ		ορόφου.	.....56
Σχήμα	32	:	Προμέτρηση	50 υ		ορόφου.	.....57
Σχήμα	33	:	Σύνολο			κτιρίου.	.....58
Σχήμα	34	:	Προμέτρηση	Ισογείου		(10ς).	.....59
Σχήμα	35	:	Προμέτρηση	20 υ		ορόφου.	.....60
Σχήμα	36	:	Προμέτρηση	30 υ		ορόφου.	.....61
Σχήμα	37	:	Προμέτρηση	40 υ		ορόφου.	.....62

Σ χήμα	38	:	Π ρ ο μέ τ ρ η σ η	50 υ	ο ρ ό φ ο υ .	.....63
Σ χήμα	39	:	Σ ύ ν ο λ ο		κ τ ι ρ ί ο υ .	.....64
Σ χήμα	40	:	Π ρ ο μέ τ ρ η σ η	Ι σ ο γ ρ ε ί ο υ	(10ς).	.....64
Σ χήμα	41	:	Π ρ ο μέ τ ρ η σ η	20 υ	ο ρ ό φ ο υ .	.....65
Σ χήμα	42	:	Π ρ ο μέ τ ρ η σ η	30 υ	ο ρ ό φ ο υ .	.....66
Σ χήμα	43	:	Π ρ ο μέ τ ρ η σ η	40 υ	ο ρ ό φ ο υ .	.....67
Σ χήμα	44	:	Π ρ ο μέ τ ρ η σ η	50 υ	ο ρ ό φ ο υ .	.....68
Σ χήμα	45	:	Σ ύ ν ο λ ο		κ τ ι ρ ί ο υ .	.....69
Σ χήμα 46 :	Π ο σ ο σ τ ό γ κ ο υ σ κ υ ρ ο δ έ μ α τ ο ς α ν ά σ ε ι σ μ ι κ ή					ξ ώ ν η69
Σ χήμα 47 :	Π ο σ ο σ τ ό σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ α ν ά σ ε ι σ μ ι κ ή					ξ ώ ν η70

1. Π Λ Α Κ Ε Σ

1.1 Γ ε ν ι κ ά

Με τον όρο πλάκες εννοούμε τους επίπεδους επιφανειακούς φορείς που φέρουν κάθετα φορτία στο επίπεδο τους, έχουν μικρό μήκος και στηρίζονται είτε γραμμικά, σε δοκούς, είτε σημειακά, σε υποστυλώματα. Πολλές φορές οι φορείς αυτοί είναι υπερστατικοί και έχουν την δυνατότητα

να κατανέμουν τις εντάσεις που εξασκούνται πάνω τους με αποτέλεσμα η ασφάλεια τους να είναι υψηλή τόσο σε κάμψη όσο και σε διάτμηση. Εξαιρέση αποτελούν οι πλάκες πρόβολοι που συμπεριφέρονται ως ισοστατικοί φορείς και απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή κατά την κατασκευή τους. Οι πλάκες φορτίζονται κάθετα στο επίπεδό τους και χρησιμοποιούνται ως πατώματα ορόφων, θεμελιώσεις (κοιτοστρώσεις), καταστρώματα γεφυρών, τοίχοι αντιστήριξης, τοιχώματα δεξαμενών κ.α. Όταν φορτίζονται εντός του επιπέδου τους λειτουργούν ως δίσκοι. Οι συνηθέστερες πλάκες είναι συμπαγείς (ολόσωμες).

1.2 Είδη πλακών

Υπάρχει μεγάλη ποικιλία μορφών και τύπων πλακών από οπλισμένο σκυρόδεμα. Η κατάταξη τους μπορεί να γίνει με τα εξής κριτήρια:

∅ Μορφή:

- ολόσωμες πλάκες
- με νευρώσεις
- με διάκενα

∅ Σχήμα σε κάτοψη:

- ορθογωνικές
- παραλληλόγραμμες
- τριγωνικές
- κυκλικές
- δακτυλιοειδής
- πολυγωνικές
- ανώμαλου σχήματος

∅ Τρόπος κατασκευής:

- χυτές επί τόπου
- προκατασκευασμένες

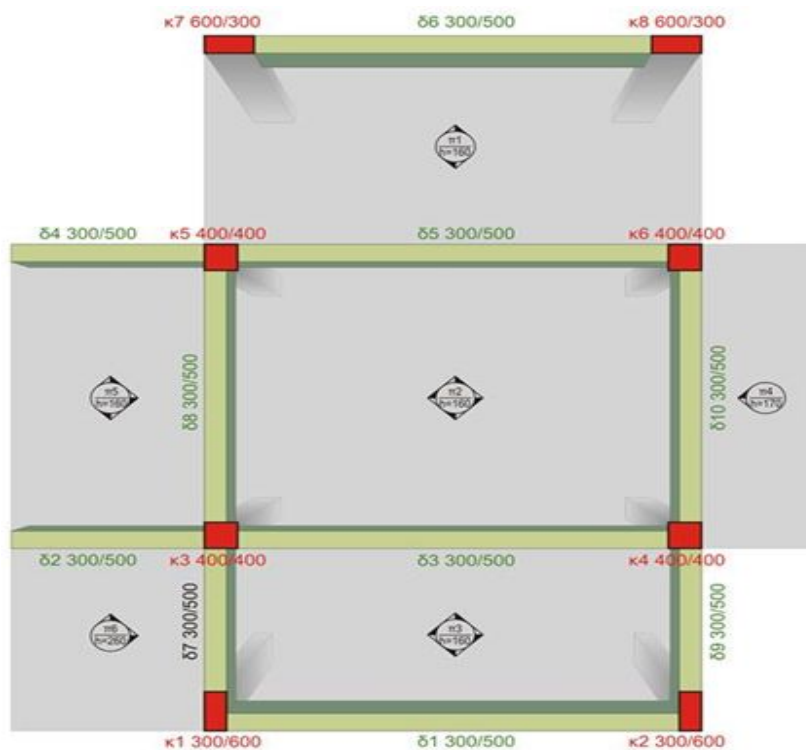
∅ Τύπος Όπλισης:

- άοπλες
- οπλισμένες
- προεντεταμένες

∅ Διάταξη Όπλισης:

- οπλισμένες κυρίως κατά τη μία διεύθυνση

- οπλισμένες κατά δύο διευθύνσεις
- Στατική λειτουργία:
- πρόβολοι
- αμφιέρειστες
- διέρειστες
- τριέρειστες
- τετραέρειστες
- μεμονωμένες
- συνεχείς

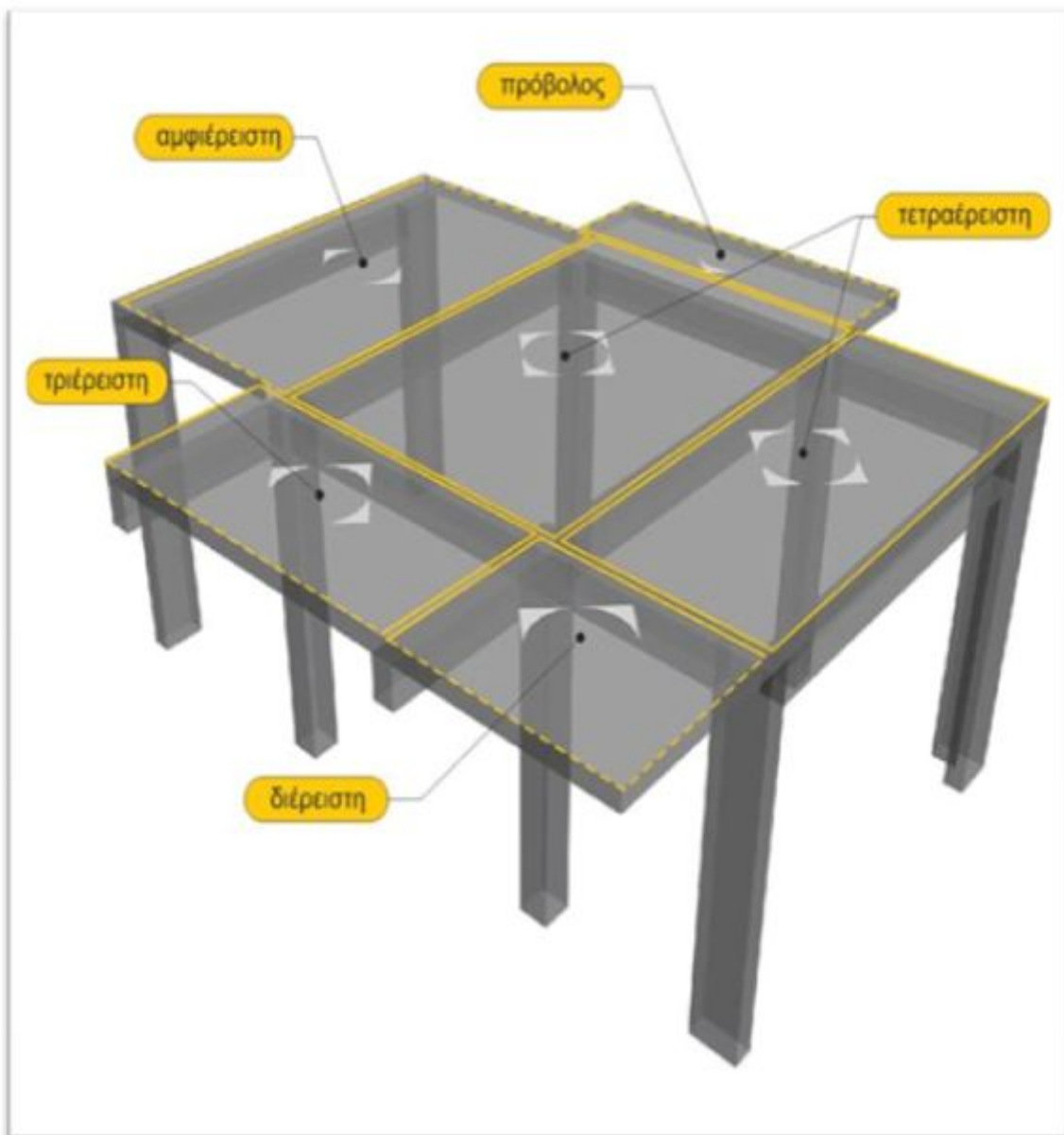


Σχήμα 1: Ξυλότυποςόπου τα βελάκια δείχνουν τις πλευρές στις οποίες στηρίζεται η κάθε πλάκα.

Ανάλογα με τον τρόπο στήριξής τους οι πλάκες διακρίνονται στις εξής κατηγορίες:

- **Αμφιέρειστη:** οι πλάκες που στηρίζονται στις δύο, απέναντι, από τις τέσσερις πλευρές τους (Π1).

- Τετραέρειστες: οι πλάκες που στηρίζονται και στις τέσσερις πλευρές τους (Π2, Π3).
- Τριέρειστες: οι πλάκες που στηρίζονται στις τρεις από τις τέσσερις πλευρές τους (Π5).
- Διέρειστες: οι πλάκες που στηρίζονται σε δύο παρακείμενες πλευρές τους (Π6).
- Πρόβολος: οι πλάκες που στηρίζονται ακλόνητα σε μία μόνο από τις τέσσερις πλευρές τους (Π4).



Σχήμα 2: Είδη πλακών σε επιφανειακό φορέα.

1.3 Λειτουργία πλάκων και οπλισμός

Η λειτουργία μίας πλάκας κατά την παραλαβή φορτίου καθορίζεται από τις γεωμετρικές της διαστάσεις και τις συνοριακές συνθήκες στήριξης και διακρίνονται σε δυο κατηγορίες: σε πλάκες μίας διεύθυνσης ή δύο διευθύνσεων.

Λόγω των φορτίων που φέρει και της ελαστικότητας που διαθέτη η πλάκα, δέχεται μια παραμόρφωση της τάξης των χιλιοστών, η οποία δεν φαίνεται με γυμνό μάτι. Το σκυρόδεμα της όμως διαθέτει μεγάλη αντοχή σε θλίψη και για το λόγο αυτό στην θλιβόμενη περιοχή της δεν τοποθετείται διαμήκης οπλισμός. Αντίθετα, επειδή στην εφελκυσόμενη περιοχή της η πλάκα δεν έχει καμία αντοχή σε εφελκυσμό τοποθετείται διαμήκης οπλισμός. Η συνύπαρξη σκυροδέματος και οπλισμού δίνουν έναν ιδανικό συνδυασμό αντοχής θλίψης και εφελκυσμού.

Στις περιοχές της στήριξης της πλάκας υπάρχει η πιθανότητα εμφάνισης εφελκυσμού στις πάνω ίνες της, για αυτό τοποθετείται και ένας ελάχιστος διαμήκης οπλισμός. Ο οπλισμός αυτός μπορεί να είναι είτε αυτόνομος, είτε να προέρχεται από το εσωτερικό της πλάκας, είτε να είναι μικτός. Στις παρειές της εμφανίζονται λοξές τάσεις οι οποίες όμως παραλαμβάνονται από το σκυρόδεμα και για τον λόγο αυτό δεν απαιτείται εγκάρσιος οπλισμός. Γενικά, οι πλάκες δεν επηρεάζονται πρακτικά από σεισμικές δυνάμεις που ασκούνται στο επίπεδό τους και για το λόγο αυτό δεν οπλίζονται με πρόσθετο οπλισμό για να παραλαμβάνουν τον σεισμό.

1.4 Φόρτιση πλάκων

Οι πλάκες οπλισμένου σκυροδέματος μεταφέρουν τα φορτία τους στις δοοούς (ή τα τοιχώματα) όπου εδράζονται. Καταπονούνται από επιφανειακά φορτία βαρύτητας τα οποία είναι ομοιόμορφα κατανεμημένα ή φορτία πιέσεων κατασκευών, και είναι μόνιμα και μεταβλητά.

· Μόνιμα (G) χαρακτηρίζονται τα φορτία όπως: το ίδιο βάρος (I.B.), επικαλύψεις δαπέδων, ωθήσεις γαιών, τοιχοποιίες επί των πλάκων, ψευδοροφές, κ.ά.

· Μεταβλητά (Q) χαρακτηρίζονται τα φορτία όπως: ωφέλιμο κινητό φορτίο, άνεμος, χιόνι, θερμοκρασιακές αλλαγές, κ.ά.

Η μεταφορά αυτών στις δοκούς και τους στύλους γίνεται με καμπτική-διατμητική λειτουργία και ο τελικός αποδέκτης είναι το έδαφος. Τέλος, θεωρείται ότι οι σεισμικές δυνάμεις που ασκούνται στους επιφανειακούς φορείς δεν τους επηρεάζουν πρακτικά και για το λόγο αυτό δεν είναι απαραίτητη η όπλισή τους με περαιτέρω οπλισμό για την παραλαβή του σεισμού. Λόγω της διαφραγματικής λειτουργίας η οριζόντια συνιστώσα του σεισμού δεν προκαλείμεγάλη ένταση ενώ η κατακόρυφη είναι

πιθανό να προκαλέσει υψηλές εντάσεις, ιδίως όταν υπάρχουν συγκεντρωμένα φορτία πάνω στις πλάκες.

1.5 Δοκιδωτές πλάκες

Οι δοκιδωτές πλάκες γνωστές και ως πλάκες με νευρώσεις αποτελούνται από διαδοχικές πλακοδοκούς σχήματος T. Βάση του ΕΚΩΣ 2000 η ελεύθερη απόσταση των νευρώσεων δεν ξεπερνά τα 700mm και το πάχος των νευρώσεων θα πρέπει να ικανοποιεί την εξής σχέση: $b \geq 70\text{mm}$.



Σχήμα 3: Πλάκα νευρώσεις από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Η χρήση των πλακών αυτών θεωρείται απαραίτητη για κατασκευές όπου το απαιτούμενο πάχος ή των πλακών είναι αρκετά μεγάλο είτε λόγω αντοχής είτε λόγω λειτουργικότητας.

Για λόγους λειτουργικότητας το πάχος της πλάκας προκύπτει μεγάλο όταν είναι μεγάλο και το άνοιγμά της. Το μεγάλο πάχος αυξάνει το ίδιο βάρος της δοκιδωτής πλάκας με αποτέλεσμα η αποδοχή των ωφέλιμων φορτίων να μην είναι οικονομική.

Για λόγους αντοχής τώρα το απαιτούμενο πάχος της πλάκας προκύπτει μεγάλο όταν η ροπή σχεδιασμού είναι μεγάλη διότι επηρεάζεται τόσο από τα φορτία

που παραλαμβάνουν οι πλάκες όσο και από το άνοιγμά τους.

Στην κατηγορία των δοκιδωτών πλακών ανήκουν και οι πλάκες σάντουιτς, οι οποίες έχουν τα εξής χαρακτηριστικά:

ρ Δοκιδωτές πλάκες με πλάκα και στην επάνω και στην κάτω επιφάνειά τους.

ρ Αρκετά μεγαλύτερο βάρος σε σχέση με τις απλές νευρώσεις.

ρ Ομοια λειτουργία σε ανοίγματα και στηρίξεις.

ρ Δυσκολότερη κατασκευή σε σχέση με τις απλές νευρώσεις.

ρ Ομοιόμορφη επιφάνεια.

Οι πλάκες σάντουιτς θα πρέπει να προτιμώνται μόνο σε περιπτώσεις μεγάλου πάχους πλακών.

1.6 Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα έναντι άλλων πλακών

Οι δοκιδωτές πλάκες τόσο στην κατασκευή τους όσο και στην χρησιμότητά τους παρουσιάζουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα τα οποία είναι:

ϕ Πλεονεκτήματα δοκιδωτών πλακών:

i. Έχουν μεγάλο ενεργό πάχος, επομένως και μεγαλύτερη ελαστική ευστάθεια.

ii. Έχουν μικρό ιδιο βάρος, άρα δίνουη σχετική μικρή ένταση.

Παράδειγμα αυτών των δύο είναι ότι μια δοκιδωτή πλάκα με συνολικό πάχος 300mm μπορεί να έχει ίδιο βάρος 3,75kN/m² το οποίο αντιστοιχεί σε συμπαγή πλάκα συνολικού πάχους 150mm. (Κωνσταντινίδης, 2008)

iii. Εξαιτίας του μεγάλου ενεργού πάχους χρειάζονται λιγότερο οπλισμό σε σχέση με τα άλλα είδη πλακών.

iv. Δεν επιβαρύνουν την θεμελίωση και τον σκελετό του κτιρίου με μεγάλο φορτία.

ϕ Μειονεκτήματα δοκιδωτών πλακών:

i. Η κατασκευή τους είναι αρκετά δύσκολη και για τον λόγο αυτό χρειάζεται επιμελημένη όπλιση

και αυτοέχει ως αποτέλεσμα τόσο την αύξηση του χρηματικού κόστους όσο και του χρονικού ορίου.

1.7 Διαφοροποιήσεις δοκιδωτών – ολόσωμων πλακών

Κατά τη διαδικασία σύγκρισης των δοκιδωτών πλακών με τις ολόσωμες συμπαγείς πλάκες διακρίνονται οι παρακάτω διαφορές.

- Αφαίρεση σκυροδέματος της εφελκούμενης ζώνης. Συγκεκριμένα σε μια δοκιδωτή πλάκα το πάχος της ισούται με το πάχος της θλιβόμενης ζώνης της αντίστοιχης ολόσωμης πλάκας της τάξης των 7-10 cm, και αφαιρείται το σκυρόδεμα που βρίσκεται κάτω από τον ελεύθερο άξονα. Συνεπώς το ίδιο βάρος της πλάκας μειώνεται αρκετά.
- Εξασφάλιση διατμητικής αντοχής της πλάκας – Συμπαγείς ζώνες στις στηρίξεις. Με άλλα λόγια οι συνήθεις πλάκες δεν έχουν πρόβλημα διατμητικής αντοχής διότι η τέμνουσα δύναμη είναι πολύ μικρή και η διατμητική αντοχή τους πολύ μεγάλη λόγω του πολύμεγάλου πλάτους.
- Συγκέντρωση οπλισμού κατά θέσεις – Διαμόρφωση νευρώσεων. Αυτό σημαίνει ότι ο εφελκούμενος οπλισμός αντί να είναι μικρής διαμέτρου και ισομοιράζεται σε όλο το πλάτος της πλάκας, είναι μεγαλύτερης διαμέτρου ώστε να προκύπτουν λιγότερες ράβδοι, οι οποίες συγκεντρώνονται σε θέσεις που κρατείται όλο το πάχος της πλάκας.
- Εξασφάλιση δυσκαμψίας και συνεργασίας - Συμπαγείς ζώνες στο άνοιγμα.
- Ιδιαιτερότητες για συνεχείς πλάκες. Στην περίπτωση πλακών με ενδιάμεση στηρίξη η πλάκα θα διαμορφωθεί και θα είναι συμπαγής σε ολόκληρη την έκταση της αρνητικής ροπής καθώς το κάτω μέρος της που είναι η θλιβόμενη ζώνη δεν μπορεί να αφαιρεθεί.
- Διαμόρφωση τετραέριστων δοκιδωτών πλακών. Στις πλάκες αυτές εμφανίζονται

νευρώσεις και προς τις δύο κατευθύνσεις και διαμορφώνονται με τις ίδιες διαστάσεις και αποστάσεις και προς τις δύο κατευθύνσεις.

1.8 Είδη και ποσοστά όπλισης

Η διαδικασία της όπλισης των συμπαγών πλακών είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία και απαιτεί μεγάλη προσοχή αφού πρέπει να πραγματοποιηθεί έλεγχος τόσο σε κάμψη όσο και σε διάτμηση. Για τις πλάκες που μελετάμε όμως η διαδικασία όπλισης είναι αντίστοιχη με αυτή των συμπαγών πλακών και των δοκών, όπως επίσης θα πρέπει να είμαστε αρκετά προσεκτικοί με τις συμπαγείς πλάκες στα ανοίγματα και τις στηρίξεις διότι δεν λαμβάνουμε υπόψη.

