ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

Αποτίμηση φέρουσας ικανότητας και αξιολόγηση προτάσεων ενίσχυσης για την αντισεισμική θωράκιση παλαιάς κατασκευής Ο/Σ

Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία

Ζωγραφάκης Νικόλαος, 476

Επιβλέπων καθηγητής: Γεώργιος Καλογερόπουλος

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών:

Αειφόρος Σχεδιασμός Τεχνικών Έργων έναντι σεισμού και άλλων φυσικών κινδύνων

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης

Εξεταστική επιτροπή:

Χρήστος Καραγιάννης, Καθηγητής.

Γρηγόριος Μανούκας, Επίκουρος Καθηγητής.

Γεώργιος Καλογερόπουλος, Επίκουρος Καθηγητής.

Θεσσαλονίκη, Φεβρουάριος 2025

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα μου, κ. Γεώργιο Καλογερόπουλο, Επίκουρο Καθηγητή Α.Π.Θ, που μου έδωσε την ευκαιρία να ασχοληθώ με το θέμα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, καθώς και για την βοήθεια, τις οδηγίες και τις χρήσιμες συμβουλές που μου πρόσφερε κατά την διάρκεια εκπόνησης της.

Ακόμα, ευχαριστώ τα μέλη της εξεταστικής επιτροπής, κ. Καραγιάννη Χρήστο, Καθηγητή Α.Π.Θ. και Μανούκα Γρηγόριο, Επίκουρο Καθηγητή Α.Π.Θ., για την συμβολή τους και την συμμετοχή τους στην εξέταση της.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένεια μου και τους φίλους μου για την στήριξη και στην συμπαράσταση τους κατά την διάρκεια των μεταπτυχιακών μου σπουδών.

Ζωγραφάκης Νίκος.

Περίληψη:

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών «Αειφόρος Σχεδιασμός Τεχνικών Έργων έναντι σεισμού και άλλων φυσικών κινδύνων». Αντικείμενο της είναι η αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας έναντι σεισμικών φορτίσεων μιας παλαιάς οικοδομής που σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε την δεκαετία του 1960, σύμφωνα με τον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (Β.Δ. 1959), καθώς και οι προτάσεις ενίσχυσης της μέσω του προγράμματος SAP2000. Αρχικά, πραγματοποιείται ο έλεγχος όλων των δομικών στοιχείων του υφιστάμενου κτηρίου έναντι κάμψης και διάτμησης σε όρους δυνάμεων χρησιμοποιώντας ελαστική μέθοδο ανάλυσης. Στη συνέχεια, γνωρίζοντας τις ανεπάρκειες της κατασκευής, προτείνονται δύο σενάρια για την αντισεισμική της αναβάθμιση σύμφωνα με τα κανονιστικά πλαίσια του Ευρωκώδικα 8 – Μέρος 3 και του Ελληνικού Κανονισμού Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.). Η πρώτη πρόταση αποτελείται από την δημιουργία μανδυών οπλισμένου σκυροδέματος στις δοκούς και τα υποστυλώματα και την προσθήκη εμφατνούμενων πλάστιμων τοιχωμάτων στα υφιστάμενα πλαίσια. Η δεύτερη πρόταση αποτελείται από την προσθήκη μανδυών οπλισμένου σκυροδέματος στα υποστυλώματα και την χρήση υφασμάτων ινοπλισμένων πολυμερών άνθρακα για την καμπτική και διατμητική ενίσχυση των δοκών. Τέλος, πραγματοποιείται ο έλεγχος των κόμβων δοκών - υποστυλωμάτων της κατασκευής για τις τρεις διαφορετικές καταστάσεις, με την χρήση αναλυτικού μοντέλου που έχει αναπτυχθεί στο Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης. Συνολικά, η απόκριση του υφιστάμενου φορέα δεν είναι επαρκής σύμφωνα με τους σύγχρονους κανονισμούς καθώς εμφανίζονται ανεπάρκειες στην πλειονότητα των δομικών στοιχείων, ενώ μετά την ενίσχυση του παρουσιάζει βελτιωμένη συμπεριφορά σε όλα τα κρίσιμα σημεία.

Λέξεις Κλειδιά: Αποτίμηση, ενίσχυση, σκυρόδεμα, ινοπλισμένα πολυμερή, κόμβοι.

Abstract:

"Load bearing capacity assessment and evaluation of retrofitting schemes for earthquake – resistance rehabilitation of a substandard RC building"

This thesis was devised and submitted in the context of the Master's Program of Studies, entitled "Sustainable Design of Technical Projects against earthquakes and other natural hazards". The objective of this project is the assessment of the load bearing capacity of an old R/C building that was built in the 1960s and designed based on the first Greek Anti – Seismic Provision, as well as the proposal and evaluation of strengthening schemes through the finite element program "SAP2000". First, all the structural elements of the existing building (beams and columns) are being checked against bending and shear forces which are caused from seismic loads, using elastic analysis methods. Then, knowing the inadequacies of the building, two retrofitting scenarios are proposed for its earthquake – resistance rehabilitation, according to the provisions of Eurocode 8 – Part 3 and Hellenic Regulation of Interventions (KAN.EPE.). The first scheme consists of the creation of reinforced concrete jackets on the beams and columns of the building and the addition of infill shear walls to the existing frames. The second proposal consists of the addition of carbon fiber reinforced polymer fabrics (CFRP) for the flexural and shear reinforcement of the beams, as well as the creation of concrete jacketing on the columns. Finally, the seismic performance of the beam – column joints of the building is carried out for the three different situations, using an analytical model which was developed in the Aristotle University of Thessaloniki. Overall, the response of the existing building is not sufficient to the modern regulations, as inadequacies appear in most of the structural elements, while after its strengthening, it shows improvement in all critical areas.

Key Words: Assessment, retrofit, concrete, fiber reinforced polymer, beam – column joints.

Περιεχόμενα:

1. Παθογένειες και βλάβες κατασκευών. 9

1.1 Γενικά: 9

1.2 Παθογένειες παλαιών κατασκευών: 9

1.3 Παθολογία - βλάβες κατασκευών: 15

1.3.1 Βλάβες υποστυλωμάτων: 16

1.3.2 Βλάβες δοκών: 19

1.3.3 Βλάβες κόμβων: 23

1.4 Διάρθρωση εργασίας: 27

2. Βασικές αρχές αποτίμησης [20, 21]. 29

2.1 Εισαγωγή: 29

2.2 Γενικά για τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.: 29

2.3 Αποτίμηση υφιστάμενων κατασκευών: 30

2.4 Στόχοι Αποτίμησης και Ανασχεδιασμού (Στάθμες επιτελεστικότητας): 30

2.5 Διερεύνηση φέροντος οργανισμού υφιστάμενου δομήματος: 32

2.5.1 Αποτύπωση: 32

2.5.2 Ιστορικό κατασκευής: 33

2.5.3 Καταγραφή βλαβών: 33

2.5.4 Διερευνητικές εργασίες: 33

2.6 Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (Σ.Α.Δ.): 33

2.6.1 Καθορισμός Σ.Α.Δ. σκυροδέματος: 34

2.6.2 Καθορισμός Σ.Α.Δ. χάλυβα: 35

2.6.3 Καθορισμός Σ.Α.Δ. γεωμετρίας και λεπτομερειών: 35

2.6.4 Επίπεδα γνώσης του EN1998 – 3: 36

2.7 Βασικά δεδομένα αποτίμησης (και ανασχεδιασμού): 36

2.7.1 Ανίσωση ασφαλείας: 36

2.7.2 Βασικές μεταβλητές: 37

2.7.3 Προσδιορισμός συντελεστών ασφαλείας: 38

2.7.4 Συντελεστής συμπεριφοράς q: 40

2.8 Ανάλυση πριν την επέμβαση: 41

2.8.1 Γενικές απαιτήσεις προσομοίωσης: 41

2.8.2 Μέθοδος ανάλυσης – Ελαστική δυναμική ανάλυση: 43

3. Παρουσίαση φορέα και βασικά δεδομένα. 44
3.1 Εισαγωγή: 44
3.2 Γεωμετρία φορέα και τεχνικά δεδομένα: 44
3.2.1 Υλικά: 44
3.2.2 Ξυλότυποι ορόφων: 45
3.2.3 Οπλισμοί δομικών στοιχείων: 50
3.2.4 Μορφολογική κανονικότητα: 51
3.3 Σεισμικά δεδομένα: 55
3.4 Τελικά δεδομένα ανάλυσης: 60
3.4.1 Στάθμη επιτελεστικότητας και Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ): 60
3.4.2 Συντελεστής συμπεριφοράς q: 61
3.4.3 Φορτία: 61
3.4.3 Φορτιστικοί συνδυασμοί: 62
4. Προσομοίωση φορέα στο SAP2000. 63
4.1 Εισαγωγή: 63
4.2 Τρισδιάστατο προσομοίωμα στο AutoCAD: 63
4.3 Εισαγωγή στο SAP2000: 64
4.3.1 Υλικά: 64
4.3.2 Εισαγωγή διατομών υποστυλωμάτων: 65
4.3.3 Εισαγωγή διατομών δοκών: 66
4.3.4 Εισαγωγή μαζών: 69
4.3.5 Εισαγωγή φορτίων: 71
4.3.6 Στερεοί βραχίονες: 75
4.3.7 Θεμελίωση: 75
4.3.8 Προσομοίωση πλακών: 76
4.3.9 Φορτιστικοί συνδυασμοί: 77
5. Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας. 82
5.1 Εισαγωγή: 82
5.2 Ιδιομορφική ανάλυση: 83
5.3 Αποτίμηση δοκών: 85
5.3.1 Έλεγχος δοκών σε κάμψη: 85

5.3.2 Έλεγχος δοκών σε διάτμηση: 86
5.4 Αποτίμηση υποστυλωμάτων: 88
5.4.1 Έλεγχος υποστυλωμάτων σε καθαρή θλίψη: 89
5.4.2 Έλεγχος υποστυλωμάτων σε κάμψη: 89
5.4.3 Έλεγχος υποστυλωμάτων σε διάτμηση: 91
5.5 Σχολιασμός αποτελεσμάτων: 91
6. Προτάσεις ενίσχυσης – Θεωρητικό υπόβαθρο. 93
6.1 Γενικά: 93
6.2 Βασικές αρχές ανασχεδιασμού [20]: 95
6.3 Πρώτη πρόταση ενίσχυσης: 97
6.3.1 Γενικά: 97
6.3.2 Ενίσχυση υποστυλωμάτων: 97
6.3.3 Ενίσχυση δοκών: 102
6.3.4 Προσθήκη τοιχωμάτων: 103
6.3.5 Μορφή και δεδομένα: 106
6.4 Δεύτερη πρόταση ενίσχυσης: 114
6.4.1 Γενικά: 114
6.4.2 Ενίσχυση υποστυλωμάτων: 115
6.4.3 Ενίσχυση δοκών με ινοπλισμένα πολυμερή άνθρακα (C-FRP): 116
6.4.4 Μορφή και δεδομένα: 120
7. Αποτελέσματα ενισχύσεων κατασκευής. 123
7.1 Αποτελέσματα πρώτης πρότασης ενίσχυσης: 123
7.1.1 Προσομοίωση της 1ης ενίσχυσης στο SAP2000: 123
7.1.2 Ιδιομορφική και σεισμική ανάλυση 1ης ενίσχυσης: 130
7.1.3 Διαστασιολόγηση 1ης ενίσχυσης: 133
7.2 Αποτελέσματα δεύτερης πρότασης ενίσχυσης: 153
7.2.1 Προσομοίωση της 2ης ενίσχυσης στο SAP2000: 153
7.2.2 Ιδιομορφική ανάλυση 2ης ενίσχυσης: 155
7.2.3 Διαστασιολόγηση 2ης ενίσχυσης: 159
7.3 Έλεγχος και ανάλυση κόμβων: 172
7.3.1 Παρουσίαση του μοντέλου: 172
7.3.2 Διαδικασία υπολογισμών ανάλυσης κόμβου: 177

7.3.3 Ανάλυση Κόμβου Κ5: 179
7.3.4 Αποτελέσματα κόμβων: 183
8. Συμπεράσματα και σύγκριση ενισχύσεων. 187
Βιβλιογραφία: 191
Παράρτημα Α: Πίνακες αποτίμησης. 197
Παράρτημα Β: Πίνακες 1ης Ενίσχυσης. 205
Παράρτημα Γ: Πίνακες 2ης Ενίσχυσης. 227
Παράρτημα Δ: Πίνακες ελέγχου κόμβων. 239

1. Παθογένειες και βλάβες κατασκευών.

1.1 Γενικά:

Η κατασκευή των κτηρίων οπλισμένου σκυροδέματος σημειώνεται στην Ελλάδα από τις αρχές του 20ου αιώνα. Για την περάτωση των έργων τον πρώτο μισό αιώνα, η μελέτη τους γινόταν βάση μόνο κατακόρυφων φορτίων ή με τον συνυπολογισμό σεισμικών δυνάμεων, ως ποσοστά των πρώτων. Μετά από μια σειρά σφοδρών σεισμών σε διάφορες περιοχές της χώρας, το 1959 συντάχθηκε ο πρώτος αντισεισμικός κανονισμός υποχρεωτικής εφαρμογής, γνωστός ως «Βασιλικό διάταγμα του 1959». Ο κορμός του κανονισμούς βασιζόταν σε 3 διαφορετικές σεισμικές ζώνες (0.04g έως 0.16g) και 4 διαφορετικές κατηγορίες εδαφών. Ο συνυπολογισμός του σεισμού γίνεται μέσω οριζόντιας στατικής δύναμης σε κάθε στάθμη της κατασκευής και στο σύνολο συμβαδίζει με τους τότε κανονισμούς της εποχής [1]. Σημειώνεται ότι περισσότερο από το 80% των κτηρίων έχει κατασκευαστεί με το παραπάνω κανονιστικό πλαίσιο.

Λόγω νέων καταστροφικών σεισμών, το 1984 γίνεται η πρώτη αναθεώρηση του Ε.Α.Κ., ενώ το 1992 συντάσσεται ο Ν.Ε.Α.Κ., όπου τίθεται σε εφαρμογή το 1995. Οι σεισμικές ζώνες αυξάνονται σε 4 με αυξημένες επιταχύνσεις εδάφους (0.12g έως 0.36g), ενώ οι κατηγορίες εδάφους παραμένουν 4 και η ανάλυση γίνεται με βάση το ελαστικό φάσμα σχεδιασμού. Στα επόμενα 5 χρόνια γίνεται η πρώτη αναθεώρηση του ΝΕΑΚ και ονομάζεται ΕΑΚ2000 ενώ το 2003, καθορίζεται η τελική μορφή του όπου αποτελείται από 3 σεισμικές ζώνες με εδαφικές επιταχύνσεις από 0.16g έως 0.36g. Οι πιο βασικές διαφορές του ΕΑΚ2000 με τους προηγούμενους κανονισμούς είναι η ανανέωση του χάρτη σεισμικών ζωνών, εισάγεται η έννοια του συντελεστή συμπεριφοράς, επιβάλλεται η δυναμική φασματική ανάλυση ενώ το φάσμα σχεδιασμού δεν έχει πλέον σταθερή μορφή [1].

Το 2004 οριοθετείται ο ευρωπαϊκός αντισεισμικός κανονισμός, γνωστός ως Ευρωκώδικας 8 όπου γίνεται εκτενής ανάλυση του στο Κεφαλαίο 3. Από το 2014 και έπειτα, στην Ελλάδα επιβάλλεται η χρήση του ΕΑΚ2000 ως αυτούσιου κανονισμού ή αντίστοιχα του ΕΝ1998 [1].

1.2 Παθογένειες παλαιών κατασκευών:

Τα κτήρια τα οποία έχουν κατασκευαστεί πριν το 1985 χαρακτηρίζονται από μεγάλο αριθμό κατασκευαστικών ανεπαρκειών και παραλήψεων, οι οποίες προκύπτουν από τους κανονισμούς της εποχής, όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 1.1, αλλά και από τις ανάλογες κατασκευαστικές διατάξεις. Στη συνέχεια, θα παρατεθούν τα βασικά προβλήματα που διέπουν τις παλαιές κατασκευές στον Ελληνικό χώρο.

Α) Παθολογία κατακόρυφων στοιχείων:

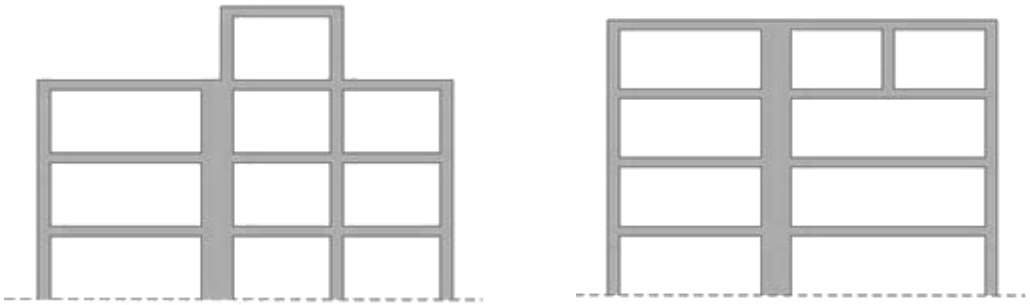
Τα κατακόρυφα στοιχεία χαρακτηρίζονται ως τα κρίσιμα μέλη μιας κατασκευής καθώς είναι αυτά που καθορίζουν την πλευρική δυσκαμψία αλλά και μεταφέρουν τα φορτία στη θεμελίωση. Ο αριθμός των προβλημάτων που παρουσιάζουν τα υποστυλώματα των παλαιών κατασκευών είναι σημαντικός και αφορούν είτε κατασκευαστικές λεπτομέρειες είτε τον τρόπο δόμησης. Ένα από τα σημαντικότερα σφάλματα που παρατηρείται σε πολλές κατασκευές είναι ο μικρός αριθμός συνδετήρων καθ' ύψος του στοιχείου. Με αυτό τον τρόπο δόμησης, τα υποστυλώματα έχουν μικρή αντοχή σε τέμνουσα, με αποτέλεσμα να είναι επιρρεπή σε διατμητική αστοχία αλλά και στην παραλαβή των κατακόρυφων φορτίων λόγω της ελάχιστης περίσφιξης που παρέχεται. Ακόμα, ένα κοινό πρόβλημα είναι το μικρό γεωμετρικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού, το οποίο καθιστά τα υποστυλώματα επιρρεπή σε καμπτικά φορτία. Το παραπάνω σφάλμα εντείνεται περισσότερο σε συνδυασμό με την ύπαρξη ανεπαρκών παραθέσεων στον πόδα των υποστυλωμάτων. Τα μικρά μήκη παραθέσεων οδηγούν το υποστύλωμα σε πρόωρη αστοχία από ολίσθηση, καθώς δεν λειτουργεί ο μηχανισμός της συνάφειας και δεν μεταβιβάζονται επιτυχώς οι δυνάμεις μεταξύ των παρατιθέμενων οπλισμών. [2 – 4].

Σχήμα 1.1. *Έλλειψη συνδετήρων (αριστερά) – Ανεπαρκείς παραθέσεις (δεξιά) [5].*

Εκτός από τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες, προβλήματα εμφανίζονται και λόγω ατελειών κατά την κατασκευή της οικοδομής. Η ασθενής απόκριση των υποστυλωμάτων αυξάνεται λόγω πιθανής κακής σκυροδέτησης που μειώνει την μονολιθικότητα των στοιχείων. Το παραπάνω, μπορεί να συνδυαστεί και με κακούς αρμούς διακοπής που αποτελούν ασθενή σημεία [2, 4].

Σχήμα 1.2. *Μορφή κακής σκυροδέτησης – Φωλιές [6].*

Σημαντικό ρόλο στην απόκριση των κατακόρυφων στοιχείων έχει και η διάταξη των υποστυλωμάτων καθ' ύψος της κατασκευής. Μια συνήθης πρακτική, που εμφανίζεται και σε νέες κατασκευές, είναι η δημιουργία εσοχών σε ανώτερους ορόφους της κατασκευής. Με αυτό τον τρόπο, υποστυλώματα κατώτερων ορόφων αναπτύσσουν μικρότερο αξονικό φορτίο, που αυξάνει τον κίνδυνο εμφάνισης αστοχιών. Επιπλέον, δημιουργούνται φυτευτά υποστυλώματα, τα οποία προκαλούν έντονα προβλήματα κάμψης και διάτμησης στις δοκούς όπου στηρίζονται, ενώ τα ίδια δεν συμμετέχουν καθόλου στην παραλαβή τέμνουσας και τη μεταφορά της στη θεμελίωση. Τέλος, η ύπαρξη φυτευτών υποστυλωμάτων δημιουργεί σημεία όπου αναπτύσσεται η κατακόρυφη σεισμική συνιστώσα του σεισμού [7].



Σχήμα 1.3. *Εσοχή ανώτερου ορόφου (αριστερά) – Φυτευτό υποστύλωμα (δεξιά) [8].*

Ακόμα, άλλο ένα πρόβλημα που εμφανίζεται κυρίως στο ισόγειο ή σε ημιυπόγειους ορόφους παλαιών κατασκευών είναι η δημιουργία κοντών υποστυλωμάτων. Τα συγκεκριμένα στοιχεία έχουν πολύ μικρό λόγο διάτμησης και σε συνδυασμό με την έλλειψη εγκάρσιου οπλισμού, αστοχούν διατμητικά.

Σχήμα 1.4. *Βραχύ υποστύλωμα [5].*

Β) Παθολογία οριζόντιων στοιχείων:

Τα σφάλματα στις παλιές κατασκευές δεν περιορίζονται μόνο στα κατακόρυφα στοιχεία. Αρκετά από τα προβλήματα που παρουσιάστηκαν παραπάνω, εμφανίζονται και στις δοκούς. Τα δύο πιο κοινά είναι η έλλειψη συνδετήρων κατά μήκος των δοκών και η μικρή επικάλυψη των διαμηκών οπλισμών. Το πρώτο οδηγεί τις δοκούς να έχουν μεγαλύτερη πιθανότητα να αστοχήσουν διατμητικά, ενώ το δεύτερο μειώνει την προστασία των οπλισμών από περιβαλλοντικούς παράγοντες, όπου σε περίπτωση αποφλοίωσης τους σκυροδέματος γίνεται οξείδωση [2]. Ακόμα, μια ατέλεια που αφορά κυρίως στα άκρα δοκών που καταλήγουν σε εξωτερικούς κόμβους, είναι η ανεπαρκής αγκύρωση των διαμηκών οπλισμών τους σε αυτούς. Με αυτό το τρόπο, η αναγνώριση του είδους αστοχίας γίνεται πιο δύσκολη, καθώς υπάρχει ομοιότητα μεταξύ καμπτικών και ρηγμάτων ολίσθησης [2, 9].

Σχήμα 1.5. *Έλλειψη συνδετήρων σε παλιά δοκό [10].*

Εκτός των ατελειών στις κατασκευαστικές λεπτομέρειες, τίθενται και ζητήματα στην πλαισιακή λειτουργία (κύριος τρόπος δόμησης της δεκαετίας 1970 και παλαιότερα) λόγω της κακής διάταξης των δοκών στην κάτοψη. Έχει παρατηρηθεί σε διάφορες περιπτώσεις, η χρήση μικρότερου αριθμού δοκών κατά την μια διεύθυνση, το οποίο επηρεάζει την δυσκαμψία της κατασκευής. Ακόμα, έχει παρατηρηθεί η εκτεταμένη χρήση συνδέσεων δοκού επί δοκού, όπου δημιουργεί θέσεις υψηλής διατμητικής έντασης [7]. Οι παραπάνω θέσεις δεν έχουν αντιμετωπισθεί με κατάλληλο τρόπο, όποτε κρίνονται ως κρίσιμα σημεία σε μια κατασκευή. Σε άλλες περιπτώσεις όπου υπάρχει σύνδεση δοκού επί δοκού και στα δύο άκρα του οριζόντιου στοιχείου, εκείνη λειτουργεί αμφιέρειστα, με αποτέλεσμα να υπάρχουν υψηλές ροπές στο άνοιγμα.

Σχήμα 1.6. *Δοκός επί δοκού [11].*

Τέλος, το σημαντικότερο πρόβλημα που παρατηρείται στο μεγαλύτερο μέρος των παλαιών κατασκευών είναι ο τρόπος δόμησης, δηλαδή με ισχυρές δοκούς και ασθενή υποστυλώματα που οδηγεί σε ικανοτικούς λόγους μικρότερους της μονάδας. Η χρήση δοκών όπου έχουν μεγαλύτερη καμπτική αντοχή από τα συντρέχοντα υποστυλώματα, εμφανίζει αστοχίες που συγκεντρώνονται κυρίως στους κόμβους και τα κατακόρυφα στοιχεία [2, 12 – 16].

Γ) Θεμελίωση:

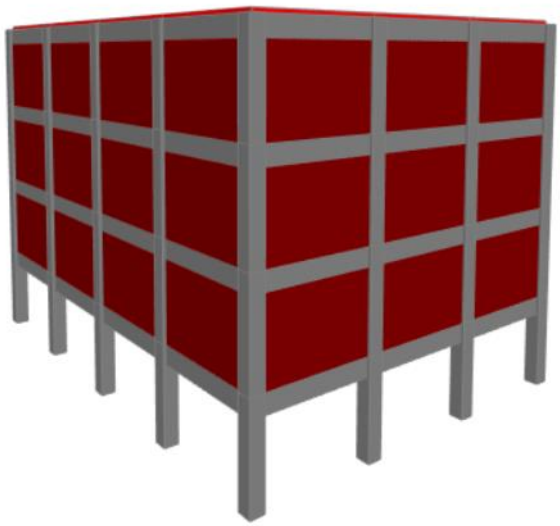
Στις περισσότερες παλαιές κατασκευές δεν παρατηρείται γενικώς η χρήση συνδετήριων δοκών μεταξύ των πέδιλων, με αποτέλεσμα οι θεμελιώσεις να είναι εύκαμπτες. Ακόμα, η χρήση μεμονωμένων πέδιλων καθιστά τα κτήρια που εδράζονται σε πιο μαλακά εδάφη, να είναι επιρρεπή σε καθιζήσεις. Έτσι, δημιουργούνται προβλήματα διαφορικών καθιζήσεων αλλά και αστοχίες στον φέροντα και μη οργανισμό του κτηρίου.

Δ) Στατικό σύστημα:

Όπως αναφέρθηκε και στο (Β), το σύνηθες δομικό σύστημα των παλαιών κατασκευών ήταν κτήρια με αμιγώς πλαισιακά συστήματα. Η χρήση των παραπάνω είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία πολύ εύκαμπτων κατασκευών όπου αναπτύσσουν υψηλές μετακινήσεις. Επακόλουθο, είναι η δυσκαμψία της κατασκευής να βασίζεται στα υποστυλώματα της [3]. Αυτό, σε συνδυασμό με την ύπαρξη των ισχυρών δοκών, καθιστά την χρήση πλαισιωτών συστημάτων στα παλιά κτήρια, ως ένα από τα βασικά μειονεκτήματα τους.

Ε) Τοιχοποιίες πλήρωσης:

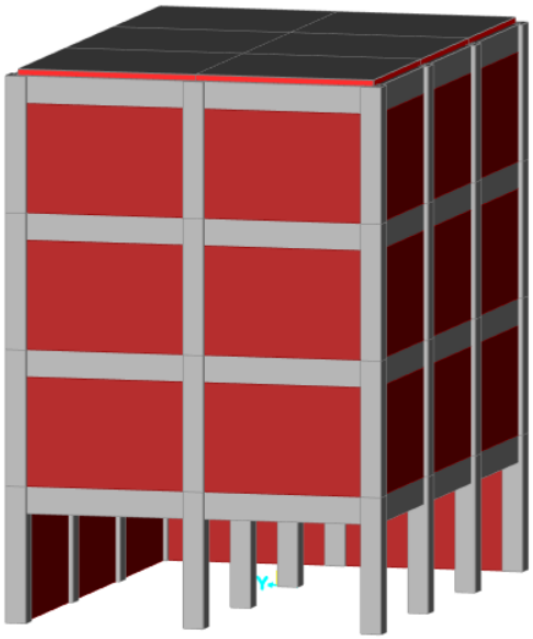
Σημαντικό ρόλο στην απόκριση των κτηρίων αποτελούν και οι τοιχοποιίες πλήρωσης. Παρότι δεν αποτελούν φέροντα οργανισμό, η σύνδεση τους με τα πλαίσια στα οποία εμφατνώνονται αποτελεί καθοριστικό παράγοντα για την τελική δυσκαμψία της κατασκευής. Μια συνήθης πρακτική στις πολυώροφες κατασκευές των αστικών κέντρων, κυρίως τις τελευταίες τρεις δεκαετίες, είναι η χρήση πυλωτών, δηλαδή η παράλειψη τοποθέτησης τοίχων πλήρωσης στο ισόγειο. Το παραπάνω οδηγεί στη δημιουργία μαλακού ορόφου, όπου σημαίνει ότι το ισόγειο έχει πολύ μικρότερη δυσκαμψία συγκριτικά με τον 1^{ο} όροφο. Κατά την διάρκεια ενός σεισμού, το συγκεκριμένο πρόβλημα μπορεί να οδηγήσει στη δημιουργία μηχανισμού ορόφου και κατάρρευση του κτηρίου [7, 17].



Σχήμα 1.7. *Τυπικό κτήριο με πυλωτή.*

Εκτός από την πλήρη παράλειψη της τοιχοποιίας στο ισόγειο, υπάρχει και η περίπτωση ανομοιόμορφης τοποθέτησης της, με αποτέλεσμα την δημιουργία ανοικτών όψεων. Λόγω της πάκτωσης μεταξύ τοιχοποιίας και υποστυλωμάτων και τη διαφοροποίηση της δυσκαμψίας, η θέση του ελαστικού κέντρου αλλάζει, δημιουργώντας στρεπτικές καταπονήσεις. Οι παραπάνω, δεν έχουν ληφθεί υπόψιν

στην διαστασιολόγηση της κατασκευής, με αποτέλεσμα να μην έχει γίνει σωστή ανάλυση [7].



Σχήμα 1.8. *Κτήριο με ανομοιόμορφη τοποθέτηση τοιχοποιιών στο ισόγειο.*

ΣΤ) Ποιότητα υλικών:

Στους ζημιογόνους παράγοντες των παλαιών κατασκευών εντάσσεται και η κακή ποιότητα υλικών. Το παραπάνω ισχύει για το σκυρόδεμα αλλά και για τον χάλυβα οπλισμού. Η υποδεέστερη ποιότητα σκυροδέματος οφείλεται σε κακή κοκκομετρική διαβάθμιση, κακή ποιότητα υλικών, ανεπαρκή λόγο νερού προς τσιμέντο καθώς και κακή ποιότητα και χαμηλή κατηγορία τσιμέντου (από C8/10 έως C16/20). Εκτός από τις ιδιότητες του, σημαντικό ρόλο στην ποιότητα έχει και ο τρόπος κατασκευής του όπου μπορεί να μην έγινε κατάλληλη δόνηση ή να έγινε χρήση ακατάλληλου νερού κατά την ανάμιξη [2, 12 – 16].

Αντίστοιχα, οι χάλυβες που χρησιμοποιούνταν λόγω των υψηλών χρόνων περάτωσης παρουσιάζουν προβλήματα οξείδωσης και αρκετές φορές διάβρωση, σε περιπτώσεις που έχει ενανθρακωθεί το σκυρόδεμα [2, 4].

1.3 Παθολογία - βλάβες κατασκευών:

Αφού έγινε η ανάλυση των προβλημάτων που εμφανίζονται σε ένα μέρος των παλαιών κτηρίων, στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι βασικές βλάβες που μπορεί να εμφανισθούν μετά από μια σεισμική διέγερση. Ο διαχωρισμός θα γίνει ανά δομικό στοιχείο και θα γίνει ανάλυση των υποστυλωμάτων, δοκών και κόμβων.

1.3.1 Βλάβες υποστυλωμάτων:

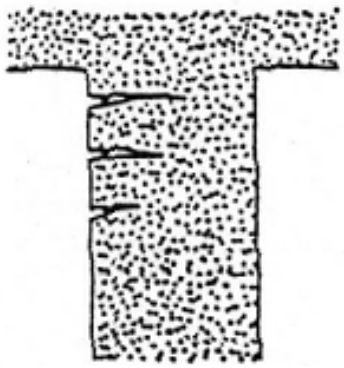
Οι βλάβες που αναπτύσσουν τα υποστυλώματα μπορεί να είναι καμπτικές ή διατμητικές, ενώ σπανίως μπορεί να εμφανιστεί και σύνθλιψη τους. Ο διαχωρισμός τους σύμφωνα με τον τρόπο αστοχίας τους δεν είναι απλός. Έτσι, ως μέτρο συσχέτισης των δύο αστοχιών, χρησιμοποιήθηκε ο λόγος διάτμησης που μπορεί να υπολογισθεί προσεγγιστικά από τον τύπο [2, 4]:

$$\alpha = \frac{M}{V \cdot d}$$

Γενικώς, τα υποστυλώματα που έχουν υψηλό λόγο διάτμησης αστοχούν καμπτικά, ενώ όσο μικραίνει η τιμή του α, η αστοχία γίνεται διατμητική. Θα μπορούσε να οριστεί ο εξής διαχωρισμός για τα συνήθη ποσοστά διαμήκους οπλισμού [2]:

- Κανονικά υποστυλώματα με α > 3.5, τα οποία αστοχούν καμπτοδιατμητικά με έμφαση στην κάμψη.
- Μεσαίου ύψους υποστυλώματα με 2 < α < 3.5, τα οποία αστοχούν καμπτοδιατμητικά με έμφαση στον διατμητικό τύπο.
- Κοντά υποστυλώματα με α < 2, στα οποία εμφανίζεται εκρηκτικού τύπου διατμητική αστοχία.

Όταν ένα στοιχείο αστοχεί καμπτικά, οι ρωγμές εμφανίζονται κυρίως στον πόδα και στην κεφαλή του. Οι ρωγμές που δημιουργούνται είναι κάθετες στον άξονα του υποστυλώματος, ενώ αν είναι μικρότερες από 1-2 mm θεωρείται ότι αφορούν τοπικές αδυναμίες [2, 4].



Σχήμα 1.9. *Καμπτική αστοχία υποστυλώματος [4].*

Στα υποστυλώματα των παλαιού τύπου κατασκευών Ο/Σ, της δεκαετίας 1960-70 και των παλαιότερων, η παρουσία ισχυρού αξονικού φορτίου οδηγεί σε ψαθυρή απόκρισή τους στη διάρκεια ισχυρών σεισμών, η οποία επιτείνεται περαιτέρω λόγω αυξομείωσης του αξονικού φορτίου ιδίως στα υποστυλώματα της περιμέτρου των κτηρίων. Στα λεπτά υποστυλώματα των κατασκευών αυτών η ανεπάρκεια εγκάρσιας όπλισης οδηγεί σε μειωμένη ικανότητα παραμόρφωσης και πλαστιμότητα και συνεπώς σε πρόωρη διατμητική ρηγμάτωση στις θέσεις πιθανού σχηματισμού

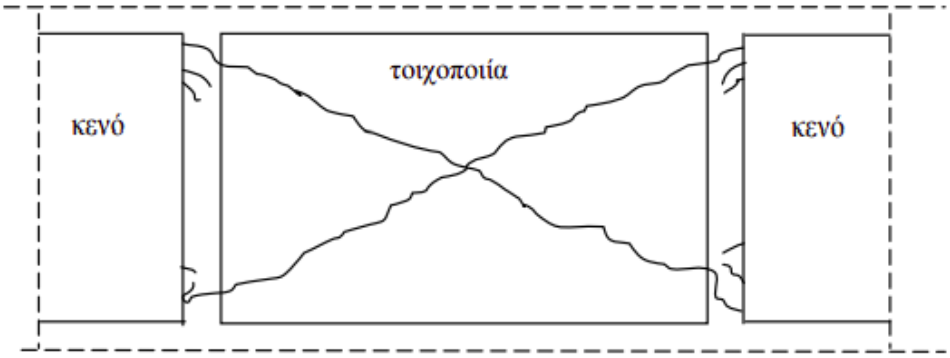
πλαστικής άρθρωσης. Έτσι, υπό το ισχυρό αξονικό φορτίο επέρχεται τελικά έντονος λυγισμός των διαμήκων ράβδων ως συνέπεια της απώλειας αξονικής φέρουσας ικανότητάς τους.

Σχήμα 1.10. *Διατμητική αστοχία κανονικού υποστυλώματος με έντονο λυγισμό ράβδων και αποδιοργάνωση σκυροδέματος λόγω έλλειψης συνδετήρων [2].*

Κατά την διατμητική αστοχία ενός κοντού υποστυλώματος παρατηρούνται διαγώνια ρήγματα, τα οποία σχηματίζουν μεταξύ τους δύο τρίγωνα. Στην περίπτωση που συνυπάρχει ισχυρό αξονικό φορτίο, το υποστύλωμα δεν μπορεί να παραλάβει πλέον τα κατακόρυφα φορτία, βραχύνεται λόγω της απώλειας συνδετήρων και μπορεί να φτάσει μέχρι την κατάρρευση. Οι διατμητικές αστοχίες είναι ψαθυρού τύπου και πρέπει να αντιμετωπίζονται ως οι πιο κρίσιμες σε μια κατασκευή [4].

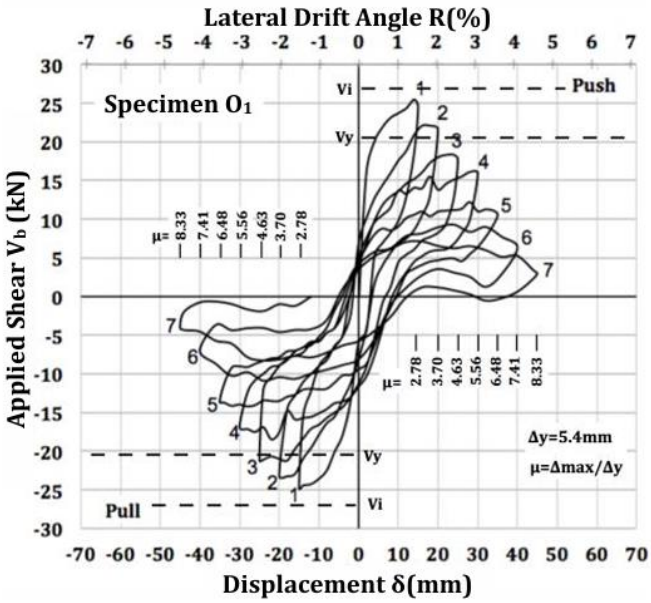
Σχήμα 1.11. *Διατμητική αστοχία υποστυλώματος [2].*

Οι διατμητικές αστοχίες των υποστυλωμάτων είναι πιθανό να συμβούν και λόγω της ώθησης που δέχονται από τις τοιχοποιίες πλήρωσης. Τα συγκεκριμένα διατμητικά ρήγματα είναι διαγώνια και ακολουθούν την χιαστί ρηγμάτωση που εμφανίζουν οι τοιχοποιίες πλήρωσης όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.12. Ωστόσο, σημειώνεται ότι αυτή η μορφή διατμητικής αστοχίας εμφανίζεται κυρίως σε τοιχοποιίες που συνδέονται με γωνιακά εξωτερικά υποστυλώματα ή σε μεμονωμένα πληρωμένα πλαίσια [4].



Σχήμα 1.12. *Διατμητική αστοχία υποστυλωμάτων από ώθηση τοιχοποιίας [4].*

Για τις αστοχίες αυτές οφείλεται και η κακή ποιότητα των υλικών. Λόγω του παραπάνω, οι βλάβες που αναπτύσσονται στις παλαιές κατασκευές Ο/Σ είναι ως επί το πλείστον ψαθυρού χαρακτήρα [2]. Στη συνέχεια παρατίθενται οι βρόχοι υστερητικής απόκρισης δοκιμίου υποστυλώματος με ελλιπείς συνδετήρες και ανεπαρκείς παραθέσεις των διαμήκων οπλισμών που μελετήθηκε από τους Καλογερόπουλος (2017) [18] και Kalogeropoulos and Tsonos (2019) [19]. Η φόρτιση είναι ανακυκλιζόμενη, σεισμικού τύπου.



Σχήμα 1.13. *Υστερητικοί βρόχοι παλαιού υποστυλώματος με ανεπαρκείς παραθέσεις και ελλιπείς συνδετήρες [18, 19].*

Από τους βρόχους του συγκεκριμένου δοκιμίου παρατηρείται ότι μετά τον πρώτο κύκλο φόρτιση, η ικανότητα παραλαβής οριζόντιου φορτίου μειώνεται ραγδαία. Μετά από 7 κύκλους και 45 mm μετακίνησης, το υποστύλωμα φτάνει στη θραύση κα δεν μπορεί να παραλάβει επιπλέον φορτία. Ακόμα, από το εμβαδό των βρόχων είναι φανερή η μειωμένη ικανότητα απορρόφησης ενέργειας καθ' όλη την διάρκεια φόρτισης. Ελέγχοντας τους βρόχους του δοκιμίου, η κατάρρευση οφείλεται στην ολίσθηση των παραθέσεων, ωστόσο φαίνεται ότι συνυπάρχει και διατμητική αστοχία λόγω της απότομης πτώσης της αντοχής σε κάθε κύκλο. Το παραπάνω επιβεβαιώνεται από τον τρόπο αστοχίας αλλά και τα δεδομένα από τα ηλεκτρομηκυνσιόμετρα, όπου οι οπλισμοί εμφάνισαν παραμόρφωση μόνο 0.028%. Έτσι, κρίνεται ότι πρόκειται για αστοχία της συνάφειας μεταξύ των παραθέσεων και ολίσθηση των οπλισμών. Στο Σχήμα 1.14 φαίνεται και το δοκίμιο μετά του μικτού τύπου αστοχία. Το παραπάνω επιβεβαιώνεται και από το Σχήμα 1.13, καθώς από τον 5^{ο} κύκλο φόρτισης παρατηρείται έντονη οριζοντιοποίηση των βρόχων, το οποίο οδηγεί στο συμπέρασμα ότι υπάρχει ολίσθηση των οπλισμών [19].

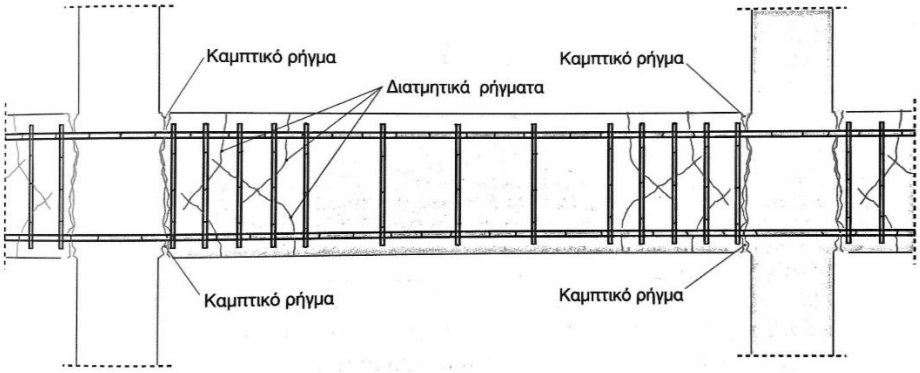
Σχήμα 1.14. *Αστοχία δοκιμίου από πειραματική διερεύνηση του Καλογερόπουλος (2017) [18] και Kalogeropoulos and Tsonos (2019) [19].*

1.3.2 Βλάβες δοκών:

Στις δοκούς των νέων κατασκευών, όπου έχουν επιλυθεί τα προβλήματα που διέπουν τις παλαιές κατασκευές, είναι εφικτός ο διαχωρισμός με τον ίδιο τρόπο που ισχύει για τα υποστυλώματα, σύμφωνα με τον λόγο διάτμησης [2]:

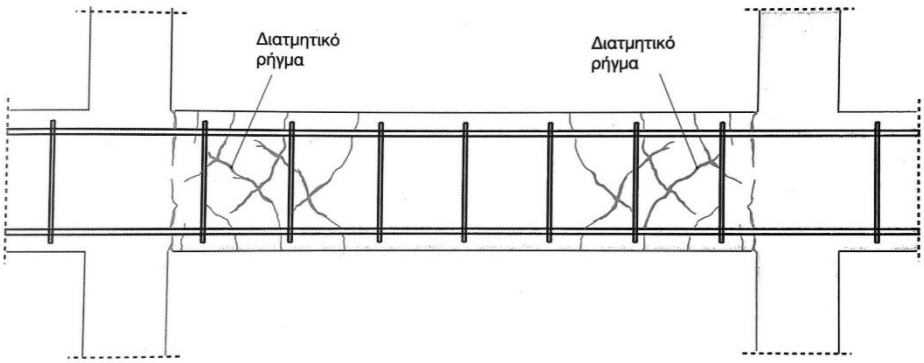
- Πολύ λεπτές δοκοί με α >7, οι οποίες αστοχούν καμπτοδιατμητικά με έμφαση στην κάμψη.
- Λεπτές δοκοί με α > 3, οι οποίες αστοχούν καμπτοδιατμητικά με έμφαση στον καμπτικό τύπο.
- Βραχείες δοκοί με α < 3, οι οποίες αστοχούν καμπτοδιατμητικά και όσο μικρότερος είναι ο λόγος, τόσο υψηλότερη είναι η επιρροή της διάτμησης

Στην κατάσταση που μια δοκός αστοχεί καμπτικά, οι ρηγματώσεις εμφανίζονται στο άκρο της δοκού και είναι κάθετες στον άξονα της. Μια τέτοια καμπτική ρωγμή φαίνεται στο Σχήμα 1.15, ωστόσο η εμφάνιση τριχοειδών διατμητικών ρωγμών είναι συνήθης [2].