1.8.1 Απλά οπλισμένες πλάκες – Κύριος οπλισμός σε μια κατεύθυνση

Μια αρκετά συχνή περίπτωση πλακών όπου απαιτείται κύριος οπλισμός μόνο στην μία διεύθυνση ενώ στην κάθετη σε αυτή διεύθυνση απαιτείται μόνο ο δευτερεύον οπλισμός, της διανομής. Τέτοιες περιπτώσεις πλακών είναι οι παρακάτω:

- **Πρόβολοι:** Η απλούστερη περίπτωση πλακών στις οποίες ο κύριος οπλισμός τοποθετείται κάθετα στη διεύθυνση της στήριξής τους.
- **Διέρειστες πλάκες με δύο παράλληλες στηρίξεις μεταξύ τους:** Ο κύριος οπλισμός τοποθετείται κάθετα στη διεύθυνση των στηρίξεων.
- **Τετραέρειστες πλάκες στις οποίες ο λόγος πλευρών είναι $l_{max}/l_{min} > 2$:** Οι πλάκες αυτές οπλίζονται με κύριο οπλισμό σταυροειδώς, δηλαδή σε δύο κατευθύνσεις. Στην περίπτωση όμως που ο λόγος των πλευρών είναι μεγαλύτερος του 2, τότε η εντατική και η παραμορφωσιακή τους κατάσταση μοιάζει με αυτή των διέρειστων πλακών με αποτέλεσμα να οπλίζονται όπως εκείνες. Ο

κύριος οπλισμός τοποθετείται παράλληλα με την μικρή πλευρά.

- **Τριέρειστες πλάκες με λόγο πλευρών $l_{max}/l_{min} \geq 2$ όπου η ελεύθερη πλευρά είναι η μικρή:** Είναι αντίστοιχες με τις τετραέρειστες πλάκες. Ωστόσο πρέπει να δίνεται προσοχή όταν η ελεύθερη πλευρά είναι η μεγάλη. (Κωνσταντινίδης, 2008)

1.8.2 Σχεδιασμός διέρειστων δοκιδωτών πλακών

Για την όπλιση των συμπαγών πλακών πραγματοποιείται έλεγχος σε κάμψη και διάτμηση, ενώ οι δοκιδωτές πλάκες οπλίζονται σύμφωνα με την όπλιση των συμπαγών πλακών και των δοκών και αμελούνται οι συμπαγείς ζώνες στα ανοίγματα και τις στηρίξεις. Το στατικό σύστημα της πλάκας που μελετάμε αποτελείται από την πλάκα της συμπαγούς άνω ζώνης η οποία στηρίζεται στις διαδοκίδες και το σύστημά της είναι ένας συνεχής φορέας ίσων ανοιγμάτων. Το πάχος της είναι ίσο με το πάχος της πλάκας συμπαγούς άνω ζώνης και το άνοιγμα της ισούται με την απόσταση των διαδοχικών νευρώσεων. Τέλος το φορτίο της είναι ίσο με το φορτίο της πλάκας. Οι διαδοκίδες (νευρώσεις) στηρίζονται στις δοκούς και το στατικό σύστημα που φέρουν είναι όμοιο με της ολόσωμης πλάκας. Το ύψος τους είναι το πάχος της πλάκας και το πλάτος του κορμού είναι b_w . Στα ανοίγματα οι διαδοκίδες έχουν την λειτουργία των πλακοδοκών. Σχεδιασμός σε κάμψη: Αρχικά τοποθετείται οπλισμός τόσο στην πλάκα όσο και στις διαδοκίδες. Ο οπλισμός των πλακών που προκύπτει είναι αρκετά μικρός και εξαιτίας αυτού τοποθετείται ένα δομικό πλέγμα. Ωστόσο στις διαδοκίδες ο οπλισμός προκύπτει από την παρακάτω σχέση $A_s = M_{sd} / [(d-h_f/2) * f_{sd}]$ και απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή για την ορθή αγκύρωση των ράβδων που διατάσσονται, διότι η διάμετρος του οπλισμού είναι μεγαλύτερη από 8 mm. Πρέπει να σημειωθεί

ότι οι ράβδοι του διατάσσονται είναι τουλάχιστον δύο.

Σχεδιασμός σε διάτμηση: Για τον σχεδιασμό δοκιδωτής πλάκας σε διάτμηση πρέπει να γίνει πρώτα έλεγχος επαρκείας εύρους χορτή συμπαγή ζώνη και τις στηρίξεις και έπειτα να υπολογιστεί ο διατμητικός οπλισμός. Για τον έλεγχο αυτού υπολογίζεται πρώτα η διατμητική αντοχή V_{Rd2} και από την ανίσωση ασφάλειας $V_{sd} \leq V_{Rd2}$ **max** $V_{sd} = V_{Rd2}$ προκύπτει η **max** V_{sd} της τέμνουσας που φέρει η διαδοκίδα με πάχος κορμού b_w .

Στη συνέχεια διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

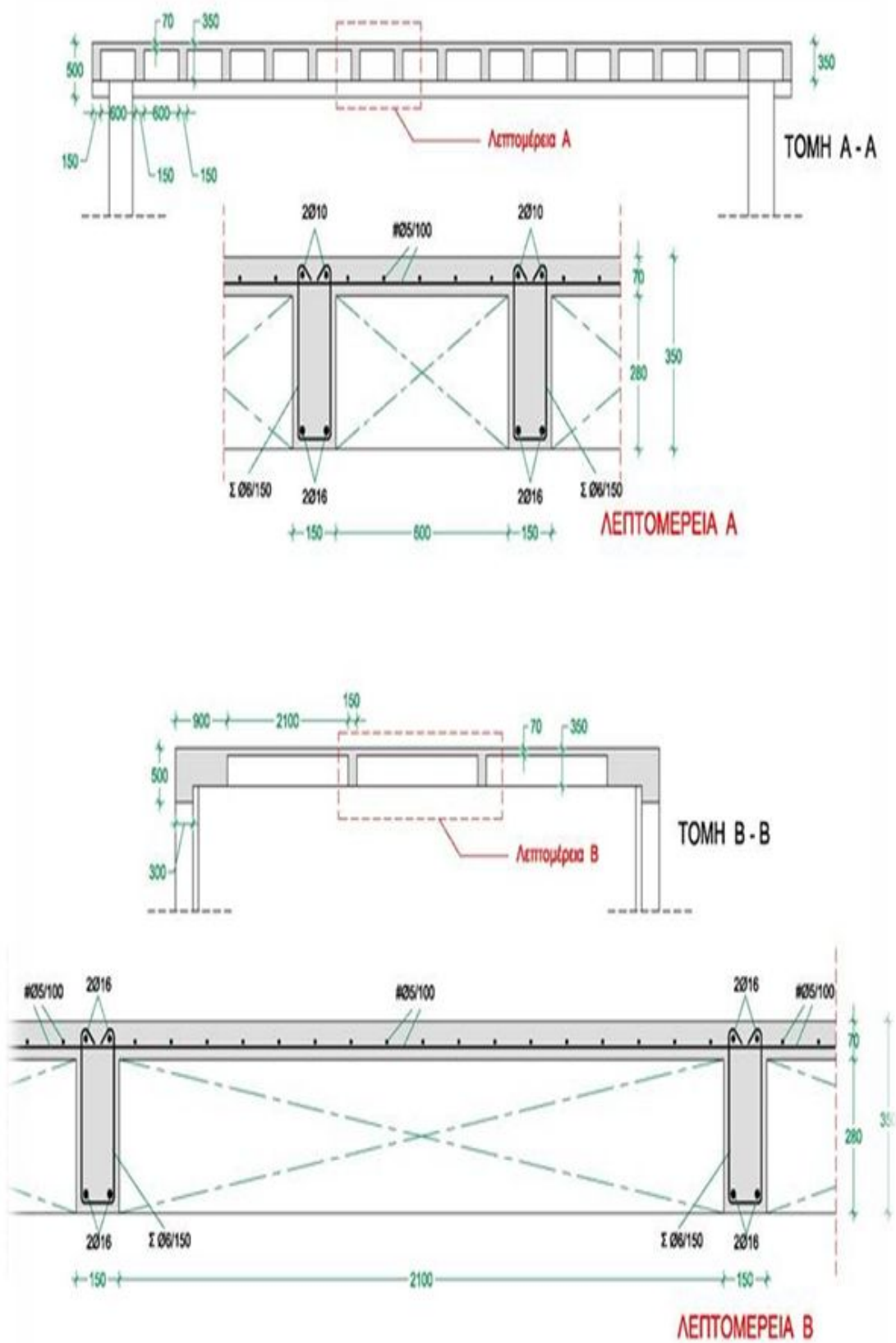
→ Αν ισχύει $V_{sd}^{\pi} < \max V_{sd} = V_{Rd2} = 0,5 * \nu * f_{cd} * b_w * 0,9d$ όπου: V_{sd}^{π} είναι η τέμνουσα στην παρειά της στηρίξης τότε το πλάτος b_w του κορμού της διαδοκίδας είναι επαρκές.

→ Αν ισχύει $V_{sd}^{\pi} > \max V_{sd} = V_{Rd2} = 0,5 * \nu * f_{cd} * b_w * 0,9d$ τότε το πλάτος b_w του κορμού της διαδοκίδας δεν είναι επαρκές στην περιοχή της στηρίξης αλλά επαρκεί μόνο για τις θέσεις όπου ισχύει η ανίσωση ασφάλειας.

Η απόσταση x μετράται από την παρειά της στηρίξης προκύπτει από την παρακάτω σχέση: $V'_{sd} = V_{sd}^{\pi} - \rho_d * x < V_{Rd2} = 0,5 * \nu * f_{cd} * b_w * 0,9d$ όπου: V'_{sd} είναι η τέμνουσα σε απόσταση x από την παρειά της στηρίξης.

Τέλος η συμπαγή ζώνη εκτείνεται στο τμήμα της νεύρωσης με ταξύτης διατομής αυτής και της στηρίξης της στις κανονικές δοκούς και στην συνέχεια ακολουθείται η διαδικασία των δοκών. Ελέγχεται σε απόσταση από την παρειά της δοκού κατά πόσο ισχύει η σχέση

$V_{sd} < V_{Rd3}$. Αν δεν ισχύει η ανίσωση υπολογίζεται διατμητικός οπλισμός με τη μορφή ανοικτών συνδετήρων. (Κωνσταντινίδης, 2008)



Σχήμα 4: Οπλιση δοκιδωτής πλάκας.

1.9 Τρόποι και μεθοδολογία κατασκευής

Οι δοκιδωτές πλάκες παρουσιάζουν ιδιαιτερότητες κατά την κατασκευή τους και για το λόγο αυτό υπάρχει μια συγκεκριμένη σειρά από βήματα για την προδιαστασιολόγηση των πλακών αυτών τα οποία είναι:

- Ύψος h διαδοκίδων: είναι περίπου το ίδιο με αυτό που θα χρησιμοποιούσαμε και για τον σχεδιασμό μιας ολόσωμης πλάκας της τάξης των 30 cm.
- Πάχος h_f της άνω συμπαγούς ζώνης: επιλέγεται περίπου ίδιο με το βάθος της θλιβόμενης ζώνης της αντίστοιχης ολόσωμης πλάκας και είναι της τάξης του 0,07 έως 0,10 cm.
- Πλάτος διαδοκίδων b_w : πρέπει να είναι τόσο ώστε να μπορούν να τοποθετηθούν τουλάχιστον δύο ράβδοι οπλισμού της τάξης των 10 cm.
- Απόσταση a μεταξύ διαδοχικών διαδοκίδων: πρέπει να είναι τόση ώστε να μην μειωθεί πολύ η δυσκαμψία της πλάκας αλλά και για να επαρκεί το πάχος της ολόσωμης πλάκας (7 έως 10 cm).
- Εύρος συμπαγών ζωνών:
 - i. Στις στηρίξεις το εύρος πρέπει να είναι ίσο με το 1/10 του ανοίγματος της πλάκας.
 - ii. Στο άνοιγμα το εύρος ισούται με το πλάτος των διαδοκίδων.
- Αριθμός συμπαγών ζωνών: είναι μία ζώνη στο μέσον του ανοίγματος. Αν το άνοιγμα της πλάκας είναι πολύ μεγάλο (>8,0m) τότε διαμορφώνονται δύο συμπαγείς ζώνες στα τρίτα του ανοίγματος.
- Τετραέριστες πλάκες: πρέπει οι νευρώσεις που δημιουργούνται να έχουν τις ίδιες διαστάσεις και να είναι δύο κατευθύνσεων.
- Διέρριστες πλάκες: οι νευρώσεις που διαμορφώνονται πρέπει να είναι μιας

κατεύθυνσης για να ενισχύουν την δυσκαμψία της πλάκας. (Κωνσταντινίδης, 2008)



Σχήμα 5: Δοκιδωτή πλάκα μιας κατεύθυνσης.

1.10 Μέθοδοι προσομοίωσης

Για την επίλυση πλακών χρησιμοποιούνται διάφοροι μέθοδοι προσομοίωσης κάποιες από αυτές είναι:

i. Προσομοίωση πλάκας με μέλη και επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία.
ii. Προσομοίωση πλάκας με ραβδωτά πεπερασμένα στοιχεία.

iii. Προσομοίωση πλάκας με επιφανειακά τριγωνικά πεπερασμένα στοιχεία.

Τα πεπερασμένα στοιχεία μας δίνουν την δυνατότητα να προσδιορίζουμε με απόλυτη ακρίβεια την λειτουργία των πλακών. Παρόλα αυτά για να έχουν αντίκρισμα στην πραγματικότητα θα πρέπει να χρησιμοποιούνται οι κατάλληλες παραδοχές.

1.10.1 Κλασική θεωρία πλακών – Θεωρία Kirchhoff

Σύμφωνα με την θεωρία Kirchhoff οι παραδοχές που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

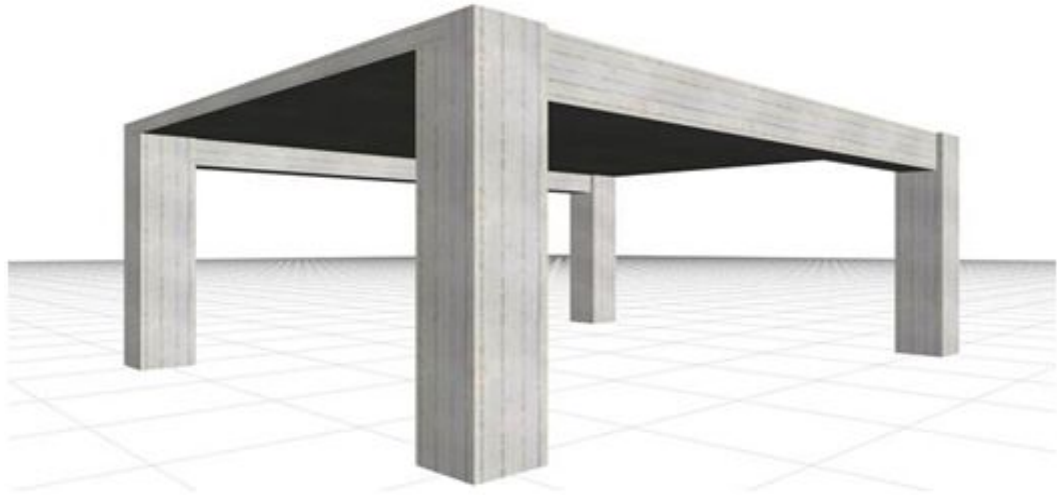
- Το πάχος της πλάκας είναι μικρό συγκρινόμενο με τις διαστάσεις της επιφάνειας.
- Στη μέση επιφάνεια της πλάκας οι τάσεις είναι μηδενικές.
- Επίπεδες επιφάνειες κάθετες στην μέση επιφάνεια της πλάκας πριν την παραμόρφωση

παραμένουν επίπεδες και κάθετες μετά την παραμόρφωση.

Η βύθιση της πλάκας είναι μικρή σε σύγκριση με το πάχος της.

1.10.2 Προσομοίωση πλάκας με μέλη και επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία

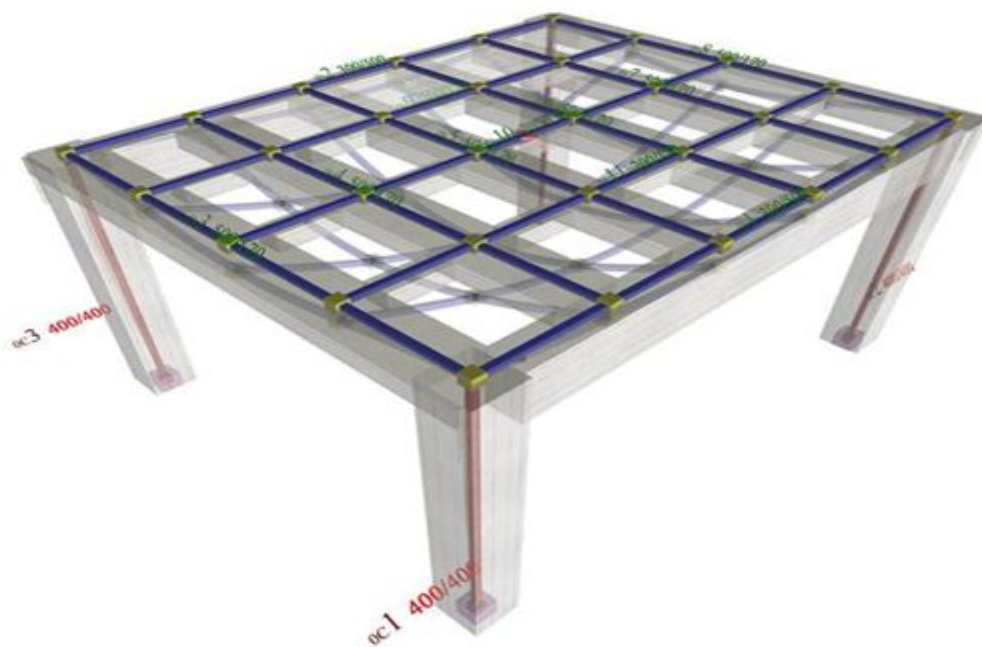
Με τη βοήθεια των πεπερασμένων στοιχείων έχουμε τη δυνατότητα να προσδιορίσουμε με σημαντική ακρίβεια τη λειτουργία των πλακών. (Κωνσταντινίδης, 2008)



Σχήμα 6: Προσομοίωση πλάκας με μέλη και επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία.

1.10.3 Προσομοίωση πλάκας με ραβδωτά πεπερασμένα στοιχεία

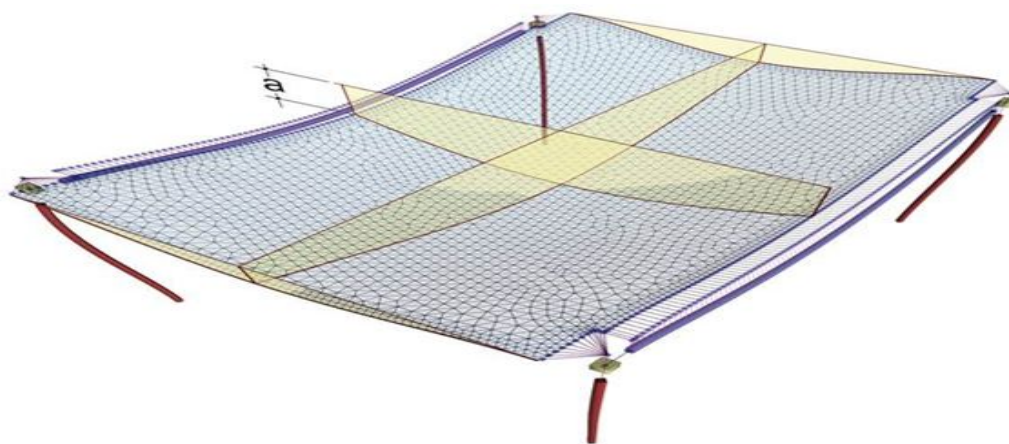
Η πλάκα προσομοιώνεται ως σχάρα κύριων και δευτερευουσών δοκίδων, χωρίς τη θεώρηση στερεών σωμάτων. (Κωνσταντινίδης, 2008)



Σχήμα 7: Προσομοίωση πλάκας με ραβδωτά πεπερασμένα στοιχεία.

1.10.4 Προσομοίωση πλακών με επιφανειακά τριγωνικά πεπερασμένα στοιχεία

Τριγωνικά στοιχεία πλακών με ευθύγραμμες και καμπυλόγραμμες πλευρές. (Κωνσταντινίδης, 2008)



Σχήμα 8: Προσομοίωση πλάκας με τριγωνικά πεπερασμένα στοιχεία.

2. ΠΟΙΟΤΗΤΕΣ ΕΔΑΦΩΝ

2.1 Σεισμικές δράσεις

2.1.1 Σεισμικές δράσεις κατά Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό 2000 (ΕΑΚ-2000)

Με τον όρο σεισμικές δράσεις σχεδιασμού εννοούμε τις ταλαντωτικές κινήσεις του εδάφους λόγω του σεισμού για τις οποίες απαιτείται να γίνεται ο σχεδιασμός των έργων. Τις κινήσεις αυτές τις ονομάζουμε σεισμικές διεγέρσεις ή σεισμικές δονήσεις του εδάφους. Η ένταση αυτών καθορίζεται με την επιτάχυνση σχεδιασμού a , ανάλογα με την σεισμική επικινδυνότητα της χώρας στην οποία βρίσκεται το έργο, υπάρχουν όμως και άλλες παράμετροι που συμβάλλουν στην επικινδυνότητα της δόνησης όπως διάρκεια δόμησης και μέγιστη ταχύτητα. Η εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού a , βρίσκεται στην ίδια ζώνη ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας των έργων.

Κύριος στόχος του ΕΑΚ είναι η μελέτη και η κατασκευή κτιρίων ικανών να αντέξουν σε σεισμικές δονήσεις ορισμένης έντασης με σκοπό την προστασία της ανθρώπινης ζωής καθώς επίσης και την διασφάλιση μιας ελάχιστης λειτουργίας των κτιρίων. Ο Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΕΑΚ) περιέχει διατάξεις που καθορίζουν τις ελάχιστες σεισμικές δράσεις σχεδιασμού και τους αντίστοιχους συνδυασμούς δράσεων, μεθόδους υπολογισμού της έντασης και της παραμόρφωσης των κατασκευών και γενικά των φορέων και των υλικών.

2.1.2 Σεισμικές δράσεις κατά Ευρωκώδικα 8 (EC8)

Οι σεισμικές κινήσεις του εδάφους θεωρούνται στατιστικά αναμενόμενες κατά τη διάρκεια ζωής του έργου και για το λόγο αυτό

απαιτείται να γίνεται ο σχεδιασμός του, που συνήθως αντιπροσωπεύονται από ένα ελαστικό φάσμα και ονομάζεται ελαστικό φάσμα απόκρισης. Οι σεισμικές διεγέρσεις έχουν τρείς (3) συνιστώσες, δύο (2) οριζόντιες κάθετες μεταξύ τους που θεωρούνται ανεξάρτητες από το ίδιο ελαστικό φάσμα κατά την κατασκευή και μία (1) κατακόρυφη έναντι των δράσεων σχεδιασμού όπου καθορίζεται από τον κανονισμό ο σχεδιασμός της.