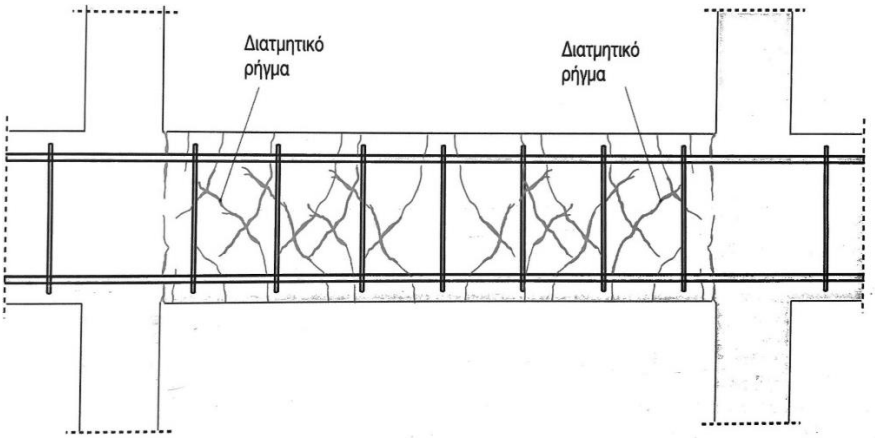


Σχήμα 1.15. *Καμπτικά ρήγματα στα άκρα δοκού [2].*

Ωστόσο, για τις παλαιές κατασκευές δεν ισχύουν τα παραπάνω, καθώς η ύπαρξη των προβλημάτων που αναφέρθηκαν στην ενότητα 1.2, οδηγούν τον μεγαλύτερο αριθμό των δοκών σε διατμητικές αστοχίες. Η εμφάνιση καμπτικών ρωγμών συμβαίνει σε περιπτώσεις όπου ο κόμβος είναι ισχυρός ή οι διαμήκεις ράβδοι είναι καλά αγκυρωμένες. Στην περίπτωση όπου η αγκύρωση των διαμηκών οπλισμών είναι επαρκής, οι λεπτές δοκοί με α > 3 αστοχούν διατμητικά με εμφάνιση διαγώνιων ρηγμάτων στα άκρα τους. Για δοκούς που είναι βραχείες, η εμφάνιση των χιαστί ρηγμάτων γίνεται σε όλο το μήκος της δοκού. Οι παραπάνω περιπτώσεις φαίνονται στα Σχήματα 1.16 και 1.17.

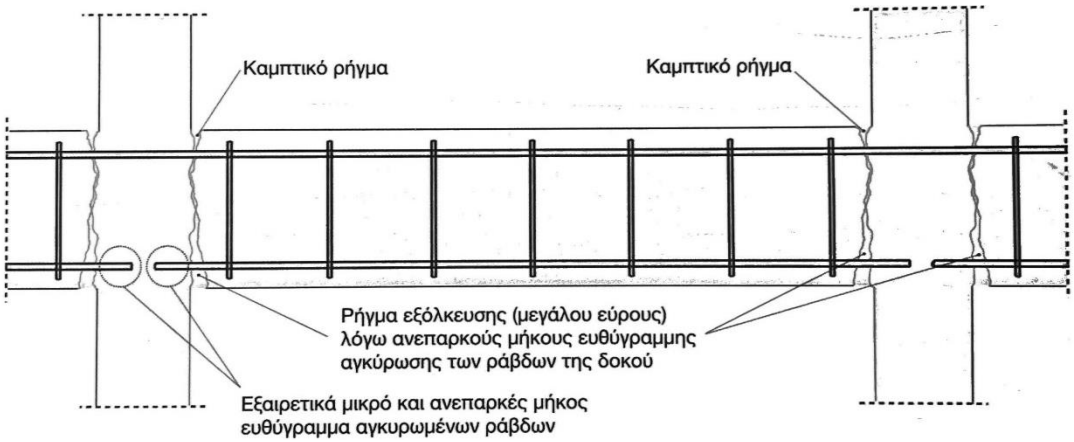


Σχήμα 1.16. *Διατμητικά ρήγματα στα άκρα λεπτής δοκού [2].*



Σχήμα 1.17. *Διατμητικά ρήγματα καθ' όλο το μήκος βραχείας δοκού [2].*

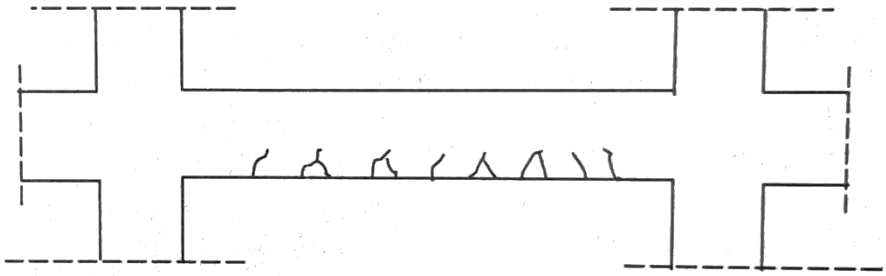
Η πιο συνήθης περίπτωση όμως, είναι αυτή των ανεπαρκώς αγκυρωμένων δοκών, είτε σε εσωτερικούς είτε σε εξωτερικούς κόμβους. Η συγκεκριμένη κατάσταση αποτελεί κρίσιμο σημείο, ειδικά κατά την διάγνωση των βλαβών σε ένα κτήριο που έχει υποστεί σεισμική καταπόνηση [2]. Οι δοκοί με ανεπαρκείς αγκυρώσεις εμφανίζουν ρήγματα παρόμοια με αυτά των καμπτικών αστοχιών, δηλαδή παράλληλα με τον άξονα των συντρεχόντων υποστυλωμάτων. Η ειδοποιός διαφορά τους από τα καμπτικά είναι το εύρος τους, το οποίο είναι σημαντικά αυξημένο όπως φαίνεται στην Εικόνα 1.17. Η δημιουργία των παραπάνω αστοχιών οφείλεται στην εξόλκευση των διαμηκών ράβδων της δοκού από το εσωτερικό του κόμβου. Σημειώνεται ότι, στις περιπτώσεις όπου εμφανίζεται αυτού του είδους η αστοχία, υπάρχει η πιθανότητα ο κόμβος να μείνει ανέπαφος [9].



Σχήμα 1.18. *Ρήγματα από εξόλκευση και κάμψη στα άκρα δοκού λόγω ανεπαρκούς αγκύρωσης [2].*

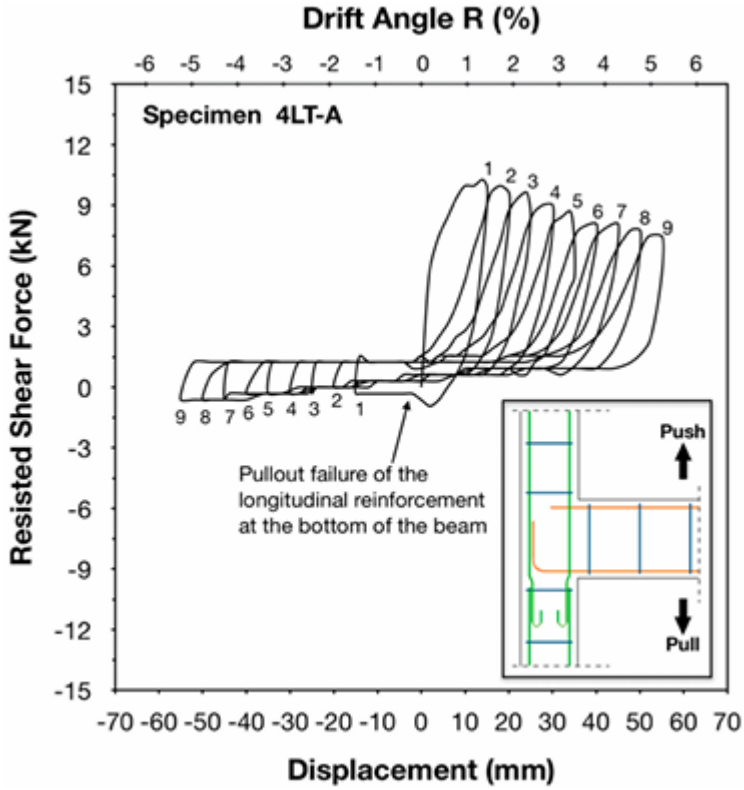
Εκτός από τα άκρα των δοκών, αστοχίες εμφανίζονται και στο άνοιγμα τους. Τα ρήγματα είναι κυρίως κάθετα στον άξονα της δοκού και οφείλονται στην κατακόρυφη συνιστώσα του σεισμού. Εφόσον, η επιρροή της κατακόρυφης συνιστώσας δεν είναι σημαντική, τα ρήγματα αυτά θεωρείται ότι προκαλούνται από διεύρυνση τριχοειδών

ρωγμών που έχουν προκληθεί από τα κατακόρυφα φορτία, ερπυσμό και συστολή ξήρανσης [2, 4].



Σχήμα 1.19. *Ρήγματα στην εφελκυόμενη ζώνη του ανοίγματος [16].*

Στη συνέχεια παρατίθενται οι βρόχοι υστερητικής απόκρισης δομικού υποσυνόλου κόμβου δοκού-υποστυλωμάτων αντιπροσωπευτικού τμήματος παλαιάς κατασκευής. Ο κόμβος αφορά δοκό στην οποία δεν έχει αγκυρωθεί επαρκώς ο οπλισμός κάτω παρειάς αλλά υπάρχει και ανεπαρκής παράθεση στο άνω υποστύλωμα (Kalogeropoulos et. al. (2024)) [13].



Σχήμα 1.20. *Υστερητικοί βρόχοι κόμβου δοκού – υποστυλώματος με ανεπαρκή αγκύρωση διαμηκών οπλισμών, παράθεση υποστυλώματος και ελλιπείς συνδετήρες [13].*

Από τους βρόχους του Σχήματος 1.20 παρατηρείται ότι κατά τον πρώτο κύκλο φόρτισης η άνω ίνα της δοκού αναπτύσσει την αναμενόμενη καμπτική αντοχή εμφανίζοντας καμπτικές ρωγμές. Αντιθέτως, στη συνέχεια του πρώτου κύκλου όπου εφελκύεται η κάτω ίνα, η αντοχή δεν είναι η αναμενόμενη καθώς υπάρχει άμεση

ολίσθηση των ανεπαρκώς αγκυρωμένων διαμηκών οπλισμών, δημιουργώντας μια ρωγμή μεγαλύτερου εύρους. Το παραπάνω επιβεβαιώνεται από την αυξημένη επιφάνεια των άνω ημιβρόχων συγκριτικά με τους κάτω. Ταυτόχρονα, υπάρχει εμφάνιση τριχοειδούς διατμητικής ρωγμής εντός του κόμβου, λόγω της αγκύρωσης με άγκιστρο 90° των άνω οπλισμών, η οποία όμως δεν διευρύνεται κατά την διάρκεια της υπόλοιπης φόρτισης καθώς η ρωγμή ολίσθησης ενώθηκε με τις καμπτικές της άνω ίνας. Μετά την ένωση των ρωγμών, ο οπλισμός της άνω ίνας αρχίζει και αναπτύσσει την υπεραντοχή του, το οποίο φαίνεται και από την σταδιακή μείωση της αντοχής των άνω ημιβρόχων. Αντίθετα, ο οπλισμός της κάτω ίνας δεν λαμβάνει δυνάμεις και η αντοχή παραμένει σταθερή καθ' όλη την διάρκεια του πειράματος. Σημειώνεται ότι, παρότι η δοκός είναι ανεπαρκώς οπλισμένη διατμητικά, δεν εμφανίζει καμία τέτοιου είδους βλάβη λόγω των παραπάνω. Στο Σχήμα 1.21 φαίνεται η τελική αστοχία [13].

Σχήμα 1.21. *Τελική αστοχία δοκιμίου από πειραματική διερεύνηση των Kalogeropoulos et. al. (2024) [13].*

1.3.3 Βλάβες κόμβων:

Οι αστοχίες που εμφανίζονται στους κόμβους στις περισσότερες περιπτώσεις συνδυάζονται με ρήγματα στις δοκούς ή στα υποστυλώματα. Γενικώς, εντός του κόμβου εμφανίζονται χιαστί ρήγματα που προκύπτουν είτε από την υπέρβαση της εφελκυστικής αντοχής του σκυροδέματος, λόγω ανακυκλιζόμενης φόρτισης. Οι βασικές αστοχίες που εμφανίζονται αποκλειστικά εντός του κόμβου είναι οι εξής [2, 4]:

- Απώλεια της επικάλυψης των διαμήκων ράβδων που είναι εντός του κόμβου.

- Ο λυγισμός του οπλισμού των υποστυλωμάτων εντός του κόμβου λόγω έλλειψης συνδετήρων ή διαρροής τους.
- Η αστοχία του κόμβου σε τέμνουσα λόγω ανάπτυξης υψηλής διατμητικής έντασης.

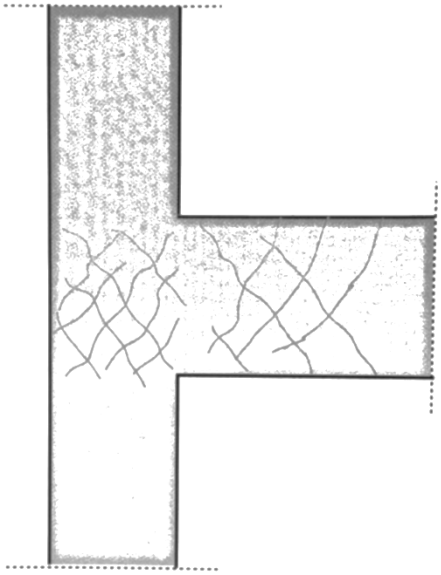
Σχήμα 1.22. *Αστοχία κόμβου με απώλεια επικάλυψης εξωτερικής παρειάς και λυγισμό οπλισμού υποστυλωμάτων [13].*

Στις υπόλοιπες περιπτώσεις παρατηρείται ένας συνδυασμός ρηγμάτων εντός του κόμβου και με τα γύρω στοιχεία του. Η πιθανότητα εμφάνισης αστοχία στον κόμβο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες όπως [2]:

- Τον εγκάρσιο οπλισμό εντός του κόμβου.
- Την αγκύρωση των διαμηκών ράβδων της δοκού.
- Τις συνθήκες συνάφειας μεταξύ σκυροδέματος και χάλυβα.
- Οι αναπτυσσόμενες διατμητικές τάσεις.
- Το μέγεθος του αξονικού φορτίου.
- Η ποιότητα των υλικών.
- Το μέγεθος του κόμβου (όσο μικρότερος ο κόμβος, τόσο μικρότερη η διατμητική αντοχή του)
- Η συσχέτιση μεταξύ της καμπτικής αντοχής της δοκού και του υποστυλώματος (ικανοτικός λόγος).

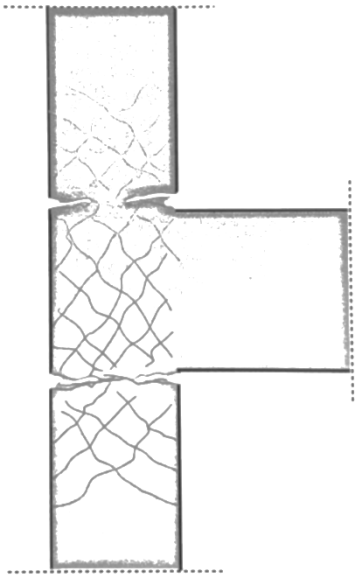
Στις περιπτώσεις των παλαιών κατασκευών όπου ο κόμβος δεν έχει την επαρκή αντοχή και ο ικανοτικός λόγος είναι μεγαλύτερος της μονάδας, εμφανίζεται καθαρή

διατμητική αστοχία του κόμβου ή μικτού τύπου αστοχία κόμβου – δοκού χωρίς όμως να αναπτυχθεί η καμπτική αντοχή του οριζόντιου στοιχείου.



Σχήμα 1.23. *Αστοχία κόμβου με ικανοτικό λόγο μεγαλύτερο της μονάδας σε παλιά κατασκευή [2].*

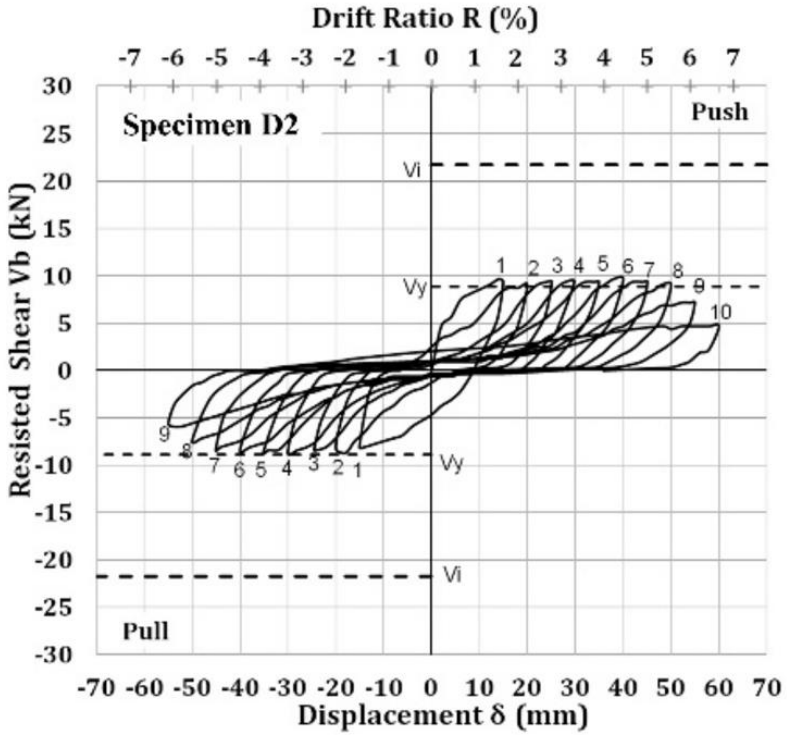
Μια πιο συνηθισμένη περίπτωση, σύμφωνα και με τις προηγούμενες ενότητες, είναι η περίπτωση μη ανθεκτικού κόμβου και ικανοτικού λόγου μικρότερου της μονάδας. Η βλάβη επικεντρώνεται αποκλειστικά στον κόμβο ή μεταφέρεται και στο συντρέχων υποστύλωμα με μορφή καμπτοδιατμητικού χαρακτήρα.



Σχήμα 1.24. *Αστοχία κόμβου με ικανοτικό λόγο μικρότερο της μονάδας σε παλιά κατασκευή [2].*

Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι βρόχοι (Σχήμα 1.25) και η αστοχία (Σχήμα 1.27)ενός δοκιμίου κόμβου δοκού – υποστυλώματος, το οποίο προσομοιώνει τα

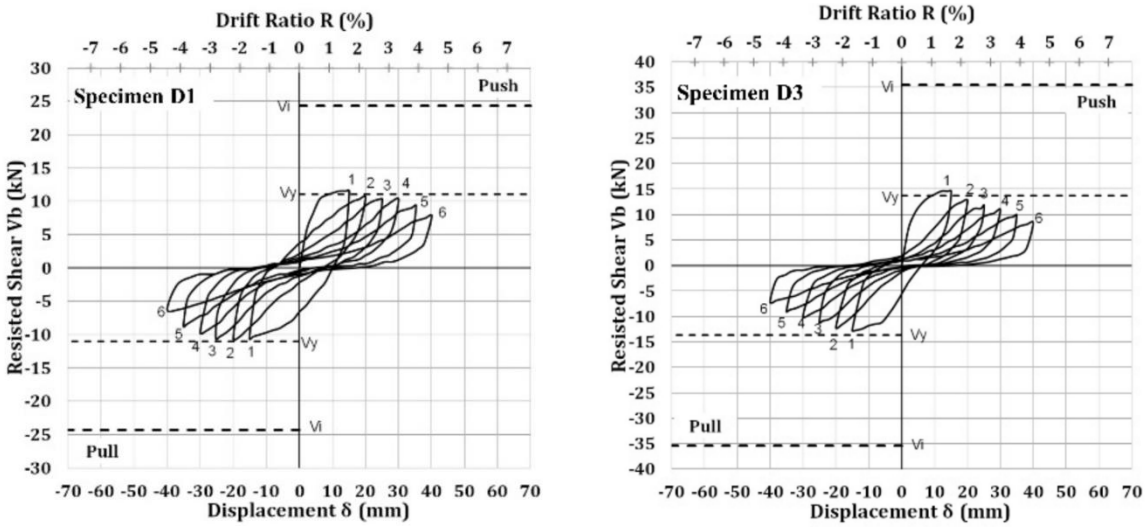
χαρακτηριστικά μιας παλαιάς οικοδομής. Η ερεύνα εκπονήθηκε από τους Tsonos et. al. (2021) [15].



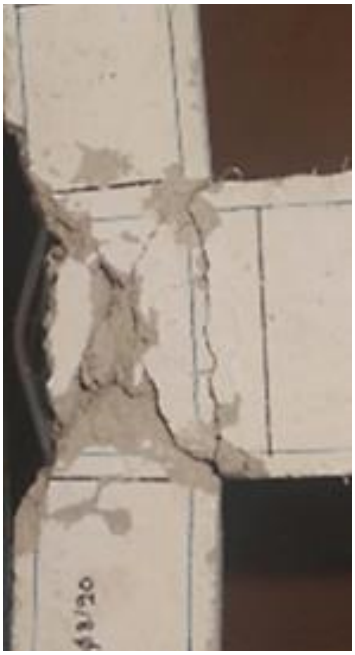
Σχήμα 1.25. *Υστερητικοί βρόχοι κόμβου με ελλιπείς συνδετήρες στη δοκό και στα υποστυλώματα [15].*

Από τους βρόχους του Σχήματος 1.25 παρατηρείται ότι το δοκίμιο δεν αναπτύσσει την ονομαστική καμπτική αντοχή του. Πιο συγκεκριμένα, η μέγιστη καμπτική αντοχή που αναπτύσσει είναι μικρότερη κατά 52.6% από την θεωρητική του. Το παραπάνω οφείλεται στις διαγώνιες τριχοειδείς ρωγμές που εμφανίζονται από τους πρώτους κύκλους της φόρτισης. Ταυτόχρονα με τις ρωγμές στον κόμβο, αναπτύσσονται καμπτικά ρήγματα στις εκατέρωθεν παρειές της δοκού, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1.27, τα οποία όμως δεν διευρύνονται περισσότερο, καθώς η αστοχία μετατοπίζεται στον κόμβο. Έτσι, με την διατμητική αστοχία του κόμβου, μέχρι το τέλος του πειράματος έχει χαθεί η επικάλυψη των οπλισμών εντός του κόμβου, με αποτέλεσμα οι διαμήκεις ράβδοι να λυγίζουν. Επιπλέον, από τους υστερητικούς βρόχους παρατηρείται ότι το δοκίμιο εμφανίζει σταθερή αντοχή μέχρι τον 8^{ο} κύκλο, όπου στους επόμενους δύο την χάνει ολοκληρωτικά και αστοχεί, σε μετακίνηση 60 mm. Αντίθετα, η δυσκαμψία του μειώνεται σταδιακά μέχρι την αστοχία του. Ακόμα, από τον υπολογισμό του εμβαδού των βρόχων, το οποίο είναι μικρό σε όλους τους κύκλους φόρτισης και δεν αυξάνεται, παρατηρείται ότι στοιχείο δεν απορροφά σημαντικά ποσά ενέργειας, ενώ πριν την θραύση του αυτή έχει αυξηθεί μόλις 53.37% συγκριτικά με το πρώτο κύκλο. Τέλος, από διαφορετικά δοκίμια της ίδιας έρευνας, με παρόμοια χαρακτηριστικά, παρατηρήθηκε παρόμοιος τρόπος αστοχίας αλλά με θραύση τους για πιο μικρή μετακίνηση, όπως φαίνεται στα επόμενα δύο

διαγράμματα [15]. Το παραπάνω επιβεβαιώνει την περιπλοκότητα του προβλήματος και την σημασία του κάθε παράγοντα.



Σχήμα 1.26. *Υστερητικοί βρόχοι παρόμοιων δοκιμίων με δυσμενέστερη απόκριση [15].*



Σχήμα 1.27. *Αστοχία κόμβου από πειραματική διερεύνηση των Tsonos et. al. (2021) [15].*

1.4 Διάρθρωση εργασίας:

Σύμφωνα με τα προηγούμενα, συμπεραίνεται ότι είναι απαραίτητη η προσεισμική ενίσχυση των παλαιών κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος. Ο στόχος της παρούσας εργασίας είναι η εύρεση της δυναμικής απόκρισης, των αδυναμιών και η λύση τους αλλά και βέλτιστη διαστασιολόγηση δύο προτάσεων ενίσχυσης.

Η δομή της εργασίας και το περιεχόμενο κάθε κεφαλαίου, παρουσιάζεται στη συνέχεια:

- Κεφάλαιο 1ο: Παρουσίαση και ανάλυση των προβλημάτων που υπάρχουν στις παλαιές κατασκευές οπλισμένου σκυροδέματος, καθώς και οι βλάβες που εμφανίζονται σε αυτές.
- Κεφάλαιο 2ο: Παρουσίαση των βασικών αρχών αποτίμησης που ορίζει ο Ελληνικός Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.).
- Κεφάλαιο 3ο: Αναλυτική παρουσίαση του φορέα που εξετάζεται στην παρούσα εργασία και ορισμός των βασικών δεδομένων αποτίμησης.
- Κεφάλαιο 4ο: Παρουσίαση της προσομοίωσης του φορέα που αποτιμάται στο πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων, SAP2000.
- Κεφάλαιο 5ο: Σχολιασμός και ανάλυση των αποτελεσμάτων της αποτίμησης φέρουσας ικανότητας της κατασκευής σε σεισμικά φορτία.
- Κεφάλαιο 6ο: Παρουσίαση και ανάλυση των βασικών μεθόδων ενίσχυσης και αναλυτική περιγραφή των προτάσεων ενίσχυσης για τον φορέα που εξετάζεται.
- Κεφάλαιο 7ο: Αναλυτική παρουσίαση της διαστασιολόγησης των προτάσεων ενίσχυσης, καθώς και ανάλυση των κόμβων των τριών καταστάσεων που εξετάστηκαν.
- Κεφάλαιο 8ο: Τα συμπεράσματα από την ανάλυση, διαστασιόλογηση του φορέα και η σύγκριση μεταξύ των δύο συστημάτων ενίσχυσης.

2. Βασικές αρχές αποτίμησης [20, 21].

2.1 Εισαγωγή:

Η αποτίμηση των υφιστάμενων κατασκευών ακολουθεί τις διαδικασίες των κανονισμών που έχουν δημιουργηθεί για το συγκεκριμένο σκοπό. Στην Ελλάδα, οι δύο ισχύοντες κανονισμοί για την αποτίμηση κτηρίων είναι ο Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) και το τρίτο μέρος του Ευρωκώδικα 8, EN1998 – 3. Ο σκοπός των δύο κανονιστικών πλαισίων είναι ίδιος, δηλαδή, η θεσμοθέτηση κριτήριων για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας υπαρχόντων κτηρίων αλλά και διατάξεις για τον σχεδιασμό των επεμβάσεων ή ενισχύσεων που θα πραγματοποιηθούν. Στις επόμενες υποενότητες θα παρουσιαστούν οι βασικές αρχές του Κανονισμού Επεμβάσεων σχετικά με την αποτίμηση των υφιστάμενων κατασκευών, ενώ θα παρατίθενται και σημειώσεις που αφορούν τον EN1998 – 3. Σημειώνεται ότι τα κείμενα με πλάγια γραφή του παρόντος κεφαλαίου αποτελούν διατάξεις των κανονισμών όπως αναφέρονται σε εκείνους αυτολεξεί.

2.2 Γενικά για τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.:

Στην εισαγωγή του Κεφαλαίου ορίστηκε ο σκοπός του Κανονισμού Επεμβάσεων (§1.1.1, ΚΑΝ.ΕΠΕ.), ωστόσο υπάρχουν παραπάνω βασικές πληροφορίες για τον κανονισμό που παρουσιάζονται στη συνέχεια. Πιο συγκεκριμένα, οι διατάξεις υποχρεωτικής εφαρμογής που καθορίζουν (§1.1.3, ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Τα κριτήρια της αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας των υφιστάμενων κατασκευών.*
- *Τις ελάχιστες υποχρεωτικές απαιτήσεις φέρουσας ικανότητας ανασχεδιασμένων δομημάτων ή μελών τους.*
- *Τον καθορισμό των τρόπων με τους οποίους μπορεί να γίνει επέμβαση.*
- *Τη συσχέτιση του Κανονισμού αυτού με άλλους Κανονισμούς (υλικών, φορτίσεων κ.λ.π.).*

Το πεδίο εφαρμογής του ΚΑΝ.ΕΠΕ. (§1.2, ΚΑΝ.ΕΠΕ.) αφορά υφιστάμενες κατασκευές οι οποίες δεν εντάσσονται στη κατηγορία έργων «υψηλής διακινδύνευσης» για τον πληθυσμό. Ως έργα υψηλής διακινδύνευσης ορίζονται αυτά όπου πιθανές βλάβες τους έχουν επιπτώσεις σε μεγαλύτερη έκταση από αυτή του έργου. Έτσι, ο κανονισμός καλύπτει έργα όπου ορίζονται ως «συνήθους διακινδύνευσης». Τα δομήματα που αφορά κανονισμός είναι κυρίως κατασκευές με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα, ωστόσο σημειώνεται ότι οι διατάξεις του μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για φέροντα οργανισμό από άλλα υλικά. Ακόμα, η εφαρμογή και χρήση του κανονισμού απαιτείται να γίνεται από άτομα που διαθέτουν τις απαραίτητες γνώσεις και προσόντα. Τέλος, ο κανονισμός καλύπτει τον έλεγχο και ανασχεδιασμό υφιστάμενων δομημάτων είτε έχουν είτε δεν έχουν υποστεί βλάβες.

Στο 1ο Κεφάλαιο του ΚΑΝ.ΕΠΕ. και πιο συγκεκριμένα στην παράγραφο 1.3 γίνεται αναφορά στις υποχρεώσεις και τις ευθύνες των παραγόντων σχεδιασμού των έργων καθώς και των χρηστών, τα οποία δεν θα αναπτυχθούν στην παρούσα εργασία.

2.3 Αποτίμηση υφιστάμενων κατασκευών:

Η αποτίμηση των υφιστάμενων δομημάτων σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. ακολουθεί τα παρακάτω τρία βήματα (§2.1.1, ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Συλλογή στοιχείων,* όπου γίνεται έρευνα του ιστορικού του κτηρίου από το μελετητή μηχανικό και οφείλει να συλλέξει όλα τα στοιχεία τεκμηρίωσης για να αιτιολογήσει επαρκώς τις παραδοχές που θα κάνει κατά την αποτίμηση.
- *Ανάλυση,* όπου αφορά την μόρφωση ενός κατάλληλου προσομοιώματος για τον υπολογισμό των εντασιακών μεγεθών του κτηρίου μέσω των συνδυασμών δράσεων και
- *Έλεγχος οριακών καταστάσεων,* όπου κρίνεται η επάρκεια των δομικών μελών της κατασκευής.

Ο σκοπός της αποτίμησης είναι ο έλεγχος επάρκειας της υφιστάμενης κατασκευής σύμφωνα με τους ισχύοντες κανονισμούς ενώ η συλλογή στοιχείων που εκπονείται από το μελετητή μηχανικό να ακολουθεί τις αρχές που ορίζει η §2.1.3. Τέλος, η αποτίμηση υφιστάμενων δομημάτων μπορεί να γίνει με απλές μεθόδους όταν ο αρχικός φέροντας οργανισμός αναλαμβάνει μόνο κατακόρυφα φορτία στο σχέδιο επέμβασης ή με πιο αναλυτικές μεθόδους όταν χρειάζεται να παραλάβει και οριζόντια φορτία.

Σημειώνεται για τις τοιχοποιίες πλήρωσης ότι (§2.1.4.2, ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Οι τοιχοποιίες πλήρωσης δεν επιτρέπεται να συνεκτιμώνται στην ανάληψη μη σεισμικών δράσεων.*
- *Οι τοιχοποιίες πλήρωσης συνίσταται να συνεκτιμώνται στην ανάληψη σεισμικών δράσεων.*
- *Οι τοιχοποιίες πλήρωσης συνεκτιμώνται υποχρεωτικώς στην ανάληψη σεισμικών δράσεων όταν αυτό συνεπάγεται δυσμενή αποτελέσματα για τον φέροντα οργανισμό σε γενικό ή τοπικό επίπεδο.*

2.4 Στόχοι Αποτίμησης και Ανασχεδιασμού (Στάθμες επιτελεστικότητας):

Στον ΚΑΝ.ΕΠΕ. και στον EN1998 – 3 ορίζονται τρεις στάθμες επιτελεστικότητας. Ως στάθμη επιτελεστικότητας ορίζεται το επίπεδο επιθυμητής αντισεισμικής συμπεριφοράς της υφιστάμενης κατασκευής για ορισμένο σεισμό σχεδιασμού. Η σεισμική δράση που αναφέρεται ορίζεται με βάση την «ανεκτή πιθανότητα υπερβάσης κατά την διάρκεια ζωής του έργου». Ο ορισμός αυτών των «στοχευόμενων συμπεριφορών» εξυπηρετεί κοινωνικό-οικονομικές ανάγκες και η

τελική επιλογή για κάθε έργο γίνεται από τον κύριο του έργου με βάση όσα ορίζουν οι Δημόσιες Αρχές. Οι τρεις στάθμες επιτελεστικότητας ορίζονται με βάση τον βαθμό βλάβης και είναι οι εξής:

- *«Περιορισμένες βλάβες» (Α) : Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου έχει υποστεί μόνο ελαφριές βλάβες, με τα δομικά στοιχεία να μην έχουν διαρρεύσει σε σημαντικό βαθμό και να διατηρούν την αντοχή και δυσκαμψία τους. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι αμελητέες.*
- *«Σημαντικές βλάβες» (Β): Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου έχει υποστεί σημαντικές και εκτεταμένες αλλά επισκευάσιμες βλάβες, ενώ τα δομικά στοιχεία διαθέτουν εναπομένουσα αντοχή και δυσκαμψία και είναι σε θέση να παραλάβουν τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μετρίου μεγέθους. Ο φέρων οργανισμός μπορεί να αντέξει μετασεισμούς μέτριας έντασης.*
- *«Οιονεί κατάρρευση» (Γ): Ο φέρων οργανισμός του κτηρίου έχει υποστεί εκτεταμένες και σοβαρές ή βαριές (μη επισκευάσιμες κατά πλειονότητα) βλάβες. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μεγάλες. Ο φέρων οργανισμός έχει ακόμη την ικανότητα να φέρει τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία (κατά, και για ένα διάστημα μετά, τον σεισμό), χωρίς πάντως να διαθέτει άλλο ουσιαστικό περιθώριο ασφαλείας έναντι ολικής ή μερικής κατάρρευσης, ακόμη και για μετασεισμούς μέτριας έντασης.*

Για την διευκόλυνση του χρήστη, ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. περιέχει τον Πίνακα 2.1 όπου συναρτήσει του λόγου της εδαφικής επιτάχυνσης που έχει επιλεχθεί (α_g) και αυτής του σεναρίου για περίοδο επαναφοράς 475 έτη ($\alpha_{g,ref}$) , παρουσιάζονται οι στάθμες επιτελεστικότητας.

Πίνακας 2.1. *Στάθμες επιτελεστικότητας – Πίνακας 2.1 (ΚΑΝ.ΕΠΕ) [20].*

$\alpha_g / \alpha_{g,ref}$	Στάθμη Επιτελεστικότητας Φέροντος Οργανισμού		
	Α «Περιορισμένες Βλάβες»	Β «Σημαντικές Βλάβες»	Γ «Οιονεί Κατάρρευση»
1.80	**Α0**	**Β0**	**Γ0**
1.30	**Α1$^+$**	**Β1$^+$**	**Γ1$^+$**
1.00	**Α1**	**Β1**	**Γ1**
0.75	**Α2$^+$**	**Β2$^+$**	**Γ2$^+$**
0.60	**Α2**	**Β2**	**Γ2**
0.45	**Α3$^+$**	**Β3$^+$**	**Γ3$^+$**
0.35	**Α3**	**Β3**	**Γ3**
0.25	**Α4$^+$**	**Β4$^+$**	**Γ4$^+$**
<0.25	**Α4**	**Β4**	**Γ4**

Η σεισμική δράση ορίζεται με βάση την πιθανότητα υπέρβασης της εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών, το οποίο αντιστοιχεί σε μια περίοδο

επαναφοράς. Οι διαθέσιμες σεισμικές δράσεις παρουσιάζονται στον Πίνακα Σ2.1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Τέλος, ο κανονισμός ορίζει μια ελάχιστη στάθμη επιτελεστικότητας αναλόγως την κατηγορία σπουδαιότητας του κτηρίου και με βάση την χρονολογία την οποία κατασκευάστηκε (για κτήρια σπουδαιότητας I και II). Οι αντίστοιχοι πίνακες υπάρχουν στο Παράρτημα 2.1 και παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Πίνακας 2.2. *Ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού υφιστάμενων κτηρίων – Πίνακας ΠΑ.2.1 (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) [20].*

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Ελάχιστοι Ανεκτοί Στόχοι
I	Γ2
II	Γ1
III	B1
IV	B1 και A2 (Ικανοποίηση **και** των δύο στόχων)

Πίνακας 2.3. *Ελάχιστες βασικές σεισμικές κλάσεις κτηρίων σπουδαιότητας I και II – Πίνακας ΠΑ.2.2 (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) [20].*

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	Ελάχιστη Βασική Σεισμική Κλάση Κτιρίου
…<1985	B3
1985≤…<1995	$B3^+$
1995≤…	$B2^+$

2.5 Διερεύνηση φέροντος οργανισμού υφιστάμενου δομήματος:

Για να γίνει η αποτίμηση μιας κατασκευής είναι αναγκαίο να υπάρχουν τα απαραίτητα δεδομένα. Η αξιοπιστία των δεδομένων αυτών εξαρτάται από πολλούς παράγοντες που είναι οι εξής (Σχόλια §3.1.β – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Διαθεσιμότητα εγκεκριμένης μελέτης*
- *Χρονική περίοδος κατασκευής δομήματος*
- *Επάρκεια διερεύνησης ποιότητας υλικών και τρόπου δομήσεως*
- *Διαθεσιμότητα πληροφοριών για λεπτομέρειες οπλίσεως, αγκυρώσεων και αναμονών*
- *Τρόπος κατασκευής, κατάσταση και χαρακτηριστικά των τοιχοπληρώσεων*
- *Δυσκολίες στην εκτίμηση των πραγματικών επιτόπου χαρακτηριστικών των υλικών.*

2.5.1 Αποτύπωση:

Η αποτύπωση του κτηρίου και η σύνταξη σχεδίων είναι αναγκαία όταν δεν υπάρχει η αρχική μελέτη του ή δεν έχει εφαρμοστεί στη πράξη. Η διαδικασία λαμβάνει μέρος παράλληλα με την αρχιτεκτονική αποτύπωση, ενώ για στοιχεία που δεν φαίνονται χρειάζεται η δημιουργία διερευνητικών τομών.

2.5.2 Ιστορικό κατασκευής:

Σημαντικό μέρος της διερεύνησης της υφιστάμενης κατασκευής είναι η γνώση του ιστορικού του. Οι πληροφορίες που ορίζει ο κανονισμός είναι οι εξής (§3.3.α – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Τις φάσεις κατασκευής*
- *Μεταγενέστερες επεμβάσεις ή αλλαγές χρήσης, φορτίων κ.λπ.*
- *Εμφάνιση βλαβών ή φθορών κατά το παρελθόν, και τρόπος αποκατάστασής τους.*
- *Έκτακτες δράσεις (σεισμοί, πυρκαγιά, πρόσκρουση, κατασκευή μεγάλου γειτονικού έργου κ.λπ.).*

Η έκταση των πληροφοριών που θα συλλέξει ο μηχανικός εξαρτάται και από την σημαντικότητα του έργου (§3.3.β – ΚΑΝ.ΕΠΕ.).

2.5.3 Καταγραφή βλαβών:

Για τις κατασκευές που έχουν υποστεί φθορές ή βλάβες με το πέρασμα του χρόνου, χρειάζεται να γίνει αποτύπωση τους και να σημειωθούν στα σχέδια με κατάλληλες επεξηγήσεις. Ως «βλάβη», ο κανονισμός *ορίζει οποιαδήποτε αλλοίωση ή απομείωση της γεωμετρίας ή των μηχανικών χαρακτηριστικών των στοιχείων του φέροντος οργανισμού ή των τοιχοπληρώσεων*. Εκτός από τις βλάβες, οφείλεται να καταγράφονται επαρκώς και οποιοδήποτε κακοτεχνίες που παρατηρούνται, όπου μειώνουν πιθανά την φέρουσα ικανότητα ή ανθεκτικότητα.

2.5.4 Διερευνητικές εργασίες:

Για την συγκέντρωση στοιχείων που είναι σημαντικά για την εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής, ο μελετητής μηχανικός συντάσσει ένα πρόγραμμα διερευνητικών εργασιών, το οποίο εκτελείται από ειδικά εργαστήρια. Οι εργασίες αυτούς αφορούν την αποτύπωση αφανών στοιχείων, μηχανικά χαρακτηριστικά υλικών, το έδαφος θεμελίωσης και άλλους παράγοντες όπως τις συνθήκες περιβάλλοντος ή τη γειτνίαση με άλλα κτήρια.

2.6 Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (Σ.Α.Δ.):

Για την επάρκεια των πληροφορίων που συλλέχθηκαν από την αποτύπωση της κατασκευής και των διερευνητικών εργασιών, ο κανονισμός ορίζει τις Στάθμες Αξιοπιστίας Δεδομένων. Η Σ.Α.Δ. δεν είναι αναγκαίο να είναι ενιαία για όλο το κτήριο αλλά επιτρέπεται να έχει διαφορετική κατηγορία σε διάφορα μέρη του. Ακόμα, είναι επιτρεπτό, σε μεμονωμένα δομικά στοιχεία να έχουν υψηλότερη κατηγορίας Σ.Α.Δ., αρκεί να είναι κατάλληλα τεκμηριωμένο. Οι τρεις κατηγορίες Σταθμών Αξιοπιστίας Δεδομένων είναι:

- Υψηλή
- Ικανοποιητική

- Ανεκτή

Η Σ.Α.Δ. που επιλέγεται τελικά επηρεάζει τους συντελεστές ασφαλείας των υλικών (σε συνδυασμό με τους κατάλληλους γ_{Rd}) και ορισμένων δράσεων (σε συνδυασμό με τους κατάλληλους συντελεστές γ_{sd}). Ακόμα, από την Σ.Α.Δ. επηρεάζεται και η μέθοδος ανάλυσης που χρησιμοποιείται.

Ο καθορισμός της στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων γίνεται αναλόγως το δεδομένο που εξετάζεται. Έτσι, εφόσον τα κριτήρια είναι διαφορετικά, καθορίζονται τρεις Σ.Α.Δ. αναλόγως τη περίπτωση:

- Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων Υλικών ($ΣΑΔ_Υ$): *σχετίζεται με το επίπεδο γνώσης για τα μηχανικά χαρακτηριστικά των υλικών.*
- Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων Γεωμετρίας ($ΣΑΔ_Γ$): *σχετίζεται με το επίπεδο γνώσης για τα γεωμετρικά στοιχεία του δομήματος. Ως γεωμετρικά στοιχεία του δομήματος νοούνται κυρίως το είδος, η διάταξη και οι διαστάσεις του φορέα της θεμελίωσης και της ανωδομής, τα πάχη και τα βάρη κλπ. τοιχοπληρώσεων, επιστρώσεων, επενδύσεων κλπ..*
- Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων Λεπτομερειών ($ΣΑΔ_Λ$): *σχετίζεται με το επίπεδο γνώσης για τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες (διάταξη οπλισμών και λεπτομέρειες όπλισης) των επιμέρους δομικών στοιχείων.*

2.6.1 Καθορισμός Σ.Α.Δ. σκυροδέματος:

Γενικώς, η διερεύνηση του σκυροδέματος γίνεται ώστε να υπολογιστεί η θλιπτική αντοχή του σε διάφορες θέσεις της κατασκευής. Για τον προσδιορισμό της Σ.Α.Δ. του σκυροδέματος χρησιμοποιούνται καταστροφικές και μη μέθοδοι, όπου οι πρώτες χρησιμεύουν για την βαθμονόμηση των μη καταστροφικών μεθόδων. Οι διατάξεις του κανονισμού σχετικά με την έκταση των μη καταστροφικών μεθόδων συγκεντρώνονται στον παρακάτω πίνακα.

Πίνακας 2.4. *Διατάξεις σχετικά με τις μη καταστροφικές μεθόδους [20].*

Σ.Α.Δ.	Πηλίκο τυπικής απόκλισης προς μέση τιμή θλιπτικής αντοχής	Ποσοστό δομικών στοιχείων στα οποία εφαρμόζονται μη καταστροφικές μέθοδοι	
		Κατακόρυφα	Οριζόντια
Υψηλή	> 0.20	≥ 45%	≥ 25%
	≤ 0.20	≥ 30%	≥ 15%
Ικανοποιητική	> 0.20	≥ 30%	≥ 15%
	≤ 0.20	≥ 15%	≥ 7.5%
Ανεκτή	> 0.20	≥ 15%	≥ 7.5%

Είναι επιτρεπτό να ληφθεί ΣΑΔ σκυροδέματος «ικανοποιητική», αν υπάρχουν αξιόπιστες πληροφορίες και η απόκλιση αντοχής κάθε πυρήνα είναι μικρότερη από 15% της μέσης τιμής. Σε κάθε άλλη περίπτωση, γίνεται χρήση των υπόλοιπων διατάξεων ή αν δεν υπάρχει δυνατότητα διερευνητικών εργασιών, χρησιμοποιείται ο Πίνακας 1 του παραρτήματος 3.1 με βάση την χρονολογία κατασκευής.