Για τις περισσότερες εφαρμογές του EC8 η σεισμική επικινδυνότητα περιγράφεται συνήθως με την παράμετρο της σχετικής επιτάχυνσης του εδάφους a_{gr} που επιλέγεται ανάλογα με την σεισμική ζώνη και επιλέγεται από τις εθνικές αρχές για κάθε σεισμική ζώνη.

Κύριος σκοπός του EC8 παραμένει η προστασία της ανθρώπινης ζωής έναντι του σεισμού όπως επίσης και ο περιορισμός των υλικών βλαβών σε κτίρια μικρής ή μεγάλης σπουδαιότητας.

2.1.3 Φάσμα αποκρίσεως επιταχύνσεων κατά EC8

Βάση του Ευρωκώδικα 8 (EC8) προβλέπονται δύο τύποι ελαστικών φασμάτων αποκρίσεων:

- A. Φάσματα Τύπου 1 που εφαρμόζονται στις περιοχές όπου οι σεισμοί συμβάλλουν περισσότερο στη σεισμική επικινδυνότητα και έχουν μέγεθος $M_s > 5,5R$.
- B. Φάσματα Τύπου 2 που εφαρμόζονται στις περιοχές όπου οι σεισμοί συμβάλλουν περισσότερο στη σεισμική επικινδυνότητα και έχουν μέγεθος $M_s < 5,5R$.

Στην Ελλάδα χρησιμοποιούνται μόνο τα Φάσματα Τύπου 1.

Το οριζόντιο ελαστικό φάσμα απόκρισης επιταχύνσεων κατά τον EC8 χωρίζεται σε τέσσερις περιοχές ιδιοπεριόδων με βάση τις τιμές των εξής παραμέτρων

· T_B : ιδιοπερίοδος στην αρχή της περιοχής σταθερής επιτάχυνσης φάσματος

· T_c : ιδιοπερίοδος στο τέλος της περιοχής σταθερής επιτάχυνσης φάσματος
 · T_D : η τιμή που καθορίζει την αρχή της σταθερής μετατόπισης της απόκρισης του φάσματος
 · T : περίοδος ταλάντωσης γραμμικού μονοβαθμιαίου συστήματος και τον συντελεστή του εδάφους.
 Οι τέσσερις αυτές περιοχές είναι:

- $0 \leq T \leq T_B$: φάσμα με γραμμική ανοδική μορφή

$$S_c(T) = \alpha_g \cdot S \cdot [1 + T/T_B \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1)]$$

- $T_B \leq T \leq T_C$: φάσμα με σταθερή επιτάχυνση ίση με την προβλεπόμενη τιμή

$$S_c(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$$

- $T_C \leq T \leq T_D$: φάσμα με πτωτική μορφή αντιστρόφως ανάλογη της περιόδου

$$S_c(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot [T_C/T]$$

- $T_D \leq T \leq 4s$: φάσμα με έντονα πτωτική μορφή διότι η επιτάχυνση είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της περιόδου $S_c(T) = \alpha_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot [(T_C \cdot T_D) / T^2]$ όπου η διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης με τιμή ίση με 1. (Ευρωκώδικας 8, EN1998-1: 2004)

Πίνακας 1: Τιμές παραμέτρων ελαστικών φασμάτων αποκρίσεων τύπου 1 κατά EC8.

Παράμετροι φασμάτων κατά EC8	Κατηγορία εδάφους Α	Κατηγορία εδάφους Β	Κατηγορία εδάφους C	Κατηγορία εδάφους D	Κατηγορία εδάφους E
Συντελεστής εδάφους	1.00	1.20	1.15	1.35	1.40
T_B (sec)	0.15	0.15	0.20	0.20	0.15
T_C (sec)	0.40	0.50	0.60	0.80	0.50
T_D (sec)	2.50	2.50	2.50	2.50	2.50

2.2 Κατηγορίες εδαφών κατά EC 8 και EAK-2000

Σύμφωνα με τον EC 8 υπάρχουν συνολικά επτά (7) κατηγορίες εδαφικών τύπων ενώ μόνο στους πέντε (5) από αυτούς επιτρέπεται ο σχεδιασμός και η κατασκευή δομικών έργων. Οι κατηγορίες στις οποίες επιτρέπεται είναι οι Α, Β, C, D και Ε.

Πίνακας 2: Κατηγορίες εδαφών κατά EC8. (Καραγιάννης, 2016)

A	Βράχος ή άλλος βραχώδης γεωλογικός σχηματισμός, που περιλαμβάνει το πολύ 5m ασθενέστερου επιφανειακού υλικού.
B	Αποθέσεις πολύ πυκνής άμμου, χαλίκων, ή πολύ σκληρής αργίλου, πάχους τουλάχιστον αρκετών δεκάδων μέτρων που χαρακτηρίζονται από βαθμιαία βελτίωση των μηχανικών ιδιοτήτων με το βάθος.
C	Βαθιές αποθέσεις πυκνής ή μετρίως πυκνής άμμου, χαλίκων ή σκληρής αργίλου πάχους από δεκάδες έως πολλές εκατοντάδες μέτρων.
D	Αποθέσεις χαλαρών έως μετρίως χαλαρών μη συνεκτικών υλικών ή κυρίως μαλακά έως μετρίως σκληρά συνεκτικά υλικά.
E	Εδαφικό προφίλ που αποτελείται από ένα επιφανειακό στρώμα ιλύος με μέσες ταχύτητες διατμητικών κυμάτων κατηγορίας C ή D και πάχος με ταξί 5m και 20m που εδράζεται σε στιφρότερο έδαφος με ταχύτητες διατμητικών κυμάτων κατηγορίας A.
Ειδική κατηγορ. S ₁	Εναποθέσεις που αποτελούνται από ένα μαλακά αργίλου ή ιλές πάχους τουλάχιστον 10 m με υψηλό δείκτη πλαστικότητας (PI > 40) και υψηλή περιεκτικότητα σε νερό.
Ειδική κατηγορ. S ₂	Στρώματα ρευστοποιησιμων εδαφών, ευαίσθητων αργίλων, ή άλλο εδαφικό υλικό που δεν περιλαμβάνεται στους τύπους Α έως Ε ή S ₁ .

Ο ΕΑΚ-2000 προβλέπει τέσσερις (4) κατηγορίες εδαφικών τύπων τις Α, Β, Γ και Δ οι οποίες δεν αντιστοιχούν στις Α, Β, C και D αλλά καλύπτουν όλα τα εδάφη που περιλαμβάνονται στις κατηγορίες Α έως Ε του EC8. Επιπλέον στον ΕΑΚ-2000 υπάρχει και η κατηγορία Χ που καλύπτει τις περιπτώσεις που προβλέπονται στις ειδικές κατηγορίες S_1, S_2 του EC8.

Πίνακας 3: Κατηγορίες εδαφών κατά ΕΑΚ-2000 (Καραγιάννης, 2016)

Α	<p>-Βραχώδεις ή ημιβραχώδεις σχηματισμοί εκτεινόμενοι σε αρκετή έκταση και βάθος, με τη προϋπόθεση ότι δεν παρουσιάζουν έντονη αποσάθρωση.</p> <p>-Στρώσεις πυκνού κοκκώδους υλικού πάχους μικρότερου των 70μ.</p> <p>-Στρώσεις πολύ σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μικρότερου των 70μ.</p>
Β	<p>-Εντόνα αποσαθρωμένα βραχώδη ή εδάφη που από μηχανική άποψη μπορούν να εξομοιωθούν με κοκκώδη.</p> <p>-Στρώσεις κοκκώδους υλικού μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μεγάλης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p> <p>-Στρώσεις σκληρής προσυμπιεσμένης αργίλου πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p>
Γ	<p>-Στρώσεις κοκκώδους υλικού μικρής σχετικής πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 5μ. ή μέσης πυκνότητας πάχους μεγαλύτερου των 70μ.</p> <p>-Ιλαιοαργιλικά εδάφη μικρής αντοχής σε πάχος μεγαλύτερο των 5μ.</p>
Δ	<p>Έδαφος με μαλακές αργίλους υψηλού δείκτη πλασιμότητας ($I_p > 60$) συνολικού πάχους μεγαλύτερου των 10μ.</p>

X	<p>-Χαλαρά λεπτόκοκκα αμμοϊλιώδη εδάφη υπό τον υδάτινο ορίζοντα, που ενδέχεται να ρευστοποιηθούν (εκτός αν ειδική μελέτη αποκλείσει τέτοιο κίνδυνο, ή γίνει βελτίωση των μηχανικών τους ιδιοτήτων).</p> <p>-Εδάφη που βρίσκονται δίπλα σε εμφανή τεκτονικά ρήγματα.</p> <p>-Απότομες κλιτείες καλυπτόμενες με προϊόντα χαλαρών πλευρικών κορημάτων.</p> <p>-Χαλαρά κοκκώδη ή μαλακά ιλυοαργιλικά εδάφη, εφόσον έχει αποδειχθεί ότι είναι επικίνδυνα από άποψη δυναμικής συμπεκνώσεως ή απώλειας αντοχής.</p> <p>-Πρόσφατες χαλαρές επιχωματώσεις (μπάζα). Οργανικά εδάφη. Εδάφη κατηγορίας Γ με επικινδύνως μεγάλη κλίση.</p>
---	---

2.3 Φάσματα σχεδιασμού – Συντελεστής συμπεριφοράς (q) κατά EC8.

Κατά τον σχεδιασμό γενικά, είναι αποδεκτό ότι η κατασκευή θα αποκριθεί σε υλοποίηση του σεισμού σχεδιασμού κατά ανελαστικό τρόπο, δηλαδή κατά το σεισμό κάποια στοιχεία θα εισέλθουν στη διαρροή και θα δημιουργηθούν σε αυτά πλαστικές αρθρώσεις επομένως θα υποστούν ένα αποδεκτό επίπεδο βλαβών. Ωστόσο πρέπει να σημειωθεί ότι για την εξασφάλιση του φορέα λαμβάνονται από τον κανονισμό απαραίτητα μέτρα ώστε τα στοιχεία που υφίστανται τις βλάβες να έχουν απαραίτητη πλαστιμότητα. Επιπλέον γίνονται προσπάθειες να λαμβάνεται έμμεσα η ανελαστική απόκριση και η καθυστερημένη απορρόφηση ενέργειας των στοιχείων που υφίσταται η διαρροή. Η μείωση αυτών των τιμών του ελαστικού φάσματος απόκρισης αντιπροσωπεύει τις σεισμικές δράσεις σχεδιασμού όμως λαμβάνει υπόψη και την πραγματική ικανότητα για μετελαστική απόκριση και κατά αυτόν τον τρόπο οδηγεί στην δημιουργία νέου φάσματος που ονομάζεται φάσμα σχεδιασμού, όπου είναι ανελαστικό.

Στον Ευρωκώδικα 8 (EC8) η μείωση αυτή γίνεται με τη χρήση ενός ειδικού μειωτικού συντελεστή, τον συντελεστή συμπεριφοράς q . Ο συντελεστής της είναι μια εκτίμηση του ποσοστού των δυνάμεων που δέχεται η κατασκευή έναντι των σεισμικών δυνάμεων που μπορεί να ληφθούν κατά τον σχεδιασμό με ένα συμβατικό μοντέλο ελαστικής ανάλυσης εξασφαλίζοντας την ικανοποιητική απόκριση της κατασκευής.

Ο δείκτης συμπεριφοράς θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως δείκτης πλαστιμότητας του συστήματος με την έννοια ότι με αυτόν καθορίζεται η μείωση των σεισμικών φορτίων, δηλαδή εκφράζει την ικανότητα της κατασκευής να παραμορφώνεται ανελαστικά χωρίς σημαντική μείωση της αντοχής. Οι συντελεστές συμπεριφοράς q κατά τον EC8 λαμβάνουν υπόψη την πλαστιμότητα και την υπερασφάλεια της κατασκευής εξαιτίας των συντελεστών ασφαλείας που εισέρχονται κατά τον σχεδιασμό και η τιμή τους εξαρτάται από τον τύπο της κατασκευής αλλά και από άλλες παραμέτρους που καθορίζονται κατά τον σχεδιασμό.

Οι τιμές του συντελεστή συμπεριφοράς q :

□ Για συνηθη πλασιωτά ή μικτά συστήματα ισοδύναμα προς πλασιωτά ή συστήματα με συζευγμένα τοιχώματα οι τιμές του δείκτη q κατά τον EC8 δίνονται από τις σχέσεις:

➤ $q = 3.0 \alpha_0 / \alpha_1$ για κατασκευές DCM (μέσο επίπεδο πλαστιμότητας)

➤ $q = 4.5 \alpha_0 / \alpha_1$ για κατασκευές DCH (υψηλό επίπεδο πλαστιμότητας)

□ Για τοιχωματικά δομικά συστήματα ή μικτά συστήματα ισοδύναμα προς τοιχωματικά οι τιμές του δείκτη q κατά τον EC8 δίνονται από τις σχέσεις:

➤ $q = 3.0$ για κατασκευές DCM (μέσο επίπεδο πλαστιμότητας)

➤ $q = 4.5 \alpha_0 / \alpha_1$ για κατασκευές DCH (υψηλό επίπεδο πλαστιμότητας)

□ Για δομικό σύστημα στρεπτικά ευαίσθητο, εύκαμπτο οι τιμές του δείκτη q κατά τον EC8 είναι:

➤ $q = 2.0$ για κατασκευές DCM (μέσο επίπεδο πλαστιμότητας)

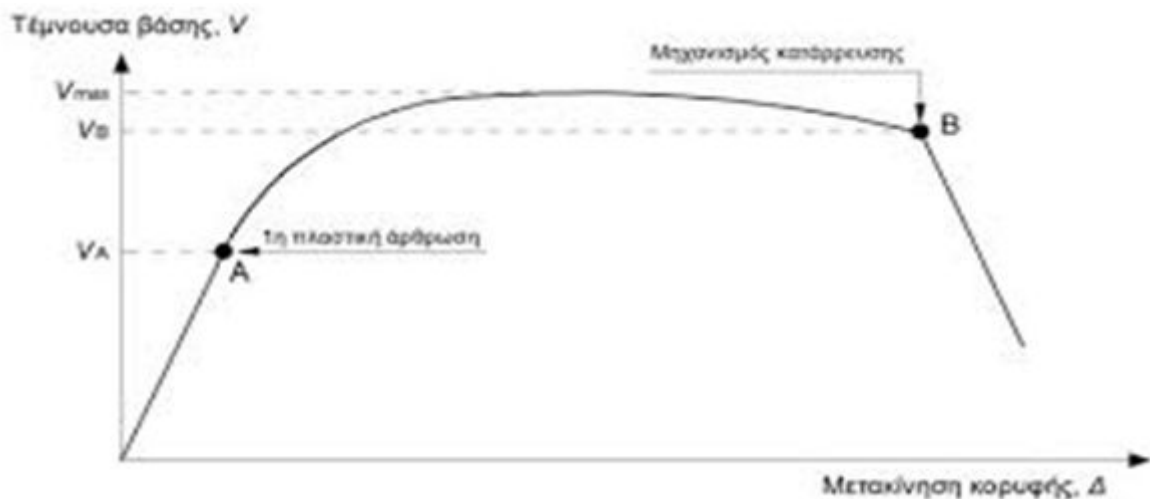
➤ $q = 3.0$ για κατασκευές DCH (υψηλό επίπεδο πλαστιμότητας)

- Για κτίρια στα οποία δεν ισχύει η κανονικότητα καθ' ύψος η τιμή του δείκτη α κατά τον EC8 θα πολλαπλασιαστεί επί 0,8

Πρέπει να σημειωθεί ότι ο λόγος α_0/α_1 αποτελείται από τους εξής συντελεστές:

α_0 : Εκφράζει την αναγκαία αύξηση της τέμνουσας βάσης σχεδιασμού ώστε να αναπτυχθεί ο πρώτος μηχανισμός κατάρρευσης του φορέα.

α_1 : Εκφράζει την αναγκαία αύξηση της τέμνουσας βάσης σχεδιασμού ώστε να αναπτυχθεί η πρώτη διαρροή σε κάποιο στοιχείο του φορέα, δηλαδή η πλαστική άρθρωση. (Καραγιάννης, 2016)



Σχήμα 9: Εφαρμογή στατικής ανελαστικής ανάλυσης (Pushover).

2.4 Συντελεστής σπουδαιότητας γ_1

Τα κτίρια κατατάσσονται παρομοίως σε τέσσερις κατηγορίες σπουδαιότητας, ανάλογα με τον κίνδυνο που συνεπάγεται για τον άνθρωπο, από την σπουδαιότητα τους στη δημόσια ασφάλεια και στην άμεση μετασεισμική περίοδο καθώς και από τις συνέπειες που μπορεί να έχει ενδεχόμενη κατάρρευση.

Κάθε κατηγορία σπουδαιότητας χαρακτηρίζεται από έναν διαφορετικό συντελεστή σπουδαιότητας γ_1 . Για τις κοινές κατασκευές κατοικιών ισχύει η

περίοδος επανάληψης των $T_{LR} = 475$ χρόνων και ο γ_1 είναι ίσος με 1.0. Για κατηγορίες με χαμηλότερη απαίτηση αξιοπιστίας σχεδιασμού η περίοδος επανάληψης του σεισμού μειώνεται και κατά EC8 γίνεται 243 χρόνια για την κατηγορία χαμηλής σπουδαιότητας με $\gamma_1 = 0.80$. Αντιθέτως για τα κτίρια με αυξημένη απαίτηση αξιοπιστίας σχεδιασμού η περίοδος επανάληψης του σεισμού γίνεται 824 χρόνια για την κατηγορία μεγάλης σπουδαιότητας και αυξάνεται περισσότερο σε 1308 χρόνια για την κατηγορία με κτίρια των οποίων η λειτουργία είναι ζωτικής σημασίας κατά τη διάρκεια του σεισμού αλλά και αμέσως μετά. (Καραγιάννης, 2016)

2.4.1. Κατηγορίες σπουδαιότητας κατά ΕΑΚ-2000 και EC8.

Κατά τον ΕΑΚ-2000 τα κτίρια κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες σπουδαιότητας με βάση τον κίνδυνο των ανθρώπινων ζώων καθώς και των τόσο οικονομικών όσο και κοινωνικών επιπτώσεων που είναι δυνατόν να φέρει μια ενδεχόμενη καταστροφή ή διακοπή της λειτουργίας τους κατά τη διάρκεια του σεισμού αλλά και αμέσως μετά από αυτόν.

Με βάση των EC8 τα κτίρια κατατάσσονται επίσης σε τέσσερις κατηγορίες σπουδαιότητας με σχεδόν τα ίδια κριτήρια. Οι κατηγορίες σπουδαιότητας δεν συμπίπτουν απόλυτα.

Πίνακας 4: Συντελεστές σπουδαιότητας γ_1 κατά ΕΑΚ-2000.
(Καραγιάννης, 2016)

Κατηγορία	Κριτήρια	γ_1
Σ_1	Κτίρια μικρής σπουδαιότητας ως προς την ασφάλεια του κοινού.	0,85
Σ_2	Συνήθη κτίρια κατοικιών, γραφεία, ξενοδοχεία, κ.ά	1,00

Σ_3	Εκπαιδευτικά κτίρια, κτίρια δημόσιων συναθροίσεων, και γενικότερα κτίρια στα οποία βρίσκονται πολλοί άνθρωποι κατά μεγάλο μέρος του 24ώρου. Κτίρια που στεγάζουν εγκαταστάσεις μεγάλης οικονομικής αξίας.	1,15
Σ_4	Κτίρια των οποίων η λειτουργία κατά τη διάρκεια του σεισμού και μετά είναι ζωτικής σημασίας, όπως κτίρια τηλεπικοινωνίας, παραγωγής ενέργειας, νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, κ.ά Κτίρια που στεγάζουν έργα μοναδικής καλλιτεχνικής αξίας (μουσεία).	1,30

Πίνακας 5: Συντελεστές σπουδαιότητας γ_1 κατά EC8.
(Καραγιάννης, 2016)

Κατηγορία	Κριτήρια	γ_1
I	Κτίρια μικρής σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια. (Περίοδος επανάληψης σεισμού $T_L=243$ χρόνια)	0,80
II	Συνηθισμένα κτίρια. Κατασκευές που δεν ανήκουν στις υπόλοιπες κατηγορίες. (Περίοδος επανάληψης σεισμού $T_L=475$ χρόνια)	1,00
III	Κτίρια των οποίων η απόκριση έναντι σεισμικών δράσεων έχει σημασία από άποψη των συνεπειών της	1,20

	κατάρρευσης τους. Π.χ. σχολεία, μουσεία, κ.ά (Περίοδος επανάληψης σεισμού $T_L=824$ χρόνια)	
IV	Κτίρια των οποίων η λειτουργία κατά τη διάρκεια του σεισμού και μετά έχει μεγάλη σημασία για την προστασία των πολιτών. Π.χ. νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, σταθμοί παραγωγής ενέργειας κ.ά (Περίοδος επανάληψης σεισμού $T_L=1308$ χρόνια)	1,40

2.5 Σεισμική απόκριση

2.5.1 Σεισμική απόκριση και μέθοδοι υπολογισμού κατά ΕΑΚ 2000.