Πίνακας 2.5. *«Ερήμην» Αντιπροσωπευτικές τιμές θλιπτικής αντοχής σκυροδέματος – Πίνακας 1 (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) [20].*

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί Μελέτης και Κατασκευής	«Ονομαστική» Μέση τιμή $f_{cm}\left(MPa\right)$	«Χαρακτηριστική» Μέση τιμή μείον μία τυπική απόκλιση $f_{ck}\left(MPa\right)$
…<1985	13	9
1985≤…	17	13

2.6.2 Καθορισμός Σ.Α.Δ. χάλυβα:

Για τον καθορισμό της ΣΑΔ του χάλυβα μπορεί να θεωρηθεί «υψηλή» αν γίνει έλεγχος τουλάχιστον τριών δειγμάτων ίδια διαμέτρου από τον κρίσιμο όροφο της κατασκευής. Η θεώρηση της ΣΑΔ του χάλυβα ως «ικανοποιητική» γίνεται όταν η κατηγορία χάλυβα προσδιοριστεί με οπτική αναγνώριση και σύμφωνα με τις σημάνσεις πάνω στις ράβδους. Τέλος, όπως και στο σκυρόδεμα, αν δεν είναι δυνατό να γίνουν διερευνητικές εργασίες, η ΣΑΔ θεωρείται ανεκτή χρησιμοποιώντας το όριο διαρροής του Πίνακα 2 του παραρτήματος 3.1 (ο πίνακας παρατίθεται στο Κεφάλαιο 3).

2.6.3 Καθορισμός Σ.Α.Δ. γεωμετρίας και λεπτομερειών:

Η Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων γεωμετρίας και υλικών ορίζεται από τον Πίνακα 3.2 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. όπου ως γεωμετρικά δεδομένα ορίζονται τα έξης (Σχόλια §3.4 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Το είδος και η γεωμετρία του φορέα της θεμελίωσης,*
- *Το είδος και η γεωμετρία του φορέα της ανωδομής,*
- *Το είδος και η γεωμετρία των τοιχοπληρώσεων,*
- *Οι επιστρώσεις, επενδύσεις, κ.λπ.,*
- *Η όπλιση.*

Πίνακας 2.6. *Επιλογή ΣΑΔ$_Γ$ και ΣΑΔ$_Λ$ – Πίνακας 3.2 (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) [20].*

ΣΧΕΔΙΑ ΑΡΧΙΚΗΣ ΜΕΛΕΤΗΣ		ΠΡΟΕΛΕΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΟΥ		ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ	ΔΕΔΟΜΕΝΑ								
					ΣΑΔ$_Γ$ (= η δυσμενέστερη μεταξύ των **ΣΑΔ$_{Γ1}$** & **ΣΑΔ$_{Γ2}$**)						**ΣΑΔ$_Λ$**		
					ΕΙΔΟΣ ΚΑΙ ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΦΟΡΕΑ ΘΕΜΕΛΙΩΣΗΣ ή ΑΝΩΔΟΜΗΣ (**ΣΑΔ$_{Γ1}$**)			ΠΑΧΗ, ΒΑΡΗ κ.λπ. ΤΟΙΧΟΠΛΗΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΙΣΤΡΩΣΕΩΝ, ΕΠΕΝΔΥΣΕΩΝ κ.λπ. (**ΣΑΔ$_{Γ2}$**)			ΔΙΑΤΑΞΗ ΚΑΙ ΛΕΠΤΟΜΕΡΕΙΕΣ ΟΠΛΙΣΗΣ		
ΥΠΑΡΧΟΥΝ	ΔΕΝ ΥΠΑΡΧΟΥΝ				Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή	Ανεκτή	Ικανοποιητική	Υψηλή
√		1	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει αποδεδειγμένα εφαρμοστεί, χωρίς τροποποιήσεις	(1)			√			√			√
√		2	Δεδομένο που προέρχεται από σχέδιο της αρχικής μελέτης η οποία έχει εφαρμοστεί με λίγες τροποποιήσεις	(2)			√			√		√	√
√		3	Δεδομένο που προέρχεται από αναφορά (π.χ. υπόμνημα σε σχέδιο της αρχικής μελέτης)	(3)	√			√			√		
	√	4	Δεδομένο που έχει διαπιστωθεί ή/και μετρηθεί ή/και αποτυπωθεί αξιόπιστα	(4)		√	√		√	√		√	√
	√	5	Δεδομένο που έχει προσδιοριστεί με έμμεσον αλλά επαρκώς αξιόπιστον τρόπο	(5)	√	√		√	√		√	√	
	√	6	Δεδομένο που έχει ευλόγως θεωρηθεί κατά την κρίση Μηχανικού	(6)	√	√		√	√		√	√	

2.6.4 Επίπεδα γνώσης του EN1998 – 3:

Το τρίτο μέρος του Ευρωκώδικα 8 ορίζει με αντίστοιχο τρόπο τα «Επίπεδα Γνώσης», τα οποία επηρεάζουν τον τρόπο ανάλυσης αλλά και τους συντελεστές εμπιστοσύνης. Τα τρία επίπεδα είναι τα εξής (§3.3.1 – EN1998 – 3):

- ΕΓ1: Περιορισμένη γνώση.
- ΕΓ2: Κανονική γνώση.
- ΕΓ3: Πλήρης γνώση.

Οι παράγοντες που καθορίζουν το επίπεδο γνώσης είναι η γεωμετρία, οι λεπτομέρειες και τα υλικά. Στον Πίνακα 3.1 του κανονισμού βρίσκονται συγκεντρωμένα όλα τα δεδομένα που χρειάζονται για τον καθορισμό του επίπεδου γνώσης.

2.7 Βασικά δεδομένα αποτίμησης (και ανασχεδιασμού):

2.7.1 Ανίσωση ασφαλείας:

Για την αποτίμηση (και τον ανασχεδιασμό) των κατασκευών χρησιμοποιείται η ίδια ανίσωση ασφαλείας που ορίζουν οι Ευρωκώδικες. Οι όροι από τους οποίους αποτελείται μπορεί να είναι είτε εντατικά είτε παραμορφωσιακά μεγέθη ή κάποιος συνδυασμός τους. Έτσι, οι έλεγχοι που γίνονται με την συγκεκριμένη ανίσωση αφορούν από τον έλεγχο ανατροπής ενός κτηρίου έως και τον έλεγχο εύρους μιας ρωγμής. Η μορφή της εξίσωσης είναι η παρακάτω (§4.1.2 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

$$\gamma_{sd} \cdot S(S_k \cdot \gamma_f) < \frac{R(\frac{R_k}{\gamma_m})}{\gamma_{Rd}}$$

Όπου:

S_k: Οι αντιπροσωπευτικές τιμές των βασικών και τυχηματικών δράσεων, για τις οποίες υπάρχει ορισμένη πιθανότητα υπερβάσεως σε 50 έτη.

R_k: Οι αντιπροσωπευτικές τιμές των ιδιοτήτων των υλικών που διαμορφώνουν τις αντιστάσεις και έχουν ορισμένη πιθανότητα υποσκελίσεως.

γ_f, γ_m: Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας για τις δράσεις και τις ιδιότητες των υλικών, με τους οποίους λαμβάνονται υπόψη οι ενδεχόμενες δυσμενείς αποκλίσεις των αντίστοιχων μεταβλητών από τις αντιπροσωπευτικές τιμές.

γ_{Sd}, γ_{Rd}: Οι επιμέρους συντελεστές ασφαλείας με τους οποίους λαμβάνονται υπόψη οι αυξημένες (σε σχέση με τον σχεδιασμό νέων κτηρίων) αβεβαιότητες των προσομοιωμάτων, μέσω των οποίων εκτιμώνται οι συνέπειες των δράσεων και οι κάθε είδους αντιστάσεις, αντιστοίχως.

2.7.2 Βασικές μεταβλητές:

Δράσεις:

Κατά την ανάλυση είναι αναγκαίο να ληφθούν υπόψιν όλες οι βασικές δράσεις που καταπονούν μια κατασκευή. Ως βασικές δράσεις ορίζονται τα μη σεισμικά φορτία ή κατακόρυφα, τα οποία πολλαπλασιάζονται με τους κατάλληλους συντελεστές ασφαλείας όπως ορίζουν οι σημερινοί κανονισμοί (§4.4.1.1 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.). Ακόμα, πρέπει λαμβάνονται υπόψιν οι τυχηματικές δράσεις που μπορούν να δράσουν σε ένα κτήριο με βασικότερη να είναι ο σεισμός (§4.4.1.2 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.). Το μέγεθος του σεισμού σχεδιασμού εξαρτάται από το στόχο αποτίμησης ή ανασχεδιασμού και λαμβάνεται στην ανάλυση μέσω των φασμάτων απόκρισης. Τα φάσματα απόκρισης παρουσιάζονται στην §3.3 όπου είναι εκείνα των σημερινών κανονισμών (§4.4.1.3 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.).

Δυσκαμψίες:

Για τις δυσκαμψίες των δομικών στοιχείων, ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. ορίζει τα παρακάτω (§4.4.1.4 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Σε κάθε περίπτωση, η δυσκαμψία και η δυστμησία θα εκτιμάται με βάση τα πραγματικά χαρακτηριστικά του δομικού στοιχείου, καθώς και την καταπόνηση υπό σεισμό, με μέσες τιμές ιδιοτήτων των υλικών.*
- *Στην περίπτωση εφαρμογής ελαστικών μεθόδων, με χρήση του ενιαίου δείκτη συμπεριφοράς q, οπότε γενικώς οι έλεγχοι γίνονται σε όρους δυνάμεων, η δυσκαμψία μπορεί να εκτιμάται ως ποσοστό αυτής του σταδίου Ι (μη ρηγματωμένα στοιχεία).*

Σε συνέχεια της παραγράφου 4.4.1.4, στα σχόλια του κανονισμού, αναφέρεται ότι σε περιπτώσεις που δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία, είναι δυνατή η χρήση των τιμών του Πίνακα Σ4.1.

Πίνακας 2.7. *Τιμές δυσκαμψίας – Πίνακας Σ4.1 (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) [20].*

Α/Α	Δομικό στοιχείο	Δυσκαμψία
1.1	Υποστύλωμα εσωτερικό	$0,8*(E_cI_g)$
1.2	Υποστύλωμα περιμετρικό	$0,6*(E_cI_g)$
2.1	Τοίχωμα, μή - ρηγματωμένο	$0,7*(E_cI_g)$
2.2	Τοίχωμα, ρηγματωμένο (1)	$0,5*(E_cI_g)$
3	Δοκός (2)	$0,4*(E_cI_g)$

Αντιστάσεις:

Ο υπολογισμός των αντιστάσεων αναλόγως το μέγεθος που χρησιμοποιείται για την αποτίμηση. Ο κανονισμός ορίζει τα παρακάτω (§4.4.3 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Εάν ο έλεγχος ασφαλείας γίνεται σε όρους εντατικών μεγεθών («δυνάμεων»), οι ιδιότητες των υφιστάμενων υλικών συγκεκριμένου (επιμέρους) δομικού*

στοιχείου αντιπροσωπεύονται γενικώς με τις μέσες τιμές τους μειωμένες κατά μία τυπική απόκλιση (ή απλώς τις μέσες τιμές τους, βλ. Κεφ. 9), οι δε ιδιότητες των προστιθέμενων υλικών αντιπροσωπεύονται με τις χαρακτηριστικές τους τιμές που προβλέπονται από τους οικείους Κανονισμούς.

- *Εάν ο έλεγχος ασφαλείας γίνεται σε όρους παραμορφωσιακών μεγεθών (μετακινήσεων, στροφών κ.λπ.), οι ιδιότητες των υλικών αντιπροσωπεύονται γενικώς με τις μέσες τιμές τους.*
- *Επιτρέπεται αποτίμηση και ανασχεδιασμός υφιστάμενων δομικών στοιχείων με βάση αντιπροσωπευτικές τιμές αντοχών (για το σκυρόδεμα και τον χάλυβα των σιδηροπλισμών) που δεν συμπίπτουν με τις κατηγορίες υλικών (κλάσεις αντοχών) των Κανονισμών.*

2.7.3 Προσδιορισμός συντελεστών ασφαλείας:

Συντελεστές προσομοιωμάτων:

Στην ενότητα 2.7.1 έγινε αναφορά στους συντελεστές προσομοιώματων ανάλυσης και συμπεριφοράς, όπου αποσκοπούν να συμπεριλάβουν στην επίλυση τις αυξημένες αβεβαιότητες που τις συνοδεύουν. Ο συντελεστής γ_{sd} αφορά τις δράσεις και προσδιορίζεται με βάση την επάρκεια των φορέων που παραλαμβάνουν τη σεισμική δράση, την ύπαρξη βλαβών αλλά και από την μέθοδο ανάλυσης. Συγκεκριμένα ο κανονισμός ορίζει ότι (§4.5.1 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Όταν το σύνολο σχεδόν των σεισμικών δράσεων αναλαμβάνεται κυρίως από νέους, ικανούς και επαρκείς φορείς, λαμβάνεται γενικώς γ_{Sd} = 1.00.*
- *Επίσης, κατά το Κεφ. 5, και όσο αφορά την ελαστική ανάλυση, στατική ή δυναμική, επιτρέπεται εφαρμογή της, μόνον για σκοπούς αποτίμησης, ανεξαρτήτως ισχύος των προϋποθέσεων εφαρμογής (βλ. §§ 5.5.2.β και 5.6.1.β), αν οι συντελεστές γ_{Sd} κατά την παρούσα § 4.5.1 επαυξηθούν κατά 0.15 (δηλ. $\gamma_{Sd,\varepsilon\lambda.} = \gamma_{Sd} + 0.15$).*

Σε περίπτωση που δεν υπάρχουν ακριβέστερες πληροφορίες για τις βλάβες, χρησιμοποιείται ο Πίνακας Σ4.2.

Πίνακας 2.8. *Τιμές συντελεστή γ_{sd} – Πίνακας Σ4.2 (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) [20].*

Έντονες και εκτεταμένες βλάβες ή / και επεμβάσεις	Ελαφρές και τοπικές βλάβες ή / και επεμβάσεις	Χωρίς βλάβες και χωρίς επεμβάσεις
γ_{Sd} =1,20	γ_{Sd} =1,10	γ_{Sd} =1,00

Αντιθέτως, ο συντελεστής γ_{Rd} αφορά τις αντιστάσεις και ο προσδιορισμός του εξαρτάται από τη στάθμη επιτελεστικότητας, τις στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων, το συντελεστή συμπεριφοράς ή τοπικούς δείκτες m, τον τρόπο ανάλυσης και τα εντασιακά μεγέθη ελέγχων. Τα παραπάνω συνοψίζονται στο Παράρτημα 9Α του ΚΑΝ.ΕΠΕ..

Συντελεστές δράσεων:

Οι συντελεστές ασφαλείας που χρησιμοποιούνται για τις δράσεις επηρεάζονται από την τελική ΣΑΔ που έχει επιλεχτεί για την ανάλυση. Γενικώς, για τα ωφέλημα φορτία οι τιμές τους προκύπτουν με βάση τους σημερινούς κανονισμούς είτε για στατικές είτε για τυχηματικές φορτίσεις. Για τα μόνιμα φορτία ακολουθούνται οι παρακάτω διατάξεις (§4.5.2β – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Ανάλογα με τη στάθμη αξιοπιστίας των γεωμετρικών δεδομένων των υφιστάμενων στοιχείων, οι τιμές γ_g για τις μόνιμες δράσεις θα λαμβάνονται ως εξής:*
    - *Για τους βασικούς συνδυασμούς και για δυσμενείς επιρροές της δράσεως*
        - *Ικανοποιητική ΣΑΔ $\gamma_g = 1.35$*
        - *Ανεκτή ή υψηλή ΣΑΔ $\gamma_g = 1.50$ ή 1.20, αντιστοίχως*
    - *Για τις υπόλοιπες περιπτώσεις συνδυασμών και επιρροών της δράσεως*
        - *Ικανοποιητική ΣΑΔ $\gamma_g = 1.10$*
        - *Ανεκτή ή υψηλή ΣΑΔ $\gamma_g = 1.20$ ή 1.00, αντιστοίχως.*

Συντελεστές υλικών:

Οι τιμές των συντελεστών ασφαλείας των υλικών εξαρτάται από την αντίστοιχη στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων (υλικών για το σκυρόδεμα, υλικών και λεπτομερειών για το χάλυβα) και από την τιμή που χρησιμοποιείται στην αντοχή του σκυροδέματος (μέση τιμή μείον τυπική απόκλιση ή μέση τιμή). Οι συντελεστές που ορίζει ο κανονισμός για τα υφιστάμενα υλικά είναι οι εξής (§4.5.3.1 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Όταν χρησιμοποιείται «μέση τιμή μείον τυπική απόκλιση», για υψηλή $ΣΑΔ_Y$ και ανεκτή $ΣΑΔ_Y$, η τιμή γ_m θα λαμβάνεται μειωμένη και αυξημένη, αντίστοιχα, σε σχέση με αυτή που προβλέπεται για την ικανοποιητική στάθμη.*
    - *α) Για το σκυρόδεμα:*
        - *Για υψηλή ΣΑΔΥ, αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: $\gamma_c = 1.15$.*
        - *Για ικανοποιητική ΣΑΔΥ, η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: $\gamma_c = 1.30$.*
        - *Για ανεκτή ΣΑΔΥ, αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: $\gamma_c = 1.45$.*
    - *β) Για τον χάλυβα οπλισμού:*
        - *β1) Για υψηλή ΣΑΔΛ και:*
            - *Για υψηλή ΣΑΔΥ, αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: $\gamma_s = 1.05$.*

- *Για ικανοποιητική ΣΑΔΥ, η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: γ_s = 1.10.*
- *Για ανεκτή ΣΑΔΥ, αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: γ_s = 1.15.*

➢ *β2) Για ικανοποιητική ΣΑΔΛ και:*
- *Για υψηλή ΣΑΔΥ, αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: γ_s = 1.10.*
- *Για ικανοποιητική ΣΑΔΥ, η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: γ_s = 1.15.*
- *Για ανεκτή ΣΑΔΥ, αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: γ_s = 1.20.*

➢ *β3) Για ανεκτή ΣΑΔΛ και:*
- *Για υψηλή ΣΑΔΥ, αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: γ_s = 1.15.*
- *Για ικανοποιητική ΣΑΔΥ, η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: γ_s = 1.20.*
- *Για ανεκτή ΣΑΔΥ, αν δεν υπάρχουν ακριβέστερα στοιχεία η τιμή γ_m θα λαμβάνεται: γ_s = 1.25.*

2.7.4 Συντελεστής συμπεριφοράς q:

Στην παρούσα εργασία θα γίνει χρήση του συντελεστή συμπεριφοράς q όποτε θα παρουσιαστούν οι διατάξεις που αφορούν εκείνον (§4.6 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.) και όχι τους τοπικούς δείκτες m. Ο συντελεστής συμπεριφοράς προκύπτει από τον λόγο q*/q', όπου q* είναι ο τελικός συντελεστής συμπεριφοράς και q' η τιμή αναφοράς που ορίζεται για την στάθμη επιτελεστικότητας Β (Σημαντικές βλάβες). Οι τιμές του παραπάνω λόγου βρίσκονται στον Πίνακα 4.1 του κανονισμού.

Πίνακας 2.9. *Τιμές του λόγου q*/q΄ αναλόγως του στόχου επανελέγχου (για τον φέροντα οργανισμό) – Πίνακας 4.1 (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) [20].*

Στάθμη επιτελεστικότητας		
«Περιορισμένες βλάβες» (Α)	«Σημαντικές βλάβες» (Β)	«Οιονεί κατάρρευση» (Γ)
0,6 πάντως δε 1,0<q*<1,5	1,0	1,4

Για λόγους αποτίμησης, ο κανονισμός ορίζει ότι πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι παρακάτω παράγοντες της §4.6.2 για το συντελεστή συμπεριφοράς. Όταν δεν υπάρχουν διαθέσιμες λεπτομερέστερες πληροφορίες, στα σχόλια της ίδιας παραγράφου ο κανονισμός παρουσιάζει τον Πίνακα Σ4.4, όπου παρατίθενται

μέγιστες τιμές του q’ με βάση το έτος κατασκευής, την ευμενή ή δυσμενή παρουσία τοιχοπληρώσεων και αν υπάρχουν ουσιώδεις βλάβες στα πρωτεύοντα στοιχεία.

Πίνακας 2.10. *Τιμές του δείκτη συμπεριφοράς q’ για την στάθμη επιτελεστικότητας Β – Πίνακας Σ4.4 (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) [20].*

Εφαρμοσθέντες Κανονισμοί μελέτης (και κατασκευής)	Ευμενής παρουσία ή απουσία τοιχοπληρώσεων (1)		Δυσμενής (γενικώς) παρουσία τοιχοπληρώσεων (1)	
	Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία		Ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία	
	Όχι	Ναι	Όχι	Ναι
1995≤…	3,0	2,3	2,3	1,7
1985≤…<1995(2)	2,3	1,7	1,7	1,3
…<1985	1,7	1,3	1,3	1,1

2.8 Ανάλυση πριν την επέμβαση:

Για την αποτίμηση του έργου χρειάζεται να γίνει ανάλυση με τους φορτιστικούς συνδυασμούς και να προσδιοριστούν τα εντατικά μεγέθη. Ο κανονισμός ορίζει πέντε διαφορετικούς τρόπους ανάλυσης (§5.1.1 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Ελαστική (ισοδύναμη) στατική ανάλυση (βλ. §5.5), με καθολικό δείκτη συμπεριφοράς (q) ή τοπικό δείκτη (m)*
- *Ελαστική δυναμική ανάλυση (βλ. §5.6) με καθολικό δείκτη συμπεριφοράς (q) ή τοπικό δείκτη (m)*
- *Ανελαστική στατική ανάλυση (βλ. §5.7)*
- *Ανελαστική δυναμική ανάλυση (ανάλυση χρονοϊστορίας) (βλ. §5.8).*

Η 5η μέθοδος που προτείνει ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. είναι η προσεγγιστική όπου ισχύει για τις προϋποθέσεις της §2.1.4.1β(iv) και για συγκεκριμένες περιπτώσεις.

2.8.1 Γενικές απαιτήσεις προσομοίωσης:

Η προσομοίωση του κτηρίου ακολουθεί τις διαδικασίες του EN1998 – 1, όπου πρέπει να λαμβάνονται υπόψιν οι πραγματικές συνθήκες στήριξης στο έδαφος. Σημειώνεται ότι για τα κτήρια με υπόγειο, επιτρέπεται η χρήση πάκτωσης στα στοιχεία του ισογείου, ενώ για κτήρια χωρίς υπόγειο χρειάζεται αιτιολόγηση.

<u>Στρέψη:</u>

Η συνεκτίμηση της στρέψης γύρω από τον κατακόρυφο άξονα συνυπολογίζεται σε όλες τις περιπτώσεις, με εξαίρεση τα κτήρια με ευπαραμόρφωτα διαφράγματα. Για την προσομοίωση της στις ελαστικές μεθόδους, ακολουθούνται οι διατάξεις του EN1998 – 1, ενώ στις ανελαστικές χρειάζεται ανάλογη προσαρμογή της.

Διαφράγματα:

Τα διαφράγματα των κτηρίων διαχωρίζονται σε τρεις κατηγορίες που ορίζει ο κανονισμός (§5.4.6 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Ένα διάφραγμα θα χαρακτηρίζεται ως ευπαραμόρφωτο, όταν η μέγιστη εντός του επιπέδου του οριζόντια παραμόρφωσή του υπερβαίνει το διπλάσιο του μέσου σχετικού βέλους των κατακόρυφων φορέων του υποκείμενου ορόφου. Για διαφράγματα που εδράζονται επί τοιχωμάτων υπογείου, θα λαμβάνεται υπόψη το σχετικό βέλος του ορόφου που υπέρκειται του διαφράγματος.*
- *Ένα διάφραγμα θα χαρακτηρίζεται ως απαραμόρφωτο, όταν η μέγιστη εντός του επιπέδου του οριζόντια παραμόρφωση κατά μήκος του διαφράγματος είναι μικρότερη του μισού του μέσου σχετικού βέλους των κατακόρυφων φορέων του υποκείμενου ορόφου.*
- *Διαφράγματα που δεν ανήκουν σε μία από τις παραπάνω κατηγορίες χαρακτηρίζονται ως δυσπαραμόρφωτα, αλλά για απλοποίηση της ανάλυσης μπορεί να κατατάσσονται στην πλησιέστερη από τις δύο κατηγορίες (ευπαραμόρφωτα - απαραμόρφωτα).*

Στις περισσότερες περιπτώσεις συστημάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα, τα διαφράγματα θεωρούνται απαραμόρφωτα χωρίς να γίνει έλεγχος τους. Το παραπάνω συμβαίνει όταν η γεωμετρία και η αντοχή τους μπορούν να θεωρηθούν ικανοποιητικές. Τέλος, ο κανονισμός ορίζει ότι στα κτήρια με απαραμόρφωτα διαφράγματα πρέπει να λαμβάνεται υπόψιν η επιρροή της στρέψης.

Επιρροές 2ας τάξεως:

Για την ανάλυση, χρειάζεται να ληφθούν υπόψιν οι επιρροές 2ας τάξεως, στατικές και δυναμικές. Στις ελαστικές αναλύσεις, οι επιρροές λαμβάνονται όταν (§5.4.7β – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *ο δείκτης σχετικής μεταθετότητας ϑ (§ 4.4.2.2 του ΕΚ 8-1) προκύπτει μικρότερος του 0.1, οι επιρροές 2ας τάξεως μπορεί να αγνοηθούν. Όταν ο δείκτης ϑ κυμαίνεται μεταξύ 0.1 και 0.2, οι σεισμικές δυνάμεις και μετακινήσεις στον όροφο i θα επαυξάνονται με το συντελεστή 1/(1-ϑi). Όταν ο δείκτης ϑ υπερβαίνει την τιμή 0.2, το κτήριο θα θεωρείται οιονεί ασταθές, οπότε θα απαιτείται κατάλληλη ενίσχυσή του, ώστε να μειωθούν οι πλευρικές του μετακινήσεις προκειμένου ο δείκτης ϑ να προκύπτει εντός των ανωτέρω ορίων.*

Αλληλεπίδραση εδάφους - θεμελίωσης:

Η αλληλεπίδραση εδάφους – θεμελίωσης σύμφωνα με τον κανονισμό λαμβάνεται μόνο στις περιπτώσεις όπου η αύξηση της ιδιοπερίοδου (λόγω του φαινομένου) οδηγεί σε μεγαλύτερες φασματικές επιταχύνσεις (§5.4.8 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.).

2.8.2 Μέθοδος ανάλυσης – Ελαστική δυναμική ανάλυση:

Στην παρούσα εργασία θα χρησιμοποιηθεί η ελαστική δυναμική ανάλυση όποτε θα γίνει παρουσίαση των διατάξεων μόνον αυτής. Γενικώς, η χρήση της βασίζεται στις προϋποθέσεις του EN1998 – 3. Ωστόσο, ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. ορίζει και τις παρακάτω δύο προϋποθέσεις για τα κτήρια της Ελλάδας (§5.6.1 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.):

- *Το πεδίο εφαρμογής της δυναμικής ελαστικής μεθόδου ορίζεται από τη συνθήκη πως για όλα τα κύρια στοιχεία προκύπτει $\lambda \leq 2,5$. ή για ένα ή περισσότερα από αυτά προκύπτει $\lambda > 2.5$ και το κτήριο είναι μορφολογικά κανονικό.*
- *Ανεξαρτήτως της ισχύος των συνθηκών της προηγουμένης παραγράφου, αλλά υπό την προϋπόθεση ότι δεν υπάρχουν ουσιώδεις βλάβες, επιτρέπεται για τους σκοπούς (μόνον) της αποτίμησης η εφαρμογή της δυναμικής ελαστικής μεθόδου. Στην περίπτωση αυτή οι συντελεστές ασφαλείας προσομοιώματος γ_{Sd} που προβλέπονται στην §4.5.1 αυξάνονται κατά 0,15.*

Σημειώνεται ότι για τον προσδιορισμό των εντατικών μεγεθών χρησιμοποιείται η μέθοδος της φασματικής ιδιομορφικής ανάλυσης σύμφωνα με τις διατάξεις του EN1998 – 1. Τέλος, στην περίπτωση όπου χρησιμοποιείται ο ενιαίος συντελεστής συμπεριφοράς, οι μετακινήσεις του κτηρίου χρειάζεται να πολλαπλασιαστούν με εκείνον ώστε να ληφθεί υπόψιν η ανελαστική συμπεριφορά.

3. Παρουσίαση φορέα και βασικά δεδομένα.

3.1 Εισαγωγή:

Το κτήριο βρίσκεται στο δήμο Θεσσαλονίκης και αποτελεί μια οικοδομή κατοικιών και 5 ορόφων χωρίς υπόγειο. Η κατασκευή του έγινε την δεκαετία του 1960, το οποίο σημαίνει ότι σχεδιάστηκε σύμφωνα με τον πρώτο Ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό, το Βασιλικό διάταγμα του 1959). Το παραπάνω, έχει ως αποτέλεσμα τον ελλιπή σχεδιασμό του σύμφωνα με τα σημερινά δεδομένα. Βασικά σημεία που υστερεί η κατασκευή, είναι η έλλειψη του απαιτούμενου εγκάρσιου οπλισμού στα κατακόρυφα και οριζόντια δομικά στοιχεία, οι ανεπαρκείς αγκυρώσεις και παραθέσεις στις συνδέσεις υποστυλωμάτων – δοκών καθώς και η ελάχιστη επικάλυψη των οπλισμών. Ακόμα, παρατηρείται μικρό ύψος δοκών και πάχος διαφραγμάτων αλλά και αρκετές περιπτώσεις ύπαρξης συνδέσεων δοκού επί δοκού, όπου είναι ένας τρόπος δόμησης που δεν ακολουθείται την σήμερον ημέρα. Τέλος, υπάρχει μεγάλος αριθμός διαφορετικών διατομών, είτε υποστυλωμάτων είτε δοκών, με αποτέλεσμα η αποτίμηση και η ενίσχυση του κτηρίου, να είναι περίπλοκη.

3.2 Γεωμετρία φορέα και τεχνικά δεδομένα:

Σε αυτή την ενότητα θα παρουσιαστούν οι ξυλότυποι των ορόφων του κτηρίου, οι αναλυτικοί πίνακες με τους οπλισμούς των δομικών στοιχείων, η μορφολογική κανονικότητα του και τα υλικά του.

3.2.1 Υλικά:

Σκυρόδεμα:

Το σκυρόδεμα που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση της κατασκευής είναι C12/15, μια κατηγορία που συμβαδίζει με τα υλικά που χρησιμοποιούνταν κατά την εποχή εκείνη [12 – 25, 22, 23]. Η χαρακτηριστική αντοχή κυλινδρικού δοκιμίου είναι f_{ck} = 12 MPa, ενώ για κυβικό δοκίμιο 15 MPa. Τα υπόλοιπα χαρακτηριστικά του, όπως το μέτρο ελαστικότητας και τα όρια παραμόρφωσης του φαίνονται στον παρακάτω πίνακα όπου αποτελεί μέρος του Πίνακα 3.1 του EN1992 – 1. Από τον Πίνακα 3.1 φαίνεται ότι το μέτρο ελαστικότητας του σκυροδέματος που χρησιμοποιήθηκε είναι E_{cm} = 27 GPa ή 27000 MPa ενώ ο λόγος Poisson ίσος με ν = 0.20.

Πίνακας 3.1. *Χαρακτηριστικά σκυροδέματος.*

Χαρακτηριστικά σκυροδέματος			
Όρος		**Τιμή**	**Μονάδα**
Μέση αντοχή	f_{cm}	20	MPa
Εφελκυστική αντοχή	f_{ctm}	1.6	MPa
Επιβατικό μέτρο ελαστικότητας	E_{cm}	27	GPa
Θλιπτική παραμόρφωση μέγιστης τάσης	ε_{c1}	1.8	‰
Θλιπτική παραμόρφωση αστοχίας	ε_{cu1}	3.5	‰
Παραμόρφωση μέγιστης αντοχής	ε_{c2}	2.0	‰
Παραμόρφωση αστοχίας	ε_{cu2}	3.5	‰
Εκθέτης	n	2.0	-
Παραμόρφωση μέγιστης αντοχής (Διγραμμικοποιημένη)	ε_{c3}	1.8	‰
Παραμόρφωση αστοχίας (Διγραμμικοποιημένη)	ε_{cu3}	3.5	‰

<u>Χάλυβας:</u>

Ο χάλυβας που χρησιμοποιήθηκε για την ανάλυση του κτηρίου είναι κατηγορίας S220 ή Stahl I. Το όριο διαρροής τους f_{yk} ορίστηκε με βάση τις ενδεικτικές τιμές που προτείνει ο κανονισμός επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) στον Πίνακα 2 του παραρτήματος 3.1 (θεωρώντας ότι η Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων λεπτομερειών είναι «ικανοποιητική», όπου αναλύεται στη συνέχεια). Από τον παρακάτω πίνακα, για κατηγορία χάλυβα οπλισμού S220 ή Stahl I προκύπτει ότι f_{yk} = 240 MPa.

Πίνακας 3.2*. Αντιπροσωπευτικές τιμές διαρροής χάλυβα οπλισμού [20].*

Κατηγορία Χάλυβα Οπλισμού	«Ονομαστική» Μέση τιμή $f_{ym}(MPa)$	«Χαρακτηριστική» Μέση τιμή μείον μία τυπική απόκλιση $f_{yk}(MPa)$
S220 & Stahl I	280	240
S400 & Stahl III	450	410
S500 & Stahl IV	520	500

3.2.2 Ξυλότυποι ορόφων:

Η μορφή της κάτοψης του κτηρίου είναι σχήματος Γ καθώς σε όλους τους ορόφους υπάρχει εσοχή διαστάσεων 3.85Χ8.85 m, ενώ στον 4ο και 5ο όροφο υπάρχουν εσοχές καθ' ύψος της κατασκευής, με αποτέλεσμα να μην είναι κανονική σε όψη (εξετάζεται στην ενότητα 3.2.3). Το μέσο ύψος κάθε ορόφου είναι 3.30 m ενώ το βάθος της θεμελίωσης θεωρήθηκε 2.00 m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους.

Τα διαφράγματα σε κάθε στάθμη έχουν πάχος 12 cm ενώ στη βόρεια όψη και ανατολική όψη του κτηρίου υπάρχουν πρόβολοι πλάτους 1.5 m. Στην πρώτη η ύπαρξη του σταματά στην 3η στάθμη. Οι εσοχές στις στάθμες τέσσερα και πέντε έχουν και αυτές την λειτουργία εξωτερικού χώρου με επαυξημένα κινητά φορτία. Στο ισόγειο της κατασκευής υπάρχει παρουσία τοιχοποιίας περιμετρικά της, με αποτέλεσμα να

μην δημιουργείται μαλακός όροφος. Το ίδιο ισχύει και για τους υπολοίπους ορόφους καθώς στις περιμετρικές δοκούς θεωρείται μπατική τοιχοποιία, ενώ στην πλειονότητα των εσωτερικών δοκών, δρομική τοιχοποιία με μικρότερο πάχος. Αξίζει να σημειωθεί ότι λόγω της πλήρωσης των φατνωμάτων στο σύνολο τους, δεν υπάρχουν κοντά υποστυλώματα.

***Πίνακας 3.3**. Διαστάσεις δοκών.*

Διαστάσεις δοκών								
Ονομασία	b (cm)	d (cm)	Ονομασία	b (cm)	d (cm)	Ονομασία	b (cm)	d (cm)
Δ1 (1 - 2)	21	40						
Δ2 (1 - 8)	21	35	Δ18 (5 - 6)	21	60	Δ34 (2 - 5)	14	40
Δ3 (8 - 12)	21	50	Δ19 (7- 10)	14	44	Δ35 (3 - 6)	21	46
Δ4 (11 - 12)	21	50	Δ20 (8 - 9)	14	40	Δ36 (5 - 9)	14	40
Δ5 (11 - 20)	21	60	Δ21 (9 - 10)	21	60	Δ37 (6 - 10)	21	46
Δ6 (20 - 25)	21	60	Δ22 (15 - 42)	14	48	Δ38 (28α - 29α)	21	60
Δ7 (25 -26)	21	47	Δ23 (11α - 29β)	14	42	Δ39 (10 -14)	21	46
Δ8 (26 - 27)	21	47	Δ24 (12 - 13)	14	50	Δ40 (12 - 23)	14	50
Δ9 (27 - 28)	21	47	Δ25 (13 - 14)	14	50	Δ41 (19α - 21α)	14	50
Δ10 (28 - 29)	21	47	Δ26 (14 - 15)	21	52	Δ42 (13 - 18)	14	28
Δ11 (22 - 29)	21	68	Δ27 (16 - 17)	21	20	Δ43 (14 - 16)	21	35
Δ12 (17 - 22)	21	30	Δ28 (18 - 19)	14	50	Δ44 (16 - 19)	14	35
Δ13 (15 - 17)	21	46	Δ29 (20 - 23)	14	34	Δ45 (19 - 21)	14	20
Δ14 (7 - 15)	21	46	Δ30 (18 - 21)	14	32	Δ46 (18 -24)	14	28
Δ15 (4 - 7)	21	46	Δ31 (21 - 22)	14	32	Δ47 (23 - 26)	14	50
Δ16 (3 - 4)	21	44	Δ32 (23 - 24)	14	55	Δ48 (24 - 27)	14	50
Δ17 (2 - 3)	21	60	Δ33 (24 - 21)	14	55	Δ49 (21 - 28)	14	75

***Πίνακας 3.4.** Διαστάσεις υποστυλωμάτων.*

Α' ΟΡΟΦΟΣ - ΙΣΟΓΕΙΟ		
Α/Α	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	X (cm)	Y (cm)
Σ1	27	27
Σ2	31	31
Σ3	37	37
Σ4	25	25
Σ5	29	29
Σ6	29	29
Σ7	31	31
Σ8	34	34
Σ9	43	43
Σ10	43	43
Σ11	47	47
Σ12	47	47
Σ13	43	43
Σ14	45	45
Σ15	34	34
Σ16	29	29
Σ17	25	25
Σ18	34	34
Σ19	27	27
Σ20	47	47
Σ21	40	40
Σ22	40	40
Σ23	47	47
Σ24	43	43
Σ25	42	42
Σ26	42	42
Σ27	41	41
Σ28	45	45
Σ29	38	38

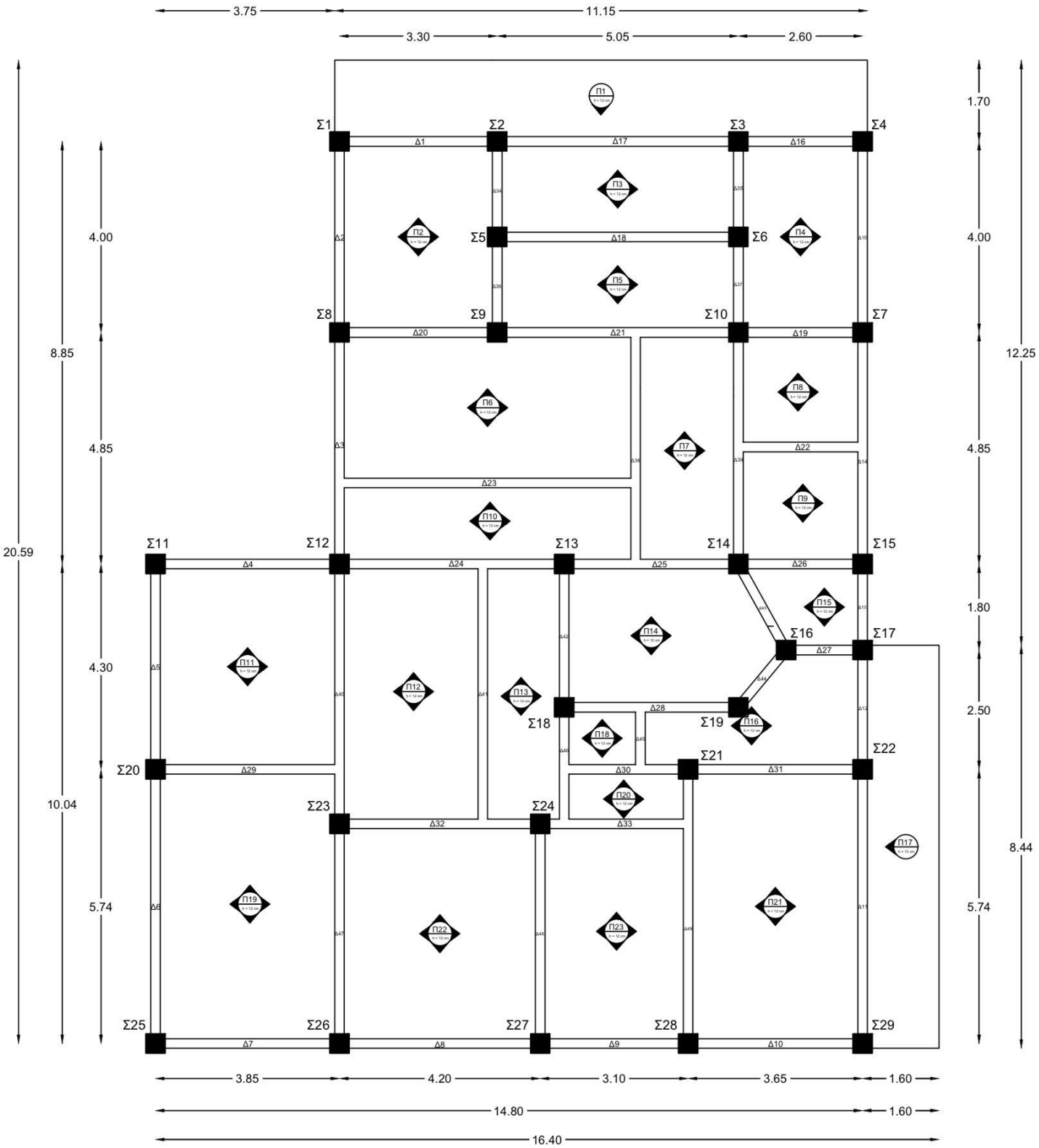
Β' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	X (cm)	Y (cm)
Σ1	25	25
Σ2	25	25
Σ3	32	32
Σ4	25	25
Σ5	25	25
Σ6	25	25
Σ7	25	25
Σ8	30	30
Σ9	38	38
Σ10	39	39
Σ11	43	43
Σ12	44	44
Σ13	38	38
Σ14	41	41
Σ15	29	29
Σ16	28	28
Σ17	25	25
Σ18	31	31
Σ19	25	25
Σ20	43	43
Σ21	36	36
Σ22	36	36
Σ23	43	43
Σ24	39	39
Σ25	38	38
Σ26	38	38
Σ27	39	39
Σ28	41	41
Σ29	35	35

Γ' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	X (cm)	Y (cm)
Σ1	25	25
Σ2	25	25
Σ3	26	26
Σ4	25	25
Σ5	25	25
Σ6	25	25
Σ7	25	25
Σ8	27	27
Σ9	36	36
Σ10	37	37
Σ11	40	40
Σ12	41	41
Σ13	36	36
Σ14	38	38
Σ15	25	25
Σ16	25	25
Σ17	25	25
Σ18	29	29
Σ19	25	25
Σ20	40	40
Σ21	34	34
Σ22	34	34
Σ23	40	40
Σ24	37	37
Σ25	36	36
Σ26	37	37
Σ27	37	37
Σ28	39	39
Σ29	33	33

Δ' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	X (cm)	Y (cm)
Σ1	25	25
Σ2	25	25
Σ5	25	25
Σ6	25	25
Σ8	27	27
Σ9	31	31
Σ10	37	37
Σ11	30	30
Σ12	37	37
Σ13	33	33
Σ14	37	37
Σ16	25	25
Σ17	25	25
Σ18	25	25
Σ19	25	25
Σ20	34	34
Σ21	30	30
Σ22	29	29
Σ23	36	36
Σ24	33	33
Σ25	30	30
Σ26	31	31
Σ27	33	33
Σ28	33	33
Σ29	27	27

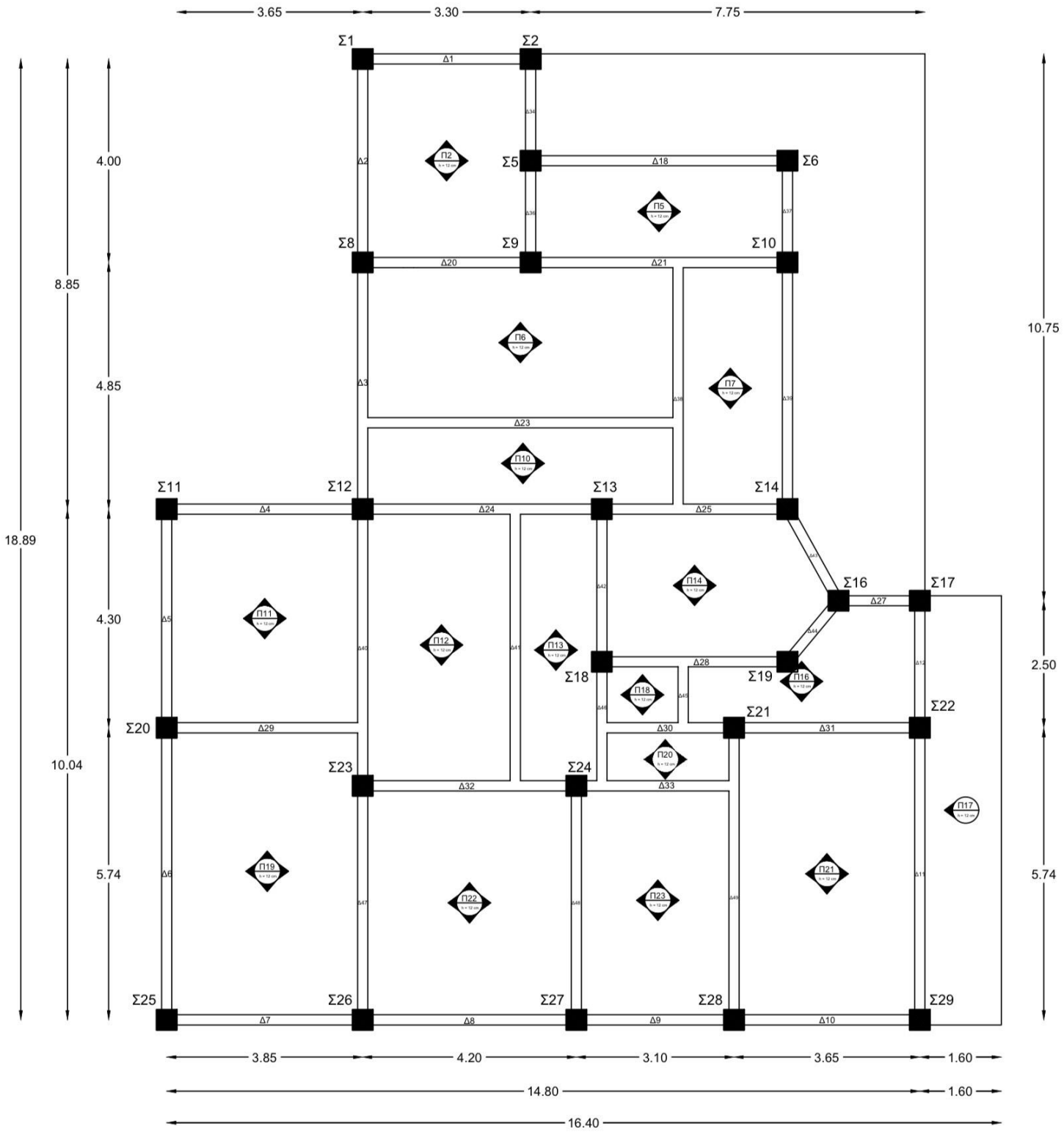
Ε' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	X (cm)	Y (cm)
Σ8	25	25
Σ9	28	28
Σ10	32	32
Σ11	29	29
Σ12	30	30
Σ13	25	25
Σ14	27	27
Σ16	25	25
Σ17	25	25
Σ18	25	25
Σ19	25	25
Σ20	29	29
Σ21	25	25
Σ22	25	25
Σ23	29	29
Σ24	28	28
Σ25	28	28
Σ26	25	25
Σ27	27	27
Σ28	29	29
Σ29	25	25

Ξυλότυπος 1ης, 2ης και 3ης στάθμης:



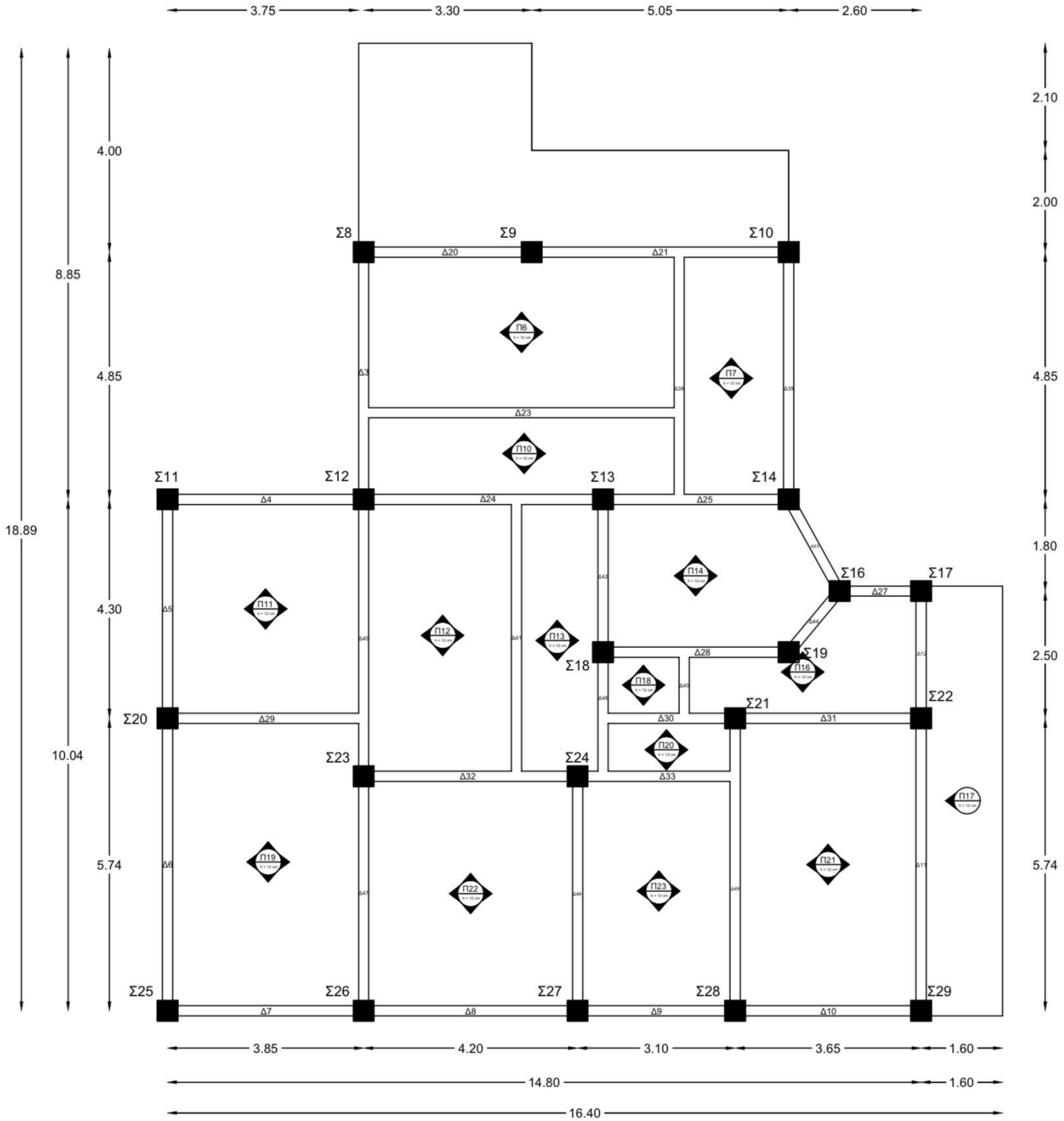
Σχήμα 3.1. *Ξυλότυπος τυπικού ορόφου.*

Ξυλότυπος 4ης στάθμης:



Σχήμα 3.2. *Ξυλότυπος 4ου ορόφου.*

Ξυλότυπος 5ης στάθμης:



Σχήμα 3.3. *Ξυλότυπος 5ου ορόφου.*

3.2.3 Οπλισμοί δομικών στοιχείων:

Ο χάλυβας οπλισμού των δομικών στοιχείων που χρησιμοποιήθηκε είναι κατηγορίας S220 χωρίς ραβδώσεις, όπως αναφέρθηκε στην υποενότητα 3.2.1. Για την αποτίμηση των δοκών δεν υπήρχαν διαθέσιμα αναπτύγματα, παρά μόνο ο υπάρχων οπλισμός σε έξι ορισμένες θέσεις. Στον Πίνακα 3.5 φαίνονται οι οπλισμοί των δοκών στην άνω και κάτω ίνα της αριστερής και δεξιάς στήριξης, καθώς και στο μέσο του ανοίγματος. Αξίζει να σημειωθεί πως λόγω της έλλειψης γνώσης του οπλισμού των πλακών, οι αντίστοιχες ράβδοι δεν λήφθηκαν υπόψη κατά την αποτίμηση των περιπτώσεων που έχουν μορφή πλακοδοκού. Ακόμα, λόγω της παλαιότητας της κατασκευής και της ανεπάρκειας αγκυρώσεων της τότε εποχής, θεωρήθηκε ότι ο οπλισμός montage δεν συμμετέχει στην παραλαβή ροπής στις στηρίξεις.

Πίνακας 3.5. *Οπλισμοί δοκών.*

Οπλισμοί δοκών							
Ονομασία	Αριστερά		Μέση		Δεξιά		Συνδετήρες
	Άνω	Κάτω	Άνω	Κάτω	Άνω	Κάτω	
Δ1 (1 - 2)	2Φ12	2Φ14	2Φ12	2Φ14	4Φ12	4Φ14	Φ6/200
Δ2 (1 - 8)	2Φ18	2Φ18		4Φ18	2Φ18	2Φ18	Φ8/120
Δ3 (8 - 12)	2Φ18	2Φ18		4Φ18	2Φ18	2Φ18	Φ6/200
Δ4 (11 - 12)	2Φ14	2Φ14		4Φ14	2Φ14+2Φ12	4Φ14	Φ8/150
Δ5 (11 - 20)	4Φ10	4Φ10		4Φ10	2Φ10+3Φ18	2Φ10+3Φ18	Φ6/200
Δ6 (20 - 25)	2Φ10+3Φ18	2Φ10+3Φ18		6Φ18	3Φ18	3Φ18	Φ6/200
Δ7 (25 -26)	2Φ14+3Φ18	2Φ14+3Φ18		4Φ14	2Φ14+2Φ10	2Φ14+2Φ10	Φ6/200
Δ8 (26 - 27)	2Φ10+2Φ14	2Φ10+2Φ14		4Φ10	4Φ10	4Φ10	Φ6/200
Δ9 (27 - 28)	4Φ10	4Φ10		4Φ10	4Φ10	4Φ10	Φ6/200
Δ10 (28 - 29)	4Φ10	4Φ10		4Φ10	2Φ10+2Φ18	2Φ10+2Φ18	Φ6/200
Δ11 (22 - 29)	2Φ10+2Φ18	2Φ10+2Φ18		4Φ18	2Φ10+2Φ18	2Φ10+2Φ18	Φ6/200
Δ12 (17 - 22)	4Φ10	4Φ10		4Φ10	2Φ10+2Φ18	2Φ10+2Φ18	Φ6/200
Δ13 (15 - 17)	2Φ12+2Φ10	2Φ10+2Φ16		4Φ10	4Φ10	4Φ10	Φ6/200
Δ14 (7 - 15)	4Φ10+2Φ16	4Φ16	2Φ10	2Φ16	2Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ16	Φ6/250
Δ15 (4 - 7)	2Φ10+2Φ16	2Φ10+2Φ16		4Φ16	4Φ10+2Φ16	4Φ16	Φ6/200
Δ16 (3 - 4)	2Φ14	2Φ14		4Φ14	2Φ14	2Φ14	Φ6/200
Δ17 (2 - 3)	2Φ14	2Φ14		4Φ14	2Φ14	2Φ14	Φ6/200
Δ18 (5 - 6)	2Φ14	2Φ14		4Φ14	2Φ14	2Φ14	Φ6/200
Δ19 (7- 10)	2Φ14 +2Φ18	2Φ14 + 2Φ18		4Φ14	2Φ14	2Φ14	Φ6/200
Δ20 (8 - 9)	2Φ14+4Φ12	4Φ14	2Φ12	2Φ14	2Φ12+2Φ18	2Φ14+2Φ18	Φ10/110
Δ21 (9 - 10)	2Φ12+2Φ18	2Φ14+2Φ18		4Φ18	2Φ18	2Φ18	Φ8/200
Δ22 (15 - 42)	2Φ10	2Φ10		4Φ10	2Φ10+2Φ14+2Φ16	2Φ10+2Φ16	Φ6/200
Δ23 (11α - 29β)	2Φ18	2Φ18		4Φ18	2Φ18	2Φ18	Φ6/200
Δ24 (12 - 13)	2Φ14+2Φ12	4Φ14	2Φ12	2Φ14	2Φ12+2Φ14	2Φ12+2Φ14	Φ8/150
Δ25 (13 - 14)	2Φ12+2Φ14	2Φ12+2Φ14		4Φ14	2Φ14+2Φ12	5Φ14	Φ10/115
Δ26 (14 - 15)	2Φ14+2Φ12	5Φ14		4Φ14	2Φ14+2Φ12	5Φ14	Φ6/200
Δ27 (16 - 17)	2Φ10	2Φ10		4Φ10	4Φ10	4Φ10	Φ6/200
Δ28 (18 - 19)	2Φ12	2Φ14	2Φ12	2Φ14	2Φ12+2Φ10	4Φ14	Φ10/115
Δ29 (20 - 23)	2Φ14	2Φ14		4Φ14	2Φ14	2Φ14	Φ6/200
Δ30 (18 - 21)	2Φ10	2Φ10		4Φ10	4Φ10+2Φ12	4Φ10+2Φ12	Φ6/250
Δ31 (21 - 22)	4Φ10+2Φ12	4Φ10+2Φ12		4Φ12	2Φ12	2Φ12	Φ6/200
Δ32 (23 - 24)	1Φ14+1Φ16	1Φ14+1Φ16		2Φ14+2Φ16	1Φ14+3Φ16+2Φ10	1Φ14+1Φ16+2Φ10	Φ6/200
Δ33 (24 - 21)	1Φ14+3Φ16+2Φ10	1Φ14+1Φ16+2Φ10		4Φ10	2Φ10	2Φ10	Φ6/200
Δ34 (2 - 5)	4Φ12	4Φ14	2Φ12	2Φ14	4Φ12	4Φ14	Φ10/110
Δ35 (3 - 6)	2Φ10+2Φ16	2Φ10+2Φ16		4Φ16	4Φ10+2Φ16	4Φ16	Φ6/200
Δ36 (5 - 9)	4Φ12	4Φ14	2Φ12	2Φ14	4Φ12	4Φ14	Φ10/110
Δ37 (6 - 10)	4Φ10 + 2Φ16	4Φ16 + 2Φ10		4Φ10	2Φ16+2Φ10	2Φ16+2Φ10	Φ6/200
Δ38 (28α - 29α)	3Φ18	2Φ18		5Φ18	3Φ18	2Φ18	Φ8/150
Δ39 (10 -14)	2Φ16+2Φ10	2Φ16+2Φ10		4Φ16	2Φ12+2Φ16	2Φ14+2Φ16	Φ6/200
Δ40 (12 - 23)	2Φ16	2Φ16		4Φ16	2Φ16+1Φ14+3Φ12	2Φ16+1Φ14+3Φ12	Φ8/200
Δ41 (19α - 21α)	3Φ18	2Φ18		5Φ18	3Φ18	2Φ18	Φ6/150
Δ42 (13 - 18)	2Φ10	2Φ10		4Φ10	2Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ12	Φ6/200
Δ43 (14 - 16)	2Φ12+2Φ16	2Φ14+2Φ16	2Φ12	3Φ14	2Φ12+2Φ10	5Φ14	Φ8/100
Δ44 (16 - 19)	4Φ12	5Φ14	2Φ12	3Φ14	4Φ12	5Φ14	Φ10/115
Δ45 (19 - 21)	2Φ10	2Φ10		4Φ10	2Φ10	2Φ10	Φ6/200
Δ46 (18 -24)	2Φ10+2Φ12	2Φ10+2Φ12		4Φ12	2Φ12	2Φ12	Φ6/200
Δ47 (23 - 26)	2Φ16+1Φ14+3Φ12	2Φ16+1Φ14+3Φ12		2Φ14+2Φ12	1Φ14+1Φ12	1Φ14+1Φ12	Φ8/200
Δ48 (24 - 27)	2Φ16	2Φ16		4Φ16	2Φ16	2Φ16	Φ6/200
Δ49 (21 - 28)	2Φ18	2Φ18		4Φ18	2Φ18	2Φ18	Φ6/150

Οι οπλισμοί των υποστυλωμάτων τοποθετήθηκαν στις τέσσερεις γωνίες των διατομών καθώς όλα τα στοιχεία αποτελούνταν από 4 σίδερα. Οι αναλυτικοί οπλισμοί για κάθε όροφο φαίνονται στον Πίνακα 3.6. Σημειώνεται ότι δεν παρέχονται πληροφορίες για τους συνδετήρες των υποστυλωμάτων οπότε γίνεται υπόθεση Φ6/200 λείου χάλυβα με αγκυρώσεις 90° σε όλα τα υποστυλώματα.

Πίνακας 3.6. *Διαμήκεις οπλισμοί υποστυλωμάτων*

Α' ΟΡΟΦΟΣ - ΙΣΟΓΕΙΟ	
Α/Α	**ΟΠΛΙΣΜΟΙ**
Σ1	4Φ14
Σ2	4Φ16
Σ3	4Φ16
Σ4	4Φ14
Σ5	4Φ18
Σ6	4Φ16
Σ7	4Φ16
Σ8	4Φ16
Σ9	4Φ22
Σ10	4Φ22
Σ11	4Φ22
Σ12	4Φ24
Σ13	4Φ22
Σ14	4Φ20
Σ15	4Φ18
Σ16	4Φ14
Σ17	4Φ14
Σ18	4Φ18
Σ19	4Φ16
Σ20	4Φ22
Σ21	4Φ18
Σ22	4Φ18
Σ23	4Φ22
Σ24	4Φ22
Σ25	4Φ22
Σ26	4Φ22
Σ27	4Φ22
Σ28	4Φ22
Σ29	4Φ20

Β' ΟΡΟΦΟΣ	
Α/Α	**ΟΠΛΙΣΜΟΙ**
Σ1	4Φ12
Σ2	4Φ14
Σ3	4Φ14
Σ4	4Φ12
Σ5	4Φ16
Σ6	4Φ14
Σ7	4Φ14
Σ8	2Φ14 + 2Φ16
Σ9	4Φ20
Σ10	4Φ20
Σ11	2Φ20 + 2Φ22
Σ12	4Φ22
Σ13	4Φ20
Σ14	4Φ20
Σ15	4Φ18
Σ16	4Φ14
Σ17	4Φ12
Σ18	4Φ16
Σ19	4Φ14
Σ20	2Φ20 + 2Φ22
Σ21	4Φ18
Σ22	4Φ18
Σ23	2Φ20 + 2Φ22
Σ24	4Φ20
Σ25	4Φ20
Σ26	4Φ20
Σ27	4Φ20
Σ28	2Φ20 + 2Φ22
Σ29	4Φ18

Γ' ΟΡΟΦΟΣ	
Α/Α	**ΟΠΛΙΣΜΟΙ**
Σ1	4Φ12
Σ2	4Φ12
Σ3	4Φ12
Σ4	4Φ12
Σ5	4Φ14
Σ6	4Φ12
Σ7	4Φ12
Σ8	4Φ14
Σ9	4Φ18
Σ10	2Φ18 + 2Φ20
Σ11	4Φ20
Σ12	2Φ20 + 2Φ22
Σ13	4Φ18
Σ14	4Φ20
Σ15	4Φ18
Σ16	4Φ14
Σ17	4Φ12
Σ18	2Φ14 + 2Φ16
Σ19	4Φ12
Σ20	4Φ20
Σ21	4Φ18
Σ22	4Φ18
Σ23	4Φ20
Σ24	2Φ18 + 2Φ20
Σ25	4Φ18
Σ26	4Φ18
Σ27	4Φ18
Σ28	4Φ20
Σ29	2Φ16 + 2Φ18

Δ' ΟΡΟΦΟΣ	
Α/Α	**ΟΠΛΙΣΜΟΙ**
Σ1	4Φ12
Σ2	4Φ12
Σ5	4Φ12
Σ6	4Φ12
Σ8	4Φ14
Σ9	4Φ16
Σ10	4Φ16
Σ11	4Φ18
Σ12	4Φ18
Σ13	4Φ16
Σ14	2Φ16 + 2Φ18
Σ16	4Φ12
Σ17	4Φ12
Σ18	4Φ14
Σ19	4Φ12
Σ20	4Φ18
Σ21	4Φ16
Σ22	4Φ16
Σ23	4Φ18
Σ24	4Φ16
Σ25	4Φ16
Σ26	4Φ16
Σ27	2Φ16 + 2Φ18
Σ28	2Φ16 + 2Φ18
Σ29	4Φ14

Ε' ΟΡΟΦΟΣ	
Α/Α	**ΟΠΛΙΣΜΟΙ**
Σ8	4Φ12
Σ9	2Φ12 + 2Φ14
Σ10	4Φ14
Σ11	4Φ16
Σ12	2Φ14 + 2Φ16
Σ13	2Φ12 + 2Φ14
Σ14	4Φ14
Σ16	4Φ12
Σ17	4Φ12
Σ18	4Φ12
Σ19	4Φ12
Σ20	4Φ16
Σ21	4Φ12
Σ22	4Φ12
Σ23	2Φ14 + 2Φ16
Σ24	4Φ14
Σ25	4Φ14
Σ26	4Φ12
Σ27	2Φ12 + 2Φ14
Σ28	4Φ14
Σ29	2Φ12 + 2Φ14

3.2.4 Μορφολογική κανονικότητα:

Η μορφολογική κανονικότητα του κτηρίου θα εξεταστεί σύμφωνα με τις διατάξεις τους EN1998 – 1. Οι σχετικές διατάξεις παρατίθενται στην παράγραφο 4.2.3 του κανονισμού, είναι ποσοτικού και ποιοτικού χαρακτήρα και παρουσιάζονται συνοπτικά στη συνέχεια [24].

<u>Κανονικότητα σε κάτοψη:</u>

- (1) Το κτήριο πρέπει να είναι κατά προσέγγιση συμμετρικό σε κάτοψη σε σχέση με δύο ορθογωνικούς άξονες όσον αφορά την αντοχή σε οριζόντια φορτία και την κατανομή της μάζας.
- (2) Η διαμόρφωση της κάτοψης να είναι συμπαγής. Οι εσοχές στην περίμετρο και οι εισέχουσες γωνίες είναι αποδεκτές όταν δεν έχουν επιπτώσεις στην

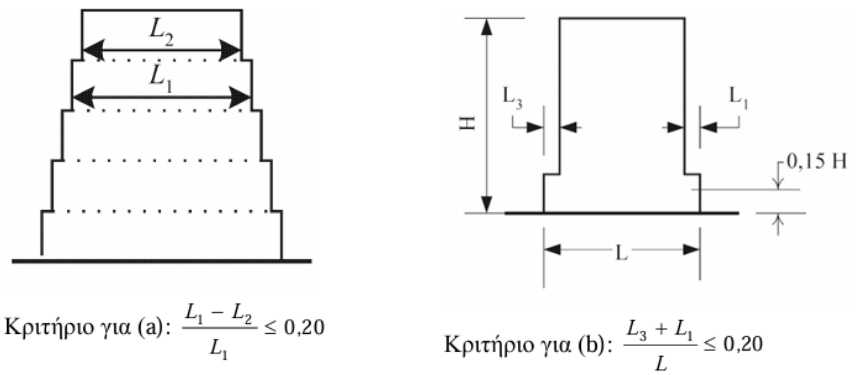
δυσκαμψία της πλάκας και η περιοχή περιγράμματος της πλάκας με την κυρτ΄γ πολυγωνική γραμμή δεν υπερβαίνει το 5% του εμβαδού του ορόφου.

- (3) Η δυσκαμψία των πλακών ορόφων εντός επίπεδου τους να είναι αρκετά μεγαλύτερη σε σύγκριση με την οριζόντια δυσκαμψία των κατακόρυφων στοιχείων.
- (4) Η λυγηρότητα λ του κτηρίου σε κάτοψη πρέπει να είναι μικρότερη του 4, όπου $\lambda = \frac{L_{max}}{L_{min}}$
- (5) Σε κάθε επίπεδο και για κάθε διεύθυνση όπου γίνεται η ανάλυση, η στατική εκκεντρότητα e_o (απόσταση ελαστικού κέντρου με κέντρο μάζας) και η ακτίνα δυστρεψίας r θα πρέπει να ικανοποιούν τις παρακάτω συνθήκες:

$$e_o \leq 0.3 \cdot r$$
$$r \geq l_s$$

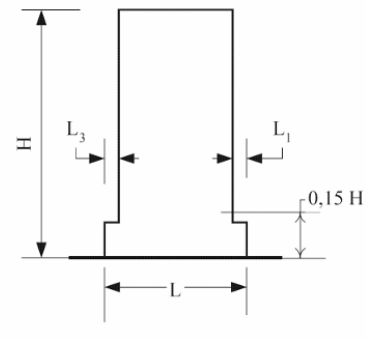
<u>Κανονικότητα σε όψη:</u>

- (1) Τα συστήματα παραλαβής οριζοντίων δυνάμεων (πυρήνες, τοιχώματα, πλαίσια) πρέπει να είναι συνεχή από τα θεμέλια μέχρι έως την άνω επιφάνεια του κτηρίου. Σε πιθανότητα εσοχών πρέπει να διακόπτονται στην άνω επιφάνειας της εκάστοτε εσοχής.
- (2) Η μεταφορική δυσκαμψία και η μάζα των ορόφων πρέπει να παραμένει σταθερή ή να αλλάζει βαθμιαία χωρίς απότομες αλλαγές σε κάθε στάθμη.
- (3) Σε κτήρια με πλαισιακό σύστημα, ο λόγος της πραγματικής αντοχής ορόφου προς την αντοχή που απαιτείται από την ανάλυση δεν πρέπει να διαφέρει μεταξύ συνεχόμενων ορόφων.
- (4) Όταν υπάρχουν εσοχές θα πρέπει να τηρούνται οι παρακάτω συνθήκες:
    - (α) Για εσοχές που διατηρούν την αξονική συμμετρία του φορέα, η εσοχή σε οποιονδήποτε όροφο δεν θα είναι μεγαλύτερη από το 20% της προηγούμενης διάστασης σε κάτοψη στη διεύθυνση της εσοχής. Το ίδιο ισχύει και για εσοχές που ξεκινούν άνω του 15% του ύψους.



Σχήμα 3.4. Κριτήριο εσοχών (α) – EN1998 – 1 [24].

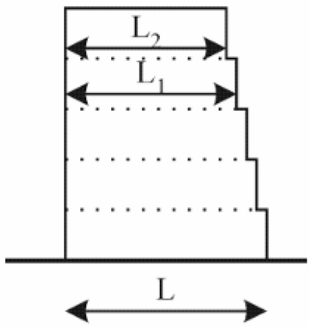
- (β) Για μεμονομένη εσοχή που ορίζεται κάτω από το 15% του ύψους, η εσοχή δεν θα είναι μεγαλύτερη από το 50% της προηγούμενης διάστασης σε κάτοψη.



Κριτήριο για (c): $\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0{,}50$

Σχήμα 3.5. Κριτήριο εσοχών (β) – EN1998 – 1 [24].

- (γ) Εάν οι εσοχές δεν διατηρούν τη συμμετρία του φορέα, το άθροισμα των εσοχών όλων των ορόφων σε κάθε όψη δεν θα είναι μεγαλύτερο από το 30% της διάστασης της κάτοψης στο ισόγειο επάνω από τη θεμελίωση ή από την άνω επιφάνεια του άκαμπτου υπογείου. Ακόμα κάθε επιμέρους εσοχή δεν θα είναι μεγαλύτερη από το 10% της προηγούμενης διάστασης.



Κριτήρια για (d): $\frac{L - L_2}{L} \leq 0{,}30$

$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0{,}10$$

Σχήμα 3.6. Κριτήριο εσοχών (γ) – EN1998 – 1 [24].

Σημειώνεται ότι για να είναι ένα κτήριο κανονικό κάτοψη και όψη, πρέπει να τηρούνται όλα τα παραπάνω κριτήρια.

Έλεγχος κριτηρίων κανονικότητας:

Αρχικά, ελέγχονται τα κριτήρια κανονικότητας σε όψη:

- (1) Από την παρουσίαση του φορέα παρατηρείται ότι τα συστήματα παραλαβής οριζόντιων δυνάμεων δεν είναι σταθερά από τη θεμελίωση μέχρι την κορυφή της κατασκευής λόγω των δύο εσοχών που δημιουργούνται στον 4ο και 5ο όροφο.
- (2) Από τον 1ο έως και τον 3ο όροφο η μείωση της μάζας είναι βαθμιαία και χωρίς απότομες αλλαγές. Από τον 3ο στον 4ο και από αυτόν στον 5ο, η μεταβολή της μάζας είναι απότομη καθώς υπάρχει μείωση 60 και 100 τόνων αντίστοιχα.
- (3) Έλεγχος κατά την ανάλυση.
- (4) Για αυτό το κριτήριο, η κατασκευή εντάσσεται στην περίπτωση (γ) της παρούσας εργασίας. Έτσι, γίνονται οι κατάλληλοι υπολογισμοί:
  Για L = 18.89 m (διάσταση κάτοψης στο ισόγειο), L_4 = 16.89 m (διάσταση εσοχής 4ου ορόφου), L_5 = 14.89 m (διάσταση εσοχής 5ου ορόφου)
  - $\frac{L-L_5}{L} = 0.211 \ \leq 0.30$ → Ισχύει
  - $\frac{L_4-L_5}{L_4} = 0.118 \leq 0.10$ → Δεν ισχύει

Από τους παραπάνω ελέγχους, κρίνεται ότι το κτήριο είναι μη κανονικό σε όψη σύμφωνα με τον EN1998 – 1. Από τα τέσσερα κριτήρια που θέτει ο κανονισμός, δεν επαληθεύεται κανένα.

Στη συνέχεια, ελέγχονται τα κριτήρια κανονικότητας σε κάτοψη:

- (1) Σύμφωνα με την κάτοψη του κτηρίου, λόγω της εσοχής στο αριστερό άνω τμήμα του, το κτήριο δεν μπορεί να θεωρηθεί συμμετρικό ως προς του X και Y άξονες.
- (2) Η εσοχή στη βορειοδυτική όψη του κτηρίου δεν έχει έχει επιτώσεις στην δυσκαμψία εντός επίπεδου και η πλάκα οριοθετείται από κυρτή πολυγωνική γραμμή.
- (3) Παρότι το γενικό σχήμα της κάτοψης είναι μορφής L, η δυσκμαψία της πλάκας εντός επιπέδου είναι αρκετά μεγάλη συγκριτικά με την οριζόντια δυσκαμψία των κατακόρυφων στοιχείων.
- (4) Υπολογισμός λυγηρότητας:

$$\lambda = \frac{L_{max}}{L_{min}} = \frac{20.39}{16.20} = 1.25 \ \leq 4$$

- (5) για τον έλεγχο του συγκεκριμένου κριτηρίου χρειάζεται να γίνει ο υπολογισμός του πλασματικού άξονα του κτηρίου. Ο υπολογισμός του

ελαστικού κέντρου και του Π.Α. μπορεί να γίνει μόνο για κανονικά σε όψη κτήρια. Έτσι, λόγω της μη κανονικότητας καθ' ύψος της κατασκευής, το συγκεκριμένο κριτήριο μπορεί να ελεγχθεί μόνο μέσω της Ιδιομορφικής ανάλυσης. Η παρουσίαση της ιδιομορφικής ανάλυσης γίνεται στην ενότητα 5.2 της παρούσας εργασίας.

Από την παραπάνω ανάλυση, κρίνεται ότι το κτήριο που μελετάται στην παρούσα εργασία, είναι μη κανονικό σε κάτοψη καθώς το πρώτο κριτήριο κανονικότητας δεν τηρείται.

3.3 Σεισμικά δεδομένα:

Η σεισμική δράση επάνω στις κατασκευές δεν εξαρτάται μόνο από τη απόκριση του κτηρίου αλλά και από τα γεωλογικά δεδομένα [25]. Οι σεισμικές δυνάμεις επηρεάζονται από διάφορους παράγοντες όπως την εδαφική επιτάχυνση, την κατηγορία του εδάφους, την απόσβεση του φορέα αλλά και από την δυσκαμψία του. Για το σχεδιασμό των κατασκευών, το έδαφος χωρίζεται σε 5 κατηγορίες σύμφωνα με τον EN1998 – 1 ανάλογα με τη στρωματογραφία του. Οι παράμετροι που χρειάζονται για τον καθορισμό της κατηγορίας είναι η ταχύτητα διάδοσης στα πρώτα 30 μέτρα (ως κύριος), οι απαιτούμενοι κτύποι διείσδυσης N_{SPT} και η αστράγγιστη διατμητική αντοχή (ως δευτερεύοντες) όταν δεν υπάρχει η πρώτη παράμετρος. Ακόμα, σύμφωνα με τον EN1998 – 1, κάθε χώρα χωρίζεται σε διαφορετικές σεισμικές ζώνες αναλόγως την σεισμική επικινδυνότητα κάθε περιοχής. Στο Σχήμα 3.7 φαίνεται ο χάρτης των ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας.

Πίνακας 3.7. *Πίνακας 3.1 – EN1998-1 – Κατηγορίες εδάφους [24].*

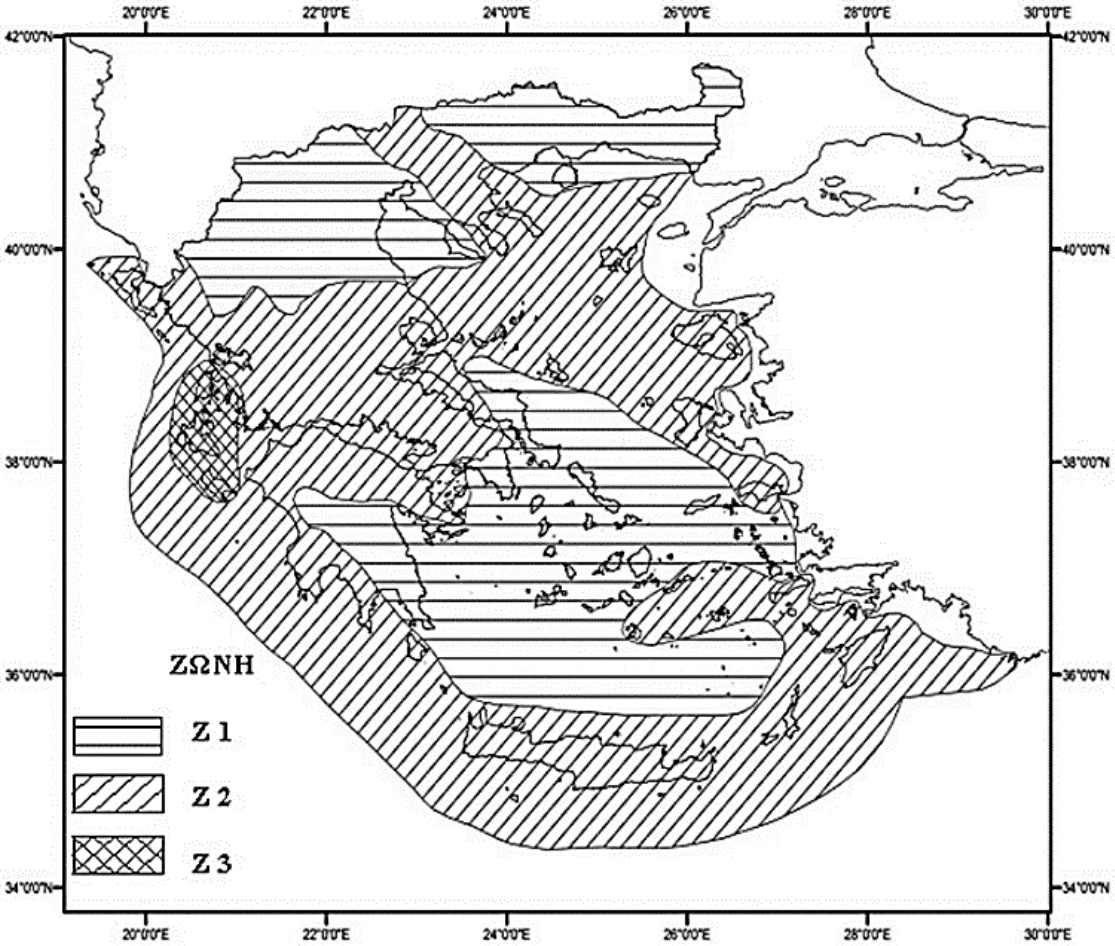
Κατηγορία εδάφους	$v_{s,30}$ (m/sec)	N_{SPT}	c_u (kPa)
A: Βράχος, με 5m το πολύ επικάλυψη από μαλακότερο έδαφος	>800	-	-
B: Πολύ πυκνά κοκκώδη εδάφη ή πολύ σκληρή άργιλος, βάθους αρκετών δεκάδων μέτρων	360-800	>50	>250
C: Κοκκώδη εδάφη υψηλής ή μέσης πυκνότητας, ή σκληρή άργιλος βάθους αρκετών δεκάδων έως πολλών εκατοντάδων μέτρων	180-360	15-50	70-250
D: Κοκκώδη εδάφη μικρής έως μέσης πυκνότητας ή μαλακή άργιλος	<180	<15	<70
E: 5-20m έδαφος C ή D πάνω από βράχο			
S_1: ≥ 10 m μαλακή άργιλος/ιλύς με δείκτη πλαστικότητας PI>40 και υψηλή περιεκτικότητα νερού	<100	-	10-20
S_2: Ευαίσθητη άργιλος, εδάφη ρευστοποιήσιμα ή εκτός A-E ή S_1			

Ο υπολογισμός της σεισμικής επιτάχυνσης σχεδιασμού (a_g) γίνεται μέσω του πολλαπλασιασμού της μέγιστης σεισμικής επιτάχυνσης αναφοράς (a_{gR}) με τον συντελεστής σπουδαιότητας της κατασκευής. Η επιτάχυνση αναφοράς έχει διαφορετική τιμή για κάθε ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας με τις εξής τιμές: $a_{gR,1}$ = 0.16g, $a_{gR,2}$ = 0.24g και $a_{gR,3}$ = 0.36g. Οι κατηγορίες σπουδαιότητας των κατασκευών είναι τέσσερις και καθορίζονται αναλόγως τις επιπτώσεις που θα έχει κατάρρευση

ενός κτηρίου. Στους υπολογισμούς η σπουδαιότητα, μεταφράζεται με τον συντελεστή σπουδαιότητας γ_I και επιλέγεται από τον πίνακα του Εθνικού προσαρτήματος.

Πίνακας 3.8. *Κατηγορίες σπουδαιότητας κτηρίων κατά ΕΝ1998 [24].*

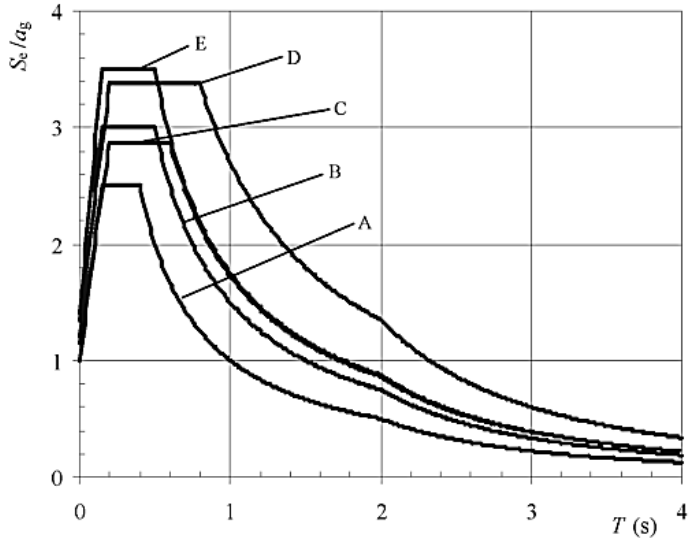
Κατηγορία σπουδαιότητας	Κτίρια	γ_I	ν
I	Κτίρια ήσσονος σημασίας για τη δημόσια ασφάλεια, π.χ. αγροτικά οικήματα.	0.8	0.5
II	Κανονικά κτίρια τα οποία δεν ανήκουν στις υπόλοιπες κατηγορίες	1.0	0.5
III	Κτίρια των οποίων η σεισμική αντίσταση είναι σημαντική σε ότι αφορά τις συνέπειες που συνδέονται με πιθανή κατάρρευση, π.χ. σχολεία, χώροι συνάθροισης κοινού.	1.2	0.4
IV	Κτίρια των οποίων η ακεραιότητα κατά τη διάρκεια των σεισμών είναι ζωτικής σημασίας για την προστασία των πολιτών, π.χ. νοσοκομεία, πυροσβεστικοί σταθμοί, σταθμοί παραγωγής ενέργειας.	1.4	0.4



Σχήμα 3.7. *Χάρτης Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας της Ελλάδας [26].*

Σύμφωνα με τον ΕΝ1998, οι σεισμικές δυνάμεις σχεδιασμού ορίζονται από την μέγιστη επιτάχυνση απόκρισης της κατασκευής που δημιουργεί ο σεισμός σχεδιασμού. Ο τελευταίος, αναπαρίσταται με το φάσμα επιταχύνσεων της κατασκευής ως προς τις αντίστοιχες τιμές ιδιοπεριόδου της [27]. Από το σεισμό δημιουργούνται οριζόντιες και κατακόρυφες συνιστώσες λόγω των σεισμικών

κυμάτων και κάθε μια από αυτές αποτελείται από το δικό της ελαστικό φάσμα απόκρισης. Για κάθε κατηγορία εδάφους, το φάσμα απόκρισης είναι διαφορετικό όπως και αναλόγως την περιοχή που θα κατασκευαστεί ο φορέας. Ο EN1998 ορίζει δύο διαφορετικούς τύπους με βάση την σεισμική επικινδυνότητα της περιοχής. Έτσι, ο τύπος 1 περιγράφει περιοχές με υψηλότερης σεισμικής επικινδυνότητας (κύμα επιφάνειας μεγαλύτερο από 5.5) και ο τύπος 2, χαμηλότερης (κύμα επιφάνειας μικρότερο από 5.5).



Σχήμα 3.8. *Ελαστικό φάσμα απόκρισης Οριζόντιων συνιστωσών, Τύπος 1 [24].*

Το ελαστικό φάσμα απόκρισης αποτελείται από δύο μεταβαλλόμενους κλάδους και έναν σταθερό, ο οποίοι ορίζονται από τέσσερις βασικές τιμές ιδιοπεριόδου για κάθε κατηγορία εδάφους (Πίνακας 3.9). Οι εκφράσεις που καθορίζουν το οριζόντιο φάσμα $S_e(T)$ είναι οι τύποι 3.2, 3.3, 3.4 και 3.5 του EN1998-1 όπου φαίνονται παρακάτω.

Πίνακας 3.9. Πίνακας 3.2 – EN1998 – Τιμές των παραμέτρων που περιγράφουν τα συνιστώμενα φάσματα ελαστικής απόκρισης Τύπου 1 [24].

Εδαφικός Τύπος	S	T_B (s)	T_C (s)	T_D (s)
A	1,0	0,15	0,4	2,0
B	1,2	0,15	0,5	2,0
C	1,15	0,20	0,6	2,0
D	1,35	0,20	0,8	2,0
E	1,4	0,15	0,5	2,0

$$(3.2) \quad 0 \le T \le T_B: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot [\,1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\,\eta \cdot 2.5 - 1)]$$

$$(3.3) \quad T_B \le T \le T_C: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot (\,\eta \cdot 2.5)$$

$$(3.4) \quad T_C \le T \le T_D: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot (\,\eta \cdot 2.5) \cdot \frac{T_C}{T}$$

$$(3.5) \quad T_D \leq T \leq 4s: \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot (\eta \cdot 2.5) \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T}$$

Όπου:

$S_e(T)$: το ελαστικό φάσμα απόκρισης

T: η περίοδος ταλάντωσης ενός γραμμικού συστήματος μιας ελευθερίας κίνησης

a_g: η εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού

T_B: η περίοδος του κάτω ορίου του κλάδου σταθερής φασματικής επιτάχυνσης

T_C: η περίοδος του άνω ορίου του κλάδου σταθερής φασματικής επιτάχυνσης

T_D: η περίοδος που ορίζει την αρχή της περιοχής της σταθερής μετακίνησης του φάσματος

S: ο συντελεστής εδάφους

η: ο διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης με τιμή αναφοράς η =1 για 5% ιξώδη απόσβεση

Ωστόσο, στην πραγματικότητα η απόκρισης της κατασκευής δεν είναι πλήρως ελαστική, αλλά ανελαστική. Ο φορέας έχει την ικανότητα να απορροφά ενέργεια μέσω των ανελαστικών παραμορφώσεων χωρίς να χάνει μεγάλο μέρος της αντοχής του. Η δυνατότητα αυτή των κατασκευών, μεταφράζεται με το συντελεστή συμπεριφοράς q όπου αποτελεί τον λόγο των σεισμικών δυνάμεων που το κτήριο θα έπρεπε να δεχτεί, αν η απόκριση του ήταν εξ' ολοκλήρου ελαστική με ποσοστό απόσβεσης 5% [27]. Έτσι, με την διαίρεση του ελαστικού φάσματος απόκρισης, με τον συντελεστή συμπεριφοράς q, ορίζεται το φάσμα σχεδιασμού που περιγράφεται από τις εξισώσεις 3.13 – 3.16 του EN1998-1.

$$(3.13) \quad 0 \leq T \leq T_B: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot [\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{\eta \cdot 2.5}{q} - \frac{2}{3}\right)$$

$$(3.14) \quad T_B \leq T \leq T_C: \quad S_d(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{\eta \cdot 2.5}{q}$$

$$(3.15) \quad T_C \leq T \leq T_D: \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_C}{T} \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

$$(3.16) \quad T_D \leq T \leq 4s: \quad S_d(T) \begin{cases} = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T} \\ \geq \beta \cdot a_g \end{cases}$$

Όπου:

α_g, S, T_C και T_D: όπως ορίστηκαν στο ελαστικό φάσμα

$S_d(T)$: το φάσμα σχεδιασμού

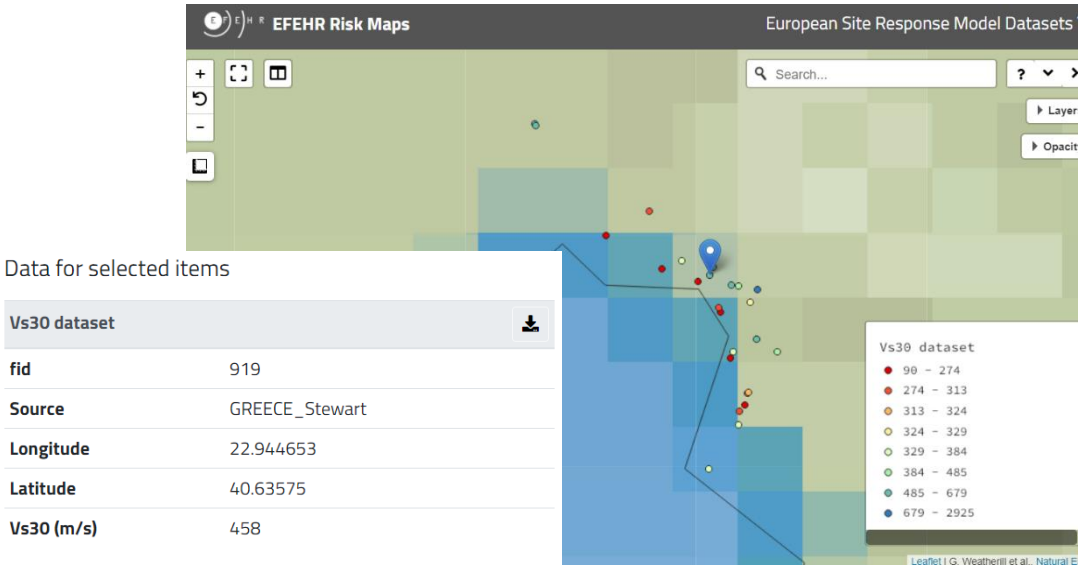
q: ο συντελεστής συμπεριφοράς

β: συντελεστής κατώτατου ορίου για το οριζόντιο φάσμα σχεδιασμού (από το εθνικό προσάρτημα ή β = 0.2)

<u>Σεισμικά δεδομένα παρούσας εργασίας:</u>

Με βάση τις παραπάνω πληροφορίες και δεδομένο ότι η κατασκευή βρίσκεται στο δήμο Θεσσαλονίκης, χρησιμοποιώντας τον χάρτη σεισμικής επικινδυνότητας της Εικόνας 3.7, προκύπτει ότι η κατασκευή βρίσκεται στη Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας Ι, με επιτάχυνση βράχου $a_{g,R}$ = 0.16g. Ακόμα, λόγω της χρήσης του κτηρίου ως χώροι κατοικίας, η κατασκευή ανήκει σε κατηγορία σπουδαιότητας ΙΙ, όπου ο αντίστοιχος συντελεστής είναι γ_I = 1.00.