Αρχικά με τον όρο σεισμική απόκριση εννοούμε την ένταση, την μετακίνηση ή την παραμόρφωση που προκύπτει σε σημείο του συστήματος λόγω της σεισμικής δόνησης του εδάφους. Είναι συνήθως ελαστική ή γραμμική, ωστόσο εμφανίζει υλικές και περιορισμένες γεωμετρικές μη γραμμικότητες. Η σεισμική απόκριση προκύπτει από μία ισοδύναμη γραμμική ανάλυση με την βοήθεια του κατάλληλου φάσματος σχεδιασμού και του αντίστοιχου συντελεστή συμπεριφοράς q . Επίσης για τον προσδιορισμό των πραγματικών μετακινήσεων του συστήματος, οι μετακινήσεις που προκύπτουν από τον γραμμικό υπολογισμό με τη σεισμική δράση σχεδιασμού πολλαπλασιάζονται με τον αντίστοιχο συντελεστή συμπεριφοράς q και είναι ανεξάρτητες από τον συντελεστή συμπεριφοράς q . (Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός [ΕΑΚ], 2000)

Οι μέθοδοι υπολογισμού είναι οι εξής:

- A. Την δυναμική φασματική μέθοδο: περιλαμβάνει ολοκληρωμένη ιδιομορφική ανάλυση του συστήματος, υπολογισμό της μέγιστης σεισμικής απόκρισης για κάθε ιδιομορφή ταλάντωση καθώς και τετραγωνική επαλληλία των μέγιστων ιδιομορφικών αποκρίσεων.
- B. Την απλοποιημένη φασματική μέθοδο: δεν απαιτεί ιδιομορφική ανάλυση, στηρίζεται στην προσέγγιση της θεμελιώδους ιδιομορφής ταλάντωσης που ενισχύεται κατάλληλα έτσι ώστε τα αποτελέσματα που προκύπτουν να βρίσκονται προς την πλευρά της ασφάλειας. (Ε Α Κ-2000)

2.5.2 Σεισμική απόκριση και μέθοδοι υπολογισμού κατά Ες8.

Τα αποτελέσματα των σεισμικών και άλλων δράσεων που περιλαμβάνονται στον Ευρωκώδικα 8 μπορούν να προσδιορίζονται με βάση την γραμμική ελαστική συμπεριφορά των κατασκευών και η μέθοδος αναφοράς τους θα είναι η ανάλυση φασματικής απόκρισης χρησιμοποιώντας ένα γραμμικό ελαστικό φορέα της κατασκευής και το φάσμα σχεδιασμού.

Οι μέθοδοι υπολογισμού είναι οι εξής:

- Μέθοδος φασματικής απόκρισης: η γραμμική ελαστική ανάλυση μπορεί να εφαρμοστεί για κάθε κύρια οριζόντια διεύθυνση όταν ικανοποιούνται τα κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη. Παρόλα αυτά, ακόμα και αν δεν ικανοποιούνται τα κριτήρια αυτά μπορεί να εφαρμοστεί αν ισχύουν οι εξής προϋποθέσεις:
 - Το κτίριο πρέπει να έχει ομοιόμορφες παραμορφώσεις οπώς και των τοίχων πλήρωσης.
 - Η εσωτερική δυσκαμψία των πατωμάτων πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη σε σχέση με την πλευρική δυσκαμψία των κατακόρυφων δομικών στοιχείων, ώστε να μπορεί να γίνει η θεώρηση της διαφραγματικής συμπεριφοράς.

- Το ύψος του κτιρίου δεν πρέπει να υπερβαίνει τα 10m.

Ως εναλλακτική της γραμμικής μπορεί να χρησιμοποιηθεί και η μη γραμμική μέθοδος, η οποία θα πρέπει να αιτιολογείται σε σχέση με σεισμική φόρτιση, το χρησιμοποιούμενο μοντέλο, την μέθοδο επεξεργασίας των αποτελεσμάτων και των απαιτήσεων.

- **Χρήση προσομοιώματος:** όπου γίνεται θα πρέπει η σεισμική δράση σχεδιασμού να εφαρμόζεται κατά μήκος όλων των οριζόντιων και των ορθογωνίων κατευθύνσεων τους.

2.6 Πλαστιμότητα – Κατηγορίες πλαστιμότητας

Με τον όρο πλαστιμότητα εννοούμε την ικανότητα της κατασκευής να απορροφά σεισμική ενέργεια και να αναπτύσσει πλαστικές παραμορφώσεις χωρίς σημαντική απώλεια της πλευρικής αντοχής και της ικανότητας παραλαβής αξονικού φορτίου.

Οι αντισεισμικές κατασκευές επιλέγονται να ανήκουν από τον μελετητή μηχανικό να ανήκουν σε μία από τις 3 κατηγορίες πλαστιμότητας:

- I. **Κατηγορία Πλαστιμότητας Χαμηλή (ΚΠΧ):** ανήκουν τα κτίρια που μελετώνται για χαμηλή ικανότητα απόδοσης ενέργειας και μικρή πλαστιμότητα. Σε αυτές τις περιπτώσεις εφαρμόζονται κανόνες του Ευρωκώδικα 2 (EC2) για την διαστασιολόγηση χωρίς βέβαια να λαμβάνει υπόψη τις μειώσεις των σεισμικών δυνάμεων, δηλαδή θα έχει συντελεστή συμπεριφοράς $q=1$.
- II. **Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ):** ανήκουν τα κτίρια που μελετώνται για μεσαία ικανότητα απόδοσης ενέργειας και μεσαία πλαστιμότητα. Σε αυτές τις περιπτώσεις εφαρμόζονται συγκεκριμένοι υπολογιστικοί και κατασκευαστικοί κανόνες βάση του Ευρωκώδικα 8 (EC8).
- III. **Κατηγορία Πλαστιμότητας Υψηλή (ΚΠΥ):** ανήκουν τα κτίρια που μελετώνται για υψηλή

ικανότητα απόδοσης ενέργειας και υψηλή πλαστιμότητα. Σε αυτές τις περιπτώσεις εφαρμόζονται πιο αυστηροί υπολογιστικοί και κατασκευαστικοί κανόνες της ΚΤΜ.

Παράγοντες που μπορεί να επηρεάσουν την πλαστιμότητα είναι:

- Ο εγκλιβωτισμός θλιβόμενου σκυροδέματος με πυκνούς συνδετήρες.
- Η θλιπτική αντοχή του σκυροδέματος.
- Η αντοχή και το ποσοστό του διαμήκους εφελκυσμένου οπλισμού.
- Η τοποθέτηση του θλιβόμενου οπλισμού.

2.7 Φέρουσα ικανότητα εδάφους

2.7.1 Διατμητική αντοχή εδάφους

Με τον όρο φέρουσα ικανότητα εννοούμε την αντοχή του εδάφους σε θραύση λόγω διατμητικών δυνάμεων. Η τιμή της φέρουσας ικανότητας και της καθίζησης που παρατηρείται εξαρτώνται από:

- Τις διαστάσεις και το σχήμα της θεμελίωσης.
- Το βάθος της θεμελίωσης.
- Τα εφαρμοζόμενα φορτία.
- Τη φύση του εδάφους.

Η διατμητική αντοχή των εδαφών είναι η μέγιστη διατμητική αντίσταση του προβάλλει στις ενεργές διατμητικές τάσεις η αστοχία. Τα εδάφη σπάνια υφίστανται απευθείας διατμητικές τάσεις, ωστόσο αναπτύσσονται συνήθως όταν το έδαφος υφίσταται συμπίεση. Επίσης μπορούν να αναπτυχθούν και όταν το έδαφος υποβληθεί σε ελκυσμό, αν και στην περίπτωση αυτή οι διατμητικές τάσεις δεν είναι ιδιαίτερα σημαντικές από τη στιγμή που το έδαφος θα αστοχήσει σε εφελκυσμό και όχι σε διάτμηση. Η αστοχία σε διάτμηση πραγματοποιείται όταν οι διατμητικές τάσεις που εξαρτώνται άμεσα από τις θλιπτικές τάσεις, ξεπεράσουν σε μέγεθος την διατμητική αντοχή του εδάφους.

Είναι η βασική μηχανική ιδιότητα από την οποία εξαρτάται η σταθερότητα μια εδαφικής μάζας υπό φόρτιση και αποτελεί βασική παράμετρο για τον έλεγχο της φέρουσας ικανότητας των εδαφών, της σταθερότητας των εδαφικών πρανών, τις τάσεις που ασκείτο έδαφος σε στοιχεία αντιστήριξης, κ.ά.

2.7.2 Μορφές θραύσης του εδάφους

Υπάρχουν τρεις μορφές θραύσης κατά τη φέρουσα ικανότητα του εδάφους:

- A. **Γενική θραύση:** χαρακτηρίζεται από την παρουσία μιας συγκεκριμένης εικόνας θραύσης που εμφανίζεται σαν μία συνεχόμενη επιφάνεια από το ένα άκρο του πεδίου μέχρι την επιφάνεια του εδάφους. Η θραύση συνοδεύεται από ισχυρή παραμόρφωση του εδάφους που εμφανίζεται σαν διόγκωση στην ελεύθερη επιφάνεια.
- B. **Τοπική θραύση:** χαρακτηρίζεται από μία εικόνα θραύσης που είναι καθορισμένη μόνο κάτω από την φορτιζόμενη επιφάνεια. Η επιφάνεια θραύσης αρχίζει από το ένα άκρο θεμελίωσης χωρίς να φθάνει στην ελεύθερη επιφάνεια του εδάφους. Παρατηρούνται σημαντικές κατακόρυφες μετακινήσεις και συμπύκνωση του εδάφους κάτω από την θεμελίωση, όπως και στην περίπτωση της βύθισης του θεμελίου. Ουσιαστικά η τοπική θραύση είναι μια ενδιάμεση κατάσταση ανάμεσα στις δύο προηγούμενες ακραίες μορφές θραύσης.
- C. **Βύθιση του θεμελίου μέσα στο έδαφος:** χαρακτηρίζεται από εικόνα θραύσης που δεν είναι απόλυτα καθορισμένη. Με την αύξηση του φορτίου, που συνοδεύεται με συμπύκνωση του εδάφους κάτω από το θεμέλιο ακριβώς παρατηρείται μια συνεχιζόμενη κατακόρυφη καθίζηση. Το έδαφος έξω από την φορτιζόμενη επιφάνεια παραμένει απαραμόρφωτο. Από ένα σημείο και μετά η αύξηση του φορτίου έχει σαν συνέπεια την επιτάχυνση των καθιζήσεων. Το φορτίο θραύσης δεν καθορίζεται ακριβώς, όπως στην προηγούμενη περίπτωση.
(Αναγνωστόπουλος, 2016)

Η μορφή θραύσης που παρατηρείται σε κάθε περίπτωση εξαρτάται από διάφορους παράγοντες. Παράλληλα, εξαρτάται περισσότερο από τη συμπίεση του εδάφους και

λιγότερο από τις γεωμετρικές συνθήκες και τις συνθήκες φόρτισης. Αν το έδαφος είναι πρακτικά ασυμπίεστο, παρουσιάζει τη μορφή της γενικής θραύσης. Αντίθετα, αν το έδαφος είναι πολύ συμπιεστό παρουσιάζει τη μορφή της βύθισης του θεμελίου μέσα στο έδαφος.

2.7.3 Υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας με τη μέθοδο του Terzaghi

Ο υπολογισμός της φέρουσας ικανότητας, δηλαδή ο προσδιορισμός της μέγιστης τάσης που μπορεί να φέρει το έδαφος, είναι πρόβλημα ελαστοπλαστικής ισορροπίας που επιλύεται με ακρίβεια μόνο σε λίγες περιπτώσεις. Η κυριότερη δυσκολία παρουσιάζεται στην σχέση τάσεων - παραμορφώσεων που να αντιπροσωπεύει την μηχανική συμπεριφορά του εδάφους.

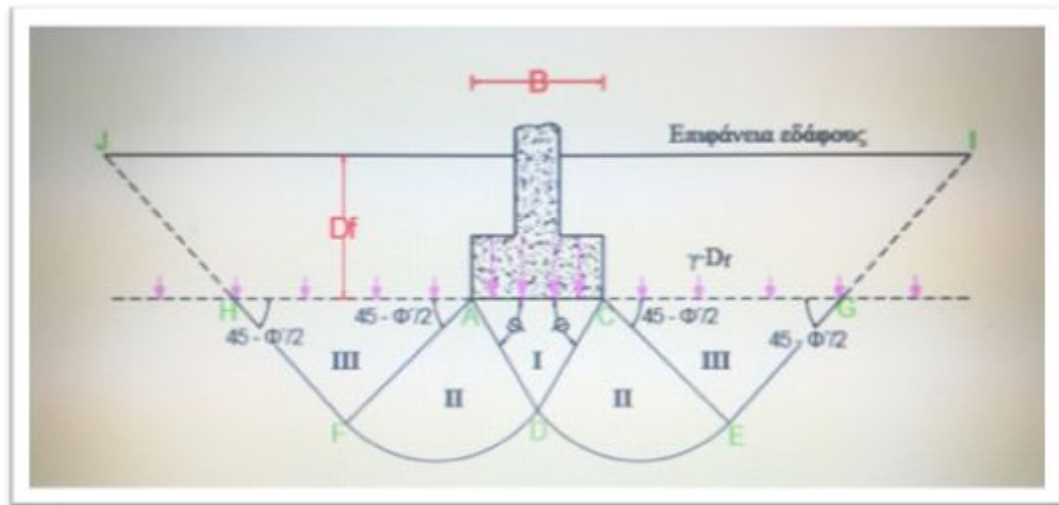
Η λύση που έδωσε ο Terzaghi στο πρόβλημα της φέρουσας ικανότητας, βασίζεται στο παρακάτω θεωρητικό μοντέλο:

Ένα ορθογώνιο πέδιλο με μήκος L , και πλάτος B είναι θεμελιωμένο σε βάθος D_f μέσα στο έδαφος. Η εδαφική μάζα είναι ομοιογενής με φαινόμενο βάρος γ . Τα χαρακτηριστικά της διατμητικής αντοχής του εδάφους, είναι η γωνία εσωτερικής τριβής ϕ και συνοχή c . Το έδαφος συμπεριφέρεται σαν στερεόπλαστικό σώμα.

Για τη λύση του προβλήματος γίνονται οι παρακάτω παραδοχές:

1. Αγνοείται η διατμητική αντίσταση του εδάφους πάνω από τη θεμελίωση.
2. Αγνοείται η τριβή του υπερκείμενου εδάφους και της θεμελίωσης.
3. Το μήκος υποτίθεται πολύ μεγαλύτερο από το πλάτος. Γίνεται δεκτή η λύση για $L/B > 5$.
4. Η θεμελίωση βρίσκεται σε μικρό βάθος $D_f \leq B$.
5. Το φορτίο που δέχεται το έδαφος είναι μόνο κατακόρυφο και ομοιόμορφο.

Σύμφωνα με τον Terzaghi, η ζώνη αστοχίας που δημιουργείται στο έδαφος κατά την εφαρμογή του μέγιστου φορτίου είναι η εξής και η οποία απαρτίζεται από 3 τμήματα:



Σχήμα 10: Μηχανισμός θραύσης Terzaghi.

- Το τριγωνικό τμήμα ACD.
- Τις ζώνες ακτινικής διάτμησης ADE και ADF, με τις καμπύλες επιφάνειες DE και DF να αποτελούν τόξα λογαριθμικής σπείρας.
- Τις τριγωνικές ζώνες ανάπτυξης παθητικών ωθήσεων AFH και CEG.

Η ζώνη Ι συμπεριφέρεται σαν να αποτελεί τμήμα της θεμελίωσης, και όταν πιέζεται προς τα κάτω, με τη σειρά της πιέζει τις ακτινικές ζώνες ΙΙ προς τα πλάγια, και τις παθητικές ζώνες ΙΙΙ προς τα πλάγια και προς τα άνω. (Αναγνωστόπουλος, 2016)

3. ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ

3.1 Σεισμός

Σεισμός είναι εδαφικές δονήσεις που οφείλονται κυρίως στη θραύση ή την ξαφνική μετακίνηση κατά

μήκος ενός υφιστάμενου ρήγματος στο στερεό φλοιό της γης. Ο σεισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο, το οποίο προκαλείται από ξαφνική απελευθέρωση μηχανικής ενέργειας από το εσωτερικό της γης με συνέπεια τη δημιουργία σεισμικών κυμάτων. Τα κύματα αυτά μεταφέρουν την ενέργεια του σεισμού και προκαλούν ταλαντώσεις και αναταράξεις του εδάφους. Άλλη μια συνέπεια των σεισμών, που προκαλείται από τη μετακίνηση των λιθοσφαιρικών πετρωμάτων κατά την εκδήλωσή τους, είναι η δημιουργία τσουνάμι στη θάλασσα όταν ο σεισμός είναι υποθαλάσσιος και η μετακίνηση μεγάλη.

Οι σεισμοί καταγράφονται από ένα σειсмоγραφικό δίκτυο που μετρά τη μετακίνηση του εδάφους στο συγκεκριμένο τόπο.

3.2 Σεισμική επικινδυνότητα

Τα αποτελέσματα των σεισμών καθορίζονται από τις σεισμικές κινήσεις στον τόπο όπου γίνεται σεισμός και από τις ιδιότητες των κατασκευών οι οποίες πρόκειται να υποστούν τις σεισμικές κινήσεις. Για το λόγο αυτό δημιουργήθηκε η ανάγκη να καθοριστούν τρεις σεισμολογικοί όροι, οι οποίοι αντιπροσωπεύουν τα αποτελέσματα των σεισμών στις κατασκευές, την αναμενόμενη απόκριση των κατασκευών στη σεισμική κίνηση και τις αναμενόμενες σεισμικές κινήσεις στα θεμέλια των κατασκευών και είναι οι εξής:

- Ο σεισμικός κίνδυνος: ο βαθμός σεισμικής βλάβης που πρόκειται να υποστεί μία τεχνική κατασκευή. Ο σεισμικός κίνδυνος εξαρτάται από τις σεισμικές κινήσεις στα θεμέλια της κατασκευής και από τον τρόπο απόκρισης της κατασκευής στις σεισμικές κινήσεις.
- Η τρωτότητα: σχετίζεται με την σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών και εξαρτάται από την ποιότητα και τις σεισμικές προδιαγραφές των κατασκευών.

- Η σεισμική επικινδυνότητα : αποτελεί μια φυσική παράμετρο που δεν δέχεται παρεμβάσεις για να μειωθεί.

Γενικά η σεισμική επικινδυνότητα σε μία θέση εξαρτάται κυρίως από το είδος και το μέγεθος της σεισμικής πηγής, την επίδραση του μέσου διάδοσης καθώς και την επίδραση των τοπικών συνθηκών του εδάφους. Ως μέτρο αυτής μπορεί να οριστεί και η τιμή της παραμέτρου της εδαφικής ταλάντωσης όπως εδαφική επιτάχυνση, ταχύτητα, μετακίνηση και οι φασματικές τιμές αυτών, για την οποία υπάρχει προκαθορισμένη πιθανότητα υπέρβασης σε ορισμένη χρονική περίοδο. Τέλος, η σεισμική επικινδυνότητα μια περιοχής εξαρτάται από:

i. Την σεισμικότητα της τόσο της περιοχής όσο και της ευρύτερης γεωγραφικά περιοχής, όπως και τις ιδιότητες και τα χαρακτηριστικά του κάθε χώρου.

ii. Το μέσο διάδοσης και την απόσταση από το επίκεντρο του σεισμού.

iii. Την τοπική γεωλογία και τις τοπικές γεωλογικές συνθήκες.

Η σεισμικότητα διαφέρει από περιοχή σε περιοχή αλλά ακόμα και μέσα στο χρόνο υπάρχουν κάποιες περιόδους με έντονη σεισμικότητα και κάποιες περιοχές και περιόδους όπου η σεισμικότητα βρίσκεται σε ύφεση. Οι αβεβαιότητες που συνδέονται με την εκτίμηση της σεισμικότητας είναι πολύ μεγάλες στις παραμέτρους του χώρου και του χρόνου αλλά και στην ένταση, δηλαδή το μέγεθος του σεισμού.

Το μέγεθος του σεισμού εκφράζει την ενέργεια που απελευθερώνεται από αυτόν, ενώ η ένταση εκφράζει τις επιπτώσεις αυτού στον άνθρωπο, το περιβάλλον, τις κατασκευές αξιοποιώντας τις μακροσεισμικές παρατηρήσεις σε μια περιοχή. Παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η σεισμική ένταση είναι:

i. Οι ιδιότητες της σεισμικής εστίας (μέγεθος, σεισμική ροπή κ.ά.).

ii. Οι ιδιότητες του μέσου διάδοσης των σεισμικών κυμάτων.

iii. Οι τοπικές γεωλογικές συνθήκες (κατηγορία εδάφους) κάθε μία αποτελείται από ορισμένους βαθμούς μακροσεισμικής έντασης που αναπαριστούνται με τους λατινικούς αριθμούς. Ο πιο διαδομένες είναι η τροποποιημένη κλίμακα Mercalli (1931) με 12 βαθμίδες καθώς και η κλίμακα MSK (1964) με 12 βαθμίδες επίσης. Στην Ελλάδα η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη ήταν η κλίμακα Mercalli ενώ σε Ευρωπαϊκό επίπεδο χρησιμοποιείται η MSK σε μια πιο εξελιγμένη μορφή προσαρμοσμένη στα Ευρωπαϊκά δεδομένα.

MMI	Χαρακτηρισμός	Σύντομη Περιγραφή Συνεπειών
I	Ανεπαίσθητος	Μπορεί να γίνει αντιληπτός από ανθρώπους μόνο σε εξαιρετικά περιπτώσεις
II	Ελάχιστη Αισθητός	Μπορεί να γίνει αντιληπτός από ανθρώπους που βρίσκονται στους ανώτερους ορόφους κτιρίων
III	Ασθενής	Αισθητός (συχνά όχι ως σεισμός) σε ανώτερους ορόφους κτιρίων, πιθανόν σε σταματημένα οχήματα
IV	Μέτριας Εντόσεως	Αισθητός κυρίως σε όσους βρίσκονται στο εσωτερικό κτιρίων, εάν σιμφει νύχτα μπορεί να ξυπνήσει κάποιους, προκαλεί τρεμάσις σε τοίχους κτιρίων και κρατάλισμα πορσελάντινων ή γυάλινων σκευών
V	Σχετικά Ισχυρός	Αντιληπτός σχεδόν από όλους, μπορεί να προκαλέσει σπάζσιμο γυάλινων σκευών και να θέσει σε κίνηση μεγάλα κειμήλια
VI	Ισχυρός	Αντιληπτός από όλους, ορισμένοι εγκαταλείπουν το εσωτερικό κτιρίων, σπάζσιμο σκευών, μετακίνηση βαρέων επίπλων, ίσως ελαφρές βλάβες σε διακοσμητικά στοιχεία κτιρίων
VII	Πολύ Ισχυρός	Δύσκολο να παραμείνει κανείς όρθιος, ανεπαίσθητες βλάβες σε σύγχρονα κτίρια με καλή ποιότητα κατασκευής, μέτρια σε παλαιότερα κτίρια, πιθανόν σημαντικές σε παλιά κτίρια κακής ποιότητας κατασκευής, αισθητός και στους οδηγούς οχημάτων
VIII	Προκαλεί Βλάβες	Μέτριας βλάβες σε σύγχρονα κτίρια, σημαντικές σε παλαιότερα κτίρια, σοβαρές σε παλιά κτίρια κακής ποιότητας κατασκευής, πιθανές πτώσεις μηχανίων, στοιβάδων προϊόντων κτλ.
IX	Προκαλεί Πολύ Σοβαρές Βλάβες	Γενικευμένος πανικός, σημαντικές βλάβες σε σύγχρονα κτίρια, τα οποία πιθανόν να αποκλίνουν από την κατακόρυφο μετά το πέρας του σεισμού, σοβαρές βλάβες στα υπόλοιπα κτίρια με μερική κατάρρευση σε αρκετές περιπτώσεις
X	Καταστροφικός	Καταστροφή των περισσότερων κτιρίων από σκυρόδεμα και τοιχοποιία, λυγισμός στις σιδηροδρομικές τροχιές
XI	Πολύ Καταστροφικός	Ελάχιστες κατασκευές ίσως παραμείνουν όρθιες, κατάρρευση γεφυρών, σοβαρός λυγισμός στις σιδηροδρομικές τροχιές
XII	Καθολικά Καταστροφικός	Όλικη καταστροφή του δομημένου περιβάλλοντος. Η επιφάνεια του εδάφους διαστρεβλώνεται, αντικείμενα πετάγονται στον αέρα κατά τη διάρκεια της κίνησης, μεγάλα βραχώδη τεμάχια αποκολλούνται.

Σχήμα 11: Κλίμακα σεισμικής έντασης Mercalli (Wikipedia, 2020)

3.2.1. Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας Ελλάδας

Με τον νέο χάρτη ο Ελλαδικός χώρος χωρίζεται σε τρεις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας με

αντίστοιχες τιμές ενεργών εδαφικών επιταχύνσεων σχεδιασμού οι οποίες φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 6: Ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας (ΕΑΚ 2003 τροποποιήσεις).

ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΕΠΙΚΙΝΔΥΝΟΤΗΤΑΣ	ΕΠΙΤΑΧΥΝΣΗ
ΖΩΝΗ Ι	0,16 g
ΖΩΝΗ Ι Ι	0.24 g
ΖΩΝΗ Ι Ι Ι	0.36 g



Σχήμα 11: Νέος Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας.
(buildinghow.com, 2020)

Οι σημαντικότερες διαφορές μεταξύ του Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας και του Νέου Χάρτη Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας είναι οι εξής:

- Καταργείται η χαμηλή ζώνη με 0,12g και οι περιοχές που άνηκαν στην ζώνη αυτή κατατάσσονται πλέον στην Ζώνη Ι με 0,16g.
- Η Ελλάδα πλέον αποτελείται από τρεις σεισμικές ζώνες και όχι από τέσσερις.
- Αλλάζουν τα όρια των ζωνών με αντίστοιχες εδαφικές επιταχύνσεις 0,16g και 0,24g ενώ παραμένουν ως έχουν τα όρια της υψηλής ζώνης

0,36g (το τρίγωνο Κεφαλονιά- Ζάκυνθος- Λευκάδα)

3.3 Αποτελέσματα σεισμών στις τεχνικές κατασκευές

Οι σεισμικές βλάβες χωρίζονται σε δύο κατηγορίες:

- A. Άμεσες βλάβες: που οφείλονται στη διάδοση των σεισμικών κυμάτων από το έδαφος στα θεμέλια, τους τοίχους και τις στέγες των κτιρίων.
- B. Έμμεσες βλάβες: που προκαλούνται από πυρκαγιές, οι οποίες έχουν «γεννηθεί» κατά την διάρκεια πολύμεγάλων σεισμών.

3.3.1 Συμπεριφορά κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος

Η πλειονότητα των κτιρίων στις επιρρεπείς περιοχές σεισμού κατασκευάζεται από οπλισμένο σκυρόδεμα και αυτό συμβαίνει διότι όταν το υλικό αυτό σχεδιάζεται και κατασκευάζεται κατάλληλα μπορεί να ανταπεξέλθει καλύτερα από άλλα υλικά στις σεισμικές περιοχές.

Είναι ένα υλικό το οποίο είναι διαθέσιμο και κυρίως οικονομικό και αυτός είναι ο κύριος λόγος για τον οποίο χρησιμοποιείται στην χώρα μας όπου η βιομηχανία του σιδήρου είναι αρκετά ακριβή. Το οπλισμένο σκυρόδεμα μπορεί να πετύχει ουσιαστική κληρότητα και έτσι επιτυγχάνει ελάχιστα επίπεδα σεισμικής παραμόρφωσης. Η εφαρμογή του πρέπει να είναι σωστή και λεπτομερής ώστε να πετύχει την ικανότητα της ολκιμότητάς του. Προβλήματα ολκιμότητας εμφανίζονται σε σπάνιες κατασκευές, ακόμα και να έχει γίνει λεπτομερής έρευνα και έλεγχος.

Οι δυσκολίες που υπάρχουν είναι στην ένωση των δοκαριών με τις κολώνες ώστε να αποφευχθεί η ροπή στρέψης. Οι περισσότεροι

κώδικες σχεδιασμού υιοθετούν την θεωρία του ότι οι δομικές ζημιές είναι αποδεκτές σε σπάνιες περιπτώσεις σεισμών, αλλά η κατάρρευση δεν είναι σε καμία περίπτωση αποδεκτή.

Βασικό στοιχείο για την σωστή επίδοση κάτω από οποιοδήποτε φορτίο είναι η σωστή επιλογή του φέροντα οργανισμού. Κτίρια τα οποία έχουν απλή, τακτική και συμπαγή διαρρύθμιση ενσωματώνουν μία συνεχή πλευρική δύναμη που αντιστέκεται στις τάσεις του συστήματος αντίθετα πολύπλοκοι δομικοί μηχανισμοί που εμφανίζουν ασάφειες και βασίζονται σε αποτελεσματικούς τρόπους μη πλευρικών φορτίων μπορούν να οδηγήσουν σε απρόβλεπτη και μη θεμιτή δομική συμπεριφορά.

3.4 Κανόνες για κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος

3.4.1. Κατηγορίες Πλαστιμότητας

Ο EC8 ορίζει δύο κατηγορίες πλαστιμότητας που σχεδιάζονται για πλαστιμότητα και απόδοση ενέργειας:

- I. Την Υψηλή Κατηγορία Πλαστιμότητας όπου $q > 4,0$.
- II. Την Μέση Κατηγορία Πλαστιμότητας όπου $1,5 < q < 4,0$.

Εκτός από το διαφορετικό q οι δύο Κατηγορίες Πλαστιμότητας αντιστοιχούν σε:

- A. διαφορετικούς περιορισμούς και υλικά
- B. διαφορετικά εντατικά μεγέθη σχεδιασμού
- C. διαφορετικούς κανόνες ικανοτικού σχεδιασμού και τοπικής πλαστιμότητας

Η χαμηλή Κατηγορία Πλαστιμότητας είναι μια κατηγορία χωρίς αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας κατά ΕΑΚ 2000 που προβλέπει τη διαστασιολόγηση των μελών για την ένταση που προκύπτει από το σεισμό σχεδιασμού με

συντελεστή συμπεριφοράς $q = 1.5$, κατασκευαστική διαμόρφωση και λεπτομέρειες όπλισης, με κάποιους περιορισμούς στα υλικά ($\geq C16/20$ και αποφυγή ψαθυρών χαλύβων).

Στην Ελλάδα δεν επιτρέπεται η σχεδίαση φορέων κτιρίου οπλισμένου σκυροδέματος για Χαμηλή Κατηγορία Πλαστιμότητας. Να σημειωθεί ότι στις Σεισμικές Ζώνες ΙΙ και ΙΙΙ επιτρέπεται μόνο η Υψηλή Κατηγορία Πλαστιμότητας.

3.4.2. Συστήματα φορέων κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος

Ο EC8 ορίζει ως βασικούς τύπους στατικού συστήματος φορέων κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος τους παρακάτω:

- Πλασιακό σύστημα : Είναι αυτό όπου πλαίσια δοκών - υποστυλωμάτων αναλαμβάνουν περισσότερο από 65% της V_b .
- Τοιχωματικό σύστημα : Είναι αυτό όπου τοιχώματα αναλαμβάνουν περισσότερο από 65% της σεισμικής τέμνουσας βάσης κατά την ελαστική ανάλυση.
- Δυαδικό σύστημα : Είναι αυτό όπου τοιχώματα και πλαίσια αναλαμβάνουν από 35% έως 65% της V_b .

3.5 Προληπτικά μέτρα αντιμετώπισης

Οι σεισμοί είναι φυσικά φαινόμενα, που εκδηλώνονται ξαφνικά και απρόσμενα, κτίρια και άλλες κατασκευές είναι δυνατόν να καταρρεύσουν, όπως πολύ φυσικό είναι ανάλογα το μέγεθος του σεισμού να υπάρξουν θύματα και τραυματίες. Τους σεισμούς δεν μπορούμε να τους σταματήσουμε ή να τους προβλέψουμε, μπορούμε όμως να μειώσουμε τις συνέπειές τους, όταν εφαρμόσουμε με προσοχή προληπτικά μέτρα πριν την εκδήλωσή τους.

Τα προληπτικά μέτρα έχουν ως στόχο των περιορισμό των συνεπειών από τους σεισμούς καθώς και την καλύτερη τεχνική και οικονομική αντιμετώπιση των συνεπειών τους. Τα μέτρα αυτά είναι ο αντισεισμικός σχεδιασμός των νέων κτιρίων σύμφωνα με τα σεισμικά δεδομένα της περιοχής, ο προσεισμικός έλεγχος και η εφαρμογή μέτρων επέμβασης σε υφιστάμενα κτίρια για βελτίωση της αντισεισμικότητάς τους.

Σαφώς και υπάρχουν κατασκευές που έχουν σχεδιαστεί με σχετικές αντισεισμικές μελέτες, με την πάροδο του χρόνου όμως μειώνεται η αντισεισμική φέρουσα ικανότητά τους, είτε λόγω γήρανσης των υλικών τους, είτε λόγω συσώρευσης βλαβών από διάφορα αίτια, αυξάνοντας έτσι την τρωτότητά τους και την πιθανότητα κατάρρευσής τους σε περίπτωση σεισμού. Έτσι, λοιπόν, ο προσεισμικός έλεγχος και οι τεχνικές παρεμβάσεις πρέπει να αποτελούν μια συνεχή προσπάθεια.

Σημαντικό μέτρο είναι και η κατάλληλη οργάνωση των Κρατικών Υπηρεσιών σε θέματα αντισεισμικού σχεδιασμού και προστασίας καθώς και στο χωροταξικό σχεδιασμό.

3.6 Προσεισμικοί Έλεγχοι

Η επιστημονική ομάδα του ΟΑΣΠ, δημιούργησε ένα δελτίο για τον προσεισμικό έλεγχο των κτιρίων και τον καθορισμό της σεισμικής τους τρωτότητας και το οποίο αποτελείται από τα εξής τρία στάδια ελέγχου:

- Πρωτοβάθμιος έλεγχος (Ταχύς Οπτικός Έλεγχος): ταχεία εκτίμηση της σεισμικής ικανότητας για τα δημόσια και κοινωφελούς χρήσης κτίρια.
- Δευτεροβάθμιος έλεγχος: προσεγγιστική αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας των κτιρίων με βάση αναλυτικότερους

υπολογισμούς για τα κτίρια που κρίθηκαν ανεπαρκή στον πρωτοβάθμιο έλεγχο.

- Τριτοβάθμιος έλεγχος: αναλυτικός υπολογισμός της σεισμικής ικανότητας του κτιρίου.

	ΔΟΜΙΚΟΣ ΤΥΠΟΣ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΔΟΜΙΚΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ	ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΙ
ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ	ΟΣ1	Κτήρια με πλαίσιακό φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα (ΟΣ)	Αντισεισμικός Κανονισμός 1959 (Α/Σ '59) Κανονισμός Σκυροδέματος 1954 (Κ/Σ '54)
	ΟΣ2	Κτήρια με μικτό φέροντα οργανισμό από ΟΣ (υποστυλώματα και τοιχώματα)	Αντισεισμικός Κανονισμός 1959 (Α/Σ '59) Κανονισμός Σκυροδέματος 1954 (Κ/Σ '54)
	ΟΣ3	Κτήρια με μικτό φέροντα οργανισμό από ΟΣ (υποστυλώματα και τοιχώματα ώστε να απαλλάσσεται του Α/Σ υπολογισμού)	Αντισεισμικός Κανονισμός 1959 (Α/Σ '59) Κανονισμός Σκυροδέματος 1954 (Κ/Σ '54)
	ΟΣ4	Κτήρια με πλαίσιακό φέροντα οργανισμό από ΟΣ	Α/Σ '59 με προσθήκες 1985 Κ/Σ '54
	ΟΣ5	Κτήρια με μικτό φέροντα οργανισμό από ΟΣ (υποστυλώματα και τοιχώματα)	Α/Σ '59 με προσθήκες 1985 Κ/Σ '54
	ΟΣ6	Κτήρια με πλαίσιακό φέροντα οργανισμό από ΟΣ	Α/Σ : ΝΕΑΚ Κ/Σ : ΝΕΚΟΣ
	ΟΣ7	Κτήρια με μικτό φέροντα οργανισμό από ΟΣ (υποστυλώματα και τοιχώματα)	Α/Σ : ΝΕΑΚ Κ/Σ : ΝΕΚΟΣ
ΠΡΟΚ ΑΤΑΙ ΚΕΥΗ	ΠΟΣ1	Κτήρια με προκατασκευασμένο πλαίσιακό φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα	
	ΠΟΣ2	Κτήρια με προκατασκευασμένα τοιχώματα από οπλισμένο σκυρόδεμα	
ΦΕΡΟΥΣΑ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑ	ΑΤ1	Κτήρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία κυρίως λιθοδομή (αργοί ή ημιλαξευτοί λίθοι), χωρίς διαζώματα ή διαφράγματα, με ξύλινη στέγη	
	ΑΤ2	Κτήρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, με διαφράγματα (πατώματα) από ΟΣ	
	ΔΤ	Κτήρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία κυρίως λιθοδομή (αργοί ή ημιλαξευτοί λίθοι), με διαζώματα και διαφράγματα από ΟΣ	
	ΟΤ	Κτήρια με φέρουσα οπλισμένη τοιχοποιία κυρίως από σύγχρονου τύπου τοιχοσώματα, με διάσπαρτο οπλισμό (οριζοντίως και κατακόρυφως), με διαφράγματα και ίσως και πρόσθετα διαζώματα από ΟΣ	
	ΕΤ	Κτήρια με φέρουσα άοπλη τοιχοποιία, επισκευασμένα και ενισχυμένα με διαζώματα, διαφράγματα και κατάλληλα συνδεδεμένους και θεμελιωμένους ελαφρούς μανδύες από ΟΣ, μονόπλευρους και αμφίπλευρους	
	Σημείωση: 1. Ως διαζώματα νοούνται οριζόντια και κατακόρυφα στοιχεία από ΟΣ, με ισχυρές συνδέσεις με τους τοίχους και με ισχυρούς κόμβους στις συναντήσεις τους, σύμφωνα με τις σύγχρονες αντιλήψεις και κανονιστικές απαιτήσεις/ διατάξεις για διαζωματική περιορισμένη τοιχοποιία 2. Ως διαφράγματα νοούνται ελαφρές συνεχείς πλάκες από ΟΣ, με ισχυρές συνδέσεις με τους τοίχους και με το πλέγμα των οριζοντίων και κατακόρυφων διαζωμάτων		
ΜΕΤΑΛΛΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ	ΧΛ1α	Μονώροφα βιομηχανικά κτήρια	Α/Σ '59, DIN 1050 (ξένος κανονισμός)
	ΧΛ1β		ΝΕΑΚ '96 Ευρωκώδικας 3
	ΧΛ2α	Πολυώροφα μεταλλικά κτήρια ως χωρικά πλαίσια ή/ και με κατακόρυφους μεταλλικούς συνδέσμους	Α/Σ '59, DIN 1050 (ξένος κανονισμός)
	ΧΛ2β		ΝΕΑΚ '96 Ευρωκώδικας 3
<u>Παρατήρηση:</u> Για μεταλλικά κτήρια με τοιχώματα ή/ και πυρήνες από σκυρόδεμα ισχύουν τα αντίστοιχα των τοιχωματικών κτηρίων από σκυρόδεμα.			

Σ χήμα 12: Δομικοί τύποι κτιρίων κατά ΟΑΣΠ. (ΟΑΣΠ, 2020)

4. ΤΟΙΧΩΜΑΤΑ

4.1 Γενικά

Τοιχώματα είναι τα φέροντα στοιχεία τα οποία καλούνται να αναλάβουν το μεγαλύτερο μέρος των οριζόντιων δυνάμεων που επιβάλλονται στο κτίριο από το σεισμό. Έτσι, τα αντισεισμικά τοιχώματα καταπονούνται με εξαιρετικά μεγάλες τέμνουσες δυνάμεις.

Όσο πιο δύσκαμπτο είναι ένα τοίχωμα τόσο μεγαλύτερη τέμνουσα σεισμού παραλαμβάνει. Η ύπαρξη πολύ δύσκαμπτων τοιχωμάτων, δηλαδή πολύ κοντών τοιχωμάτων είναι ιδιαίτερα επωφελής στην αντισεισμική προστασία των πολυώροφων κτιρίων. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού, η χρήση των πολύ κοντών τοιχωμάτων είναι αναπόφευκτη και υποχρεωτική.

Τα δύσκαμπτα αντισεισμικά τοιχώματα παρουσιάζουν τα εξής **πλεονεκτήματα**:

i. το σπουδαίότερο είναι η σημαντική αύξηση της δυσκαμψίας ενός κτιρίου που οδηγεί στη μείωση των φαινόμενων δευτέρας τάξεως και επομένως στην αύξηση της ασφάλειας έναντι καταρρέυσεως, αλλά και στη μείωση των βλαβών στο μη φέροντα οργανισμό.

ii. μετά την ρηγμάτωση είναι σε θέση να διατηρήσουν σε ένα μεγάλο βαθμό τη φέρουσα ικανότητά τους. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι το ρήγμα που προκαλεί την αστοχία εμφανίζεται σε διπλάσιο φορτίο από εκείνο των άλλων ρηγμάτων.

iii. η αντισεισμική συμπεριφορά τους είναι πιο αξιόπιστη σε σχέση με εκείνη των κτιρίων με εύκαμπτα τοιχώματα.

Σημαντικό μειονέκτημα των αντισεισμικών τοιχωμάτων είναι :

i.λόγω της μεγάλης σεισμικής δύναμης που παραλαμβάνουν αστοχούν αποκλειστικά σε διάτμηση η οποία έχει ψαθυρό χαρακτήρα με αποτέλεσμα απότομη συντριβή του σκυροδέματος. Εξαιτίας της μη πλαστικής συμπεριφοράς, οι κανονισμοί έχουν ορισμένους περιορισμούς για κτίρια με δύσκαμπτα τοιχώματα όπως χαμηλούς συντελεστές συμπεριφοράς και δυνάμεις σχεδιασμού μεγαλύτερες από ότι για κτίρια με πλαστική συμπεριφορά.

Τα τοιχώματα οπλισμένου σκυροδέματος χρησιμεύουν :

- i. Στο να παραλαμβάνουν κατακόρυφα φορτία βαρύτητας.
- ii. Ως τοιχώματα γωνιακών τοίχων αντιστήριξης για να παραλαμβάνουν κατακόρυφα και οριζόντια φορτία υπόμορφη πιέσεων.
- iii. Για να παραλαμβάνουν οριζόντια σεισμικά φορτία ή φορτία ανέμων.

Σε περιοχές με έντονη σεισμική δραστηριότητα τα τοιχώματα αποτελούν το βασικότερο δομικό στοιχείο στη διαμόρφωση του φέροντος οργανισμού της αντισεισμικής κατασκευής.

4.2 Οπλισμός τοιχωμάτων

Σύμφωνα με τον ΕΚΩΣ 2000 παρ. 18.6.1 οι οπλισμοί των τοιχωμάτων πρέπει να είναι υψηλής συνάφειας και να σχηματίζουν δύο εσχάρες ώστε να βρίσκεται μια σε κάθε όψη του τοιχίου οι οποίες θα συνδέονται με εγκάρσιο οπλισμό. Για τον οπλισμό των τοιχωμάτων ο κανονισμός προβλέπει :

· Απαγορεύεται η χρήση ράβδων S220 ως κατακόρυφος ή οριζόντιος οπλισμός.

- Ελάχιστη διάμετρος του κατακόρυφου οπλισμού $\phi 10$ και οριζόντιου $\phi 8$.
- Μέγιστη διάμετρος κατακόρυφων ράβδων το $1/10$ του πάχους του τοιχώματος.
- Στον κορμό του τοιχώματος ο κατακόρυφος οπλισμός μαζί με τον οριζόντιο διατάσσονται σε δύο εσχάρες σε κάθε όψη του τοιχώματος, οι οποίες πρέπει να συνδέονται με εγκάρσιο σιγμοειδή οπλισμό $4\phi 8/\tau.μ.$ και η απόσταση δύο γειτονικών κατακόρυφων ράβδων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 30 cm πλὴν της κρίσιμης περιοχής όπου μειώνεται σε 20 cm .
- Στα άκρα των τοιχωμάτων προβλέπεται η διαμόρφωση υποστυλωμάτων μήκους $1.5d$. Ο οπλισμός αυτών των υποστυλωμάτων πρέπει να κυμαίνεται από 00.1 ως 0.04 της αντίστοιχης διατομής του υποτιθέμενου υποστυλώματος.