Η κατηγορία εδάφους που εδράζεται η κατασκευή δεν είναι γνωστή. Για το λόγο αυτό, για τον προσδιορισμό της ταχύτητας διάδοσης των διατμητικών κυμάτων προσδιορίζεται μέσω της πλατφόρμας EFEHR - European site response model datasets, όπου περιέχει τις απαραίτητες πληροφορίες. Στον χάρτη του Σχήματος 3.9 φαίνεται η θέση όπου αντλήθηκε η ταχύτητα διάδοσης, καθώς και η τιμή της $V_{s,30}$ = 458 m/s.



Σχήμα 3.9. *Δεδομένα για το $V_{s,30}$ από το ESRM [28].*

Εφόσον η τιμή της ταχύτητας διάδοσης είναι πάνω από 360 m/s και κάτω από 800 m/s, το έδαφος της περιοχής θεωρείται κατηγορίας Β και με συντελεστή ενίσχυσης εδαφικής επιτάχυνσης S = 1.20. Η τελική τιμή της επιτάχυνσης σχεδιασμού στην επιφάνεια είναι a_g = 0.192g.

3.4 Τελικά δεδομένα ανάλυσης:

Στην ενότητα αυτή θα παρουσιαστούν τα τελικά δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για την αρχική ανάλυση του κτηρίου. Θα γίνει αναφορά στις στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων, τα φορτία, το συντελεστή συμπεριφοράς και τους φορτιστικούς συνδυασμούς.

3.4.1 Στάθμη επιτελεστικότητας και Στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων (ΣΑΔ):

Η στάθμη επιτελεστικότητας, όπως και οι στάθμες αξιοπιστίας δεδομένων επιλέχθηκαν με βάση τις διατάξεις του Κανονισμού Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.), όπως αναπτύχθηκαν εκτενώς στο Κεφάλαιο 2. Εφόσον το κτήριο που μελετάται έχει κατασκευαστεί πριν το 1985, η ελάχιστη βασική σεισμική κλάση του κτηρίου είναι Β3 ή Γ1 με βάση την κατηγορία σπουδαιότητας (ΙΙ) (βάση των πινάκων Π.Α.2.1 και Π.Α.2.2 του ΚΑΝ.ΕΠΕ.). Από τα παραπάνω, επιλέγεται σεισμική δράση με περίοδο επαναφοράς 475 έτη και κατηγορία σημαντικών βλαβών, όπου προκύπτει «Στάθμη επιτελεστικότητας Β1» από τον Πίνακα 2.1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

<u>Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων λεπτομερειών ($ΣΑΔ_Λ$):</u>

Η $ΣΑΔ_Λ$ αφορά την γνώση των κατασκευαστικών λεπτομερειών, δηλαδή την διάταξη των οπλισμών και την λεπτομέρεια όπλισης. Από τα δεδομένα της αρχική μελέτης είναι γνωστός ο οπλισμός των δοκών και τον υποστυλωμάτων αλλά άγνωστη η διάταξη τους. Εφόσον, η διάταξη των οπλισμών θεωρήθηκε, είναι εύλογο να επιλεχθεί στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων «Ικανοποιητική», σύμφωνα με τον Πίνακα 3.2 του ΚΑΝ.ΕΠΕ.

<u>Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων υλικών ($ΣΑΔ_Υ$):</u>

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν στην κατασκευή είναι το σκυρόδεμα (C12/15) και ο λείος χάλυβας οπλισμού (S220) καθώς οι τοιχοποιίες πλήρωσης θεωρήθηκαν ως φορτία βαρύτητας στις δοκού για λόγους απλότητας. Για την επιλογή της $ΣΑΔ_Υ$, λόγω της έλλειψης πληροφοριών αλλά της θεώρησης αξιόπιστης τιμής σύμφωνα με τα δεδομένα της εποχής, η ΣΑΔ των υλικών θεωρήθηκε ως «Ικανοποιητική». Για την $ΣΑΔ_Υ$ που επιλέχθηκε, οι συντελεστές υλικών προκύπτουν από την παράγραφο 4.5.3 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Έτσι, για την ικανοποιητική στάθμη δεδομένων οι συντελεστές ασφαλείας των υλικών είναι:

- Για το σκυρόδεμα: $\gamma_c = 1.30$
- Για το χάλυβα: $\gamma_s = 1.15$ (όπου έχει θεωρηθεί και $ΣΑΔ_Λ$ «Ικανοποιητική»)

<u>Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων γεωμετρίας ($ΣΑΔ_Γ$):</u>

Η $ΣΑΔ_Γ$ επιλέγεται από τον Πίνακα 3.2 του ΚΑΝ.ΕΠΕ με βάση την γνώση του μηχανικού στη γεωμετρία της κατασκευής και στα φορτία της. Η $ΣΑΔ_{Γ1}$ προκύπτει «Υψηλή» καθώς τα σχέδια της αρχικής μελέτης υπάρχουν και έχουν εφαρμοσθεί με λίγες

τροποποιήσεις. Ωστόσο, η $ΣΑΔ_{Γ2}$ επειδή δεν υπάρχει γνώση επιστρώσεων, των παχών των τοιχοπληρώσεων και των επενδύσεων, προκύπτει «Ικανοποιητική» καθώς τα παραπάνω δεδομένα έχουν θεωρηθεί. Τελικά, χρησιμοποιώντας την δυσμενέστερη περίπτωση, η στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων γεωμετρίας είναι «Ικανοποιητική».

Ορισμός συντελεστών προσομοιώματος:

Η τιμή του συντελεστή γ_{sd} προσδιορίζεται από την παράγραφο 4.5.1 του Κανονισμού Επεμβάσεων. Οι σεισμικές δράσεις στο αρχικό στάδιο της ανάλυσης αναλαμβάνονται εξ ολοκλήρου από την υφιστάμενη κατασκευή, οπότε από τον Πίνακα Σ4.2 για θεώρηση ότι δεν υπάρχουν βλάβες και δεν έχουν γίνει επεμβάσεις, η αρχική τιμή είναι γ_{sd} = 1.00. Ωστόσο, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 2, θα γίνει χρήση της Δυναμικής Φασματικής Ανάλυσης οπότε υπάρχει επαύξηση 15% στο συντελεστή. Η τελική τιμή του είναι γ_{sd} = 1.15.

Ο συντελεστής προσομοιώματος γ_{Rd} επιλέγεται από το παράρτημα 9Α του ΚΑΝ.ΕΠΕ με βάση τη στάθμη επιτελεστικότητας, τη χρήση συντελεστή συμπεριφοράς q ή τοπικών δεικτών m και το μέγεθος αποτίμησης (όρους δυνάμεων). Από τα παραπάνω, προκύπτει ότι γ_{Rd} = 1.00.

3.4.2 Συντελεστής συμπεριφοράς q:

Ο συντελεστής συμπεριφοράς προσδιορίζεται από την παράγραφο 4.6 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. και πιο συγκεκριμένα για λόγους αποτίμησης στην υπό παράγραφο 4.6.1. Η τιμή του επιλέγεται από τον Πίνακα Σ4.4 για εφαρμοσθέντες κανονισμούς προ του 1985, ευμενής παρουσία τοιχοπληρώσεων και χωρίς ουσιώδεις βλάβες στα πρωτεύοντα στοιχεία. Η τελική τιμή του είναι q = 1.70 καθώς έχει επιλεχθεί στάθμη επιτελεστικότητας Β1.

3.4.3 Φορτία:

Τα φορτία που καταπονούν την κατασκευή θεωρήθηκαν από εμπειρικές τιμές και με βάση τους σημερινούς κανονισμούς. Οι τελικές τιμές τους είναι:

- Ίδιο βάρος κατασκευής (δοκοί, πλάκες, υποστυλώματα) με ειδικό βάρος σκυροδέματος $\gamma_{σκ}$ = 25 kN/m^3.
- Πρόσθετο μόνιμο βάρος πλακών: $g_{πρ}$ = 2 kN/m^2
- Ωφέλημο (κινητό) φορτίο εσωτερικών χώρων και δώματος: q = 3 kN/m^2 (επιλογή από τον Πίνακα 6.2 του EN1991 – 1 και αύξηση του κατά 1 kN/m^2 για λόγους ασφάλειας).
- Ωφέλημο (κινητό) φορτίο κλιμακοστασίου: $q_{κλιμ}$ = 3.5 kN/m^2 (επιλογή από τον Πίνακα 6.2 του EN1991 – 1).
- Ωφέλημο (κινητό) φορτίο προβόλων: $q_{π}$ = 5 Kn/m^2 (επιλογή από τον Πίνακα 6.2 του EN1991 – 1).
- Μπατική τοιχοποιία: $g_{μπατ}$ = 3.6 kN/m^2

- Δρομική τοιχοποιία: $g_{δρομ}$ = 2.1 kN/m^2

3.4.3 Φορτιστικοί συνδυασμοί:

Οι φορτιστικές καταστάσεις που θα χρησιμοποιηθούν για την ανάλυση της κατασκευής είναι στατικοί και σεισμικοί. Οι συντελεστές τους καθορίζονται από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ και από τον EN1990 (Βάσεις σχεδιασμού). Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι αντίστοιχοι συντελεστές και ο λόγος που επιλέχθηκαν:

- Συντελεστής μόνιμων δράσεων στατικής φόρτισης: $γ_g$ = 1.35 (παράγραφος 4.5.2, ΚΑΝ.ΕΠΕ, για ΣΑΔ$_Γ$ «Ικανοποιητική»).
- Συντελεστής μόνιμων δράσεων σεισμικής φόρτισης: $γ_g'$ = 1.10 (παράγραφος 4.5.2, ΚΑΝ.ΕΠΕ, για ΣΑΔ$_Γ$ «Ικανοποιητική»).
- Συντελεστής κινητών δράσεων στατικής φόρτισης: $γ_q$ = 1.50 (Πίνακες Α.1.2(Α) και Α.1.2(Β), EN1990).
- Συντελεστής κινητών δράσεων σεισμικής φόρτισης: $ψ_2$ = 0.3 (Πίνακας Α1.1, EN1990, για κατηγορία Α).

Με τους παραπάνω συντελεστές και θεωρώντας ότι ο σεισμός είναι κύριος κατά μια διεύθυνση και στην δεύτερη λειτουργεί το 30%, δημιουργούνται οι παρακάτω συνδυασμοί:

- C1: 1.15 · (1.35G + 1.5Q)
- C2: 1.15 · (G + Q)
- C3: 1.15 · (1.10G + 0.3Q + E_x + 0.3E_y)
- C4: 1.15 · (1.10G + 0.3Q + E_x - 0.3E_y)
- C5: 1.15 · (1.10G + 0.3Q - E_x + 0.3E_y)
- C6: 1.15 · (1.10G + 0.3Q - E_x - 0.3E_y)
- C7: 1.15 · (1.10G + 0.3Q + E_y + 0.3E_x)
- C8: 1.15 · (1.10G + 0.3Q + E_y - 0.3E_x)
- C9: 1.15 · (1.10G + 0.3Q - E_y + 0.3E_x)
- C10: 1.15 · (1.10G + 0.3Q – E_y - 0.3E_x)

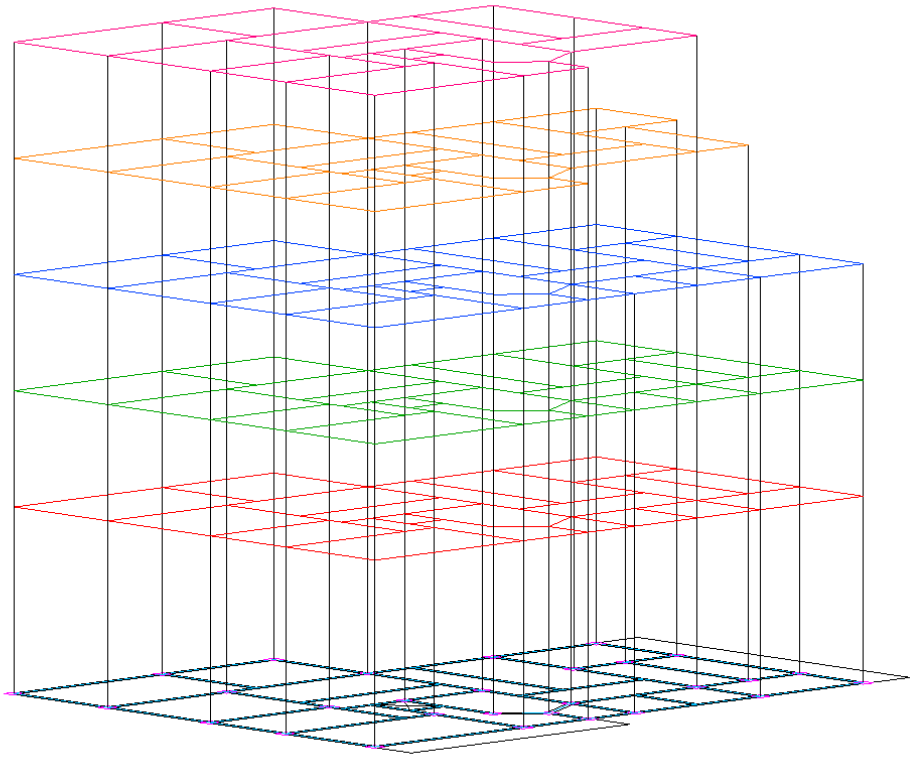
4. Προσομοίωση φορέα στο SAP2000.

4.1 Εισαγωγή:

Για την αρχική ανάλυση του φορέα (αποτίμηση) χρησιμοποιήθηκαν το σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD για την τρισδιάστατη μόρφωση του μοντέλου και το πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων SAP2000, για την επίλυση του. Κατά την διάρκεια της προσομοίωσης, χρειάστηκε να γίνει υπολογισμός των συνεργαζόμενων πλάτων των δοκών, ο υπολογισμός των μαζών της κατασκευής καθώς και η μεταφορά φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς με την βοήθεια του Microsoft Excel.

4.2 Τρισδιάστατο προσομοίωμα στο AutoCAD:

Ο αρχικός σχεδιασμός ενός τρισδιάστατου μοντέλου στο AutoCAD, επιλέγεται λόγω της ευκολίας που παρέχει στην διαχείριση των πολλών διαφορετικών υποστυλωμάτων και δοκών που αποτελούν την κατασκευή. Αρχικά, γίνεται έλεγχος των διαστάσεων μεταξύ των κατόψεων των ορόφων ώστε να αποφευχθεί η δημιουργία λοξών υποστυλωμάτων και πιθανών σημείων ασυνέχειας μεταξύ των δομικών στοιχείων. Πριν τον σχεδιασμό του ισογείου, δημιουργούνται κατάλληλα layers σε κάθε όροφο για την διευκόλυνση του ελέγχου του τελικού μοντέλου αλλά και για την διαχείριση του στο πρόγραμμα ανάλυσης.



Σχήμα 4.1. *Τρισδιάστατο μοντέλο στο SAP2000.*

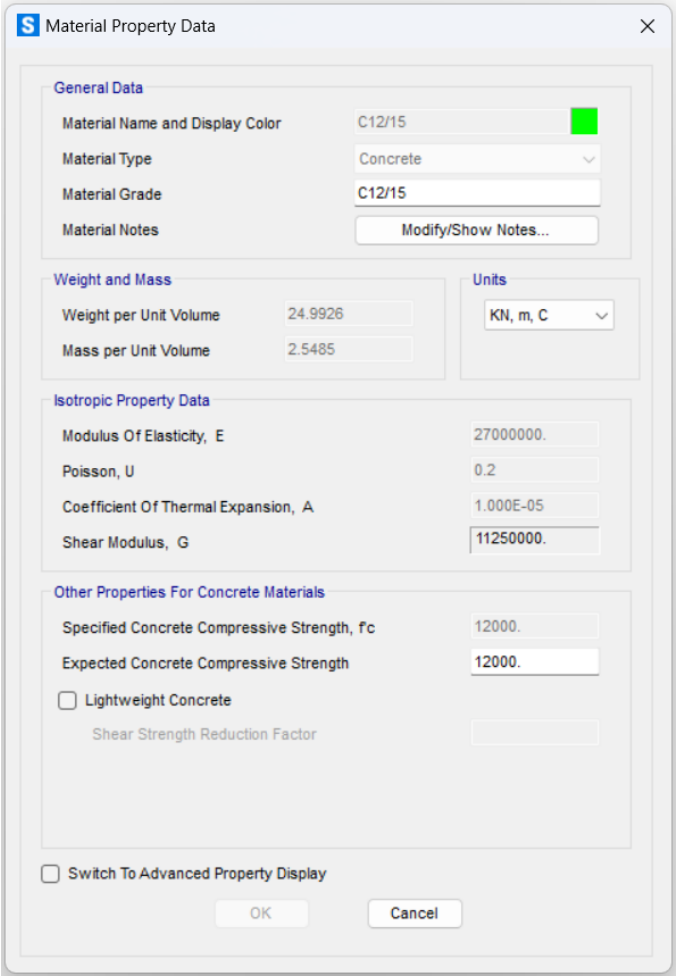
Στη συνέχεια, πάνω στην κάτοψη και στις μέσες γραμμές που σχεδιάστηκαν, δημιουργούνται αρχικά τα υποστυλώματα του ισογείου και μετά οι δοκοί της πρώτης στάθμης. Οι επόμενοι όροφοι γίνονται αντιγραφή ανά 3.3 m όπου είναι το καθαρό ύψος του ορόφου, ενώ οι εσοχές του 4^{ου} και 5^{ου}, δημιουργούνται με την αφαίρεση των κατάλληλων στοιχείων. Τέλος, γίνεται έλεγχος για πιθανά σφάλματα και ασυνέχειες στις γραμμές και συνδέσεις του μοντέλου.

4.3 Εισαγωγή στο SAP2000:

Μετά τον σχεδιασμό του κτηρίου στο σχεδιαστικό πρόγραμμα, γίνεται η εισαγωγή στο πρόγραμμα ανάλυσης, ως αρχείο dxf. Εφόσον δεν έχουν δημιουργηθεί διατομές από το χρήστη, το SAP τοποθετεί αυτόματα μια τυχαία διατομή σε όλα τα δομικά στοιχεία, η οποία θα αλλάξει στη συνέχεια.

4.3.1 Υλικά:

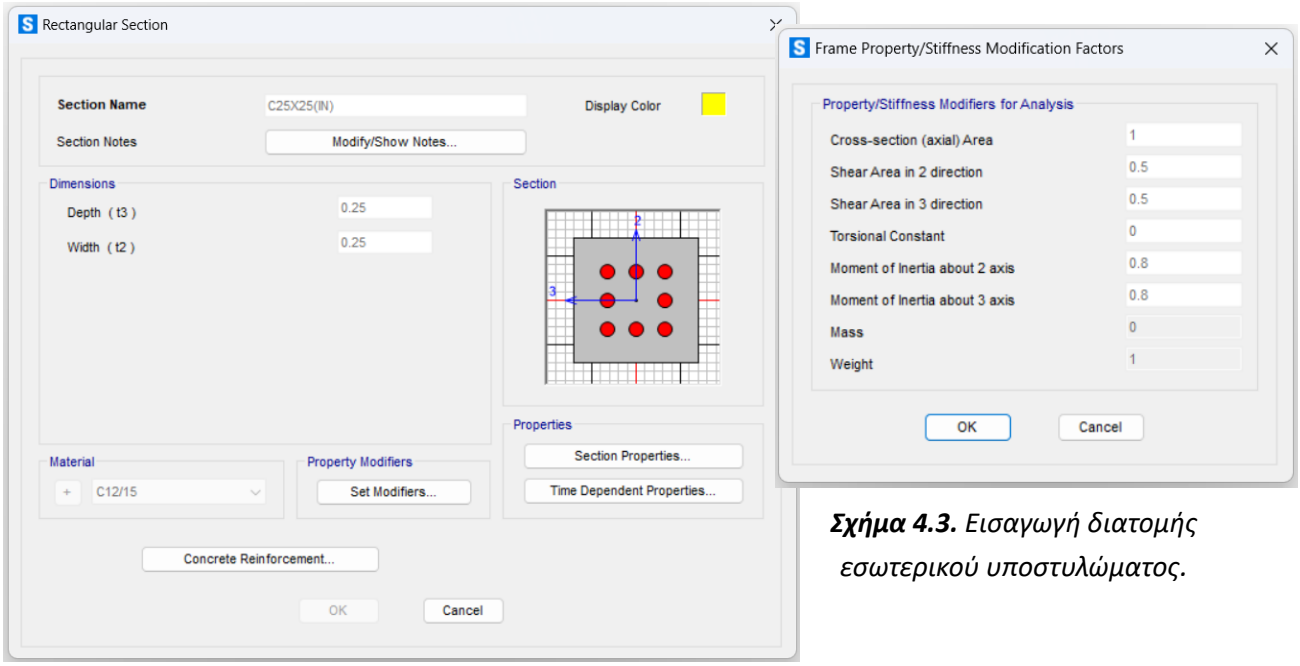
Πρώτο βήμα της προσομοίωσης είναι η εισαγωγή των υλικών στο πρόγραμμα. Από τη στιγμή που δεν θα γίνει ανελαστική ανάλυση, εισάγεται αρχικά μόνο το σκυρόδεμα C12/15 από την βιβλιοθήκη του λογισμικού σύμφωνα με τον EN1992 – 1.



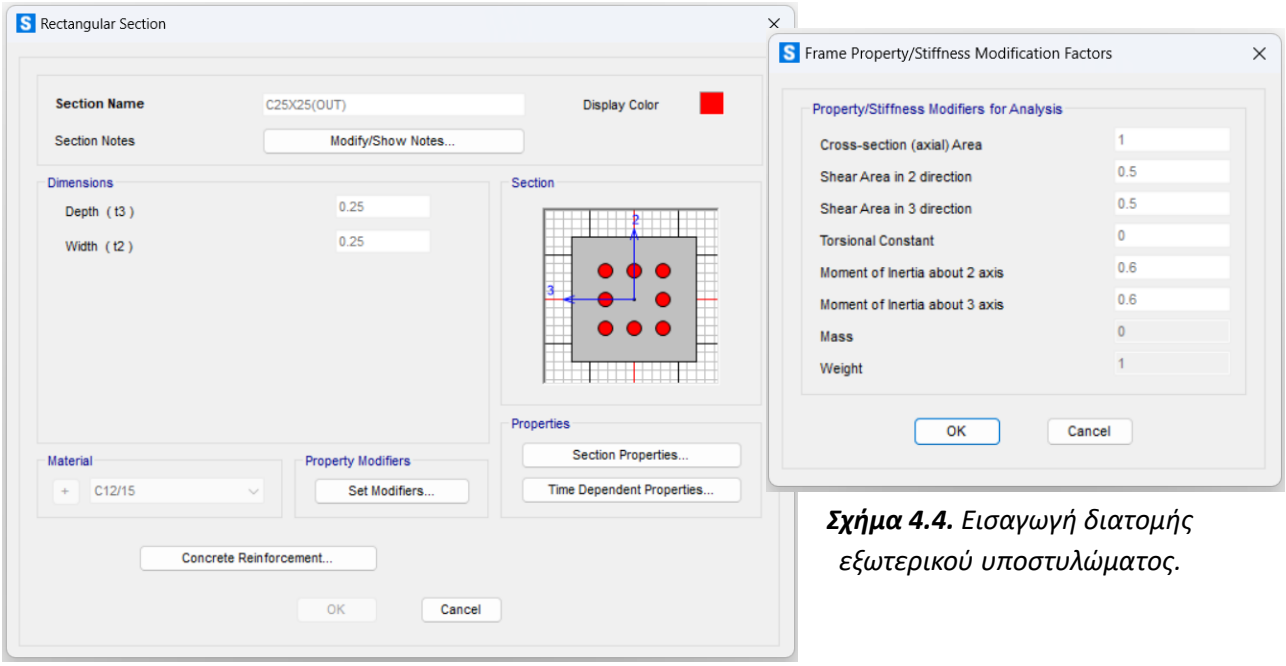
Σχήμα 4.2. *Εισαγωγή σκυροδέματος C12/15.*

4.3.2 Εισαγωγή διατομών υποστυλωμάτων:

Για την εισαγωγή των υποστυλωμάτων χρησιμοποιείται η εντολή των ορθογωνικών διατομών (Frame sections → Rectangle section). Στο Κεφάλαιο 2 αναφέρθηκε η διαφορετική δυσκαμψία που ορίζει ο ΚΑΝ.ΕΠΕ για τα εσωτερικά και εξωτερικά υποστυλώματα. Έτσι, για τις διατομές που υπάρχουν και στις δύο θέσεις, δημιουργούνται δύο διατομές, όπως φαίνεται στα Σχήματα 4.3 και 4.4.



Σχήμα 4.3. *Εισαγωγή διατομής εσωτερικού υποστυλώματος.*

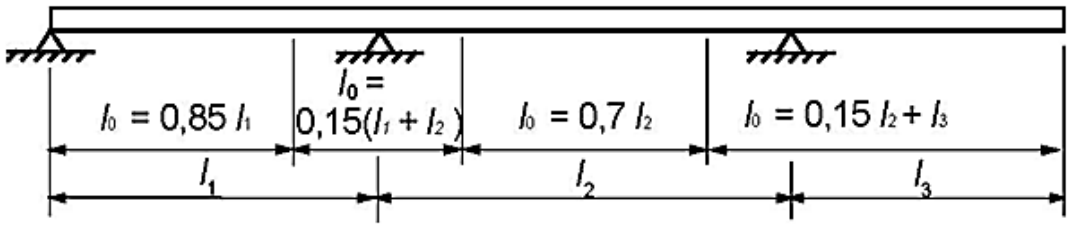


Σχήμα 4.4. *Εισαγωγή διατομής εξωτερικού υποστυλώματος.*

Σημειώνεται ότι το βάρος των υποστυλωμάτων υπολογίσθηκε αυτόματα από το πρόγραμμα, ενώ η μάζα τους θεωρήθηκε μηδενική.

4.3.3 Εισαγωγή διατομών δοκών:

Οι δοκοί του κτηρίου εισήχθησαν στο πρόγραμμα ως πλακοδοκοί και όχι ως ορθογωνικές διατομές καθώς για την προσομοίωση της πλάκας χρησιμοποιήθηκε η δυνατότητα του διαφράγματος. Για τον υπολογισμό του συνεργαζόμενου πλάτους χρησιμοποιήθηκε η διαδικασία της παραγράφου 5.3.2.1 του EN1992 – 1. Ο προσδιορισμός του γίνεται μέσω της απόσταση l_o όπου υπολογίζεται με βάση το σημεία μηδενισμού των ροπών και το σχήμα 5.2 του κανονισμού.



Σχήμα 4.5. *Σχήμα 5.2 του EN1992 – 1 – Υπολογισμός l_o [29].*

Στη συνέχεια, ο υπολογισμός του συνεργαζόμενου πλάτους γίνεται από τον τύπο του εδαφίου (3) της ίδια παραγράφου.

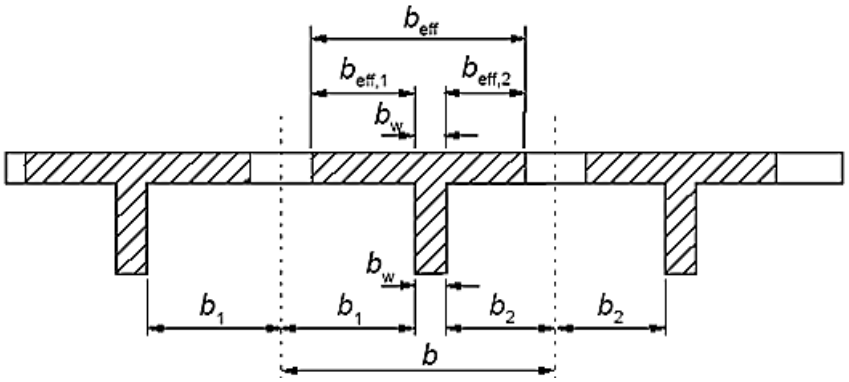
$$b_{eff} = \sum b_{eff,i} + b_w \leq b$$

Όπου:

$$b_{eff,i} = 0.2 \cdot b_i + 0.1 \cdot l_o \leq 0.2 \cdot l_o$$

$$b_{eff,i} \leq b_i$$

Οι παράμετροι $b_{eff,I}$, b_w και b_i φαίνονται στην Εικόνα 4.6.



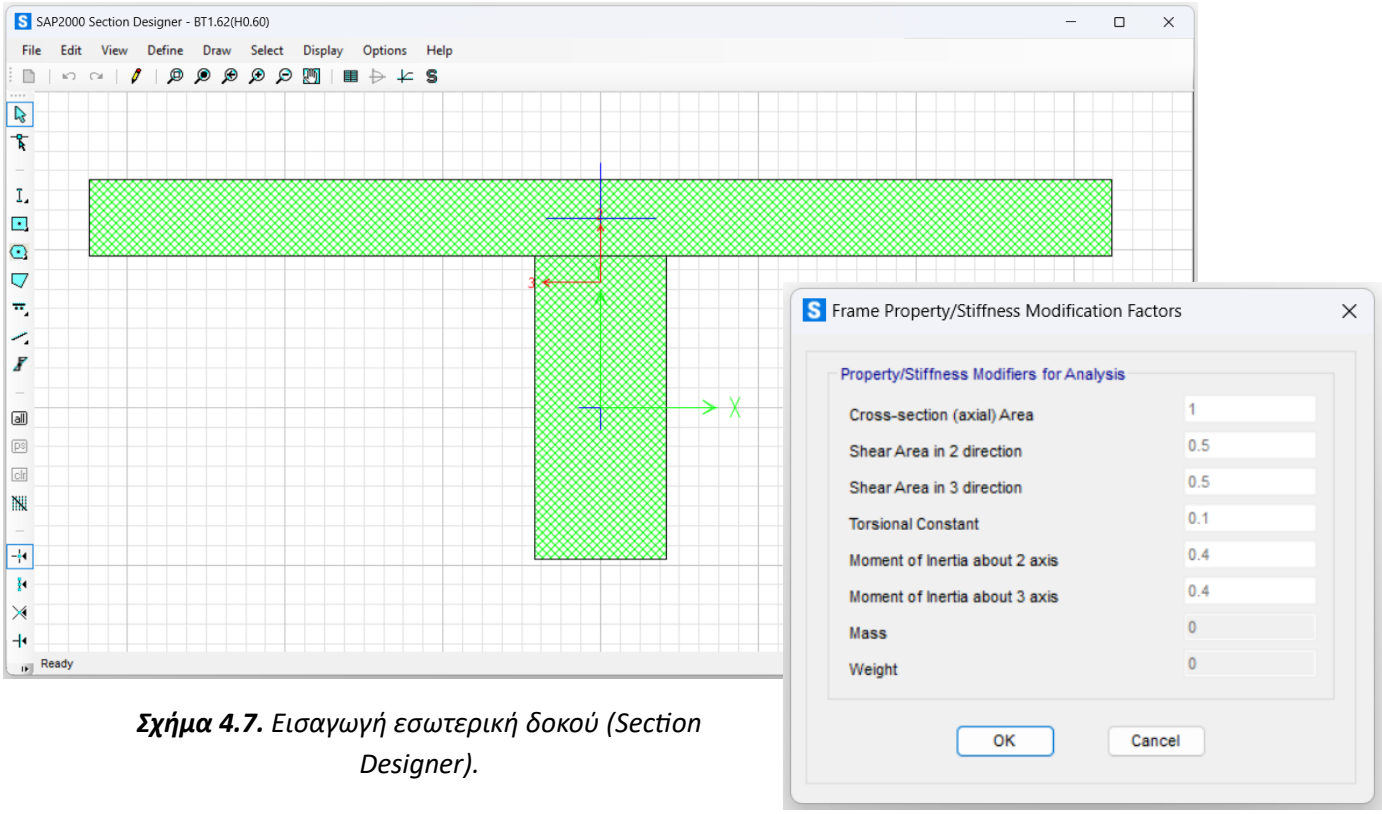
Σχήμα 4.6. *Σχήμα 5.3 – EN1992 – 1 – Παράμετροι συνεργαζόμενου πλάτους πλακοδοκού [29].*

Από τα παραπάνω, προκύπτει ο Πίνακας 4.1 όπου περιέχει όλα τα συνεργαζόμενα πλάτη των δοκών, σε κάθε όροφο.

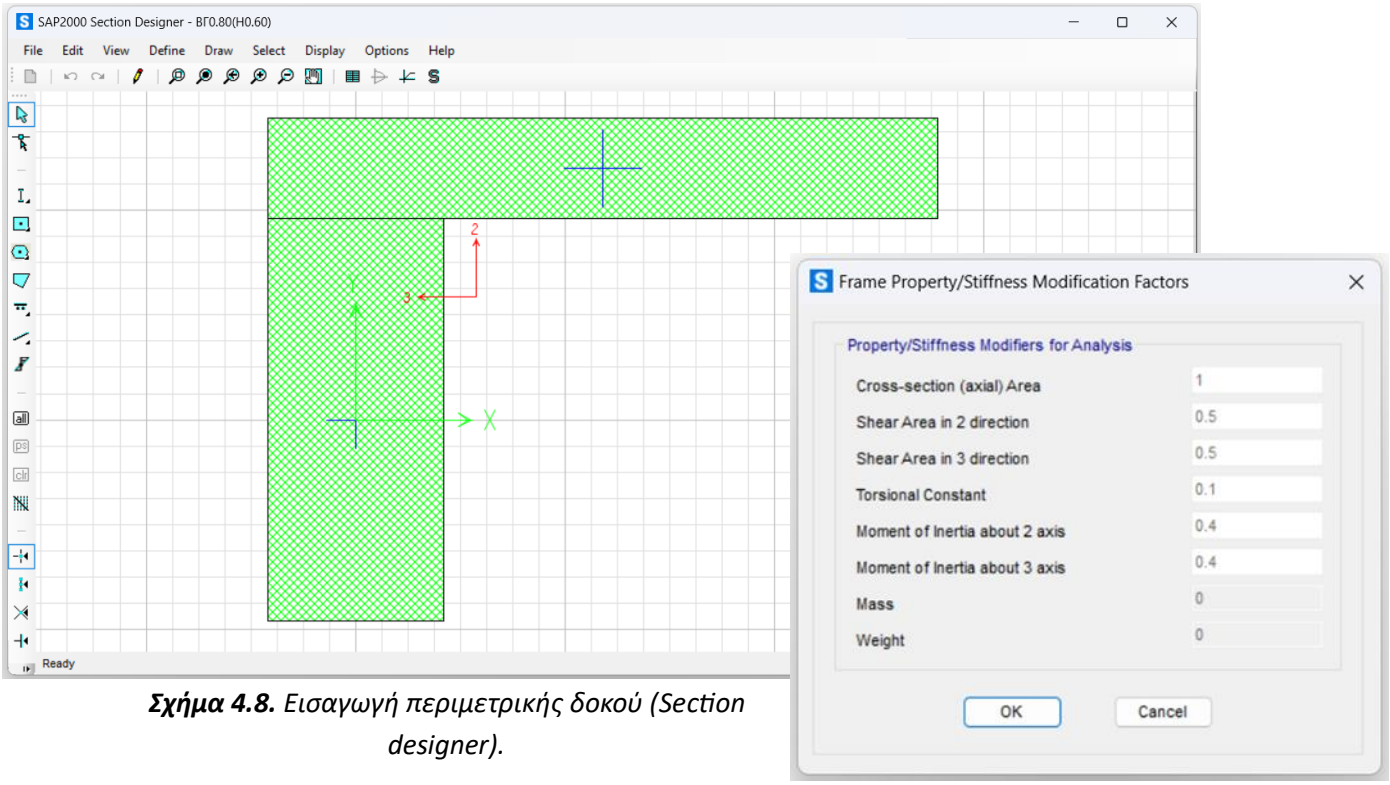
Πίνακας 4.1. *Συνεργαζόμενα πλάτη πλακοδοκών.*

Διατομές πλακοδοκών						
Δοκός	**Τύπος ανοίγματος**	**Τύπος διατομής**	**l (m)**	**l_o (m)**	**b_w (m)**	**b_{eff} (m)**
Δ1	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	3.30	2.805	0.21	0.77
Δ2	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	4.00	3.400	0.21	0.84
Δ3	ΜΕΣΑΙΟ	Γ	4.85	3.395	0.21	0.89
Δ4	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	3.85	3.273	0.21	0.86
Δ5	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	4.30	3.655	0.21	0.92
Δ6	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	5.75	4.888	0.21	1.04
Δ7	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	3.85	3.273	0.21	0.86
Δ8	ΜΕΣΑΙΟ	Γ	4.20	2.940	0.21	0.80
Δ9	ΜΕΣΑΙΟ	Γ	3.10	2.170	0.21	0.64
Δ10	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	3.65	3.103	0.21	0.83
Δ11	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	5.75	4.888	0.21	1.02
Δ12	ΜΕΣΑΙΟ	Γ	2.50	1.750	0.21	0.56
Δ13	ΜΕΣΑΙΟ	Γ	1.80	1.260	0.21	0.46
Δ14	ΜΕΣΑΙΟ	Γ	4.85	3.395	0.21	0.77
Δ15	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	4.00	3.400	0.21	0.77
Δ16	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	2.60	2.210	0.21	0.65
Δ17	ΜΕΣΑΙΟ	Γ	5.05	3.535	0.21	0.72
Δ18	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	5.05	4.293	0.21	1.38
Δ19	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	2.60	2.210	0.14	1.02
Δ20	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	3.30	2.805	0.14	1.26
Δ21	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	5.05	3.535	0.21	1.43
Δ22	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	2.60	2.210	0.14	1.01
Δ23	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	6.20	5.270	0.14	1.62
Δ24	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	4.70	3.290	0.14	1.27
Δ25	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	3.65	2.555	0.14	1.16
Δ26	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	2.60	1.820	0.21	0.89
Δ27	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	1.60	1.120	0.21	0.66
Δ28	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	3.65	3.103	0.14	1.13
Δ29	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	3.85	3.273	0.14	1.45
Δ30	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	2.60	2.210	0.14	0.77
Δ31	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	3.65	3.103	0.14	1.29
Δ32	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	4.20	2.940	0.14	1.32
Δ33	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	3.10	2.170	0.14	0.88
Δ34	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	2.00	1.400	0.14	0.70
Δ35	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	2.00	1.400	0.21	0.77
Δ36	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	2.00	1.400	0.14	0.70
Δ37	ΜΕΣΙΑΟ	Τ	2.00	1.400	0.21	0.77
Δ38	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	4.85	4.123	0.21	1.62
Δ39	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	4.85	3.395	0.21	1.28
Δ40	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	5.44	3.808	0.14	1.53
Δ41	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	5.44	4.624	0.14	1.48
Δ42	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	3.00	2.100	0.14	0.91
Δ43	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	2.05	1.435	0.21	0.78
Δ44	ΜΕΣΑΙΟ	Τ	1.56	1.092	0.14	0.58
Δ45	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	1.30	1.105	0.14	0.58
Δ46	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	2.44	2.074	0.14	0.90
Δ47	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	4.60	3.910	0.14	1.67
Δ48	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	4.60	3.910	0.14	1.60
Δ49	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Τ	5.75	4.888	0.14	1.74
Δ18 (4ος)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	5.05	4.293	0.21	0.80
Δ34 (4ος)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	2.00	1.700	0.14	0.48
Δ37 (4ος)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	2.00	1.700	0.21	0.55
Δ27 (5ος)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	1.60	1.360	0.21	0.48
Δ39 (4,5ος)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	4.85	4.123	0.21	0.80
Δ43 (4,5ος)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	2.05	1.743	0.21	0.56
Δ20 (5ος)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	3.30	2.805	0.14	0.70
Δ21 (5ος)	ΕΞΩΤΕΡΙΚΟ	Γ	5.05	4.293	0.21	1.07

Στη συνέχεια, οι δοκοί εισάγονται στο SAP2000 μέσω του Section Designer και ορίζονται τα κατάλληλα modifiers.



Σχήμα 4.7. *Εισαγωγή εσωτερική δοκού (Section Designer).*

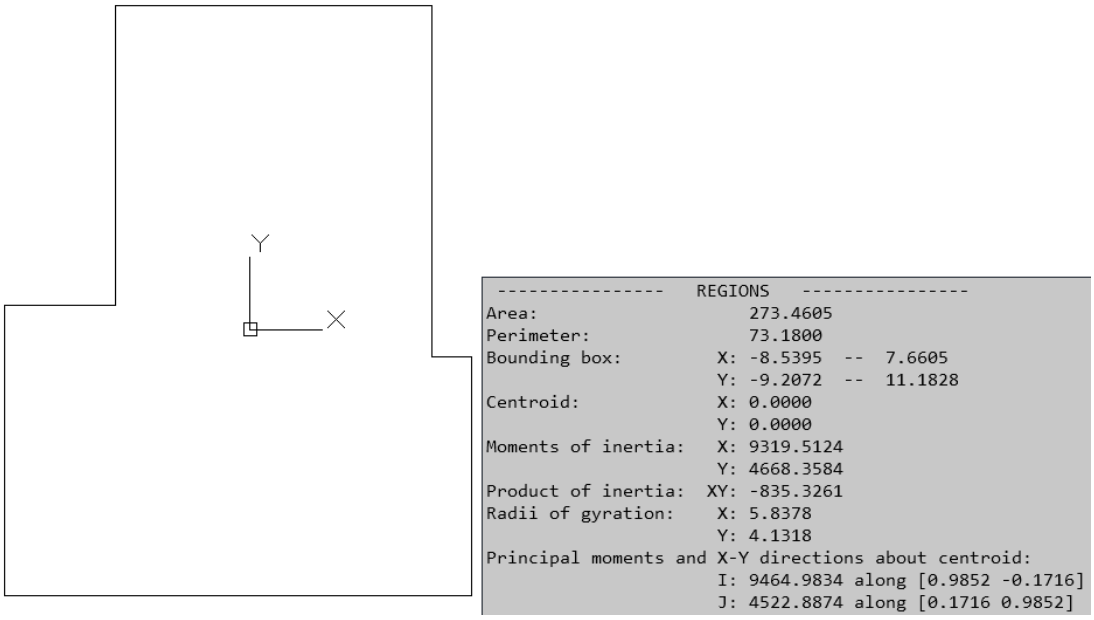


Σχήμα 4.8. *Εισαγωγή περιμετρικής δοκού (Section designer).*

Σημειώνεται ότι η μάζα και το βάρος των δοκών μηδενίστηκε καθώς το φορτίο βάρος τους υπολογίστηκε ως γραμμικό φορτίο, ενώ το ίδιο έγινε και για την μάζα όπως σε όλα τα στοιχεία.

4.3.4 Εισαγωγή μαζών:

Οι μάζες κάθε ορόφου της κατασκευής υπολογίζονται αναλυτικά και θα τοποθετηθούν στο κέντρο μάζας κάθε στάθμης. Το κέντρο μάζας και οι ροπές αδράνειας των πλακών προσδιορίζονται μέσω του σχεδιαστικού προγράμματος AutoCAD με την εντολή Massprop.



Σχήμα 4.9. *Υπολογισμός ροπών αδράνειας από το AutoCAD.*

Ο υπολογισμός των μαζών γίνεται στο Microsoft Excel και οι μάζες που εισάγονται στο πρόγραμμα προκύπτουν από τον συνδυασμό G + 0.3Q όπως ορίζει ο EN1998 – 1 στην παράγραφο 3.2.4, εδάφιο (2)P. Στις μάζες κάθε στάθμης εμπεριέχονται το ίδιο βάρος των δομικών στοιχείων (δοκοί, υποστυλώματα, πλάκες) και τα φορτία που καταπονούν τη κατασκευή. Οι τύπο υπολογισμών των μαζών κάθε στοιχείου φαίνονται στους επόμενους τύπους και προκύπτει σε μονάδα τόνων.

- Ίδιος βάρος δοκών: $m_{beam} = \frac{l \cdot b_w \cdot (h_{beam} - h_{slab}) \cdot \gamma_{concrete}}{9.81}$
- Ίδιος βάρος υποστυλωμάτων: $m_{col} = \frac{(h_{floor} - h_{slab}) \cdot b \cdot h \cdot \gamma_{concrete}}{9.81}$
- Ίδιος βάρος πλάκας: $m_{slab} = \frac{h_{floor} \cdot E_{slab} \cdot \gamma_{concrete}}{9.81}$
- Μόνιμα φορτία: $m_g = \frac{E_{slab} \cdot g_{πρόσθετο}}{9.81}$
- Κινητά φορτία: $m_q = \frac{E_{slab} \cdot q}{9.81}$
- Κινητά φορτία προβόλου: $m_{q,προβ} = \frac{E_{προβόλου} \cdot q_{προβόλου}}{9.81}$

- Κινητά φορτία κλιμακοστασίου: $m_{q,\kappa\lambda\iota\mu} = \frac{E_{\kappa\lambda\iota\mu} \cdot q_{\kappa\lambda\iota\mu}}{9.81}$
- Φορτίο τοιχοποιίας: $m_{mansory} = \frac{l_m \cdot h_m \cdot g_m}{9.81}$

Η τελική μάζα ενός ορόφου βρίσκεται από τον τύπο:

$$m_i = m_{beam} + m_{col} + m_{slab} + m_g + m_{mansory} + 0.3 \cdot \left(m_q + m_{q,\pi\rho o\beta} + m_{q,\kappa\lambda\iota\mu}\right)$$

Στον Πίνακα 4.2 φαίνονται οι συνολικές μάζες κάθε στάθμης, καθώς και μαζική ροπή αδράνειας που υπολογίστηκε από τον παρακάτω τύπο.

$$J_m = \frac{m_\iota}{E_\iota} \cdot (I_{xx} + I_{yy})$$

Πίνακας 4.2. *Συνολικές μάζες ορόφων.*

Συνολικές μάζες ορόφων				
Α/Α	**Μάζα - m (tn)**	**Μαζική Ρ.Α. - Jm (tnm2)**	**Ρ.Α. - Ix (m4)**	**Ρ.Α. - Iy (m4)**
1ος Όροφος	365.902	18716.386	9319.512	4668.358
2ος Όροφος	350.540	17930.611	9319.512	4668.358
3ος Όροφος	330.111	16885.604	9319.512	4668.358
4ος Όροφος	276.272	11274.459	5320.499	3663.482
5ος Όροφος	168.197	5740.281	3194.519	3523.487

Στον Πίνακα 4.3 φαίνονται τα κέντρα μάζας όπως βρέθηκαν στο AutoCAD από την κάτω αριστερά γωνία που ορίστηκε ο καθολικός άξονας X – Y – Z και το σημείο (0,0).

Πίνακας 4.3. *Κέντρα μάζας κάθε ορόφου από το (0,0).*

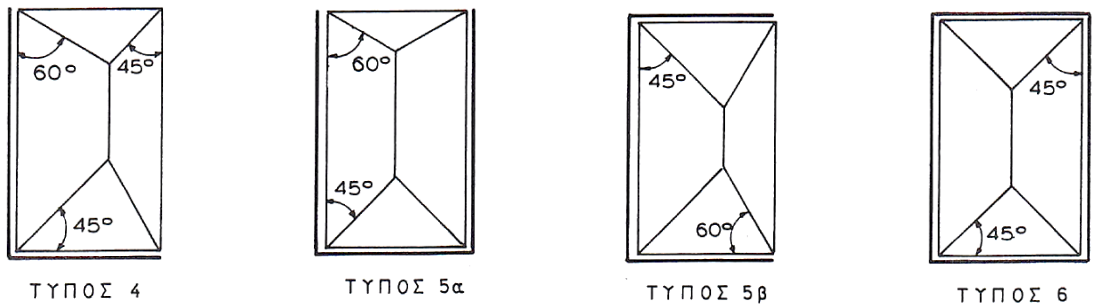
Κέντρο μάζας		
Α/Α	**X**	**Y**
1ος Όροφος	8.54	9.21
2ος Όροφος	8.54	9.21
3ος Όροφος	8.54	9.21
4ος Όροφος	7.82	7.48
5ος Όροφος	7.88	6.42

4.3.5 Εισαγωγή φορτίων:

Τα φορτία της κατασκευής εισήχθησαν απευθείας στις δοκούς ως γραμμικά επιφανειακά φορτία κατά μήκος τους καθώς η προσομοίωση των πλακών έγινε μέσω της λειτουργίας διαφράγματος. Για την μεταφορά των φορτίων από τις πλάκες στις δοκούς χρησιμοποιήθηκε ο γεωμετρικός κανόνας μερισμού της επιφάνειας, όπου:

- Σε γωνία που συντρέχουν πλάκες ομοειδούς στήριξης, η γωνία μερισμού είναι 45°.
- Αν συντρέχουν μια πλευρά πακτωμένη και μια ελεύθερα εδραζόμενη η γωνία μερισμού είναι 60° και 30°, αντίστοιχα.

Στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκαν πίνακες με τυποποιημένους τύπους πλακών για την ομοιομορφοποίηση των φορτίων. Στην παρούσα εργασία χρησιμοποιήθηκαν τέσσερεις τύποι πλακών που φαίνονται στο Σχήμα 4.10.



Σχήμα 4.10. *Τύποι πλακών παρούσας εργασίας [30].*

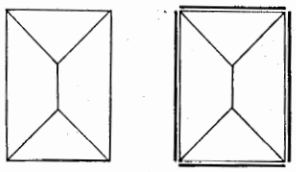
Οι συντελεστές που χρησιμοποιήθηκαν για την ομοιομορφοποίηση των φορτίων επιλέχθηκαν από τους παρακάτω πίνακες, σύμφωνα με τον τύπο της πλάκας και τον λόγο $\varepsilon = \frac{L_{max}}{L_{min}}$. Για τις πλευρές των πλακών, χρησιμοποιήθηκε ο συντελεστής λ με κατάλληλο προσανατολισμό, ενώ οι τύποι υπολογισμών των μόνιμων και κινητών φορτίων για κάθε δοκό είναι:

$$p_g^* = \frac{1}{2} \cdot g_{o\lambda} \cdot L_{min} \rightarrow p_{beam,g} = \lambda_i \cdot p_g^*$$

$$p_q^* = \frac{1}{2} \cdot q \cdot L_{min} \rightarrow p_{beam,q} = \lambda_i \cdot p_q^*$$

Όπου, p_{beam} είναι το τελικό φορτίο της δοκού για κάθε περίπτωση. Για απλότητα της προσομοίωσης έγινε μεταφορά μόνο για καμπτικά φορτία με το συντελεστή λ_M.

ΠΛΑΚΕΣ ΤΥΠΟΥ 1 ή 6



$\bar{\lambda} = 1000 * \lambda$

Ισοδύναμα ομοιόμορφα φορτία Δοκών

Για τέμνουσες : $P^i_V = \lambda^i_V * P$

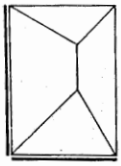
Για ροπές : $P^i_M = \lambda^i_M * P$

Ορίο πλάκας i : o(άνω), u(κάτω) / l(αριστερά), r(δεξιά)

$P = (p_{n\lambda} * l_{min}) / 2$

$p_{n\lambda}$: Φορτίο πλάκας ανά m^2

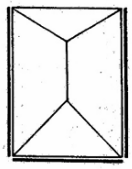
ΠΛΑΚΕΣ ΤΥΠΟΥ 4



ε = lmax/lmin	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.60	1.70	1.80	2.00	2.25	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00
Πλάκες στηριξεις τύπου 1 ή 6																					
$\bar{\lambda}^o_V = \bar{\lambda}^u_V$	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
$\bar{\lambda}^l_V = \bar{\lambda}^r_V$	500	524	545	565	583	600	615	630	643	655	667	688	706	722	750	778	800	833	857	875	900
$\bar{\lambda}^o_M = \bar{\lambda}^u_M$	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667
$\bar{\lambda}^l_M = \bar{\lambda}^r_M$	667	698	725	748	769	787	803	817	830	841	852	870	885	897	917	934	947	962	973	979	987
Πλάκες στηριξεις τύπου 4																					
$\bar{\lambda}^o_V$	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366	366
$\bar{\lambda}^u_V$	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634
$\bar{\lambda}^l_V$	634	664	692	717	739	761	780	798	815	831	845	872	895	916	951	986	1014	1057	1087	1110	1141
$\bar{\lambda}^r_V$	366	383	399	414	427	439	450	460	471	480	488	503	517	529	549	569	586	610	627	641	659
$\bar{\lambda}^o_M$	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478	478
$\bar{\lambda}^u_M$	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827
$\bar{\lambda}^l_M$	827	865	898	928	954	977	998	1017	1034	1049	1063	1086	1105	1122	1147	1169	1186	1207	1220	1230	1240
$\bar{\lambda}^r_M$	478	501	520	538	554	567	578	589	600	608	616	630	640	650	665	678	688	700	708	713	719

Σχήμα 4.11. *Συντελεστές λ για τύπους πλακών 4 και 6 [30].*

ΠΛΑΚΕΣ ΤΥΠΟΥ 5α



$\bar{\lambda} = 1000 * \lambda$

Ισοδύναμα ομοιόμορφα φορτία Δοκών

Για τέμνουσες : $P^i_V = \lambda^i_V * P$

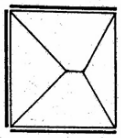
Για ροπές : $P^i_M = \lambda^i_M * P$

Ορίο πλάκας i : o(άνω), u(κάτω) / l(αριστερά), r(δεξιά)

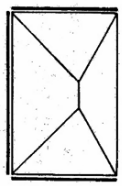
$P = (p_{n\lambda} * l_{min}) / 2$

$p_{n\lambda}$: Φορτίο πλάκας ανά m^2

ΠΛΑΚΕΣ ΤΥΠΟΥ 5β



ε< 1.268

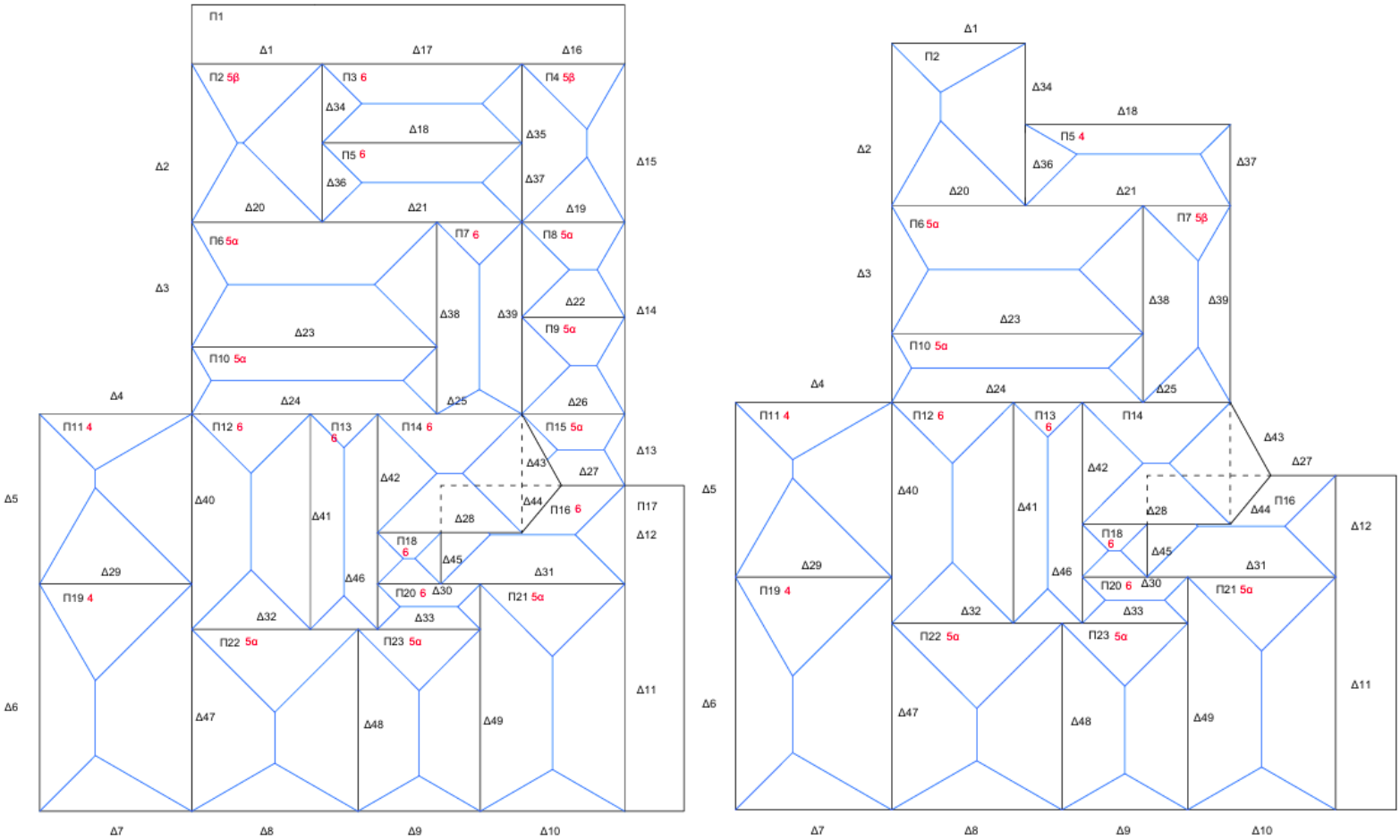


ε>1.268

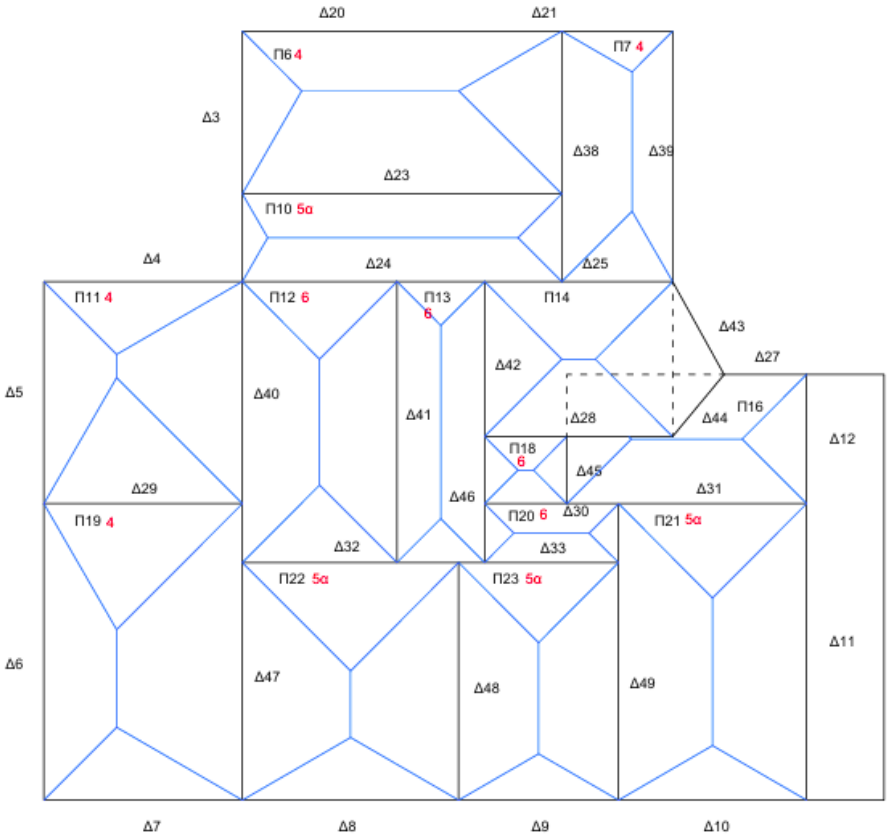
ε = l_{max}/l_{min}	1.00	1.05	1.10	1.15	1.20	1.25	1.30	1.35	1.40	1.45	1.50	1.60	1.70	1.80	2.00	2.25	2.50	3.00	3.50	4.00	5.00
Πλάκες στηριξεις τύπου 5α																					
$\bar{\lambda}^o_V$	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288	288
$\bar{\lambda}^u_V$	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500
$\bar{\lambda}^l_V = \bar{\lambda}^r_V$	606	624	642	657	671	685	697	708	718	728	737	754	768	781	803	825	842	869	887	901	921
$\bar{\lambda}^o_M$	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385	385
$\bar{\lambda}^u_M$	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667	667
$\bar{\lambda}^l_M = \bar{\lambda}^r_M$	793	812	829	843	856	868	878	886	894	901	908	919	928	936	948	959	967	977	983	987	992
Πλάκες στηριξεις τύπου 5β																					
$\bar{\lambda}^o_V = \bar{\lambda}^u_V$	606	615	623	628	632	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634	634
$\bar{\lambda}^l_V$	500	525	550	575	600	625	650	672	694	713	732	765	795	821	866	911	946	1000	1038	1067	1107
$\bar{\lambda}^r_V$	289	303	317	332	346	361	375	388	401	411	423	442	459	474	500	526	546	577	600	616	639
$\bar{\lambda}^o_M = \bar{\lambda}^u_M$	793	806	817	823	826	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827	827
$\bar{\lambda}^l_M$	667	700	733	767	800	833	866	894	922	944	966	1001	1033	1057	1198	1134	1159	1192	1212	1225	1241
$\bar{\lambda}^r_M$	385	404	423	443	461	481	500	516	533	544	558	579	596	611	634	655	669	688	701	707	716

Σχήμα 4.12. *Συντελεστές λ για τύπους πλακών $5^α$ και $5^β$ [30].*

Στη συνέχεια παρουσιάζεται η μεταφορά φορτίων στις δοκούς για κάθε στάθμη.



Σχήμα 4.13. *Μεταφορά φορτίων 1ης, 2ης, 3ης και 4ης στάθμης.*



Σχήμα 4.14. *Μεταφορά φορτίων 5ης στάθμης.*

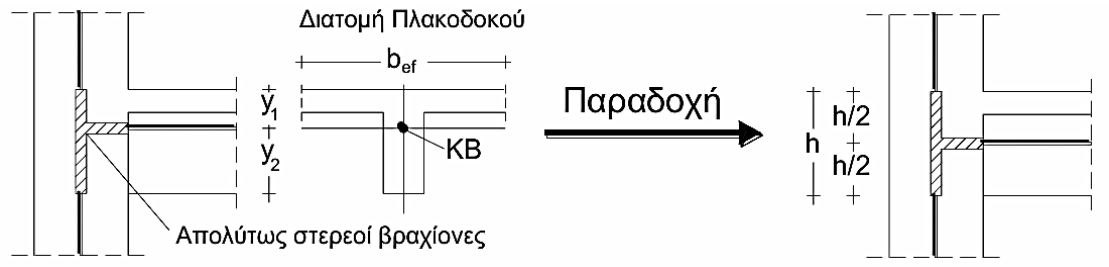
Σημειώνεται ότι στις πλάκες Π2, Π14 και Π16 της 4ης και 5ης στάθμης έγινε θεώρηση της πάνω δεξιάς πλευράς των γωνιών ώστε να προκύπτει τυποποιημένο σχήμα. Η επιλογή έγινε με τρόπο ώστε η μεταφορά των φορτίων να είναι περίπου ίση με την πραγματική επιφάνεια επιρροής. Στον Πίνακα 4.4 παρουσιάζονται τα τελικά φορτία των δοκών.

Πίνακας 4.4. *Τελικά φορτία δοκών για κάθε στάθμη.*

Φορτία δοκών										
Δοκός	Όροφος									
	1ος		2ος		3ος		4ος		5ος	
	Gολ	Qολ	Gολ	Qολ	Gολ	Qολ	Gολ	Qολ	Gολ	Qολ
Δ1	21.36	11.59	21.36	11.59	21.36	11.59	6.04	2.74	-	-
Δ2	15.09	2.28	15.09	2.28	15.09	2.28	5.15	2.37	-	-
Δ3 (Π6)	15.11	1.82	15.11	1.82	15.11	1.82	15.11	1.82	9.36	2.26
Δ3 (Π10)	13.71	0.98	13.71	0.98	13.71	0.98	13.71	0.98	7.23	0.98
Δ4	17.17	3.05	17.17	3.05	17.17	3.05	17.17	3.05	10.69	3.05
Δ5	17.20	2.76	17.20	2.76	17.20	2.76	17.20	2.76	10.72	2.76
Δ6	18.53	3.56	18.53	3.56	18.53	3.56	18.53	3.56	12.05	3.56
Δ7	16.52	2.76	16.52	2.76	16.52	2.76	16.52	2.76	10.04	2.76
Δ8	15.96	2.43	15.96	2.43	15.96	2.43	15.96	2.43	9.48	2.43
Δ9	14.90	1.79	14.90	1.79	14.90	1.79	14.90	1.79	8.42	1.79
Δ10	15.43	2.11	15.43	2.11	15.43	2.11	15.43	2.11	8.95	2.11
Δ11	24.41	12.53	24.41	12.53	24.41	12.53	24.41	12.53	17.93	12.53
Δ12	18.19	10.00	18.19	10.00	18.19	10.00	18.19	10.00	11.71	7.75
Δ13	13.60	1.04	13.60	1.04	3.52	1.73	-	-	-	-
Δ14 (Π8)	14.18	1.39	14.18	1.39	4.10	2.31	-	-	-	-
Δ14 (Π9)	14.22	1.41	14.22	1.41	4.14	2.36	-	-	-	-
Δ15	15.56	2.22	15.56	2.22	5.48	3.70	-	-	-	-
Δ16	20.14	10.73	20.14	10.73	10.06	12.88	-	-	-	-
Δ17	20.34	10.34	20.34	10.34	10.26	12.24	-	-	-	-
Δ18	11.99	5.68	11.99	5.68	22.07	7.58	4.91	1.43	-	-
Δ19	17.33	6.20	17.33	6.20	11.45	10.33	-	-	-	-
Δ20	21.12	8.55	21.12	8.55	21.12	8.55	26.37	9.19	13.61	5.42
Δ21 (Π6)	20.58	7.31	20.58	7.31	20.58	7.31	25.97	8.02	15.15	5.42
Δ21 (Π7)	16.72	4.99	16.72	4.99	16.72	4.99	21.94	5.60	8.69	1.54
Δ22	17.08	5.96	17.08	5.96	11.20	9.94	-	-	-	-
Δ23	18.55	6.97	18.55	6.97	18.55	6.97	18.55	6.97	10.47	5.65
Δ24 (Π12)	16.39	5.51	16.39	5.51	16.39	5.51	16.39	5.51	10.51	5.51
Δ24 (Π13)	14.23	4.21	14.23	4.21	14.23	4.21	14.23	4.21	8.35	4.21
Δ25 (Π7)	16.63	6.24	16.63	6.24	16.63	6.24	16.45	6.13	13.45	7.85
Δ25 (Π10)	17.23	6.59	17.23	6.59	17.23	6.59	17.23	6.59	11.35	6.59
Δ26	17.02	5.42	17.02	5.42	11.14	9.04	-	-	-	-
Δ27	15.98	5.81	15.98	5.81	20.18	7.43	16.13	3.38	9.65	3.38
Δ28 (Π16)	18.67	7.46	18.67	7.46	18.67	7.46	18.67	7.46	12.79	7.46
Δ28 (Π18)	15.21	5.39	15.21	5.39	15.21	5.39	15.21	5.39	9.33	5.39
Δ29	23.40	10.05	23.40	10.05	23.40	10.05	23.40	10.05	17.52	10.05
Δ30 (Π16)	13.41	4.10	13.41	4.10	13.41	4.10	13.41	4.10	7.53	4.10
Δ30 (Π18)	11.41	2.90	11.41	2.90	11.41	2.90	11.41	2.90	5.53	2.90
Δ31	16.84	6.15	16.84	6.15	16.84	6.15	16.84	6.15	10.96	6.15
Δ32 (Π12)	19.39	7.20	19.39	7.20	19.39	7.20	19.39	7.20	13.51	7.20
Δ32 (Π13)	17.22	5.90	17.22	5.90	17.22	5.90	17.22	5.90	11.34	5.90
Δ33 (Π13)	15.39	4.80	15.39	4.80	15.39	4.80	15.39	4.80	9.51	4.80
Δ33 (Π20)	15.22	4.70	15.22	4.70	15.22	4.70	15.22	4.70	9.34	4.70
Δ34	16.80	5.96	16.80	5.96	21.00	7.30	7.80	4.09	-	-
Δ35	17.39	5.84	17.39	5.84	11.51	9.73	-	-	-	-
Δ36	16.80	5.96	16.80	5.96	16.80	5.96	11.94	6.57	-	-
Δ37	17.39	5.84	17.39	5.84	21.59	8.39	5.18	2.03	-	-
Δ38 (Π6)	18.67	6.16	18.67	6.16	18.67	6.16	18.55	6.09	13.48	6.57
Δ38 (Π10)	16.26	4.71	16.26	4.71	16.26	4.71	16.13	4.64	9.80	4.37
Δ39 (Π8)	16.69	5.41	16.69	5.41	20.89	7.01	14.69	1.70	9.08	2.22
Δ39 (Π9)	16.77	5.46	16.77	5.46	20.97	7.10	-	-	-	-
Δ40 (Π11)	21.90	8.81	21.90	8.81	21.90	8.81	21.90	8.81	16.02	8.81
Δ40 (Π19)	24.17	10.18	24.17	10.18	24.17	10.18	24.17	10.18	18.29	10.18
Δ41	18.05	6.50	18.05	6.50	18.05	6.50	18.05	6.50	12.17	6.50
Δ42	9.67	5.97	9.67	5.97	9.67	5.97	9.67	5.97	9.67	5.97
Δ43	15.09	5.30	15.09	5.30	19.29	6.50	16.29	3.50	9.81	3.50
Δ44	15.86	6.00	15.86	6.00	15.86	6.00	15.86	6.00	9.98	6.00
Δ45	13.47	4.39	13.47	4.39	13.47	4.39	13.47	4.39	7.59	4.39
Δ46 (Π18)	13.70	4.35	13.70	4.35	13.70	4.35	13.70	4.35	7.82	4.35
Δ46 (Π20)	12.45	3.61	12.45	3.61	12.45	3.61	12.45	3.61	6.57	3.61
Δ47	26.15	11.36	26.15	11.36	26.15	11.36	26.15	11.36	20.27	11.36
Δ48	23.37	9.44	23.37	9.44	23.37	9.44	23.37	9.44	17.49	9.44
Δ49 (Π20)	18.37	6.17	18.37	6.17	18.37	6.17	18.37	6.17	12.49	6.17
Δ49 (Π23)	23.51	9.25	23.51	9.25	23.51	9.25	23.51	9.25	17.63	9.25

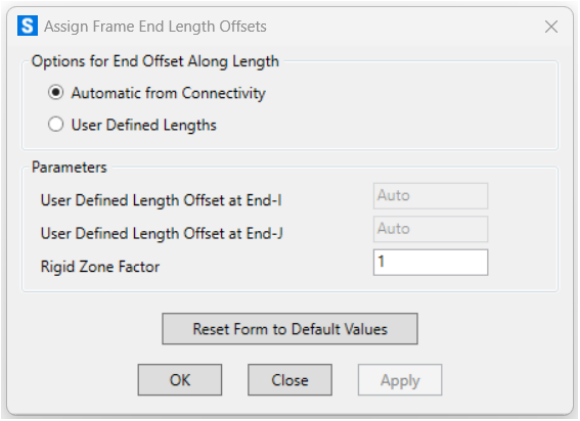
4.3.6 Στερεοί βραχίονες:

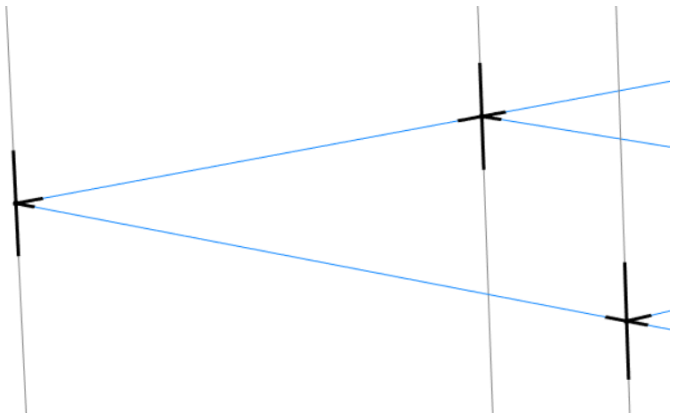
Η προσομοίωση των στερεών τμημάτων της κατασκευής γίνεται μέσω της εντολής end-length offsets του SAP2000. Στη συγκεκριμένη περίπτωση λόγω του πλασιακού συστήματος τα στερεά τμήματα βρίσκονται μόνο στις συνδέσεις δοκών – υποστυλωμάτων (κόμβοι). Το μήκος τους κατά την οριζόντια έννοια είναι ίσο με το μισό του πλάτους των υποστυλωμάτων, ενώ κατά την κατακόρυφη, είναι το μισό ύψος της δοκού κάτω και πάνω από το κέντρο βάρος της διατομής. Οι παραπάνω αποστάσεις ορίζονται αυτόματα από το SAP2000 κατά την χρήση της εντολής. Τα παραπάνω επεξηγούνται καλύτερα στο Σχήμα 4.15.



Σχήμα 4.15. *Προσομοίωση απόλυτα στερεών βραχιόνων.*

Στις επόμενες δύο εικόνες παρουσιάζεται και η προσομοίωση τους SAP2000.

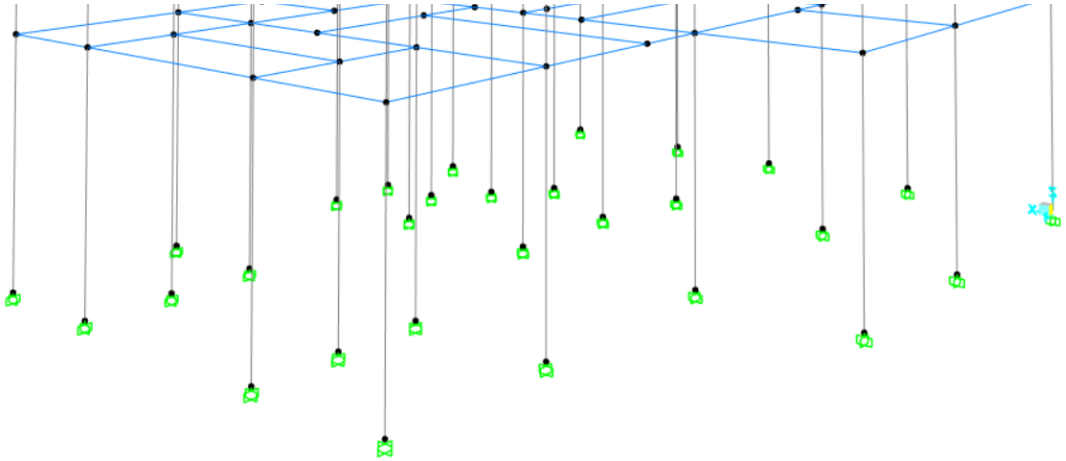




Σχήμα 4.16. *Εισαγωγή End (Length) Offsets.*

4.3.7 Θεμελίωση:

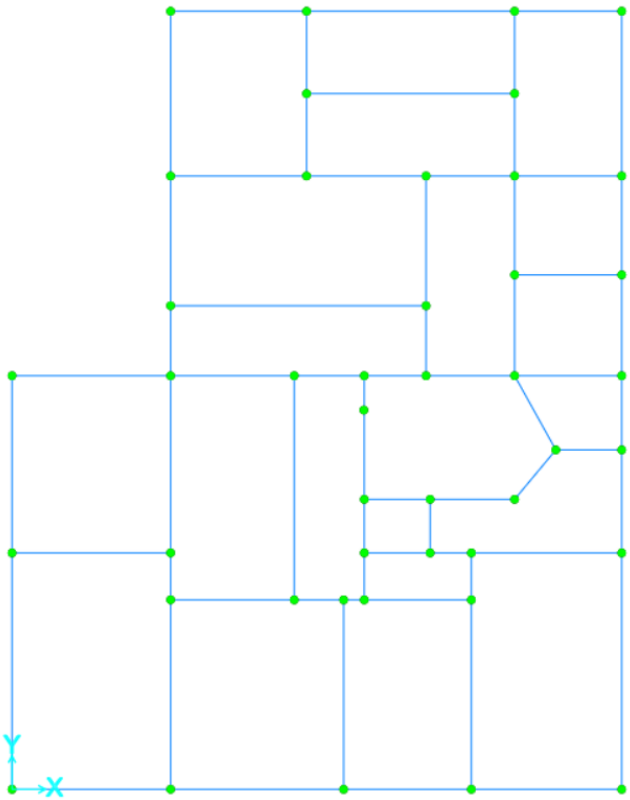
Όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 3, η στάθμη της θεμελίωσης λήφθηκε 2.00 m κάτω από την επιφάνεια του εδάφους. Για την προσομοίωση της χρησιμοποιήθηκαν πλήρης πακτώσεις στη βάση των υποστυλωμάτων του ισογείου.



Σχήμα 4.17. *Πακτώσεις στη βάση της κατασκευής.*

4.3.8 Προσομοίωση πλακών:

Για την προσομοίωση των πλακών χρησιμοποιήθηκε η δυνατότητα διαφραγματικής λειτουργίας του SAP2000 μέσω της εντολής Constraint → Body → Diaphragm, η οποία χρησιμοποιείται διαλέγοντας τους όλους κόμβους κάθε ορόφου. Έτσι, επιτυγχάνεται η ενιαία μετακίνηση κάθε στάθμης (ίδιες μετακινήσεις κάθε κόμβου) λόγω της μεγάλης δυσκαμψίας εντός επιπέδου της πλάκας σκυροδέματος.



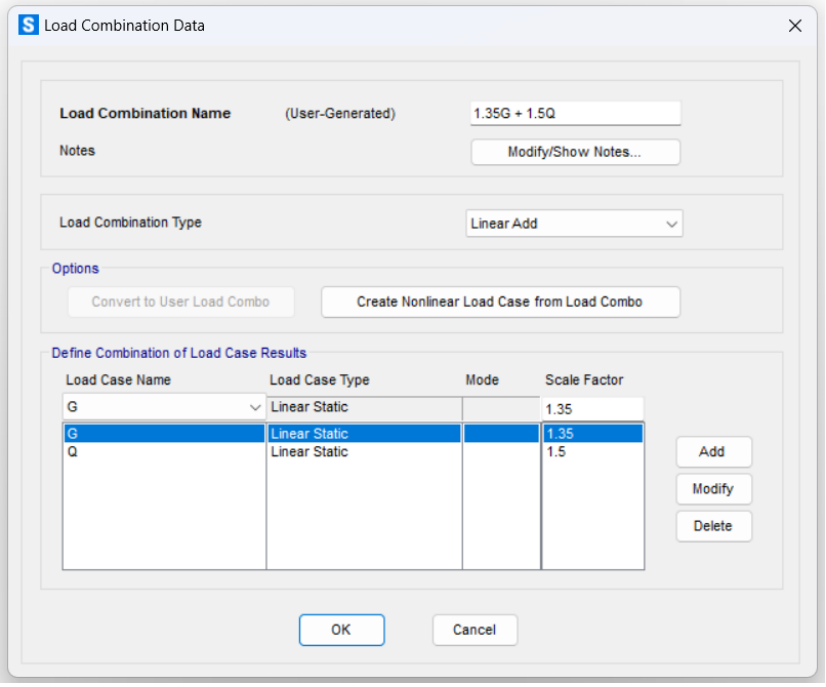
Σχήμα 4.18. *Διάφραγμα 1^{ου} ορόφου, με πράσινο υποδηλώνεται η ύπαρξη διαφραγματικής λειτουργίας.*

4.3.9 Φορτιστικοί συνδυασμοί:

Η ολοκλήρωση της προσομοίωσης του στο SAP2000 επιτυγχάνεται με τον ορισμό των φορτιστικών συνδυασμών. Στο Κεφάλαιο 3 έγινε αναφορά στους 10 συνδυασμούς που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση της κατασκευής.

Στατικοί συνδυασμοί:

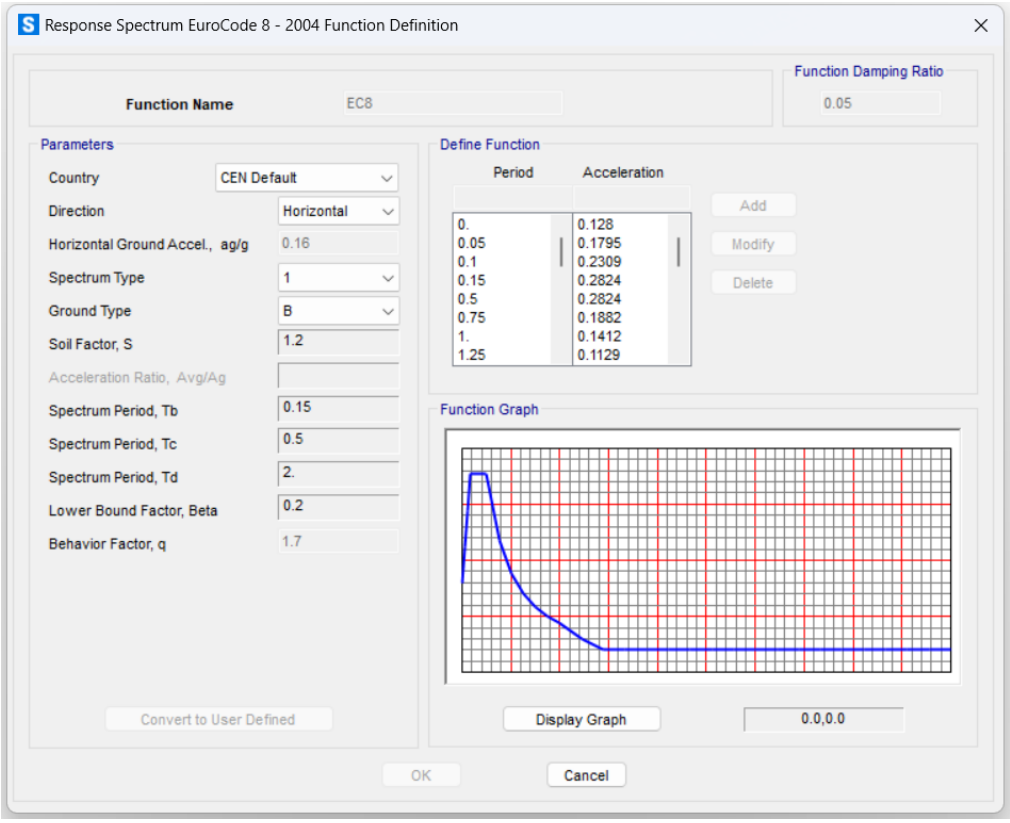
Για τον στατικό συνδυασμό χρειάζεται να οριστούν αρχικά οι καταστάσεις των μόνιμων και κινητό φορτίων και τελικώς ο συνδυασμός των δύο τους με τους κατάλληλους συντελεστές.



Σχήμα 4.19. *Ορισμός συνδυασμού 1.35G + 1.5Q.*

Σεισμικοί συνδυασμοί:

Εφόσον θα χρησιμοποιηθεί η Δυναμική Φασματική Ανάλυση, για τον ορισμό των σεισμικών συνδυασμών χρειάζεται η εισαγωγή του φάσματος σχεδιασμού. Το φάσμα σχεδιασμού είναι ίδιο σε κάθε διεύθυνση της κατασκευής. Στη βιβλιοθήκη του SAP2000, υπάρχουν τα φάσματα για μεγάλο αριθμό κανονισμών, όπως και του EN1998 – 1. Οι παράμετροι που ορίζει ο χρήστης είναι η κατηγορία εδάφους, ο τύπος του φάσματος, η επιτάχυνση του εδάφους στο βράχο και ο συντελεστής συμπεριφοράς q.



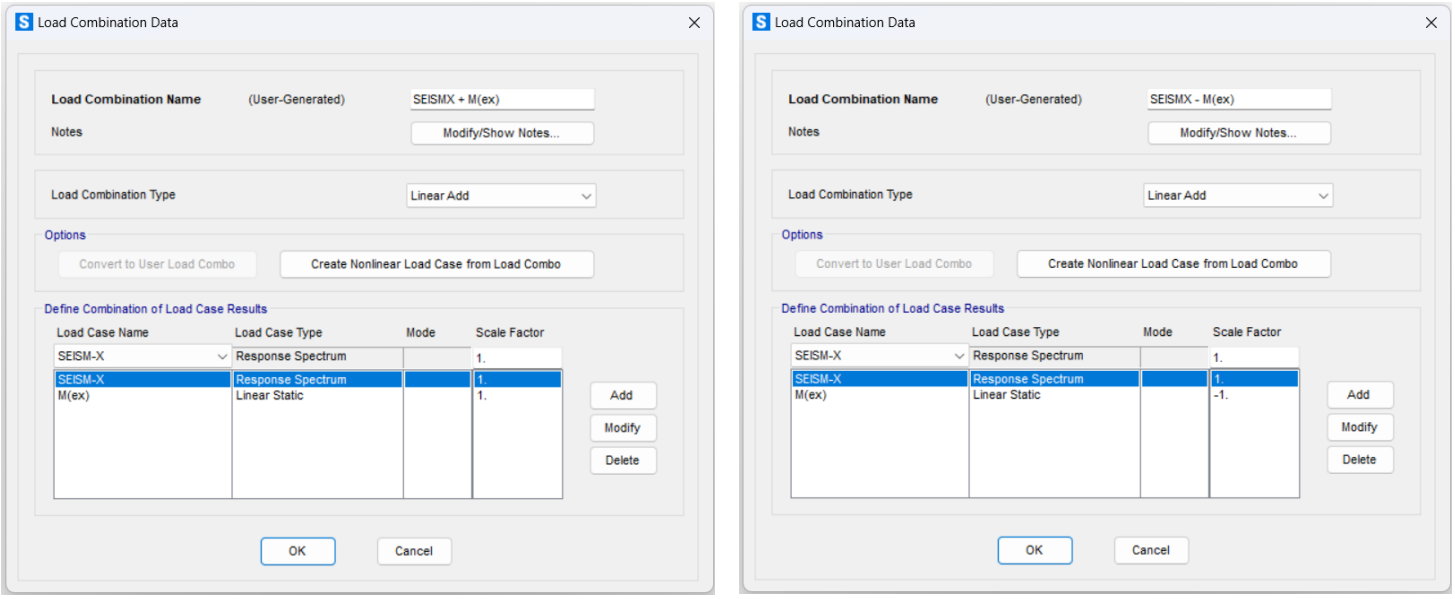
Σχήμα 4.20. *Φάσμα σχεδιασμού στο SAP2000.*

Για τον προσδιορισμό της επιρροής της στρεπτικής ευαισθησίας, δημιουργούνται οι φορτιστικές καταστάσεις των ροπών που υπολογίζονται όπως ορίζει ο EN1998 – 1 και φαίνονται στον Πίνακα 4.5.

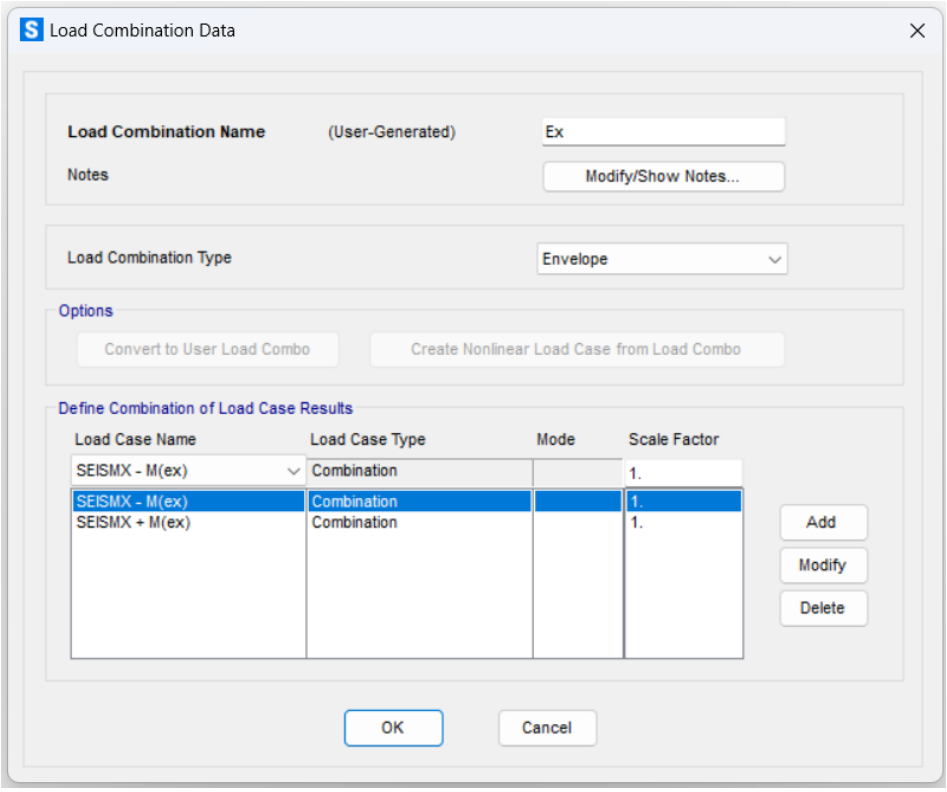
Πίνακας 4.5. *Στρεπτικές ροπές σύμφωνα με EN1998 – 1.*

Στρεπτικές ροπές		
Εκκεντρότητα (m)	**Διεύθυνση X**	**Διεύθυνση Y**
	0.74	0.94
Όροφος	**Mx (kNm)**	**My (kNm)**
1ος	128.449	163.540
2ος	199.676	254.227
3ος	260.193	331.277
4ος	278.144	354.132
5ος	206.100	262.406

Στη συνέχεια, δημιουργείται γραμμικός συνδυασμός του φάσματος σχεδιασμού με τις στρεπτικές ροπές κάθε διεύθυνσης και τελικά η δημιουργία μιας περιβάλλουσας των παραπάνω για κάθε διεύθυνση του σεισμού. Η διαδικασία αποτυπώνεται στις επόμενες εικόνες.