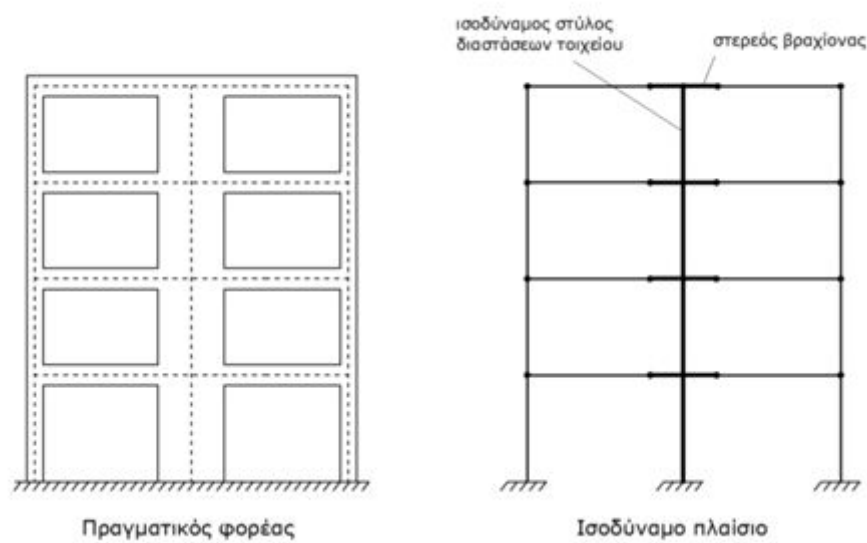
4.3 Προσομοίωση τοιχωμάτων

Η προσομοίωση τοιχωμάτων μπορεί να γίνει με δύο τρόπους:

A. Με γραμμικά στοιχεία : Στην μέθοδο αυτή γίνεται αντικατάσταση των επιφανειακών τμημάτων του τοιχώματος με γραμμικά στοιχεία που έχουν αντίστοιχες ιδιότητες. Ο στύλος έχει τις διαστάσεις διατομής του τοιχώματος το οποίο σημαίνει ότι έχει την ίδια δυσκαμψία και διστρεψία. Επίσης η δοκός χρησιμοποιείται σε κάθε στάθμη ορόφου αρκεί να έχει χαρακτηριστικά στερεού βραχίονα με στόχο την προσομοίωση σε οριζόντια διεύθυνση του τμήματος του τοιχώματος μεταξύ των ορόφων του κτιρίου. (Αβραμίδης, 2008)

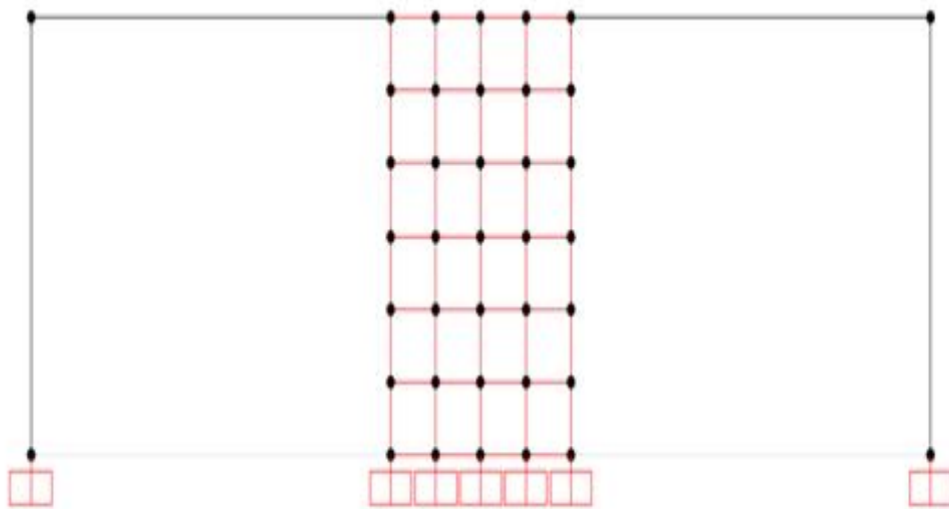
Βάση ΕΑΚ 200 παρ. 3.2.3.η ροπή αδράνειας σε κάμψη λαμβάνεται από τα τοιχώματα στα $2/3$ της τιμής της ενώστην στρεπτική δυσκαμψία ίση με το $1/10$. Ένα από τα προβλήματα που διαπιστώνεται κατά την παραπάνω επιλογή προσομοίωσης,

αφορά τη σύνδεση των δοκών που χαρακτηρίζονται από πεπερασμένες τιμές γεωμετρικών ιδιοτήτων με τους βραχίονες στους οποίους τίθενται ιδιαίτερα υψηλές τιμές των αντίστοιχων χαρακτηριστικών. Τέτοιες συνδέσεις κρύβουν τον κίνδυνο αριθμητικών ασταθειών κατά την ανάλυση, ενώ συχνά οδηγούν σε διαφοροποίηση της τιμής των εντατικών μεγεθών στο άκρο της δοκού.



Σχήμα 13: Προσομοίωση τοιχώματος με χρήση συνδυασμού γραμμικών στοιχείων.

Β. Με επιφανειακά στοιχεία: Πιο ακριβής στα αποτελέσματα είναι η προσομοίωση των τοιχωμάτων με χρήση επιφανειακών στοιχείων. Γίνεται χρήση στοιχείων κελύφους τα οποία έχουν πάχος διατομής ίσο με το πάχος του τοιχώματος. Πολύσημαντικό σημείο για αυτή την μέθοδο είναι το σημείο συναρμογής των δοκών με το τοίχωμα.



Σχήμα 14: Φορέας με επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία και πάκτωση στη βάση του τοιχώματος.

4.4 Τρόποι Κατασκευής

Οι τεχνικές προσθήκης τοιχωμάτων για την αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας διακρίνονται σε τοιχώματα από έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα και από προκατασκευασμένα τοιχώματα.

Τα τοιχώματα από εκτοξευόμενο ή έγχυτο σκυρόδεμα κατασκευάζονται στο εσωτερικό των πλαισίων με οπλισμό και στις δύο διευθύνσεις που αγκυρώνεται περιμετρικά σε όλα τα στοιχεία του πλαισίου ή μόνο στις δοκούς. Απαιτείται ιδιαίτερη προσοχή στις τεχνικές σκυροδέτησης για την αποφυγή των αρνητικών επιπτώσεων στη σύνδεση του τοιχώματος με τα μέλη του πλαισίου, λόγω ξήρανσης του σκυροδέματος και για το λόγο αυτό χρησιμοποιούνται μη συρρικνούμενα σκυροδέματα ειδικής σύνθεσης. Τα προκατασκευασμένα τοιχώματα μπορεί να είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα με εσωτερικό γέμισμα από μονωτικά υλικά και κατασκευάζονται σε βιομηχανικές μονάδες ακολουθώντας συγκεκριμένες τεχνικές, με αποτέλεσμα να πληρούν τις απαιτήσεις μιας

μελέτης με μεγάλη ακρίβεια. Τέλος, η κατασκευή τους είναι πιο εύκολη, πιο οικονομική και η τοποθέτηση τους στο πιο γρήγορη.

5. ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ FESPA

5.1. Περιγραφή κατασκευής

Στην συγκεκριμένη εργασία μελετάται ένας φορέας οπλισμένου σκυροδέματος στις τρεις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας. Πρόκειται για ένα πενταόροφο κτίριο ορθογωνικής κάτοψης διαστάσεων 25 * 25. Ως υλικά κατασκευής έχουν χρησιμοποιηθεί τα εξής:

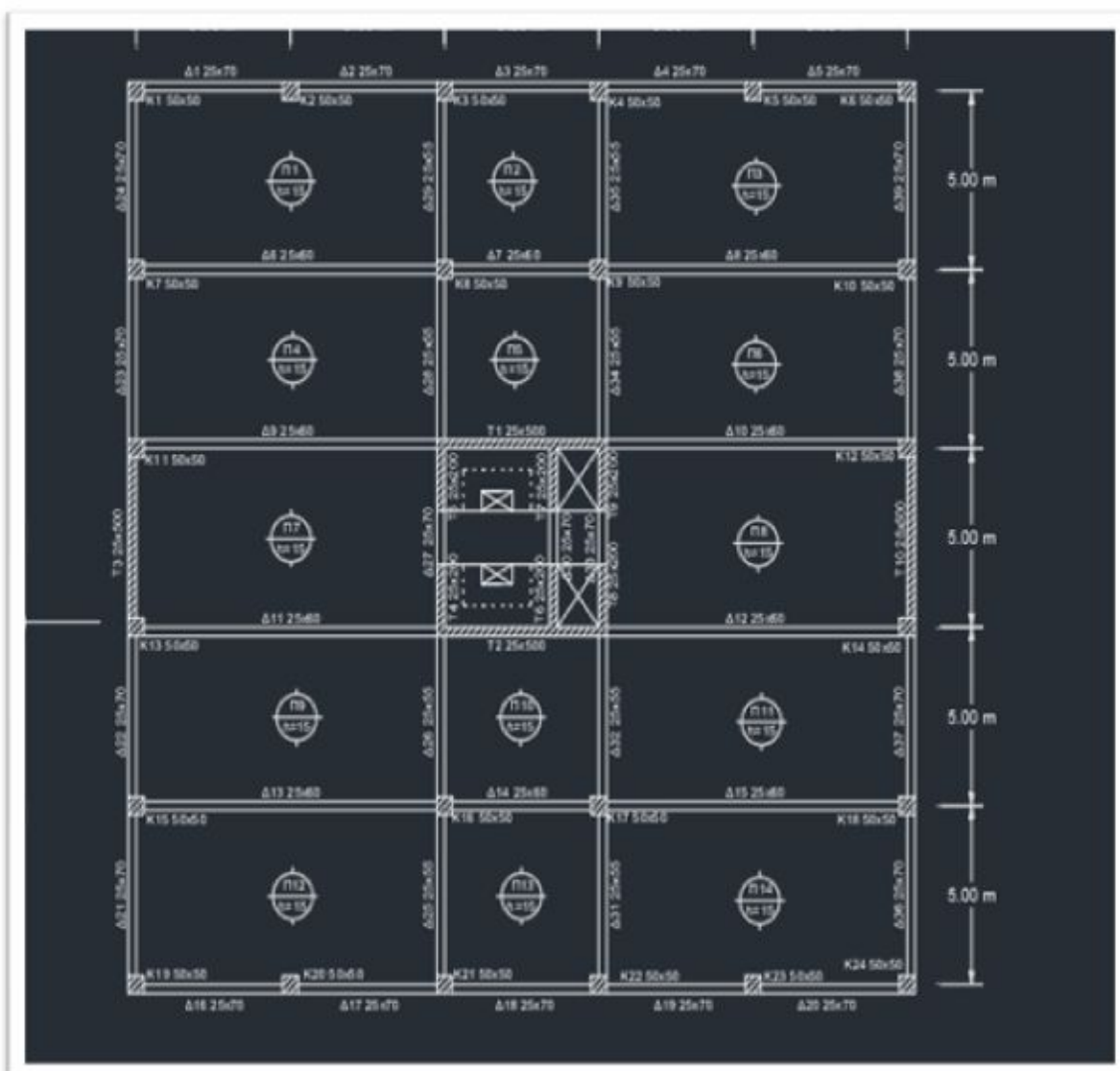
1. Σκυρόδεμα ποιότητας C30/37
2. Χάλυβας ποιότητας B500c.

Παρακάτω δίνεται ένας συγκεντρωτικός πίνακας με όλα τα γεωμετρικά στοιχεία της κάτοψης.

Πίνακας 7: Γεωμετρικά στοιχεία κάτοψης.

ΟΡΟΦΟΣ	Υψος Ορόφου (m)	Διαστάσεις Δοκών (περιμετρικές)	Διαστάσεις Δοκών (εσωτερικές)	Πάχος Τοιχώματος (m)	Υποστυλώματα
1ος Ισόγειο	4,50	25 * 70	25 * 60	25,00	50 * 50
2ος	3,00	25 * 70	25 * 60	25,00	50 * 50
3ος	3,00	25 * 70	25 * 60	25,00	45 * 45
4ος	3,00	25 * 70	25 * 60	25,00	40 * 40

5 ος	3,00	25 * 70	25 * 60	25,00	35 * 35
------	------	---------	---------	-------	---------



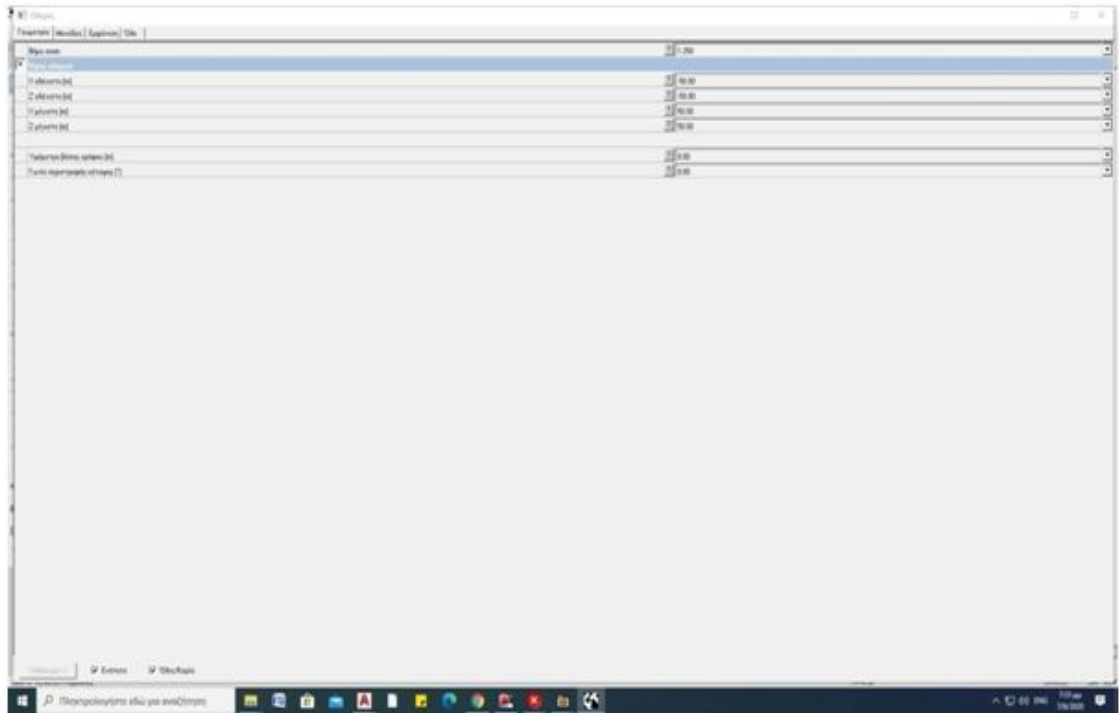
Σχήμα 15: Κάτοψη κτιρίου.

5.2. Προσομοίωση Γεωμετρίας Φορέα

Για την προσομοίωση της κατασκευής επιλέγεται το πρόγραμμα FESPA.

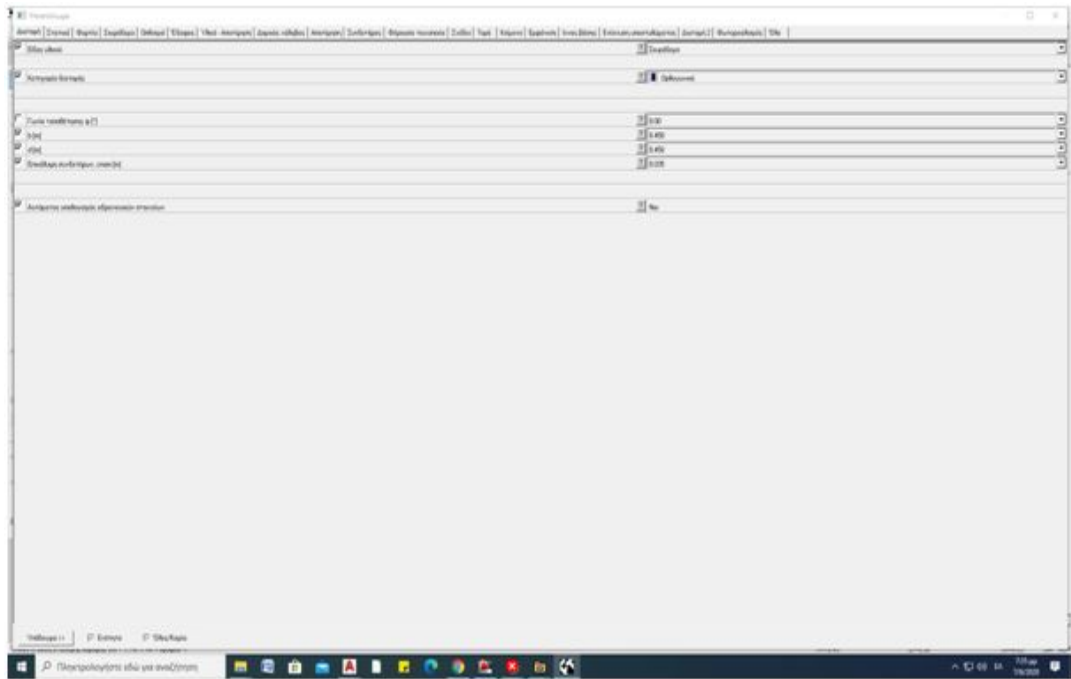
Βήμα 1^ο: Από την αρχική καρτέλα του προγράμματος με την επιλογή γραμμικά → οδηγός δημιουργούμε τα κατάλληλα σημεία ώστε να δημιουργηθούν οι κατάλληλες έλξεις για την εισαγωγή της γεωμετρίας του φορέα όπως

απεικονίζεται στον ξυλότυπο της προσομοίωσης του πεντάροφου κτιρίου.



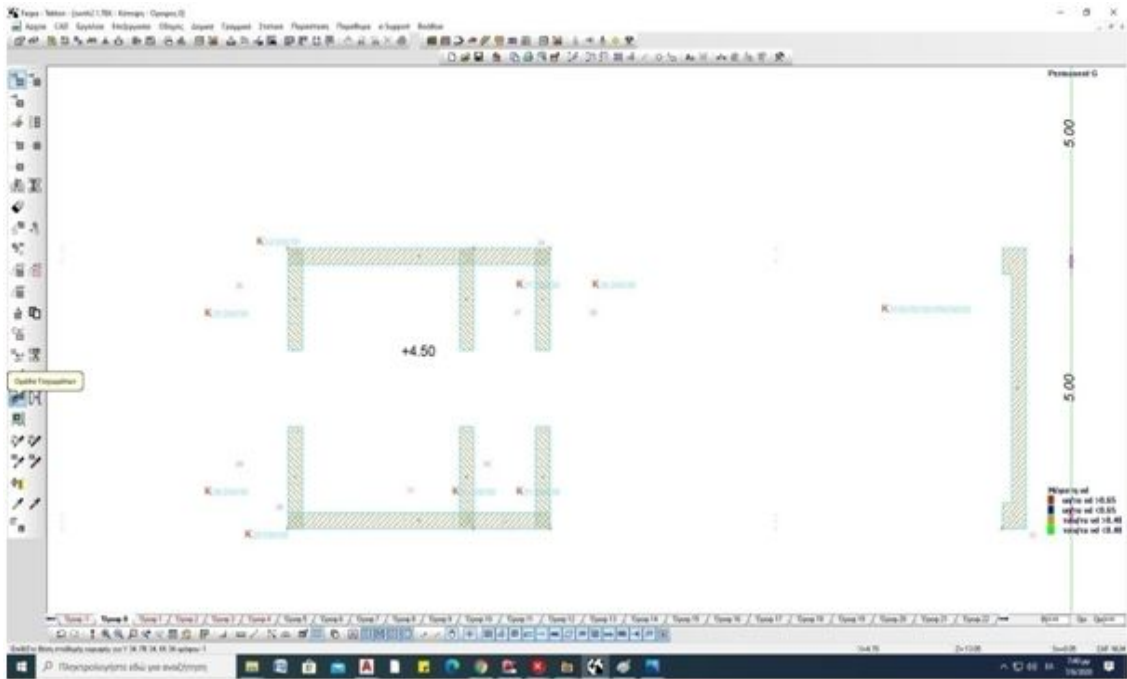
Σχήμα 16: Οδηγός.

Βήμα 2^ο: Έπειτα με την επιλογή προσθήκη υποστυλωμάτων τοποθετούμε τα υποστυλώματα με τις διατομές τις οποίες έχουν δοθεί από την καρτέλα στατικά->διατομή.



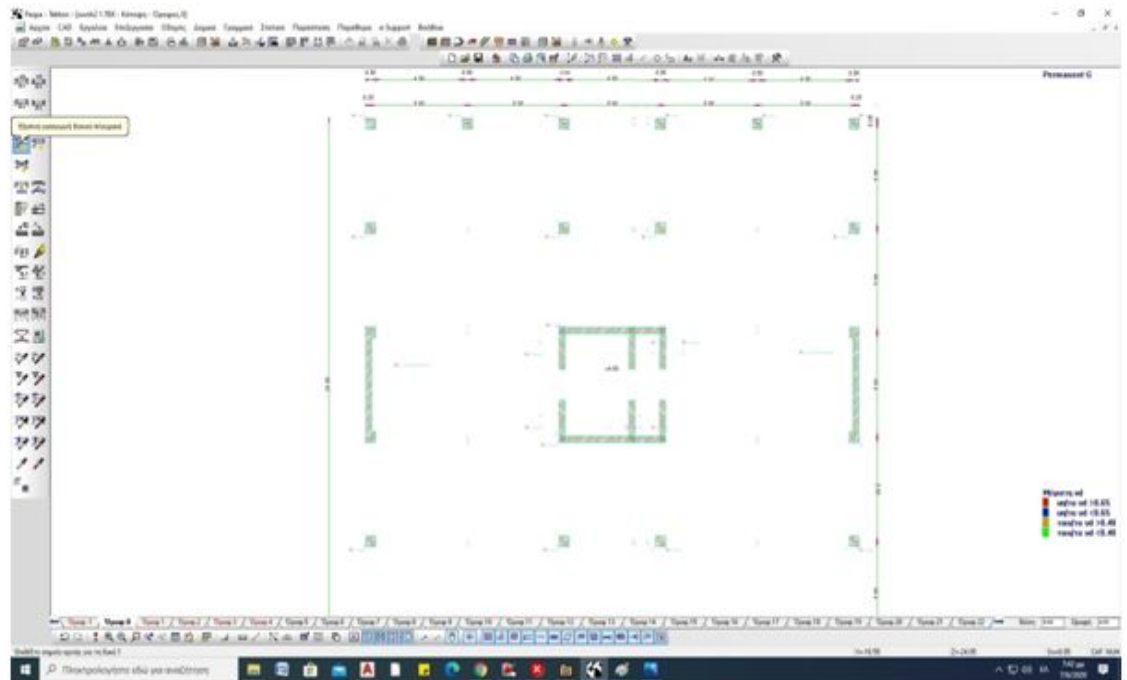
Σχήμα 17: Υποστυλώματα.

Βήμα 3^ο: Τα τοιχία του πυρήνα εισάγονται με διαφορετικές διατομές. Για να οπλιστούν κ να λειτουργήσουν μαζί με τη εντολή ομάδα τοιχωμάτων τοποθετούνται στην ίδια ομάδα τοιχωμάτων με αριθμό 1 και ούτω καθεξής τα υπόλοιπα τοιχώματα τα οποία είναι σε επαφή μεταξύ τους.



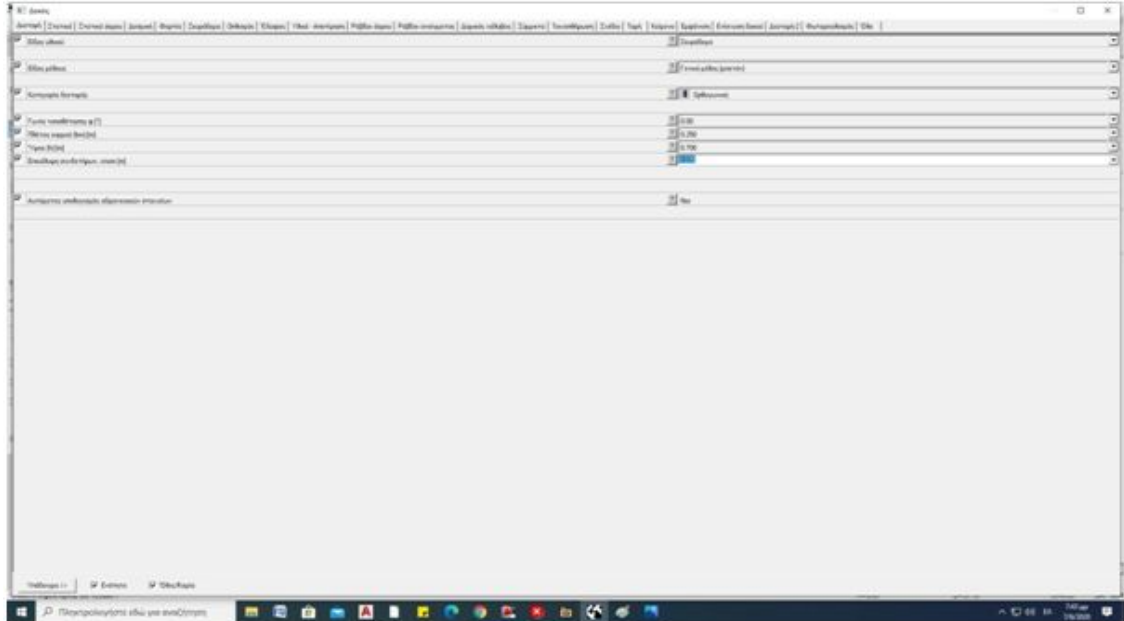
Σχήμα 18: Υποστυλώματα πυρήνα.

Βήμα 4^ο: Στην συνέχεια από την καρτέλα στατικά → δοκός με την επιλογή έξυπνη εισαγωγή δοκού ενώνουμε τα υποστυλώματα.



Σχήμα 19: Έξυπνη εισαγωγή δοκού για την ένωση των υποστυλωμάτων.

Βήμα 5^ο : Επιπλέον οι περιμετρικές δοκοί τοποθετούνται με διατομή 25 * 70 και οι εσωτερικοί 25 * 60.

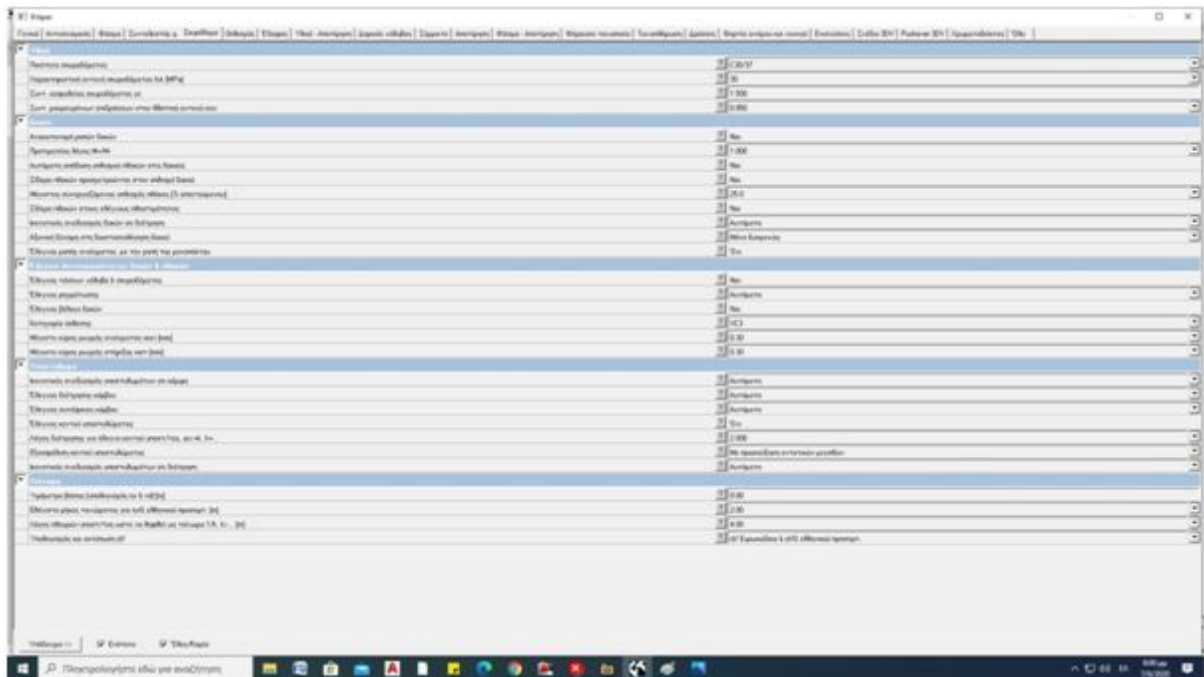


Σχήμα 20: Εισαγωγή δεδομένων περιμετρικών δοκών.

Βήμα 6^ο : Όσο αφορά τα τοιχώματα, με την εντολή στατικά -> λοιπός κόμβος -> κομβόι τοιχώματος εισάγονται σε κάθε τοίχωμα λοιποί κομβόι τοιχώματος και αυτό γίνεται διότι το πρόγραμμα του Fespa προσομοιώνει σαν γραμμικούς φορείς τα τοιχώματα και λόγω του μεγάλου μήκους τους προστίθενται κομβόι οι όποιοι ενώνονται με δεσμικές ράβδους. Οι δεσμικοί ράβδοι εισάγονται από τη επιλογή στατικά -> δοκοί -> δεσμική -> επιλογή ΝΑΙ και μετά χρησιμοποιείται η εντολή έξυπνη δοκός.

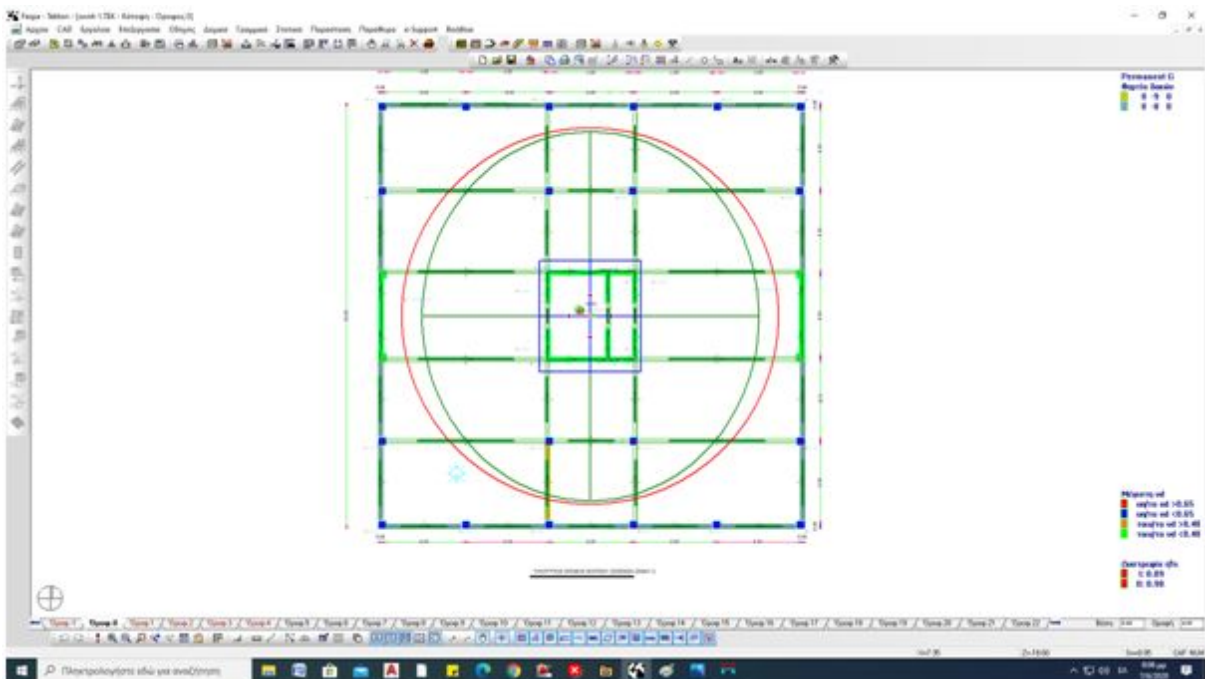
Βήμα 9^ο : Μετά την τροποποίηση των διατομών των υποστυλωμάτων έχουμε διαμορφώσει την τελική γεωμετρία του φορέα στο σύνολο της. Από την καρτέλα κτίριο -> σκυρόδεμα εισάγουμε την κατηγορία σκυροδέματος της προσομοίωσης καθώς και τον κανονισμό με τον οποίο θα επιτευχθεί η επίλυσή του. Ακολουθούμε τις εντολές κτίριο -> σκυρόδεμα και φάσμα.

Από την καρτέλα του φάσματος ορίζεται και η σεισμική ζώνη. Για την επίλυση του φορέα σε διαφορετικές σεισμικές ζώνες επανερχόμαστε στην καρτέλα αυτή και αλλάζουμε το φάσμα.



Σχήμα 23: Καρτέλα κτίριο – Σκυρόδεμα.

Βήμα 11^ο: Στην αρχική επίλυση δεν αλλάζουμε τον συντελεστή συμπεριφοράς (q) αλλά λαμβάνουμε $q=3,3\text{kN/m}^2$ και από την καρτέλα επίλυση \rightarrow επίλυση και οπλισμός κτίριου κάνουμε μια προμέτρηση του φορέα για την σεισμική ζώνη Ι από τον έλεγχο που διενεργεί το πρόγραμμα όσο αφορά το κέντρο ελαστικής στροφής του φορέα, από τον οποίο προκύπτει ότι το κτίριο είναι στρεπτικά ευαίσθητο με αποτέλεσμα να αλλάξουμε τον συντελεστή συμπεριφοράς σε $q=2\text{kN/m}^2$ από τη καρτέλα κτίριο \rightarrow συντελεστής συμπεριφοράς (q) \rightarrow στατικό σύστημα \rightarrow τύπος στατικού συστήματος διεύθυνση x και z \rightarrow στρεπτικά εύκαμπτο σύστημα.



Σχήμα 26: Κέντρο ελαστικής στροφής- Στρεπτικά ευαίσθητος φορέας.

διατομές που χρησιμοποιήθηκαν για την σεισμική ζώνη Ι αστοχούν για το λόγο αυτό από την καρτέλα πινάκες -> διατομές υποστρωμάτων και διατομές δοκών τροποποιούνται κατάλληλα ώστε να επαρκούν για τις σεισμικές φορτίσεις στις ζώνες Ι Ι και Ι Ι Ι.

6. ΠΡΟΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ ΑΠΟΤΟΛΕΣΜΑΤΩΝ

6.1 Προμέτρηση κτιρίου

Η μελέτη ενός κτιρίου πέρα από τα κατασκευαστικά σχέδια και τους στατικούς υπολογισμούς περιλαμβάνει τον προϋπολογισμό, την επιμέτρηση και το κόστος κατασκευής. Στο κεφάλαιο αυτό εξετάζεται η επιμέτρηση της ποσότητας του σκυροδέματος στις τρεις σεισμικές ζώνες.

6.1.1. Προμέτρηση σκυροδέματος κατά την σεισμική ζώνη Ι

Εξαιτίας των σταθερών διαστάσεων των δομικών στοιχείων η ποσότητα του σκυροδέματος δεν μεταβάλλεται ανά σεισμική ζώνη.

Προμέτρηση ορόφου 0

Προμέτρηση πλακών ορόφου 0

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μήτρα Kg B500C
9650,08	
3886,69	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3886,70
Απαιτούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 0

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μήτρα Kg B500C
2547,51	29,01	414,01	348,51	274,01	369,51	663,51	
1005,51	18,01	368,01	420,51	432,01	739,01	1636,01	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	193,85	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4619,05
Απαιτούνται	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,20
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	184,50	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	190,85

Προμέτρηση στύλων ορόφου 0

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ20	Μήτρα Kg B500C
7621,57	1778,79	672,01	64,33	1826,97	
3007,36	1579,24	812,06	101,53	4505,57	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	520,20	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	10005,75
Απαιτούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	70,20
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	520,20	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	142,55

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :0

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]
Φ8	20019,15	7899,55
Φ10	29,00	18,00
Φ12	2192,80	1947,25
Φ14	1020,50	1232,55
Φ16	338,30	533,50
Φ18	369,50	739,00

Fespa 17 7.6.0.24 - zwh 1.tek - Σελίδα 3/8

Έργο / Συνολική προμέτρηση κτηρίου

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]
Φ20	2490,45	6141,55

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1338,10	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	18511,40
Απαιτούνται	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	196,00
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1328,75	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	94,45

Σ χ ή μ α 28 : Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η Ι σ ο γ ρ ε ί ο υ (1^{ος})

Προμέτρηση ορόφου 1

Προμέτρηση πλακών ορόφου 1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρα
9650,08	
3886,69	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3886,70
Απαιτούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
2559,51	192,51	592,51	190,01	379,01	696,51	
1010,01	170,51	715,51	299,51	758,01	1716,51	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	193,85	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4670,05
Απαιτούνται	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,20
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	194,50	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	193,00

Προμέτρηση στύλων ορόφου 1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ20	Μέτρα
4338,61	761,77	565,45	330,01	46,33	1611,73	
1711,95	469,66	502,02	396,79	73,12	3974,75	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	346,80	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	7130,30
Απαιτούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	46,80
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	346,80	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	152,35

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος (mm)	Μήκος (m)	Kg B500C Βάρος [Kgr]
Φ8	16748,15	6608,60
Φ10	761,75	469,65
Φ12	757,95	672,50
Φ14	922,50	1114,30
Φ16	236,30	372,60
Φ18	379,00	758,00
Φ20	2308,20	5691,25

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1164,70	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	15686,90
Απαιτούνται	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	172,60
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1155,35	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	90,90

Fespa 17 7.6.0.24 - zvnh 1.tek - Σελίδα 4/8

Σ χ ή μ α 29 : Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η 2 ° ο ρ ο φ ο υ .

Προμέτρηση ορόφου 2

Προμέτρηση πλακίων ορόφου 2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρα
9650,08	
3886,69	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3886,70
Αραρούινα	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Όλη επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σβ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
2587,51	173,51	614,51	310,01	492,01	507,51	
1020,51	153,51	743,51	490,01	963,51	1252,01	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	195,50	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4643,05
Αραρούινα	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,50
Όλη επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	186,15	Αναλογία Σβ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	189,50

Προμέτρηση στύλων ορόφου 2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
4778,01	903,13	330,01	293,36	633,60	382,59	
1885,33	556,82	398,79	463,03	1265,68	943,51	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	334,80	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	5513,15
Αραρούινα	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	43,95
Όλη επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	334,80	Αναλογία Σβ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	125,45

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kgr]
Φ8	17215,55	6792,50
Φ10	903,10	556,80
Φ12	173,50	153,50
Φ14	944,50	1142,30
Φ16	603,35	953,00
Φ18	1125,60	2249,15
Φ20	890,10	2195,50

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	1154,35	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	14042,75
Αραρούινα	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	170,05
Όλη επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	1145,00	Αναλογία Σβ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	82,60

Σ χ ή μ α 30 : Π ρ ο μέ τ ρ η σ η 3^ο ο ρ ό φ ο υ

Προμέτρηση ορόφου 3

Προμέτρηση πλακίων ορόφου 3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρα
9650,06	

Fespa 17 7.6.0.24 - zwh 1.tek - Σελίδα 5/8

Έργο / Συνολική προμέτρηση κτηρίου

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Kg B500C
3886,69	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3886,70
Αραρώνεται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Όλικη επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σίδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
2655,01	29,01	238,51	461,01	685,51	548,01	332,01	
1048,01	18,01	212,01	596,51	1082,01	1095,51	819,51	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	197,25	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4831,55
Αραρώνεται	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,70
Όλικη επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	197,90	Αναλογία Σίδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	195,60

Προμέτρηση στύλων ορόφου 3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
4581,73	642,27	435,01	633,04	205,93	211,65	
1807,88	395,99	525,66	999,16	411,35	521,95	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	322,80	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4662,00
Αραρώνεται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	41,40
Όλικη επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	322,80	Αναλογία Σίδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	112,60

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C
Φ8	17086,80	6742,55
Φ10	671,25	414,00
Φ12	238,50	212,00
Φ14	896,00	1082,15
Φ16	1318,55	2081,15
Φ18	753,90	1506,85
Φ20	543,65	1341,45

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	1144,10	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	13380,15
Αραρώνεται	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	167,70
Όλικη επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	1134,75	Αναλογία Σίδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	79,80

Σ χ ή μ α 31 : Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η 4^ο ο ρ ό φ ο υ

Προμέτρηση ορόφου 4

Προμέτρηση πλακών ορόφου 4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρα Kg B500C
10794,74	
4259,44	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4259,45
Αραρούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Όλικη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σά/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	41,90

Fespa 17 7.6.0.24 - σελή 1.tek - Σελίδα 6/8

Έργο / Συνολική προμέτρηση κτιρίου

Προμέτρηση δοκών ορόφου 4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα Kg B500C
1888,01	734,51	366,51	2116,01	141,01	113,51	282,01	
744,51	453,01	325,51	2557,51	223,51	226,51	647,01	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	198,65	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	5177,55
Αραρούνται	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,85
Όλικη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	189,30	Αναλογία Σά/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	208,35

Προμέτρηση στύλων ορόφου 4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα Kg B500C
4966,76	675,01	362,85	253,45	154,67	
1959,81	815,69	572,69	506,28	381,42	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	310,80	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4235,90
Αραρούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	39,15
Όλικη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	310,80	Αναλογία Σά/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	108,20

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]
Φ8	17649,50	6963,75
Φ10	734,50	453,00
Φ12	366,50	325,50
Φ14	2791,00	3373,20
Φ16	503,85	796,20
Φ18	366,95	732,75
Φ20	416,65	1028,40

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1133,50	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	13672,80
Αραρούνται	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	165,60
Όλικη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1124,15	Αναλογία Σά/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	82,55

Σ χ ή μ α 32 : Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η 5^ο ο ρ ό φ ο υ

Προμέτρηση: Σύνολο κτιρίου

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]	
Φ8	88719,15	35006,95	
Φ10	3099,65	1911,45	
Φ12	3729,20	3310,75	
Φ14	6574,50	7944,45	
Φ16	3000,40	4736,50	
Φ18	2994,95	5985,80	
Φ20	6649,05	16398,15	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια έλυκτόπου	[m ²]	5938,20	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	75294,05
Αεραρόντις	[m ²]	47,40	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	873,20
Ολική επιφάνεια έλυκτόπου	[m ²]	5890,80	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	86,25

Σ χήμα 33: Σύνολο κτιρίου

6.1.2. Προμέτρηση σκυροδέματος κατά την σεισμική ζώνη Ι Ι

Προμέτρηση ορόφου 0

Προμέτρηση πλακών ορόφου 0

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρα Kg B500C
9650,08	
3686,69	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3686,70
Απαιτούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Ολική επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	36,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 0

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα Kg B500C
2574,01	316,51	295,01	393,51	392,01	886,01	
1016,01	280,51	356,51	620,51	783,51	2185,51	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	192,20	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	5242,55
Απαιτούνται	[m ²]	9,55	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,20
Ολική επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	182,65	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	216,65

Προμέτρηση στύλων ορόφου 0

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ20	Μέτρα Kg B500C
9307,43	493,03	2755,41	535,51	1393,61	2083,19	
3672,57	303,98	2446,29	647,12	2199,58	5137,45	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	540,90	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	14407,00
Απαιτούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	82,15
Ολική επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	540,90	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	175,40

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου : 0

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]
Φ8	21731,50	8575,25
Φ10	493,00	303,95
Φ12	3071,90	2726,80
Φ14	830,50	1003,60
Φ16	1787,10	2620,05
Φ18	392,00	783,50

Fespa 17 7.6.0.24 - τεύχος ζώνη 2.πζ - Σελίδα 88/93

Έργο / Συνολική προμέτρηση κτιρίου

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]
Φ20	2969,20	7322,95

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	1357,15	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	23536,10
Απαιτούνται	[m ²]	9,55	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	207,95
Ολική επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	1347,60	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	113,20

Σ χ ή μ α 34 : Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η 1^ο ο ρ ό φ ο υ

Προμέτρηση ορόφου 1

Προμέτρηση πλακών ορόφου 1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μήτρα Kg B500C
9650,08	
3886,69	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου Αφαιρούνται	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού Όγκος Σκυροδέματος	[Kg] [m ³]	3886,70 101,60
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μήτρα Kg B500C
2403,01	277,01	295,01	301,51	544,51	683,51	
947,51	246,01	356,01	475,01	1088,01	1684,51	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου Αφαιρούνται	[m ²]	192,20	Βάρος σιδηρού οπλισμού Όγκος Σκυροδέματος	[Kg] [m ³]	4797,05 24,20
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	182,65	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	198,25

Προμέτρηση στύλων ορόφου 1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ20	Μήτρα Kg B500C
5157,45	517,93	1676,65	438,76	1003,61	1355,32	
2035,05	319,33	1488,55	530,20	1584,03	3342,41	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου Αφαιρούνται	[m ²]	360,60	Βάρος σιδηρού οπλισμού Όγκος Σκυροδέματος	[Kg] [m ³]	9299,55 54,75
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	360,60	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	169,85

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kgr]
Φ8	17410,50	6869,20
Φ10	517,90	319,30
Φ12	1953,65	1734,55
Φ14	733,75	886,20
Φ16	1305,10	2059,00
Φ18	544,50	1088,00
Φ20	2038,80	5026,90

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου Αφαιρούνται	[m ²]	1176,85	Βάρος σιδηρού οπλισμού Όγκος Σκυροδέματος	[Kg] [m ³]	17983,15 180,55
Ολική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1167,30	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	99,60

Σ χήμα 35: Προμέτρηση 2^{ου} ορόφου

Προμέτρηση ορόφου 2

Προμέτρηση πλακών ορόφου 2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρα
9650,08	
3886,69	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3886,70
Αραρώνεται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Όλική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
2413,51	96,51	483,01	162,01	494,01	752,51	
953,01	85,51	584,01	257,51	988,51	1855,01	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	193,85	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4723,55
Αραρώνεται	[m ²]	9,45	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,30
Όλική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	194,40	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	194,40

Προμέτρηση στύλων ορόφου 2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
3803,67	1217,75	840,31	135,01	146,68	71,29	1969,89	
1500,87	750,79	746,04	163,15	231,52	142,40	4858,03	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	346,80	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	8392,80
Αραρώνεται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	46,80
Όλική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	346,80	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	179,35

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kgr]
Φ8	16067,25	6340,55
Φ10	1217,75	750,80
Φ12	936,80	831,55
Φ14	618,00	747,15
Φ16	308,70	489,00
Φ18	565,30	1130,90
Φ20	2722,40	6713,00

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1164,70	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	17002,95
Αραρώνεται	[m ²]	9,45	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	172,70
Όλική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1155,25	Αναλογία Σιδή/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	98,45

Σ χήμα 36: Προμέτρηση 3^{ου} ορόφου

Προμέτρηση ορόφου 3

Προμέτρηση πλακών ορόφου 3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρα
9650,08	

Fesra 17 7.6.0.24 - τεύχος ζώνη 2.02 - Σελίδα 90/93

Εργο / Συνολική προμέτρηση κτιρίου

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Kg B500C
3886,69	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]		Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3886,70
Απαιτούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Όλη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
2455,51	137,01	490,01	546,51	547,51	408,01	
968,01	121,01	601,01	862,01	1093,51	1007,01	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]		Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4662,55
Απαιτούνται	[m ²]	9,40	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,50
Όλη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	186,10	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	189,90

Προμέτρηση στύλων ορόφου 3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
4510,65	917,11	270,95	127,51	478,65	594,01	716,33	
1779,84	565,44	240,55	154,08	755,46	1186,57	1766,56	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]		Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	6448,50
Απαιτούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	43,95
Όλη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	334,80	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	146,70

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]
Φ8	16816,20	6634,50
Φ10	917,10	565,45
Φ12	407,95	361,55
Φ14	625,50	755,05
Φ16	1025,15	1617,45
Φ18	1141,50	2280,05
Φ20	1124,30	2773,55

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]		Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	14987,60
Απαιτούνται	[m ²]	9,40	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	170,05
Όλη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1144,95	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	88,15

Σ χήμα 37: Προμέτρηση 4^{ου} ορόφου

Προμέτρηση ορόφου 4

Προμέτρηση πλακών ορόφου 4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρα
10794,74	
4259,44	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4259,45
Ασφραδύονται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Ολική επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	41,90

Φεβρ 17 7.6.0.24 - τευχος ζωνη 2.φz - Σελίδα 91/93

Εργο / Συνολική προμέτρηση κτιρίου

Προμέτρηση δοκών ορόφου 4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
1696,01	816,51	231,01	966,01	1131,01	106,01	359,01	
669,01	504,01	206,01	1168,01	1784,51	211,01	886,01	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	197,25	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	5428,55
Ασφραδύονται	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,70
Ολική επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	187,90	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	219,80

Προμέτρηση στύλων ορόφου 4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
4819,30	449,33	292,51	802,89	126,73	545,39	
1901,63	277,02	353,47	1267,22	253,14	1345,00	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	322,80	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	5297,50
Ασφραδύονται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	41,40
Ολική επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	322,80	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	130,35

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]
Φ8	17310,05	6830,05
Φ10	1265,80	781,00
Φ12	231,00	206,00
Φ14	1258,50	1521,45
Φ16	1933,90	3051,70
Φ18	232,70	464,15
Φ20	904,40	2231,00

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	1144,10	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	15085,35
Ασφραδύονται	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	167,70
Ολική επιφάνεια ξηλοτύπου	[m ²]	1134,75	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	89,95

Σ χήμα 38: Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η 5^ο ο ρ ό φ ο υ

Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η: Σ ύ ν ο λ ο κ τ ι ρ ί ο υ

Π ο σ ό τ η τ ε ς σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ					
Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]			
Φ8	89335,45	35249,55			
Φ10	4411,60	2720,50			
Φ12	6601,30	5860,40			
Φ14	4066,25	4913,45			
Φ16	6359,90	10037,25			
Φ18	2876,00	5746,60			
Φ20	6759,05	24067,40			

Π ο σ ό τ η τ ε ς Σ κ υ ρ ο δ έ μ α τ ο ς - Σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ					
Επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	6000,60	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	88595,15
Απαρτώνται	[m ²]	47,95	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	900,20
Όλη επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	5952,65	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	98,40

Σ χήμα 39: Σ ύ ν ο λ ο κ τ ι ρ ί ο υ

6.1.3. Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η σ κ υ ρ ο δ έ μ α τ ο ς κ α τ ά τ η ν σ ε ι σ μ ι κ ή ζ ώ ν η Ι Ι Ι

Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η ο ρ ό φ ο υ 0

Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η π λ α κ ώ ν ο ρ ό φ ο υ 0

Π ο σ ό τ η τ ε ς σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ						
Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Μήκος Kg B500C
9050,08						3886,69

Π ο σ ό τ η τ ε ς Σ κ υ ρ ο δ έ μ α τ ο ς - Σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ					
Επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3886,70
Απαρτώνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Όλη επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η δ ο κ ώ ν ο ρ ό φ ο υ 0

Π ο σ ό τ η τ ε ς σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ						
Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μήκος Kg B500C
2293,51	251,01	83,51	221,51	609,61	826,01	905,01
905,01	222,51	101,01	352,01	1217,01	2036,01	

Π ο σ ό τ η τ ε ς Σ κ υ ρ ο δ έ μ α τ ο ς - Σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ					
Επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	186,85	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4833,55
Απαρτώνται	[m ²]	9,55	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	23,85
Όλη επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	179,30	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	202,65

Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η σ τ η λ ι ώ ν ο ρ ό φ ο υ 0

Π ο σ ό τ η τ ε ς σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ							
Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μήκος Kg B500C
9587,41	1362,87	3613,73	94,51	1715,21	546,01	2606,77	3783,65
	716,96	3208,32	114,21	2707,17	1090,69	6428,67	

Π ο σ ό τ η τ ε ς Σ κ υ ρ ο δ έ μ α τ ο ς - Σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ					
Επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	579,60	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	12049,05
Απαρτώνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,70
Όλη επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	579,60	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	177,45

Π ρ ο μ έ τ ρ η σ η: Σ ύ ν ο λ ο ο ρ ό φ ο υ : 0

Π ο σ ό τ η τ ε ς σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ					
Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]			
Φ8	21730,96	8574,70			
Φ10	1162,85	716,95			
Φ12	3864,70	3430,80			
Φ14	176,90	215,20			
Φ16	1938,70	3059,15			
Φ18	1155,00	2207,70			

Έργο 17 7.6.0.24 - 2ης φ.3.φ2 - Σελίδα 19/24

Έργο / Σ υ ν ο λ ι κ ή π ρ ο μ έ τ ρ η σ η κ τ ι ρ ί ο υ

Π ο σ ό τ η τ ε ς σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ					
Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kg]			
Φ20	3432,95	8474,65			

Π ο σ ό τ η τ ε ς Σ κ υ ρ ο δ έ μ α τ ο ς - Σ ι δ η ρ ο ύ ο π λ ι σ μ ο ύ					
Επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	1392,90	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	26769,15
Απαρτώνται	[m ²]	9,55	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	227,15
Όλη επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	1382,95	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	117,85

Σ χήμα 40: Προμέτρηση Ισογείου (1^{ος})

Προμέτρηση ορόφου 1

Προμέτρηση πλακών ορόφου 1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρο Kg B500C
9650,08	
3886,69	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3886,70
Αραρούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Όλική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σβ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρο Kg B500C
2317,51	197,01	13,01	281,01	557,01	977,01	
914,01	175,01	16,01	443,51	1112,51	2409,01	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	188,85	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	5070,05
Αραρούνται	[m ²]	9,55	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	23,85
Όλική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	179,30	Αναλογία Σβ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	212,60

Προμέτρηση στύλων ορόφου 1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρο Kg B500C
5468,81	278,89	2367,64	138,76	1235,20	396,01	1786,74	
2157,90	171,95	2102,03	167,68	1949,57	791,05	4406,36	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	385,20	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	11746,55
Αραρούνται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	63,60
Όλική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	385,20	Αναλογία Σβ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	184,70

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :1

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kgr]
Φ8	17636,35	6958,60
Φ10	278,90	171,95
Φ12	2564,65	2277,00
Φ14	151,75	183,65
Φ16	1516,20	2393,05
Φ18	953,00	1903,55
Φ20	2763,75	6815,35

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1198,10	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	20703,15
Αραρούνται	[m ²]	9,55	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	189,05
Όλική επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1188,55	Αναλογία Σβ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	109,50

Σ χήμα 41: Προμέτρηση 2^{ου} ορόφου

Προμέτρηση ορόφου 2

Προμέτρηση πλακών ορόφου 2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρα Kg B500C
9650,08	
3886,69	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια Ψαλτίπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3886,70
Αραρώνεται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Ολική επιφάνεια Ψαλτίπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα Kg B500C
2324,01	201,01	109,51	243,51	676,01	808,51	
917,01	178,01	132,01	384,51	1349,01	1994,01	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια Ψαλτίπου	[m ²]	190,65	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4954,55
Αραρώνεται	[m ²]	9,45	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	23,90
Ολική επιφάνεια Ψαλτίπου	[m ²]	181,20	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	207,30

Προμέτρηση στύλων ορόφου 2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ20	Μέτρα Kg B500C
4988,39	964,93	1350,13	127,51	1474,53	1505,91	
1968,35	594,91	1198,67	154,08	2327,30	3713,79	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια Ψαλτίπου	[m ²]	371,40	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	9957,10
Αραρώνεται	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	55,05
Ολική επιφάνεια Ψαλτίπου	[m ²]	371,40	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	180,85

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :2

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kgr]
Φ8	17162,45	6772,00
Φ10	964,90	594,90
Φ12	1551,10	1376,65
Φ14	237,00	286,05
Φ16	1718,00	2711,80
Φ18	676,00	1349,00
Φ20	2314,40	5707,80

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια Ψαλτίπου	[m ²]	1186,10	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	18796,20
Αραρώνεται	[m ²]	9,45	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	180,55
Ολική επιφάνεια Ψαλτίπου	[m ²]	1176,65	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	104,10

Σ χήμα 42: Προμέτρηση 3^{ου} ορόφου

Προμέτρηση ορόφου 3

Προμέτρηση πλακών ορόφου 3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μήτρα
9650,06	

Φερα 17 7.6.0.24 - 2μη 3-ηφz - Σελίδα 21/24

Έργο / Συνολική προμέτρηση κτηρίου

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Kg B500C
3886,69	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	3886,70
Αραρόντα	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Ολική επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	38,25

Προμέτρηση δοκών ορόφου 3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μήτρα
2261,01	226,01	102,51	126,01	817,51	720,51	
891,51	200,01	123,51	198,01	1632,51	1777,51	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	192,20	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4823,05
Αραρόντα	[m ²]	9,40	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,15
Ολική επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	182,80	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	199,70

Προμέτρηση στύλων ορόφου 3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μήτρα
5746,99	516,25	865,57	705,01	795,17	79,20	1139,61	
2267,68	318,29	768,47	851,94	1255,04	158,22	2810,44	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	358,80	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	8430,10
Αραρόντα	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	49,95
Ολική επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	358,80	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	168,75

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :3

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C
Φ8	17856,05	7045,85
Φ10	516,25	318,30
Φ12	1091,55	968,45
Φ14	807,50	975,45
Φ16	921,15	1453,05
Φ18	896,70	1790,70
Φ20	1860,10	4587,95

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	1175,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	17139,75
Αραρόντα	[m ²]	9,40	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	175,70
Ολική επιφάνεια Ψαλτίσιου	[m ²]	1165,65	Αναλογία Σδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	97,55

Σ χήμα 43: Προμέτρηση 4^{ου} ορόφου

Προμέτρηση ορόφου 4

Προμέτρηση πλακίων ορόφου 4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Μέτρα
10794,74	
4259,44	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	4259,45
Αραρούντια	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	101,60
Όλικη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	624,05	Αναλογία Σύ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	41,90

Φεβρα 17 7.6.0.24 - σελή 3.1fz - Σελίδα 22/24

Έργο / Συνολική προμέτρηση κτηρίου

Προμέτρηση δοκών ορόφου 4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ12	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
2254,01	346,51	212,01	224,01	672,51	682,01	582,51	
889,51	214,01	188,01	270,51	1062,01	1363,01	1436,51	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	193,85	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	5423,55
Αραρούντια	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	24,20
Όλικη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	194,50	Αναλογία Σύ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	224,10

Προμέτρηση στύλων ορόφου 4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Φ8	Φ10	Φ14	Φ16	Φ18	Φ20	Μέτρα
5154,39	497,13	465,01	15,45	332,65	1253,57	
2033,85	306,50	561,91	24,38	664,49	3091,48	Kg B500C

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	346,80	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	6682,60
Αραρούντια	[m ²]	0,00	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	46,80
Όλικη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	346,80	Αναλογία Σύ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	142,80

Προμέτρηση: Σύνολο ορόφου :4

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού

Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Κg B500C Βάρος [Kgr]
Φ8	18203,10	7282,75
Φ10	843,60	520,50
Φ12	212,00	188,00
Φ14	689,00	832,40
Φ16	687,95	1006,35
Φ18	1014,65	2027,50
Φ20	1836,05	4527,95

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού

Επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1164,70	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	16365,45
Αραρούντια	[m ²]	9,35	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	172,60
Όλικη επιφάνεια ξυλοτύπου	[m ²]	1155,35	Αναλογία Σύ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	94,80

Σ χήμα 44: Προμέτρηση 5^{ου} ορόφου

Προμέτρηση: Σύνολο κτιρίου

Ποσότητες σιδηρού οπλισμού			
Διάμετρος [mm]	Μήκος [m]	Kg B500C Βάρος [Kgr]	
Φ8	92590,95	36533,95	
Φ10	3766,50	2322,55	
Φ12	9284,05	8240,95	
Φ14	2063,25	2492,80	
Φ16	6782,00	10703,40	
Φ18	4695,35	9378,40	
Φ20	12207,05	30103,70	

Ποσότητες Σκυροδέματος - Σιδηρού οπλισμού					
Επιφάνεια Ξυλοτύπου	[m ²]	6119,90	Βάρος σιδηρού οπλισμού	[Kg]	99775,75
Αερορύθμιση	[m ²]	47,95	Όγκος Σκυροδέματος	[m ³]	946,30
Ολική επιφάνεια Ξυλοτύπου	[m ²]	6071,95	Αναλογία Σιδ/Σκυροδέμ.	[Kg/m ³]	105,45

Σ χ ή μ α 45 : Σ ύ ν ο λ ο κ τ ι ρ ί ο υ

6.2 Ανάλυση αποτελεσμάτων

6.2.1. Όγκος σκυροδέματος

Με βάση τις αναλύσεις του φορέα στις σεισμικές ζώνες διαπιστώνουμε ότι ο λιγότερος όγκος σκυροδέματος απαιτείται στην σεισμική ζώνη I και ο μεγαλύτερος στην σεισμική ζώνη III.



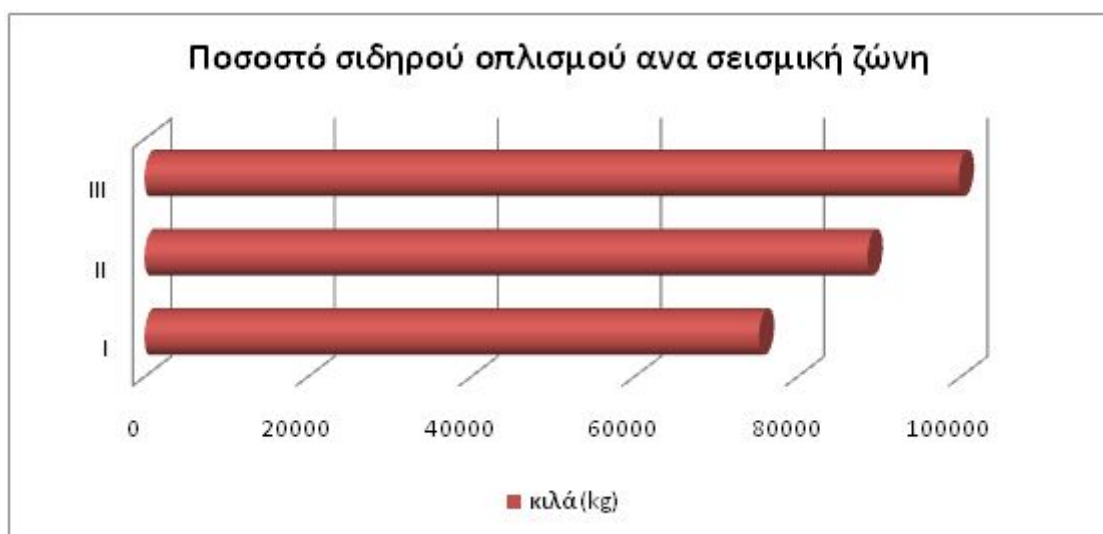
Σ χ ή μ α 46 : Π ο σ ο σ τ ό ό γ κ ο υ σ κ υ ρ ο δ έ μ α τ ο ς α ν ά σ ε ι σ μ ι κ ή ζ ώ ν η .

Πίνακας 8: Συνολικός όγκος σκυροδέματος κτιρίου.

	Σεισμική Ζώνη I	Σεισμική Ζώνη II	Σεισμική Ζώνη III
Όγκος σκυροδέματος (m ³)	873,20	900,20	946,30

6.2.2. Σιδηρούς οπλισμός

Στο παρακάτω γράφημα διαπιστώνουμε ότι στην σεισμική ζώνη III χρειαζόμαστε περισσότερο σιδηρό οπλισμό σε σχέση με τις σεισμικές ζώνες I και II.



Σχήμα 47: Ποσοστό σιδηρού οπλισμού ανά σεισμική ζώνη.

7. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην παρούσα εργασία εξετάσαμε ένα πενταόροφο κτίριο οπλισμένου σκυροδέματος ορθογωνικής κάτοψης στις τρεις σεισμικές ζώνες επικινδυνότητας τα συμπεράσματα που προκύπτουν είναι τα εξής :

- Σε κάθε σεισμική ζώνη, δηλαδή κατά την αύξηση της σεισμικής επιτάχυνσης ο το βάρος του χάλυβα των τοιχωμάτων αυξάνεται σε αντίθεση με τα υποστυλώματα όπου το βάρος τους παραμένει σταθερό.

- Μικρή αύξηση ανά σεισμική ζώνη παρατηρείται και στο βάρος χάλυβα των δοκών χωρίς όμως ουσιαστική οικονομική επιβάρυνση κατά την ανέγερση του πενταόροφου φορέα μας.
- Τέλος, σε ένα κτίριο από οπλισμένο σκυρόδεμα στην χώρα μας όπου η σχεδίαση και η διαστασιολόγησή του γίνεται με βάση τους σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς η σεισμική επικινδυνότητα δεν αυξάνει σημαντικά το κόστος κατασκευής.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

1. ΙΗ Λογισμική (2009), «FESPA», [πρόσβαση 5/6/2020]
2. Γεωργόπουλος, Θ. Α., (2005), «Πλάκες», Ωπλισμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με τους κανονισμούς EC2 – ΕΚΩΣ-DIN 1045 Τόμος Α΄, Πάτρα: Ιδιωτική έκδοση
3. Γεωργόπουλος, Θ. Α., (2015), «Πλάκες», Ωπλισμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με τους κανονισμούς EC2 – ΕΚΩΣ Τόμος Β΄, Πάτρα: Ιδιωτική έκδοση
4. Κωνσταντινίδης, Α. Κ., (2014), «Ολόσωμες Πλάκες, Τετραέριστες – Τριέριστες -Διέριστες», «Αντισεισμικά κτήρια από Ο.Σ.» Τόμος Β΄: «Στατική και Δυναμική Ανάλυση», Αθήνα: π-Systems INTERNATIONAL A. E 15.
5. Κωνσταντινίδης, Α.Κ. (2014), Αντισεισμικά Κτίρια Από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, Τόμος Α, Η Τέχνη Της Κατασκευής Και Η Μελέτη, Αθήνα, π-SYSTEMSINTERNATIONALA.E.
6. ΕΚΩΣ: Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος (2000)
7. Μανούκας, (2017), [Πανεπιστημιακές σημειώσεις], Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα, Παθολογία – Επιθεώρηση ΤΕ, Εαρινό Εξάμηνο 2016-2017, Θεσσαλονίκη
8. Τσώνος, Α.Δ.Γ., (2017), «Πλάκες», Σχεδιασμός κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες, Θεσσαλονίκη: Εκδόσεις Σοφία
9. Μουσαμά Δ., Τζάτζο Ε., (2018), Η επιρροή της σεισμικότητας στο κόστος κατασκευής πολυώροφου αντισεισμικού κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα, Πτυχιακή Εργασία, Αλεξάνδρειο Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Θεσσαλονίκη, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε.
10. ΟΑΣΠ: Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας