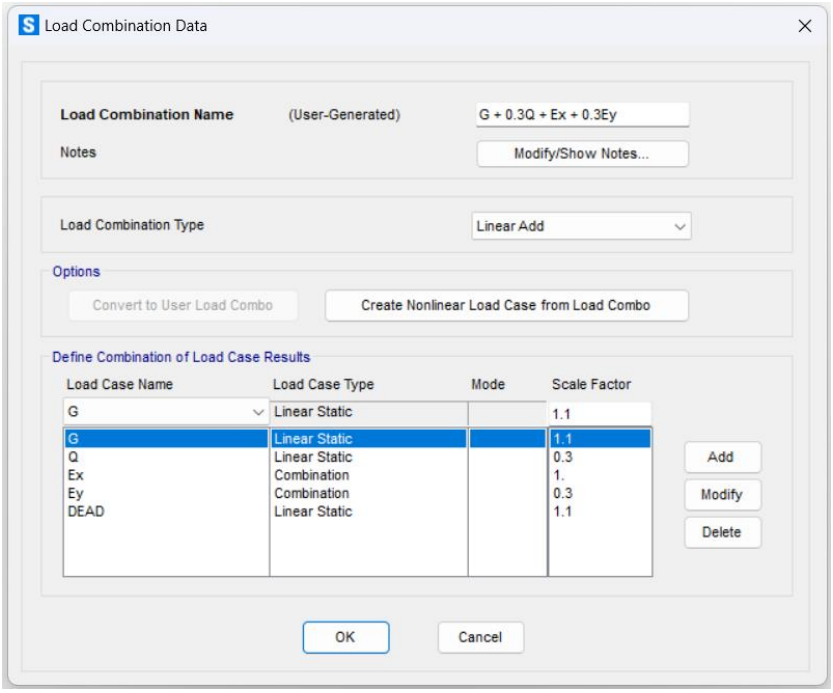


Σχήμα 4.21. *Ορισμός γραμμικού συνδυασμού φάσματος και στρεπτικών ροπών.*



Σχήμα 4.22. *Ορισμός σεισμού – Διεύθυνση Χ.*

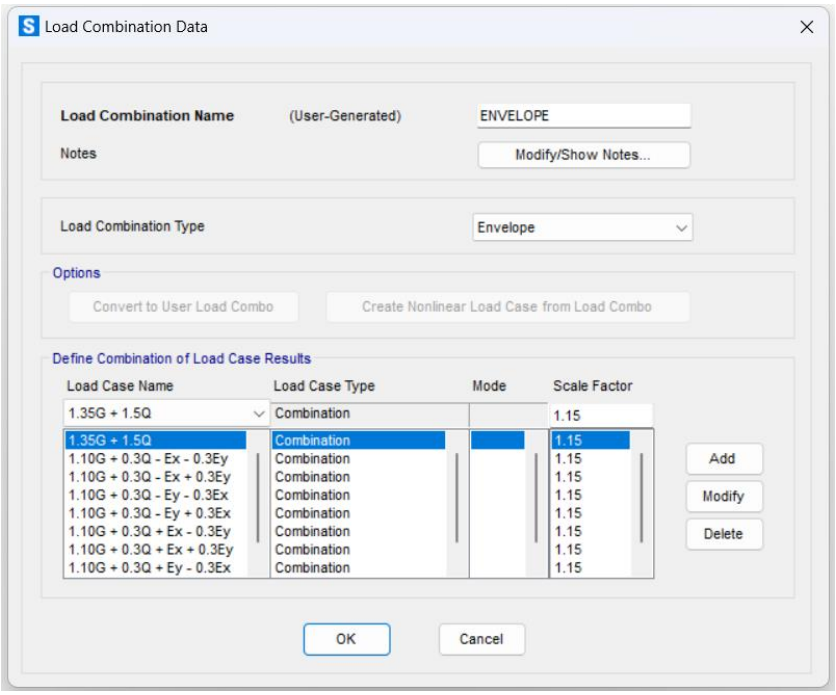
Στην Εικόνα 4.21 παρουσιάζεται ενδεικτικά ο ορισμός του συνδυασμού 1.10G + 0.3Q + E_x + 0.3E_y.



Σχήμα 4.23. *Ορισμός συνδυασμού 1.10G + 0.3Q + E_x + 0.3E_y.*

<u>Περιβάλλουσα συνδυασμών:</u>

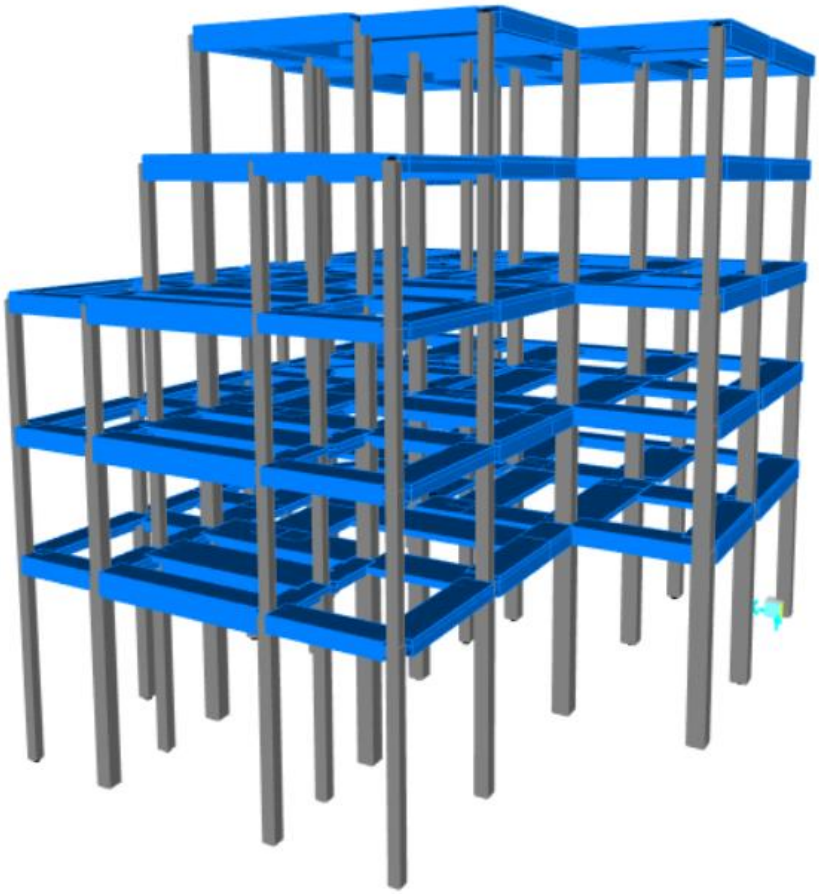
Για τα δύο είδη συνδυασμών που οριστήκαν, δημιουργείται η περιβάλλουσα τους με την εντολή Envelope. Στο συγκεκριμένο συνδυασμό γίνεται και η αντίστοιχη επαύξηση με το συντελεστή γ_{sd} = 1.15.



Σχήμα 4.24. *Ορισμός περιβάλλουσας φορτιστικών συνδυασμών.*

Ιδιομορφική ανάλυση:

Τέλος, ορίζεται η φορτιστική κατάσταση της ιδιομορφικής ανάλυσης (Modal Analysis) του κτηρίου με βάση τις μάζες που υπολογιστήκαν και εντάχθηκαν στην υποενότητα 4.3.4, για 15 ιδιομορφές.



Σχήμα 4.25. *Τελική μορφή προσομοιώματος.*

5. Αποτίμηση Φέρουσας Ικανότητας.

5.1 Εισαγωγή:

Η αποτίμηση της κατασκευής βασίστηκε στις διατάξεις του Κανονισμού Επεμβάσεων (3η αναθεώρηση) όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 2 της παρούσας εργασίας. Σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ για την χρήση της ελαστικής δυναμικής ανάλυσης, χρειάζεται να τηρούνται οι προϋποθέσεις που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 2. Ωστόσο, στην ίδια παράγραφο του κανονισμού, ορίζεται ότι για σκοπούς μονάχα αποτίμησης, είναι εφικτό να χρησιμοποιηθεί η ΔΦΜ επαυξάνοντας τα συντελεστή γ_{sd} κατά 0.15. Το παραπάνω μπορεί να ισχύσει μόνο σε περιπτώσεις όπου το κτήριο δεν εμφανίζει ουσιώδεις βλάβες, κάτι το οποίο θεωρείται αληθές στη συγκεκριμένη περίπτωση. Με αυτό το τρόπο, δεν προηγείται προκαταρκτική ανάλυση της κατασκευής ώστε να ελεγχθεί αν μπορεί να χρησιμοποιηθεί η ΔΦΜ. Η σχετική διάταξη παρουσιάζεται στην ενότητα 2.8.2 της παρούσας εργασίας.

Κατά την φάση της αποτίμησης, ισχύουν όσα ορίστηκαν στο Κεφάλαιο 3.

- Συντελεστής συμπεριφοράς: q = 1.70.
- Φορτιστικοί συνδυασμοί:
  - C1: 1.15 · (1.35G + 1.5Q)
  - C2: 1.15 · (G + Q)
  - C3: 1.15 · (1.10G + 0.3Q + E_x + 0.3E_y)
  - C4: 1.15 · (1.10G + 0.3Q + E_x - 0.3E_y)
  - C5: 1.15 · (1.10G + 0.3Q - E_x + 0.3E_y)
  - C6: 1.15 · (1.10G + 0.3Q - E_x - 0.3E_y)
  - C7: 1.15 · (1.10G + 0.3Q + E_y + 0.3E_x)
  - C8: 1.15 · (1.10G + 0.3Q + E_y - 0.3E_x)
  - C9: 1.15 · (1.10G + 0.3Q - E_y + 0.3E_x)
  - C10: 1.15 · (1.10G + 0.3Q – E_y - 0.3E_x)

Η αποτίμηση πραγματοποιήθηκε για τις δοκούς και τα υποστυλώματα. Για τα οριζόντια δομικά στοιχεία (δοκοί), ο έλεγχος έγινε σε κάμψη και διάτμηση ενώ για τα υποστυλώματα σε κάμψη, διάτμηση και καθαρή θλίψη. Ο ικανοτικός έλεγχος δεν χρησιμοποιήθηκε καθώς κατά την χρονολογία της κατασκευής του κτηρίου δεν είχε αναπτυχθεί και η μελέτη ακολουθούσε τον σχεδιασμό «ισχυρές δοκοί – ασθενή υποστυλώματα». Τα παραπάνω ελέγχθηκαν σε όρους δυνάμεων με την βοήθεια του συντελεστή εξάντλησης λ, ο οποίος ορίζεται ως:

$$\lambda = \frac{E_{ed}}{E_{rd}}$$

Όπου:

E_{ed}: το φορτίο που προκύπτει από την ανάλυση.

E_{rd}: η αντοχή του φορτίου στον ανάλογο έλεγχο.

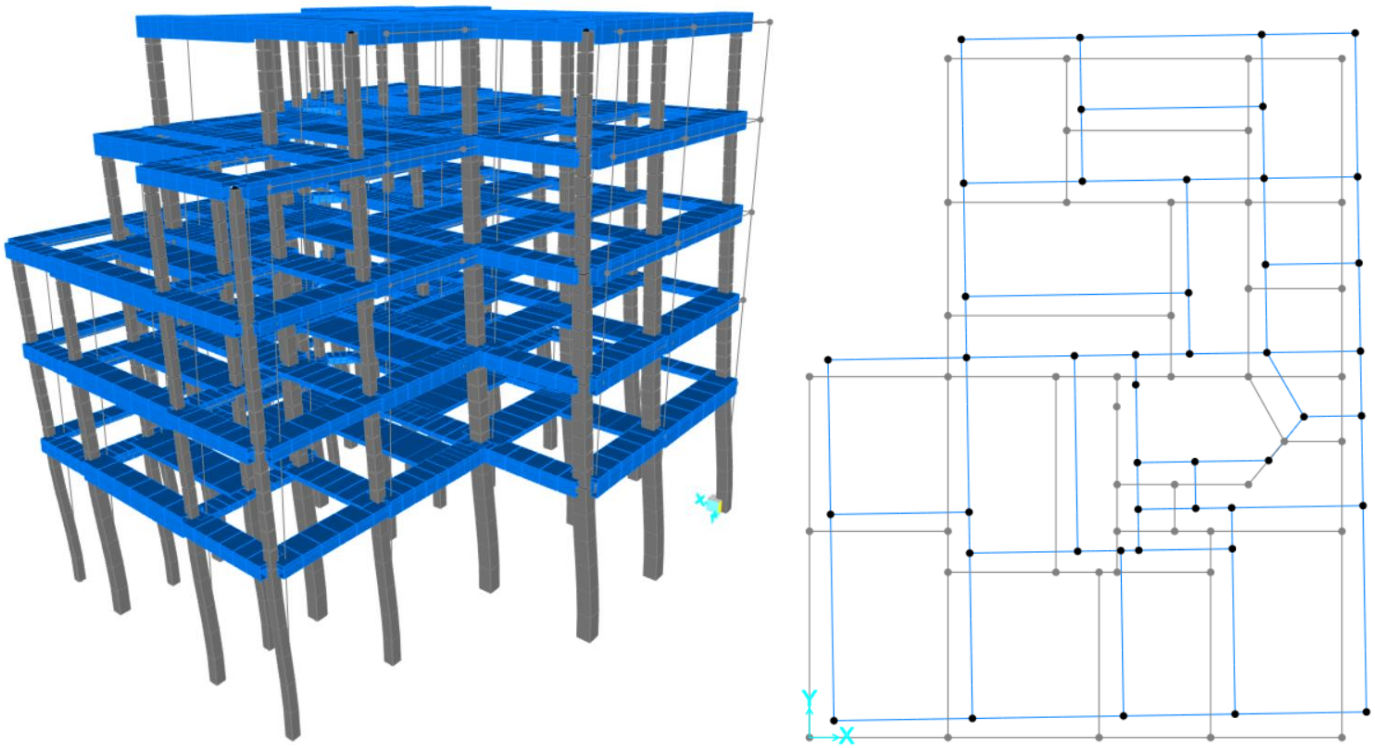
Για τις τιμές του λ που προκύπτουν ισχύει ότι:

- λ < 1 → ***ΕΠΑΡΚΕΙΑ***
- λ > 1 → ***ΑΝΕΠΑΡΚΕΙΑ***

5.2 Ιδιομορφική ανάλυση:

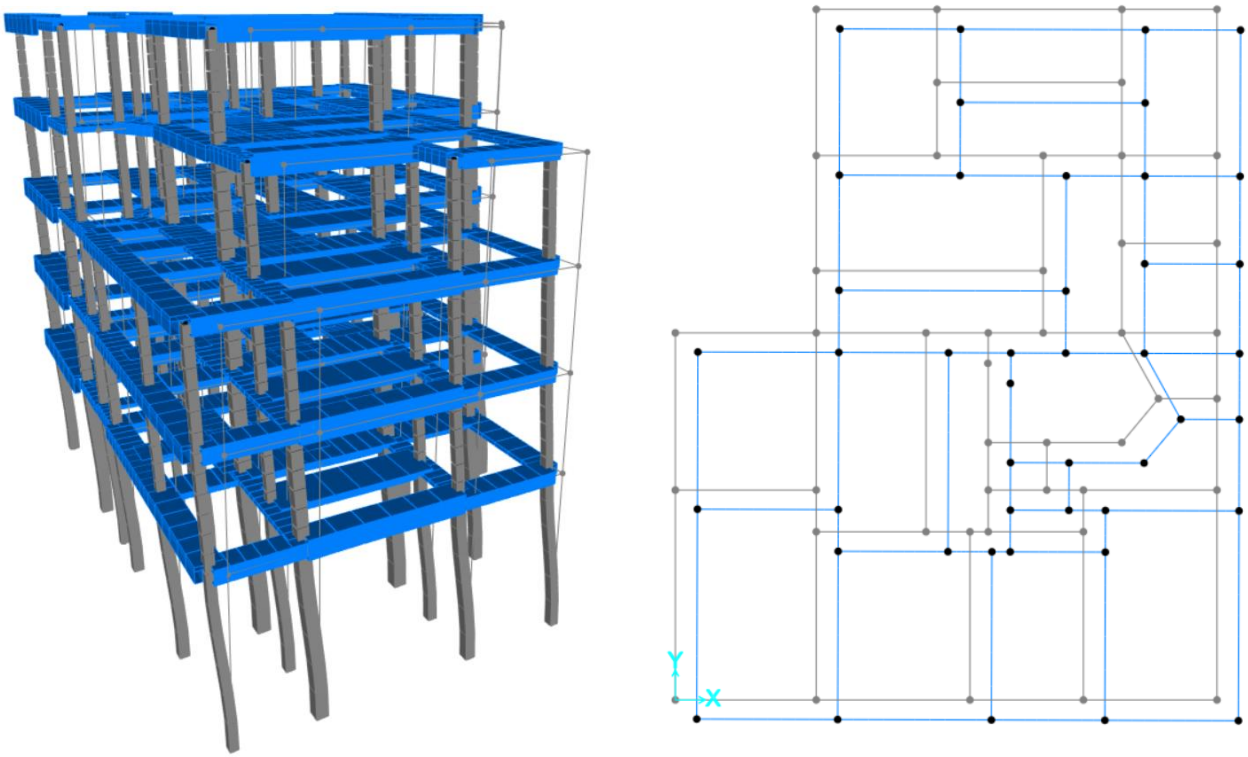
Πριν την αποτίμηση των δομικών στοιχείων πραγματοποιείται η ιδιομορφική ανάλυση του κτηρίου. Από την ανάλυση θα παρουσιαστούν οι τρεις πρώτες ιδιομορφές της κατασκευής.

1η ίδιομορφή:



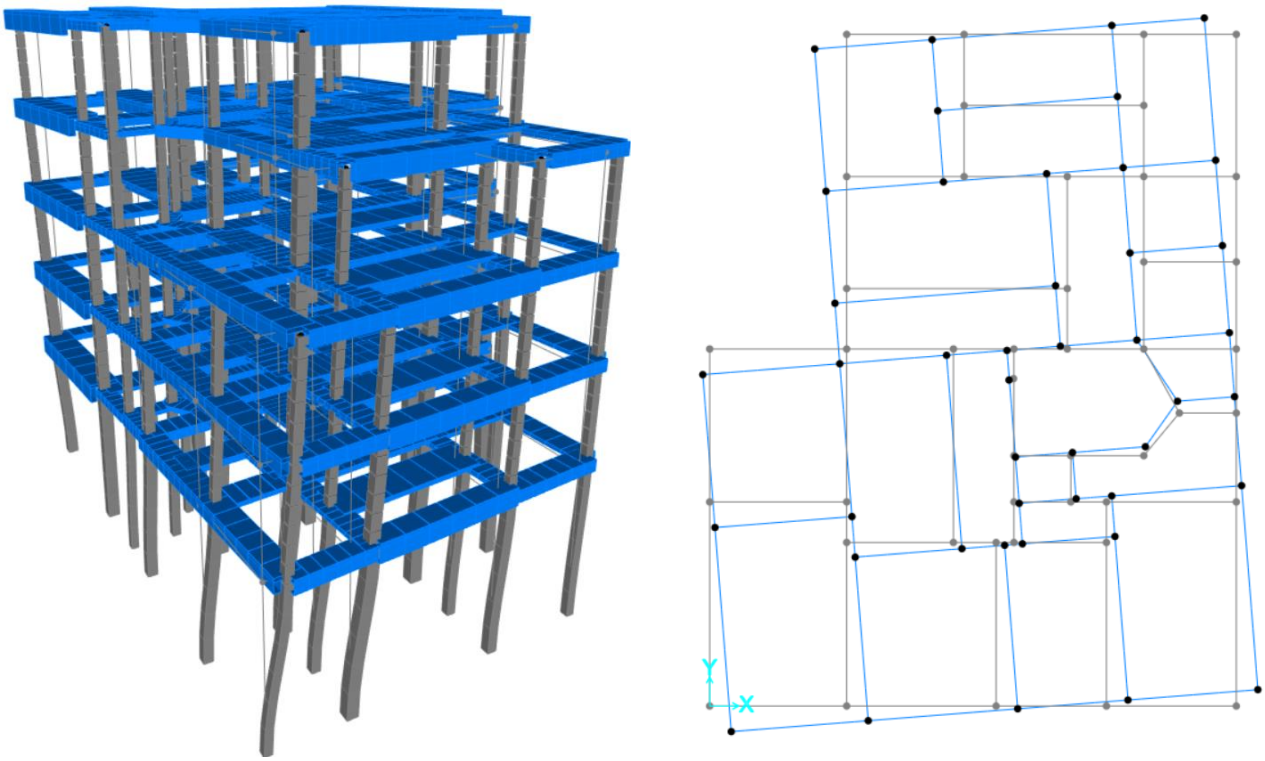
Σχήμα 5.1. *1η Ιδιομορφή, T_1 = 1.214 sec.*

2η Ιδιομορφή:



Σχήμα 5.2. *2η Ιδιομορφή, T_2 = 1.210 sec.*

3η Ιδιομορφή:



Σχήμα 5.3. *3η Ιδιομορφή, T_3 = 1.047 sec.*

Από την μορφή των τριών ιδιομορφών φαίνεται ότι οι πρώτες δύο ιδιομορφές του κτηρίου είναι μεταφορικές κατά X και Y χωρίς στρεπτική επιρροή. Αντίθετα, η 3η ιδιομορφή είναι καθαρά στρεπτική γύρω από τον άξονα Z, χωρίς να υπάρχει φανερή μετακίνηση προς κάποια κατεύθυνση. Τα παραπάνω μπορούν να επιβεβαιωθούν και από το ποσοστό ενεργοποίησης μάζας κάθε ιδιομορφής. Στον Πίνακα 5.1 παρουσιάζονται και οι 15 ιδιομορφές που λήφθηκαν υπόψιν.

Πίνακας 5.1. *Ποσοστά ενεργοποίησης μάζας.*

Ποσοστά ενεργοποιήσης της μάζας									
Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος T (Sec)	Συχνότητα f (Hz)	Κυκλική ιδιοσυχνότητα ω (rad/sec)	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
1	1.214	0.823	5.174	**40.074**	**50.164**	2.156	40.074	50.164	2.156
2	1.211	0.826	5.190	**51.306**	**41.236**	0.000	91.380	91.400	2.156
3	1.048	0.955	5.998	1.160	1.057	**91.890**	92.540	92.457	94.046
4	0.435	2.297	14.433	0.171	5.480	0.087	92.711	97.937	94.133
5	0.429	2.334	14.662	5.595	0.135	0.058	98.307	98.072	94.191
6	0.371	2.696	16.942	0.009	0.242	4.461	98.316	98.314	98.652
7	0.252	3.964	24.905	0.306	0.752	0.055	98.623	99.066	98.708
8	0.247	4.048	25.433	0.819	0.337	0.000	99.442	99.403	98.708
9	0.219	4.573	28.730	0.027	0.055	0.901	99.469	99.458	99.609
10	0.175	5.724	35.964	0.135	0.164	0.001	99.605	99.622	99.610
11	0.172	5.816	36.543	0.172	0.189	0.000	99.777	99.812	99.610
12	0.152	6.562	41.233	0.058	0.025	0.259	99.835	99.836	99.869
13	0.133	7.542	47.388	0.080	0.017	0.044	99.915	99.854	99.913
14	0.120	8.335	52.372	0.035	0.130	0.000	99.950	99.984	99.913
15	0.104	9.593	60.275	0.050	0.016	0.087	100.000	100.000	100.000

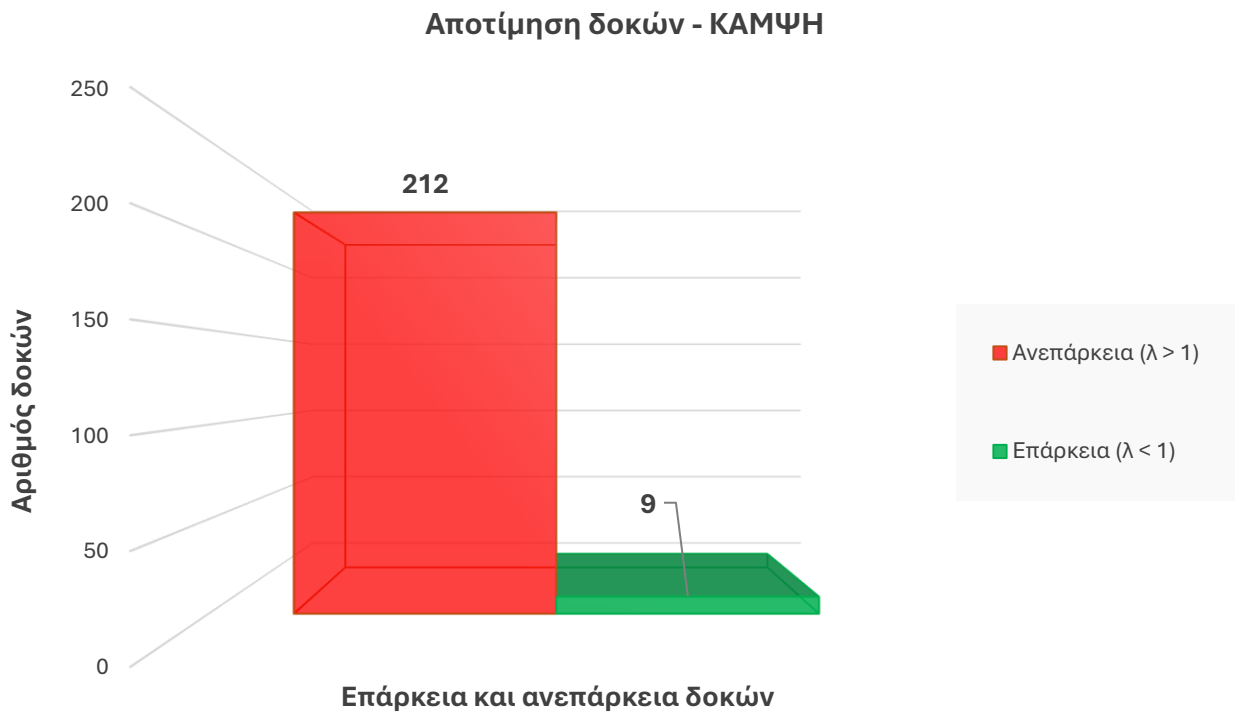
Όπως φαίνεται και από τον Πίνακα 5.1, η συμμετοχή του στρεπτικού παράγοντα είναι ελάχιστη για τις δύο πρώτες ιδιομορφές. Επομένως, είναι ευνόητο να θεωρηθεί ότι το κτήριο δεν είναι στρεπτικά ευαίσθητο.

5.3 Αποτίμηση δοκών:

5.3.1 Έλεγχος δοκών σε κάμψη:

Ο έλεγχος δοκών σε κάμψη έγινε σε τρία σημεία κατά μήκος των στοιχείων και σε δύο θέσεις, στην άνω και κάτω ίνα. Για τον υπολογισμό της ροπής αντοχής σε κάθε θέση χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα MuOmega του Αναπληρωτή καθηγητή Βασίλη Παπανικολάου από το Εργαστήριο Σκυροδέματος του Α.Π.Θ. Το MuOmega λειτουργεί μέσω του Microsoft Excel, όπου ο χρήστης τοποθετεί τα χαρακτηριστικά της διατομής και τους κατάλληλους συντελεστές ασφαλείας (πλακοδοκού σε περίπτωση ελέγχου της κάτω ίνας ή ορθογωνικής δοκού σε περίπτωση ελέγχου της άνω ίνας) και λαμβάνει την ροπή αντοχής. Η μέγιστη αναπτυσσόμενη ροπή λαμβάνεται από το SAP2000 και τον συνδυασμό της περιβάλλουσας.

Όπως αναφέρθηκε και στην εισαγωγή του κεφαλαίου, ένα στοιχείο θεωρείται ότι επαρκεί όταν λ < 1. Στην περίπτωση των δοκών, εφόσον ο έλεγχος γίνεται σε 6 σημεία κατά μήκος της, για να επαρκεί χρειάζεται να έχουν όλα συντελεστή εξάντλησης κάτω από τη μονάδα. Έτσι, στο επόμενο γράφημα φαίνονται το σύνολο των δοκών του κτηρίου που αστοχούν σε κάμψη.



Σχήμα 5.4. *Αποτίμηση δοκών σε κάμψη.*

Από το διάγραμμα, είναι φανερό ότι η πλειονότητα των δοκών αστοχεί σε κάμψη. Το ποσοστό των δοκών που αστοχούν έστω σε ένα σημείο καμπτικά είναι 95.90%. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των συντελεστών εξάντλησης, των ροπών αντοχής και των αναπτυσσόμενων ροπών υπάρχουν στο Παράρτημα Α της παρούσας εργασίας.

5.3.2 Έλεγχος δοκών σε διάτμηση:

Η αποτίμηση των δοκών σε διάτμηση έγινε σε κάθε δοκό ξεχωριστά καθώς η διάταξη και η διάμετρος των συνδετήρων αλλά και το ύψος είναι διαφορετικά για κάθε στοιχείο. Η μέγιστη τέμνουσα που αναπτύσσεται λαμβάνεται από τον συνδυασμό της περιβάλλουσας, όπως και οι ροπές. Ο υπολογισμός της διατμητικής αντοχής των δοκών έγινε σύμφωνα με τις διατάξεις του EN1992 – 1 και χρησιμοποιήθηκε ο παρακάτω τύπος:

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot cot\theta$$

Όπου:

A_{sw}: το εμβαδόν του συνδετήρα όπου πολλαπλασιάζεται με τον αριθμό των τμήσεων του.

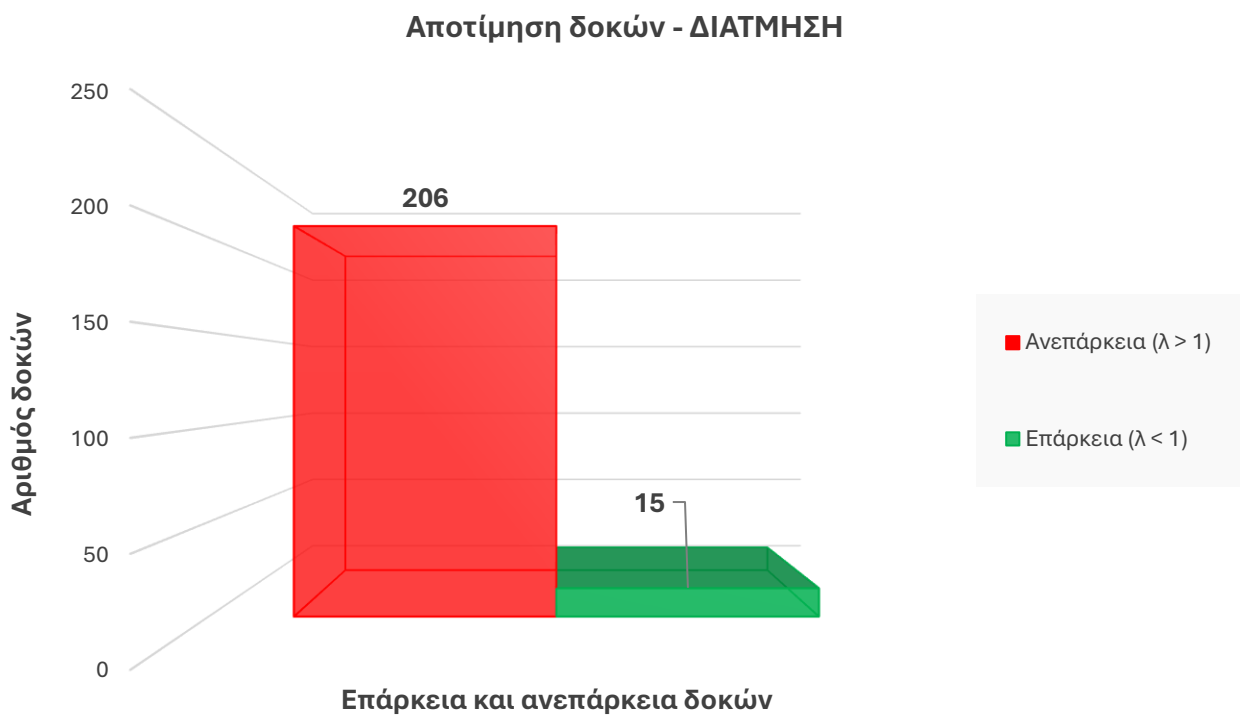
s: η απόσταση των συνδετήρων.

z: το 90% του στατικού ύψους της δοκού (z = 0.9d)

f_{ywd}: το όριο διαρροής του συνδετήρα όπου μειώνεται στο 80% της χαρακτηριστικής τιμής f_{ywk}

cotθ: η συνεφαπτομένη της γωνίας των λοξών θλιπτήρων.

Εφόσον ο έλεγχος των δοκών σε διάτμηση έγινε σε ένα σημείο (της μέγιστης τέμνουσας), προκύπτει μόνο ένας συντελεστή εξάντλησης και με βάση αυτόν κρίνεται η επάρκεια του δομικού στοιχείου. Στο επόμενο διάγραμμα φαίνεται ο αριθμός των δοκών που αστοχούν σε διάτμηση.

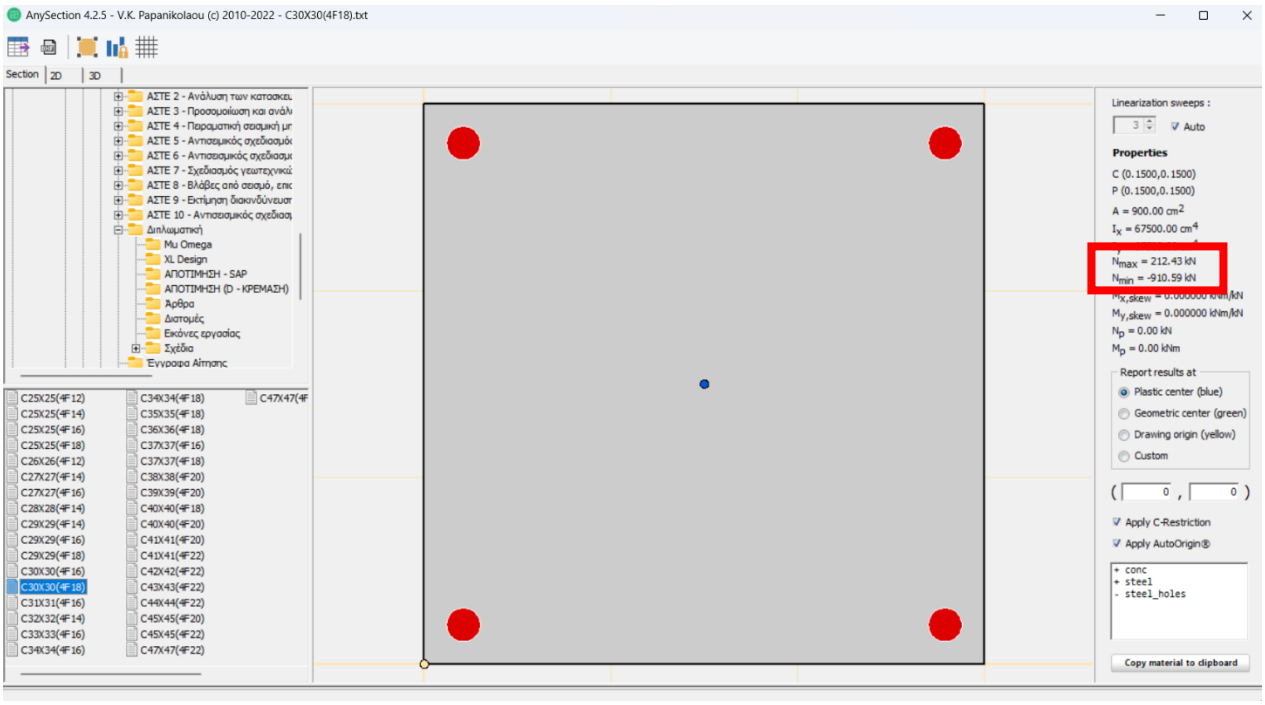


Σχήμα 5.5. *Αποτίμηση δοκών σε διάτμηση.*

Από το γράφημα, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των δοκών αστοχεί σε διάτμηση. Το ποσοστό των δοκών που αστοχούν έστω σε ένα σημείο διατμητικά είναι 93.21%. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των συντελεστών εξάντλησης, των διατμητικών αντοχών και των αναπτυσσόμενων τεμνουσών υπάρχουν στο Παράρτημα Α.

5.4 Αποτίμηση υποστυλωμάτων:

Για τον υπολογισμό της αξονικής αντοχής και την αντίσταση σε κάμψη των υποστυλωμάτων χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ανάλυση διατομής AnySection του κ. Βασίλη Παπανικολάου από το Εργαστήριο Σκυροδέματος του Α.Π.Θ. Η εισαγωγή των διατομών στο πρόγραμμα γίνεται με την γραφή ενός κώδικα σε μορφή txt όπου ορίζονται οι διαστάσεις και τα χαρακτηριστικά των υλικών.

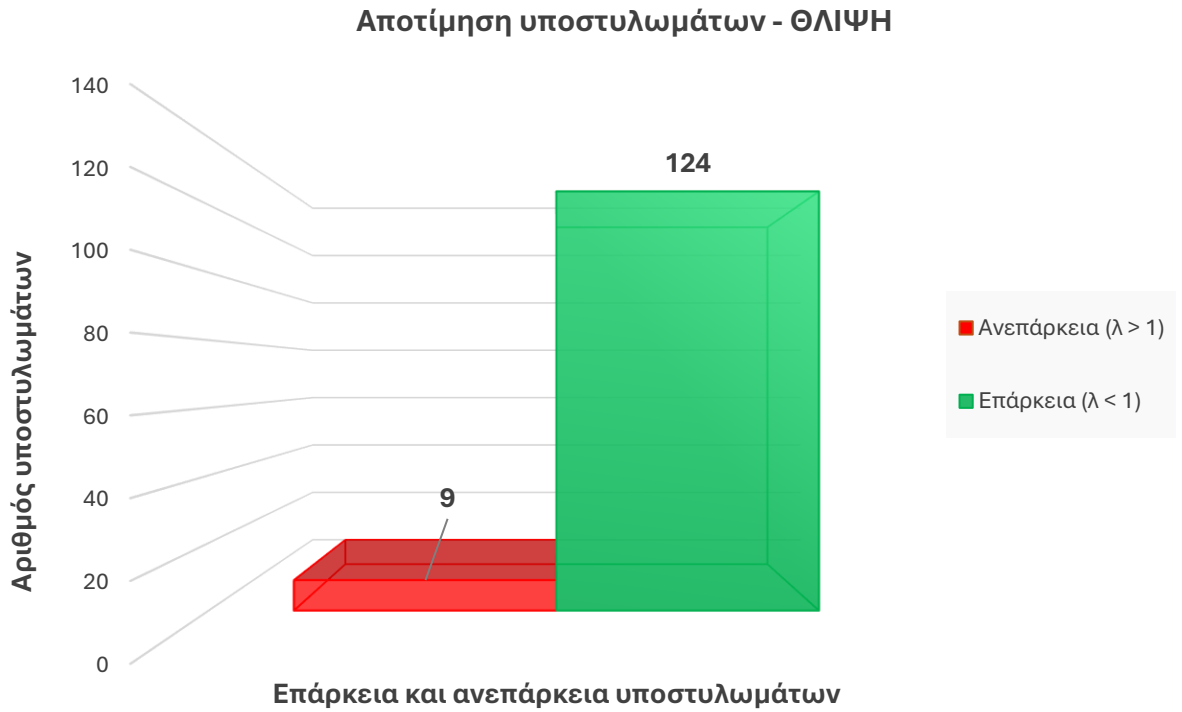



```
area
        label conc
        material concrete_paraboliclinearEC2 12 0.85 1.3 0.0018 0.0035 2
        section rectangular 0.30 0.30
end area

fibergroup
        label steel
        material steel_bilinear 200000 240 1.15 1.0 0.02
        bar 0.021 0.021 d18
        bar 0.279 0.021 d18
        bar 0.279 0.279 d18
        bar 0.021 0.279 d18
end fibergroup

fibergroup
        label steel_holes
        material concrete_paraboliclinearEC2 12 0.85 1.3 0.0018 0.0035 2
        open
        bar 0.021 0.021 d18
        bar 0.279 0.021 d18
        bar 0.279 0.279 d18
        bar 0.021 0.279 d18
end fibergroup
```

Σχήμα 5.6. *Εισαγωγή διατομής, περιβάλλον του AnySection και υπολογισμός αξονικής αντοχής.*

5.4.1 Έλεγχος υποστυλωμάτων σε καθαρή θλίψη:

Για την αποτίμηση της αντοχής των υποστυλωμάτων σε καθαρή θλίψη υπολογίστηκε ένας συντελεστής ασφαλείας. Ο έλεγχος έγινε στον πόδα των υποστυλωμάτων σε κάθε όροφο καθώς εκεί προκύπτει το μέγιστο αξονικό σε κάθε περίπτωση. Η τιμή του αξονικού λήφθηκε από την περιβάλλουσα των συνδυασμών, ενώ η αξονική αντοχή από το AnySection όπως φαίνεται στο κόκκινο πλαίσιο του Σχήματος 5.6. Στο γράφημα που ακολουθεί, φαίνεται το σύνολο των στύλων που επαρκούν ή δεν επαρκούν.

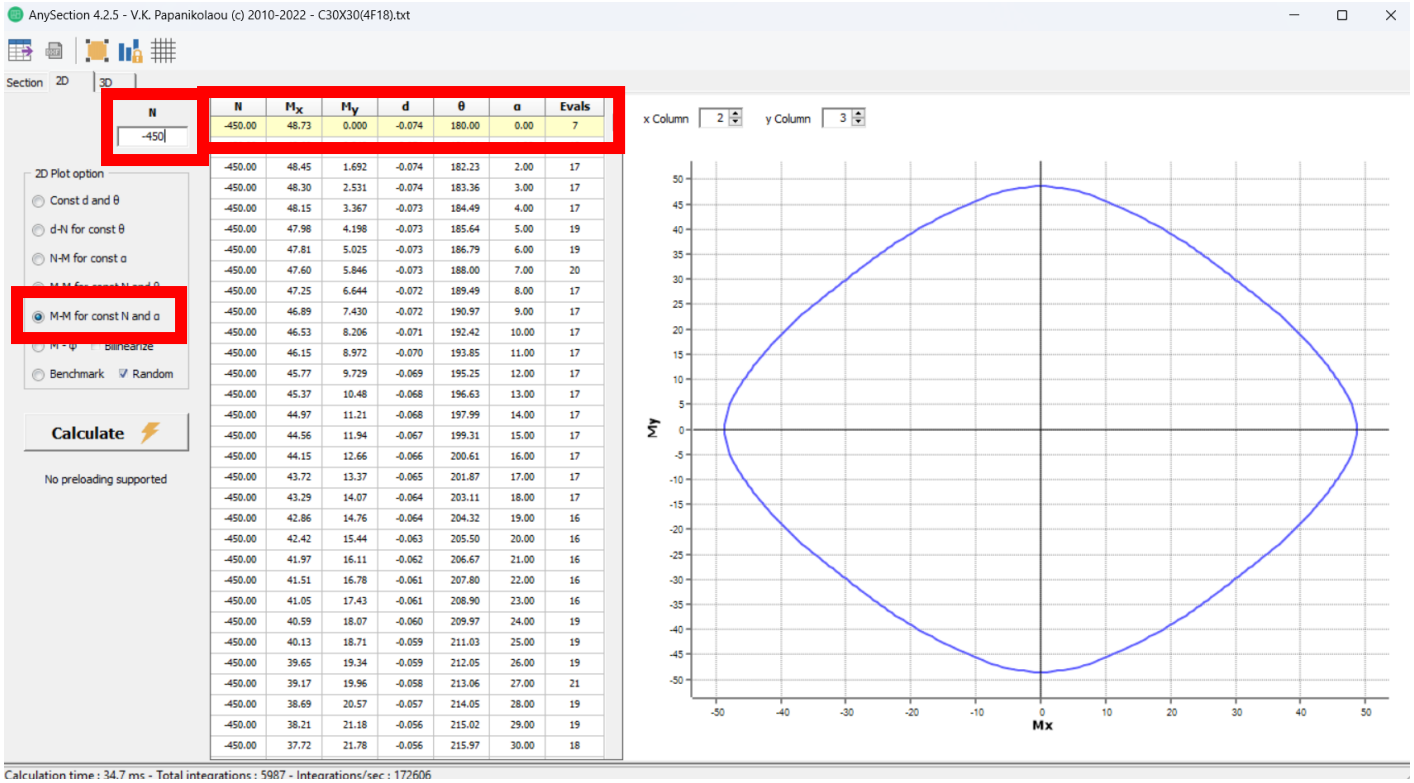


Σχήμα 5.7. *Αποτίμηση υποστυλωμάτων σε θλίψη.*

Από το γράφημα, φαίνεται ότι το μεγαλύτερο ποσοστό των υποστυλωμάτων επαρκεί σε καθαρή θλίψη. Το ποσοστό των υποστυλωμάτων που αστοχούν είναι 6.77%. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των συντελεστών εξάντλησης, των αξονικών αντοχών και των αναπτυσσόμενων αξονικών υπάρχουν στο Παράρτημα Α.

5.4.2 Έλεγχος υποστυλωμάτων σε κάμψη:

Ο έλεγχος των υποστυλωμάτων σε κάμψη έγινε για μονοαξονική ένταση σε δύο θέσεις κάθε υποστυλώματος, δηλαδή στη κεφαλή και στον πόδα του. Οι αναπτυσσόμενες ροπές λήφθηκαν από την περιβάλλουσα των φορτιστικών συνδυασμών ενώ η ροπή αντοχής υπολογίστηκε για το δυσμενέστερο αξονικό σε κάθε θέση μέσω του προγράμματος AnySection, όπως φαίνεται στην Εικόνα 5.5. Για να θεωρηθεί ότι ένα υποστύλωμα επαρκεί σε κάμψη, πρέπει και στις δύο θέσεις που γίνεται ο έλεγχος να προκύπτει $\lambda < 1$. Έτσι, στο γράφημα που ακολουθεί φαίνεται ο αριθμός των υποστυλωμάτων που αστοχούν συνολικά σε κάμψη.



N	M_x	M_y	d	θ	α	Evals
-450.00	48.73	0.000	-0.074	180.00	0.00	7
-450.00	48.45	1.692	-0.074	182.23	2.00	17
-450.00	48.30	2.531	-0.074	183.36	3.00	17
-450.00	48.15	3.367	-0.073	184.49	4.00	17
-450.00	47.98	4.198	-0.073	185.64	5.00	19
-450.00	47.81	5.025	-0.073	186.79	6.00	19
-450.00	47.60	5.846	-0.073	188.00	7.00	20
-450.00	47.25	6.644	-0.072	189.49	8.00	17
-450.00	46.89	7.430	-0.072	190.97	9.00	17
-450.00	46.53	8.206	-0.071	192.42	10.00	17
-450.00	46.15	8.972	-0.070	193.85	11.00	17
-450.00	45.77	9.729	-0.069	195.25	12.00	17
-450.00	45.37	10.48	-0.068	196.63	13.00	17
-450.00	44.97	11.21	-0.068	197.99	14.00	17
-450.00	44.56	11.94	-0.067	199.31	15.00	17
-450.00	44.15	12.66	-0.066	200.61	16.00	17
-450.00	43.72	13.37	-0.065	201.87	17.00	17
-450.00	43.29	14.07	-0.064	203.11	18.00	17
-450.00	42.86	14.76	-0.064	204.32	19.00	16
-450.00	42.42	15.44	-0.063	205.50	20.00	16
-450.00	41.97	16.11	-0.062	206.67	21.00	16
-450.00	41.51	16.78	-0.061	207.80	22.00	16
-450.00	41.05	17.43	-0.061	208.90	23.00	16
-450.00	40.59	18.07	-0.060	209.97	24.00	19
-450.00	40.13	18.71	-0.059	211.03	25.00	19
-450.00	39.65	19.34	-0.059	212.05	26.00	19
-450.00	39.17	19.96	-0.058	213.06	27.00	21
-450.00	38.69	20.57	-0.057	214.05	28.00	19
-450.00	38.21	21.18	-0.056	215.02	29.00	19
-450.00	37.72	21.78	-0.056	215.97	30.00	18

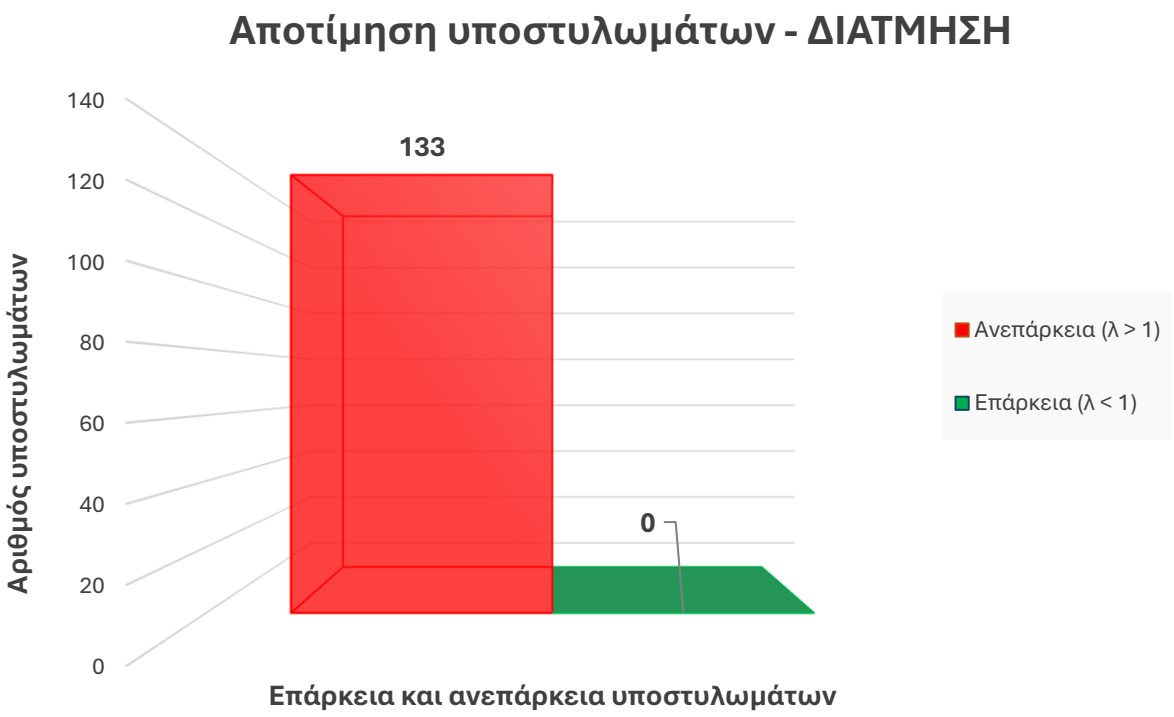
Σχήμα 5.8. *Εύρεση ροπής αντοχής υποστυλώματος στο AnySection (ενδεικτική τιμή αξονικού).*

Σχήμα 5.9. *Αποτίμηση υποστυλωμάτων σε κάμψη.*

Από το διάγραμμα φαίνεται ότι όλα τα υποστυλώματα, εκτός από δύο, αστοχούν σε κάμψη. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των συντελεστών εξάντλησης, των αξονικών αντοχών και των αναπτυσσόμενων αξονικών υπάρχουν στο Παράρτημα Α.

5.4.3 Έλεγχος υποστυλωμάτων σε διάτμηση:

Η αποτίμηση των υποστυλωμάτων σε διάτμηση ακολούθησε την ίδια διαδικασία με αυτή των δοκών. Η μέγιστη τέμνουσα που αναπτύχθηκε υπολογίστηκε από το SAP2000 και επιλέχθηκε από το συνδυασμό της περιβάλλουσας, ενώ για την διατμητική αντοχή χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος τύπος που παρουσιάστηκε στην υποενότητα των δοκών. Το σημείο ελέγχου και στα υποστυλώματα είναι ένα καθώς οι συνδετήρες είναι ίδιοι καθ' ύψος και η τέμνουσα που αναπτύσσεται σταθερή.



Σχήμα 5.10. *Αποτίμηση υποστυλωμάτων σε διάτμηση.*

Από το γράφημα φαίνεται ότι κανένα υποστύλωμα δεν επαρκεί σε διάτμηση. Τα αναλυτικά αποτελέσματα των συντελεστών εξάντλησης, των αξονικών αντοχών και των αναπτυσσόμενων αξονικών υπάρχουν στο Παράρτημα Α.

5.5 Σχολιασμός αποτελεσμάτων:

Μετά την ολοκλήρωση της αποτίμησης της κατασκευής είναι ευνόητο να θεωρηθεί ότι στο σύνολο της δεν επαρκεί σύμφωνα με τις διατάξεις των σημερινών κανονισμών. Αυτό μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι το δομικό της σύστημα πρέπει να ενισχυθεί.

Πιο συγκεκριμένα, αναλύοντας τα αποτελέσματα που προέκυψαν από την αποτίμηση των δοκών σε κάμψη, παρατηρείται ότι ο μέσος όρος του συντελεστής εξάντλησης έχει τιμή $\lambda_{\mu.o,\kappa\acute{\alpha}\mu\psi\eta,\delta}$ = 1.953, ενώ ο μέγιστος φτάνει μέχρι και την τιμή $\lambda_{max,\kappa\alpha\mu\psi\eta,\delta}$ = 11.349. Τα παραπάνω αποτελέσματα είναι λογικά καθώς ο σχεδιασμός των κατασκευών την δεκαετία του 1960 ελάμβανε υπόψιν το σεισμό αλλά σε μικρή ένταση. Οι αγκυρώσεις στις συνδέσεις δοκού υποστυλωμάτων είναι ανεπαρκείς και δεν έχουν την ικανότητα να παραλάβουν ροπές. Το ίδιο ισχύει και για την απουσία ή ανεπαρκή αγκύρωση του οπλισμού montage, όπου είναι αναγκαίος για την παραλαβή ροπών στην άνω ίνα της δοκού. Αντίστοιχα, από τον έλεγχο σε διάτμηση παρατηρήθηκε ότι ο μέσος όρος του συντελεστή εξάντλησης είχε τιμή $\lambda_{\mu.o,\delta\iota\acute{\alpha}\tau\mu\eta\sigma\eta,\delta}$ = 4.020, ενώ ο μέγιστος λόγος προέκυψε $\lambda_{max,\delta\iota\acute{\alpha}\tau\mu\eta\sigma\eta,\delta}$ = 11.601. Τα αποτελέσματα από τον έλεγχο συνάδουν με την πραγματική κατάσταση, καθώς οι κατασκευές της τότε εποχής είχαν ελάχιστο ή και καθόλου εγκάρσιο οπλισμό κατά μήκος των δοκών. Αυτό, σε συνδυασμό με την μικρή αντοχή του χάλυβα S220, έχει ως αποτέλεσμα την πρόωρη διατμητική αστοχία των δοκών, εφόσον αυτή προλάβει να αναπτυχθεί πριν αστοχήσουν οι γειτονικοί κόμβοι.

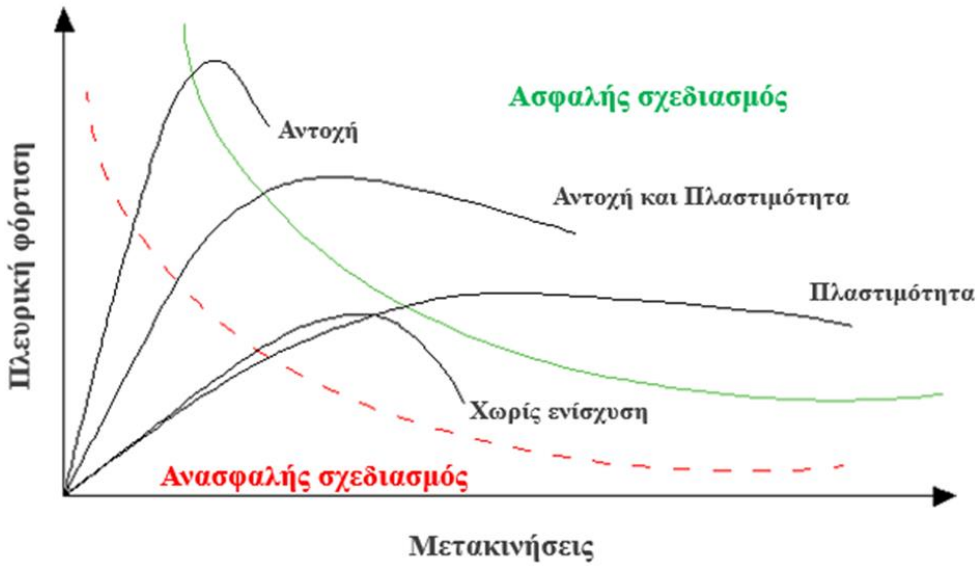
Μετά τον έλεγχο των δοκών, ακολούθησε η αποτίμηση των κατακόρυφων στοιχείων, όπου στο συγκεκριμένο κτήριο αποτελούνταν αποκλειστικά από υποστυλώματα. Από τον έλεγχο της καθαρής θλίψης παρατηρείται αστοχία σε 9 στοιχεία, κάτι το οποίο μπορεί να αιτιολογηθεί από την υποδιαστασιολόγηση τους κατά την περίοδο της κατασκευής. Το παραπάνω, σε συνδυασμό με τα αυξημένα εντατικά μεγέθη των σημερινών κανονισμών λόγω των υψηλών συντελεστών ασφαλείας, παρουσιάζει το συγκεκριμένο αποτέλεσμα. Στη συνέχεια πραγματοποιήθηκε ο έλεγχος σε κάμψη των υποστυλωμάτων, όπου ο μέσος όρος εξάντλησης προέκυψε $\lambda_{\mu.o,\kappa\acute{\alpha}\mu\psi\eta,\upsilon\pi}$ = 2.643, ενώ η μέγιστη τιμή του $\lambda_{max,\kappa\acute{\alpha}\mu\psi\eta,\upsilon\pi}$ = 17.986. Τα παραπάνω οφείλονται στις διαστάσεις των υποστυλωμάτων αλλά και στον διαμήκη οπλισμό που διαθέτει η κάθε διατομή. Παρότι υπάρχει συμμετρία στην τοποθέτηση τους, η μικρή διάμετρος σε συνδυασμό με την λεία επιφάνεια και τον μικρό αριθμό ράβδων, οδηγεί σε καμπτική αστοχία. Τέλος, ελέγχθηκε η ικανότητα παραλαβής τέμνουσας, όπου υπολογίστηκε αστοχία όλων των στύλων. Ο μέσος όρος του λόγου εξάντλησης έχει τιμή $\lambda_{\mu.o,\delta\iota\acute{\alpha}\tau\mu\eta\sigma\eta,\upsilon\pi}$ = 3.97, ενώ η μέγιστη τιμή του είναι $\lambda_{max,\delta\iota\acute{\alpha}\tau\mu\eta\sigma\eta,\upsilon\pi}$ = 8.35. Τα παραπάνω είναι ευνόητα καθώς η όπλιση με εγκάρσιο οπλισμό των παλαιών κατασκευών είναι ανεπαρκής, ενώ κατασκευαστικά η αγκύρωση τους είναι 90° και όχι 45°, το οποίο λειτουργεί έναντι της ασφάλειας.

6. Προτάσεις ενίσχυσης – Θεωρητικό υπόβαθρο.

6.1 Γενικά:

Σύμφωνα με τα αποτελέσματα της αποτίμησης που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 6, είναι φανερή η ανάγκη ενίσχυσης της κατασκευής. Σε συνδυασμό με τις παθογένειες των παλαιών κτηρίων και την απόκριση τους υπό σεισμική καταπόνηση που περιεγράφηκαν στο Κεφάλαιο 1, είναι ευνόητο να θεωρηθεί το ίδιο για την πλειονότητα των κτηρίων που έχουν κατασκευαστεί πριν το 1985. Οι μέθοδοι που επέμβασης μπορούν διαχωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες, αυτές των επισκευών και των ενισχύσεων [7]:

- Επισκευή: Ως επισκευή ορίζεται η επέμβαση που έχει σκοπό την αποκατάσταση των βλαβών και την επαναφορά ενός στοιχείου στην αρχική του κατάσταση.
- Ενίσχυση: Ως ενίσχυση ορίζεται η επέμβαση που έχει σκοπό την αποκατάσταση των βλαβών αλλά και την αύξηση της ικανότητας του στοιχείου συγκριτικά με την αρχική κατάσταση (μεταβολή της αντοχής, δυσκαμψίας ή πλαστιμότητας).



Σχήμα 6.1. *Επιρροή μεταβολής των βασικών ιδιοτήτων.*

Ο συνηθέστερος τρόπος επισκευής των στοιχείων οπλισμένου σκυροδέματος είναι η χρήση ρητινενέσεων σε ελαφρά τύπου ρήγματα, ενώ υπάρχει δυνατότητα και καθαίρεσης σε τοπικές αστοχίες και επανασκυροδέτηση [2, 4]. Στην συνέχεια δεν γίνεται ανάλυση των μεθόδων επισκευής καθώς δεν αποτελεί αντικείμενο της εργασίας, ωστόσο θα παρουσιαστούν αναλυτικά οι μέθοδοι προσεισμικής ενίσχυσης που επιλέχθηκαν για την συγκεκριμένη κατασκευή.

Η επιλογή του τρόπου ενίσχυσης μιας κατασκευής εξαρτάται από τους παράγοντες που αναφέρονται στον ορισμό της και από κριτήρια γενικού ή τεχνικού χαρακτήρα που ορίζονται στην παράγραφο 2.3.3.1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Η κάθε κατασκευή αποτελείται από ξεχωριστό αριθμό προβλημάτων τα οποία πρέπει να επιλυθούν, με την τελική επιλογή να αποτελείται πιθανά από ένα συνδυασμό μεθόδων. Έτσι, δεν είναι δεδομένο ότι χρειάζεται σε κάθε περίπτωση αύξηση της δυσκαμψίας μιας κατασκευής ή της αντοχής των στοιχείων της, ωστόσο ακολουθώντας τους σημερινούς κανονισμούς υπάρχει πάντα ως γνώμονας, η αύξηση της πλαστιμότητας (απορρόφηση ενέργειας). Οι παραπάνω παράμετροι, που αφορούν τεχνικά κριτήρια, τις περισσότερες φορές αλληλοσυνδέονται, με αποτέλεσμα να υπάρχει μεταβολή και στις τρεις. Σημαντικοί γενικοί παράγοντες για την επιλογή της ενίσχυσης, είναι οικονομικοί, χρονικοί, ποιοτικοί αλλά και αρχιτεκτονικοί. Σε αυτό το σημείο, μπορεί να γίνει ένας διαχωρισμός των επεμβάσεων, σε τεχνικού ή διαχειριστικού χαρακτήρα (ο διαχωρισμός γίνεται στα σχόλια της ενότητας 2.3.3.2 του ΚΑΝ.ΕΠΕ.) [20].

Τεχνικού χαρακτήρα:

- *Αύξηση της αντοχής του κτηρίου.*
- *Αύξηση της δυσκαμψίας του κτηρίου.*
- *Αύξηση της ικανότητας παραμόρφωσης των μελών.*
- *Διόρθωση κρίσιμων ανεπαρκειών και μη-κανονικοτήτων.*
- *Μείωση των σεισμικών απαιτήσεων.*

Διαχειριστικού χαρακτήρα:

- *Περιορισμός ή αλλαγή της χρήσης του κτηρίου.*
- *Μερική ή ολική καθαίρεση (π.χ. ορισμένων ορόφων).*
- *Μονολιθική μεταφορά του δομήματος σε άλλη θέση.*
- *Απόφαση για «καμία επέμβαση». Στην περίπτωση αυτή μπορεί να γίνει αποδεκτή και μια μείωση της απομένουσας τεχνικής διάρκειας ζωής του δομήματος, υπό τον όρο ότι η μετά ταύτα κατεδάφιση του κτηρίου είναι εγγυημένη.*

Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν τα ορισμένα είδη επεμβάσεων για τις κτηριακές κατασκευές που ορίζει ο Ελληνικός Κανονισμός Επεμβάσεων [20]:

- Αύξηση της αντοχής, της δυσκαμψίας και της πλαστιμότητας μέσω συνολικής ενίσχυσης των δομικών στοιχείων και προσθήκης νέων στοιχείων για την ανάληψη των σεισμικών δυνάμεων.
- Αύξηση της πλαστιμότητας μέσω περίσφιξης χωρίς την αλλαγή της γεωμετρίας των δομικών στοιχείων.

- Αύξηση της αντοχής και της πλαστιμότητας χωρίς ιδιαίτερης αύξηση της δυσκαμψίας, με ενίσχυση των υφιστάμενων δομικών στοιχείων και χωρίς την προσθήκη νέων στοιχείων.
- Μείωση των σεισμικών απαιτήσεων με αλλαγή της ιδιοπεριόδου της κατασκευής με χρήση συστημάτων σεισμικής μόνωσης.

Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την ενίσχυση των κατασκευών είναι πολλά. Οι συμβατικές μέθοδοι ακολουθούν τη χρήση σκυροδέματος σε όλα τα δομικά στοιχεία, ενώ γίνεται και χρήση μεταλλικών ελασμάτων σε άλλες περιπτώσεις. Οι τύποι σκυροδέματος που έχουν προταθεί και χρησιμοποιηθεί ανά τα χρόνια είναι αρκετοί και ο καθένας αποτελείται από πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Οι πιο βασικοί είναι [2, 4]:

- Συμβατικό σκυρόδεμα (χυτό επί τόπου).
- Σκυρόδεμα υψηλής αντοχής (χυτό επί τόπου).
- Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα.
- Σκυρόδεμα σταθερού όγκου.
- Σκυρόδεμα με πολυμερή.
- Σκυροτσιμεντομήγματα.

Ωστόσο, από το 1998 και έπειτα έχει γίνει προσπάθεια ένταξης στο τομέα των ενισχύσεων και η χρήση των ινοπλισμένων πολυμερών (FRP) από ίνες άνθρακα, γυαλιού ή αραμιδίου. Σε συνδυασμό με τα παραπάνω υλικά γίνεται χρήση και άλλων υλικών, κυρίως για την στερέωση ελασμάτων/φύλλων ή αγκύρωση ράβδων, όπως οι πολυμερικές κόλλες [7, 4, 31].

6.2 Βασικές αρχές ανασχεδιασμού [20]:

Για την ενίσχυση μιας κατασκευής ακολουθούνται τα τρία παρακάτω βήματα (παράγραφος 2.4.1 – ΚΑΝ.ΕΠΕ), όπου βασίζονται σε όσα αναφέρθηκαν στην ενότητα 6.1:

- *Σύλληψη και προκαταρτικός σχεδιασμός* (επιλογή τύπων επεμβάσεων αναλόγως τις ανάγκες που προέκυψαν, εκτίμηση των διαστάσεων και των υλικών και επιλογή κατηγορίας πλαστιμότητας μετά την επέμβαση – παράγραφος 2.4.2 – ΚΑΝ.ΕΠΕ.).
- Ανάλυση της επέμβασης που επιλέχθηκε (επιλογή της κατάλληλης μεθόδου από αυτές που αναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 2 και χρήση των απαιτούμενων συντελεστών).
- Έλεγχος οριακός καταστάσεων (πραγματοποιούνται σύμφωνα με το Κεφάλαιο 9 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. ή τον ΕΝ1998 – 3).

Η ανίσωση ασφαλείας που ακολουθείται κατά τον ανασχεδιασμό είναι ίδια με αυτή της ενότητας 2.7.1. Ουσιαστική διαφορά κατά την ανάλυση του ανασχεδιασμού

αποτελεί η επιλογή του συντελεστή συμπεριφοράς όπου σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. για ισχυρούς νέους φορείς μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι διατάξεις του EN1998 – 1. Σε περιπτώσεις ήπιων επεμβάσεων που αποκαθιστούν τα μηχανικά χαρακτηριστικά των φερόντων στοιχείων, επιτρέπεται η χρήση μεγαλύτερου συντελεστή συμπεριφοράς από αυτή που επιλέχθηκε στην αποτίμηση. Το ίδιο ισχύει και με τις κανονιστικές διατάξεις του EN1998 – 3, ο οποίος παραπέμπει στο πρώτο μέρος του.

Η επέμβαση στα δομικά στοιχεία με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος δημιουργεί σύνθετες διατομές που αποτελούνται από το παλιό σκυρόδεμα χαμηλής κατηγορίας και το νέο. Μεταξύ των επιφανειών των δύο υλικών δημιουργούνται συνθήκες ολίσθησης. Η ανάλυση της διεπιφάνειας (Κεφάλαια 6 και 8 του ΚΑΝ.ΕΠΕ.) και ο προσδιορισμός των διορθωτικών συντελεστών αποτελεί σημαντικό σημείο του ανασχεδιασμού, ειδικά για τις κρίσιμες περιοχές των στοιχείων. Για το λόγο αυτό, σε περιπτώσεις που δεν υπάρχουν αξιόπιστες μέθοδοι της σχετικής ολίσθησης, προτείνεται η θεώρηση μονολιθικής συμπεριφοράς με τη χρήση των συντελεστών μονολιθικότητας. Οι τελευταίοι ορίζονται στην παράγραφο 8.1.1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ., με ορισμό:

- *Το πηλίκο του κρίσιμου μεγέθους της πραγματικής σύνθετης διατομής, ως προς το αντίστοιχο κρίσιμο μέγεθος συμπεριφοράς μιας μονολιθική διατομής.*

$$k_i = \frac{i\ \text{ιδιότητα πραγματικού σύνθετου στοιχείου}}{i\ \text{ιδιότητα μονολιθικού στοιχείου}}$$

Όπου ως i ιδιότητα ορίζονται η δυσκαμψία (k), η αντοχή (r) που μπορεί να εκφράζει την καμπτική (M_y) ή την διατμητική (V), η στροφή χορδής διαρροής (θ_y) και η στροφή χορδής αστοχίας (θ_u).

Οι συντελεστές που προτείνει ο κανονισμός χρησιμοποιούνται τηρώντας τις παρακάτω προϋποθέσεις:

1) *η τελική τιμή της καμπτικής αντίστασης δεν υπερβαίνει το διπλάσιο της αρχικής.*
2) *Τα κατασκευαστικά μέτρα σύνδεσης μεταξύ των επιφανειών περιλαμβάνουν επιμελημένη εκτράχυνση του παλαιού υλικού.*

Οι τιμές των συντελεστών για τα υποστυλώματα είναι οι εξής:

$$k_k = 0.80\ ,\ k_r = 0.90\ ,\ k_{\theta y} = 1.25\ ,\ k_{\theta u} = 0.80$$

Ενώ για τις δοκούς:

$$k_k = 0.80\ ,\ k_r = 0.85\ ,\ k_{\theta y} = 1.25\ ,\ k_{\theta u} = 0.75$$

6.3 Πρώτη πρόταση ενίσχυσης:

6.3.1 Γενικά:

Η πρώτη πρόταση προσεισμικής ενίσχυσης αποτελείται από την χρήση μανδυών οπλισμένου σκυροδέματος στα υποστυλώματα και τις δοκούς, καθώς και την προσθήκη τοιχωμάτων σε συγκεκριμένες θέσεις. Ο σκοπός της είναι αύξηση της αντοχής, της δυσκαμψίας αλλά και της πλαστιμότητας του κτηρίου. Η αντοχή των δομικών στοιχείων αυξάνεται με την προσθήκη των νέων στρώσεων σκυροδέματος. Η προσθήκη των μανδυών επηρεάζει και την δυσκαμψία της κατασκευής, ωστόσο σε μικρότερο βαθμό συγκριτικά με την προσθήκη των τοιχωμάτων. Η πλαστιμότητα της αυξάνεται με την διατμητική ενίσχυση, λόγω της προσθήκης συνδετήρων στις κρίσιμες περιοχές των στοιχείων, αλλά και από τους κατάλληλους θλιβόμενους και εφελκυόμενους οπλισμούς.

Το πάχος των μανδυών, που επιλέγεται με βάση τιμές της βιβλιογραφίας και κοινών επιλογών της πράξης, είναι το ίδιο για κάθε υποστύλωμα και έχει τιμή 7.50 cm. Η ίδια επέμβαση γίνεται και στις δοκούς, δηλαδή ολόπλευροι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος, με πάχος 6 cm σε κάθε πλευρά. Τα τοιχώματα που προστέθηκαν στην κατασκευή έχουν κατά μέσο όρο μήκος 2.5 m και πάχος 35 cm. Οι λεπτομέρειες σχετικά με τις θέσεις και τις ακριβείς διαστάσεις των τοιχωμάτων αλλά και των υπολοίπων στοιχείων παρατίθενται στην ενότητα 6.3.5. Τα υλικά που επιλέγονται για την ενίσχυση είναι σκυρόδεμα κατηγορίας C30/37 και ο χάλυβας οπλισμού B500C.

6.3.2 Ενίσχυση υποστυλωμάτων:

Η πλέον συνήθης ενίσχυση των υποστυλωμάτων είναι η προσθήκη μανδυών από συμβατικό οπλισμένο σκυρόδεμα, όπως έχει επιλεχθεί σε αυτή την πρόταση. Για την υλοποίηση των μανδυών μπορεί να χρησιμοποιηθεί έγχυτο σκυρόδεμα, εκτοξευόμενο, σκυροτσιμεντομήγματα ή και ειδικά σκυροδέματα [2, 4]. Η κατασκευή μανδυών με έγχυτο σκυρόδεμα επιτρέπεται σε περιπτώσεις όπου το πάχος τους είναι πάνω από 8 cm, ενώ με το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα επιτρέπεται η δημιουργία μανδυών από πάχος 5 cm και άνω [4]. Με βάση τα παραπάνω, ο τρόπος σκυροδέτησης στην συγκεκριμένη κατασκευή είναι αυτός του εκτοξευόμενου σκυροδέματος. Με το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα επιτυγχάνεται υψηλή αντοχή λόγω του μικρού λόγου νερού προς τσιμέντο, ενώ πραγματοποιείται και επαρκής συμπύκνωση κατά την διάρκεια της εκτόξευσης. Ακόμα, προσφέρει καλή συνάφεια μεταξύ παλαιού και νέου σκυροδέματος και μπορεί να γίνει σκυροδέτηση χωρίς τη χρήση ξυλοτύπων [4]. Τέλος, οι δύο μέθοδοι που χρησιμοποιούνται είναι ξηρά και η υγρή, όπου η διαφορά τους αποτελεί την στιγμή που εισάγεται το νερό στην ανάμιξη.

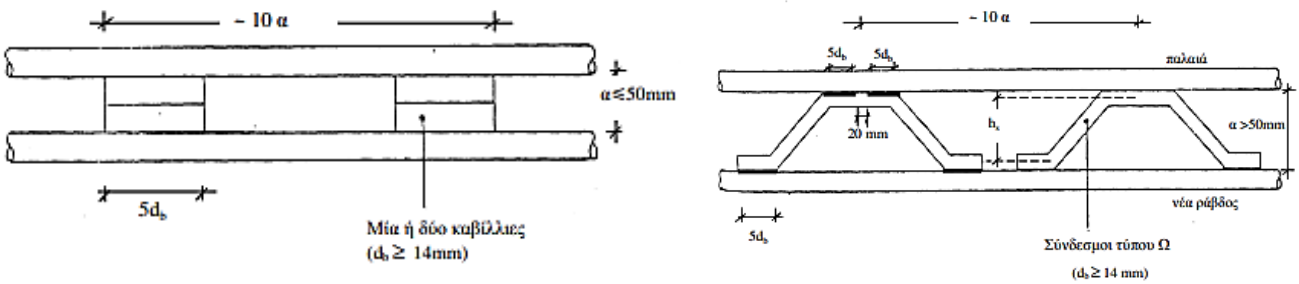
Σχήμα 6.2. *Κατασκευή μανδύα με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα [32].*

Κατά την σκυροδέτηση μανδυών οπλισμένου σκυροδέματος είναι αναγκαίο ο μανδύας να εκτείνεται και στους ανώτερους ορόφους καθώς μόνο έτσι είναι αποτελεσματική η καμπτική ενίσχυση. Με την προσθήκη κατάλληλου αριθμού συνδετήρων αποκτάται η κατάλληλη πλαστιμότητα μέσω περίσφιξης και ενισχύεται διατμητικά, αλλά επιλύεται και το σημαντικό πρόβλημα των ανεπαρκών παραθέσεων με την επέκταση των διαμηκών οπλισμών στο απαιτούμενο μήκος. Στη συνέχεια παρουσιάζεται η διαδικασία που ακολουθείται για την δημιουργία ενός μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος [4]:

1) Αρχικά, γίνεται υποστύλωση των δοκών και των πλακών που συντρέχουν με την κολώνα.
2) Πραγματοποιείται αφαίρεση της επικάλυψης του σκυροδέματος της υφιστάμενης κολώνας ή σε περίπτωση υποστυλώματος που έχει δεχθεί βλάβη, αφαιρείται το αποδιοργανωμένο σκυρόδεμα και διορθώνονται πιθανές τοπικές βλάβες.
3) Πραγματοποιείται η διάνοιξη των οπών στις απαιτούμενες θέσεις όπου θα γίνει αγκύρωση τους.
4) Στη συνέχεια, εκτραχύνεται η επιφάνεια του σκυροδέματος με ειδικό μηχανικό εξοπλισμό με σκοπό την εμφάνιση των αδρανών.

Σχήμα 6.3. *Εκτράχυνση υποστυλώματος [33].*

5) Η επιφάνεια καθαρίζεται με αέρα υπό πίεση, καθώς και οι οπές που έχουν δημιουργηθεί.
6) Τοποθετούνται οι διαμήκεις οπλισμοί στις θέσεις που έχουν υπολογιστεί και έχουν ανοιχτεί οπές. Στο ισόγειο ή υπόγειο (αν υπάρχει) πρέπει να λαμβάνονται κατάλληλα μέτρα και η μανδύωση να συνεχίζει στη θεμελίωση. Η αγκύρωση των οπλισμών στο θεμέλιο μπορεί να γίνει με χημικές αγκυρώσεις με χρήση ρητινών.
7) Μετά, πραγματοποιείται η αγκύρωση των οπλισμών σε όσες θέσεις απαιτείται.
8) Τοποθετούνται και ηλεκτροσυγκολλούνται τα παρεμβλήματα σύνδεσης των παλαιών με των νέων οπλισμών. Η σύνδεση αυτή είναι εφικτό να γίνει δύσκαμπτα ή εύκαμπτα παρεμβλήματα, με τη μορφή τους να φαίνεται στο Σχήμα 6.4. Η επιλογή κρίνεται με βάση την απόσταση ανάμεσα στις δύο ράβδους.

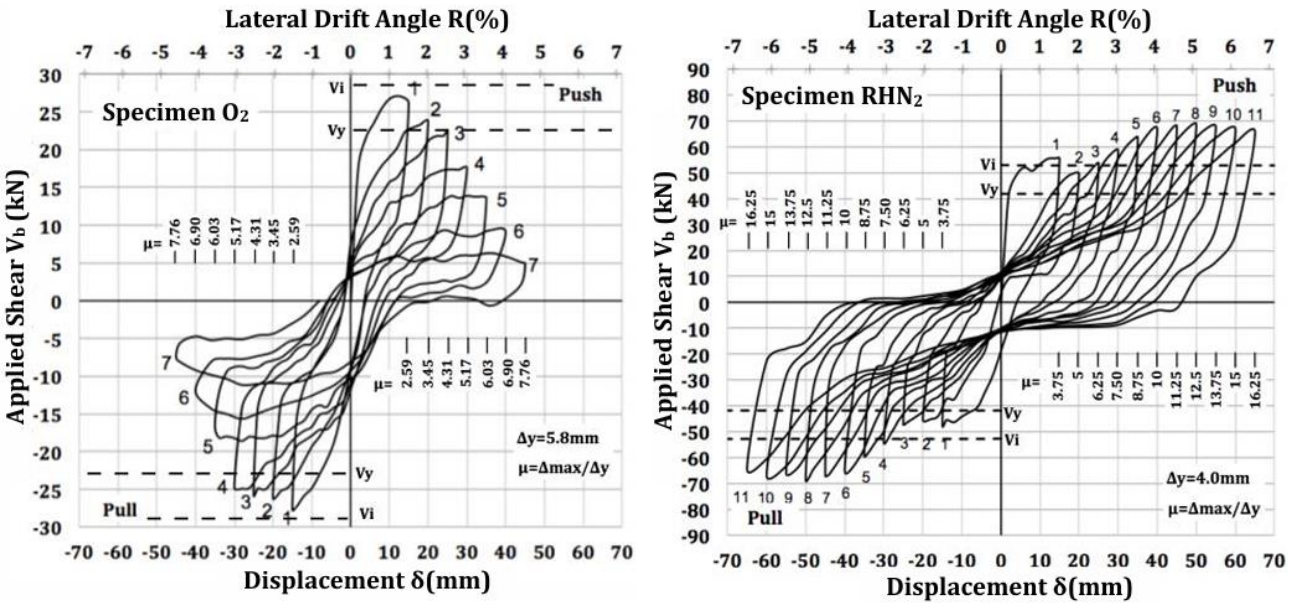


Σχήμα 6.4. *Μορφές αναρτήρων – Δύσκαμπτος (αριστερά), Εύκαμπτος (δεξιά) [4].*

9) Τοποθέτηση των νέων συνδετήρων με διάνοιξη όπως σε περιπτώσεις τριών ή και παραπάνω τμήσεων.
10) Πραγματοποιείται εκ νέου καθαρισμός των επιφανειών με αέρα και νερό υπό πίεση.
11) Μετά το πέρας 6 ωρών από την τελευταία διαβροχή, σκυροδετείται ο μανδύας με τον τρόπο που έχει επιλέγει (στην περίπτωση που χρησιμοποιείται έγχυτο σκυρόδεμα χρειάζεται τοποθέτηση ξυλοτύπων που θα διαβρεχθούν και εκείνοι).

Σχήμα 6.5. *Υποστύλωμα πριν την σκυροδέτηση [34].*

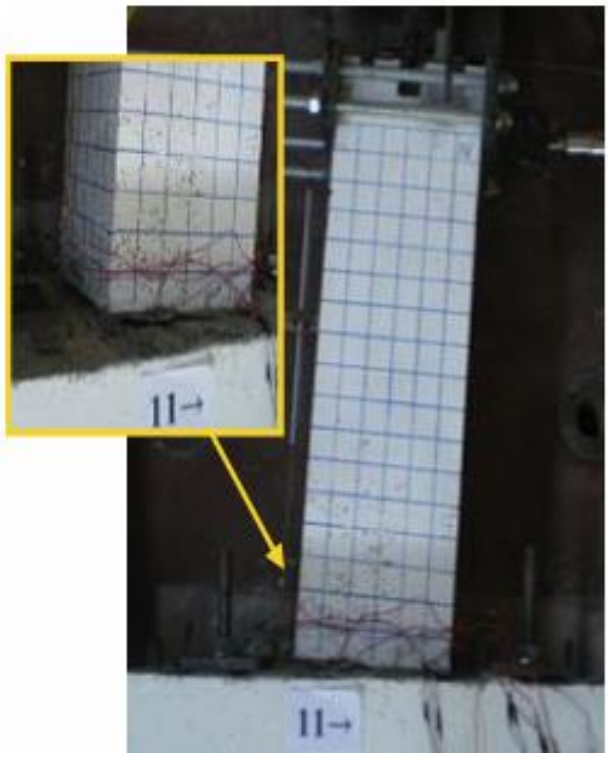
Στη συνέχεια παρουσιάζονται οι υστερητικοί βρόχοι απόκρισης ενός ενισχυμένου υποστυλώματος με ολόπλευρο μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος στο οποίο έχει θεραπευθεί η ανεπάρκεια των παραθέσεων και η έλλειψη συνδετήρων (Καλογερόπουλος (2017) και Kalogeropoulos and Tsonos (2019)) [19]. Η γενική συμπεριφορά του υποστυλώματος είναι εμφανώς βελτιωμένη όπως φαίνεται και στη σύγκριση μεταξύ των υστερητικών βρόχων του σχήματος 6.6. Οι βρόχοι του υφιστάμενου υποστυλώματος έχουν αναλυθεί στην ενότητα 1.3.1.



Σχήμα 6.6. *Υστερητικοί βρόχοι ενισχυμένου υποστυλώματος με μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος και ταυτόχρονη θεραπεία του μήκους παράθεσης των διαμήκων οπλισμών μέσω επαρκούς περίσφιξης (δεξιά) [18, 19].*

Από τους βρόχους του Σχήματος 6.6 είναι ευνόητο να θεωρηθεί ότι η χρήση μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος λειτουργεί αποτελεσματικά στην απόκριση ενός υποστυλώματος όταν συγχρόνως θεραπεύεται με κατάλληλο σχεδιασμό η ανεπάρκεια της παράθεσης των διαμήκων οπλισμών του. Η ενέργεια που απορροφάται κατά την σεισμική κίνηση είναι εξαιρετικά αυξημένη συγκριτικά με ένα παλαιό υποστύλωμα (Ενότητα 1.3.1), το οποίο φαίνεται από το μεγαλύτερο μέγεθος των βρόχων κάθε κύκλου. Ακόμα, μετά τον πρώτο κύκλο είναι φανερό ότι δεν μειώνεται η αντοχή του δοκιμίου καθώς δεν υπάρχει πτώση της δύναμης που μπορεί να δεχτεί, ενώ συγκριτικά με το παλιό υποστύλωμα μπορεί να εμφανίσει έως και τη διπλάσια αντοχή. Από το παραπάνω, προκύπτει ότι η αστοχία δεν είναι διατμητική (ψαθυρή), αλλά αμιγώς καμπτική. Εφόσον, το υποστύλωμα αστοχεί καμπτικά, σημαίνει ότι δεν υπάρχει ολίσθηση των παραθέσεων και οι συνδετήρες που προστέθηκαν παρέχουν την απαιτούμενη πλαστιμότητα. Η πειραματική διαδικασία σταμάτησε στους 11 κύκλους φόρτισης και σε αυτή τη στιγμή το δοκίμιο, τύπου προβόλου, είχε αναπτύξει μετακίνηση 6.50 cm, που αντιστοιχεί σε τελική μετατόπιση του υποστυλώματος 13 cm. Τα φαινόμενα δευτέρας τάξεως είχαν ελάχιστη επιρροή λόγω τη υψηλής αντοχής του μανδύα, ενώ για τον ίδιο λόγο και σε συνδυασμό με την ισχυρή περίσφιξη δεν παρουσιάζεται αποφλοίωση της επικάλυψης σκυροδέματος και λυγισμός των διαμηκών ράβδων. Τέλος, αξιοποιώντας τους βρόχους και τα αποτελέσματα από τα ηλεκτρομηκυνσιόμετρα των ράβδων, παρατηρείται ότι οι νέοι διαμήκεις οπλισμοί διέρρευσαν και εμφάνισαν παραμόρφωση της τάξεως του 18‰, ενώ οι παλιοί 4.55‰, το οποίο επιβεβαιώνει την αποτελεσματικότητα του

εφαρμοσθέντος σχήματος ενίσχυσης [19]. Στο Σχήμα 6.7 φαίνεται η καμπτική αστοχία στη βάση του δοκιμίου (οριζόντια ρωγμή) σε συνδυασμό με τον άθικτο μανδύα.



Σχήμα 6.7. *Καμπτική αστοχία ενισχυμένου δοκιμίου από την πειραματική έρευνα των Kalogeropoulos and Tsonos (2019) [19].*

Η κατασκευή μανδυών γίνεται και με την χρήση ειδικών τύπων οπλισμένου σκυροδέματος. Τα τελευταία χρόνια μέσα από πειραματικές έρευνες έχει αποδειχτεί η αποδοτικότητα μανδυών από υπερύψηλής αντοχής σκυρόδεμα (Ultra – high Strength Reinforced Concrete), σκυρόδεμα με μεταλλικές ίνες (High Strength Fiber – reinforced Concrete – HSFC) [15], ο συνδυασμός τους (Ultra – high Strength Fiber – reinforced Concrete – UHSFC) [35 - 37] αλλά και υβριδικοί μανδύες που συνδυάζουν τα παραπάνω με μεταλλικά πλέγματα οπλισμού [38, 39]. Το σημαντικότερο πλεονέκτημα των παραπάνω ειδών μανδυών είναι η χρήση λιγότερου διαμήκους οπλισμού ή και η πλήρης παράληψη του [35]. Με τους παραπάνω ειδικούς τύπους σκυροδέματος έχουν πραγματοποιηθεί και πειράματα με μανδύες λεπτού πάχους, όπου αποδείχθηκαν ικανοί να βελτιώσουν τις ιδιότητες των υποστυλωμάτων χωρίς να αυξάνουν τις διαστάσεις της διατομής και επηρεάζοντας τον περιβάλλοντα χώρο [23]. Στην παρούσα εργασία δεν εξετάζεται η χρήση κάποιου από τα παραπάνω υλικά.

6.3.3 Ενίσχυση δοκών:

Η ενίσχυση των δοκών με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος δεν είναι πάντα αναγκαία, καθώς οι διατμητικές βλάβες μπορούν να αντιμετωπιστούν και με άλλους τρόπους ενίσχυσης. Στις περιπτώσεις που γίνεται χρήση μανδυών οπλισμένου σκυροδέματος, η πλέον συνήθης επιλογή είναι οι ολόπλευροι μανδύες λόγω της

καλύτερης απόκρισης του συγκριτικά με τους τρίπλευρους. Η διαδικασία τοποθέτησης τους είναι παρόμοια με αυτή των υποστυλωμάτων, με ορισμένες διαφορές.

1) Για την τοποθέτηση των νέων συνδετήρων διανοίγονται οπές στην πλάκα ανά τις απαιτούμενες αποστάσεις.
2) Η σκυροδέτηση της δοκού κάτω από την πλάκα γίνεται με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα λόγω ευκολίας.
3) Αντίθετα, η σκυροδέτηση του άνω πέλματος μπορεί να γίνει είτε με έγχυτο σκυρόδεμα είτε εκτοξευόμενο. Σημειώνεται ότι το πάχος της προσαρμόζεται ώστε να μην ξεπερνά το πάχος των παλαιών δαπέδων.

Σχήμα 6.8. *Δοκός πριν την σκυροδέτηση [40].*

Το πάχος των μανδυών στις δοκούς κυμαίνεται από 5 έως 10 εκατοστά [4]. Με τη χρήση τους επιτυγχάνεται καμπτική και διατμητική ενίσχυση των δοκών και αντιμετώπιση όλων των πιθανών προβλημάτων που εμφανίζονται στις παλιές κατασκευές. Σημαντικό με αυτού του είδους την ενίσχυση είναι η κατάλληλη επιλογή των διαμηκών οπλισμών ώστε να μην εισάγουν ισχυρή ένταση εντός των κόμβων. Σε περίπτωση όπου η αναπτυσσόμενη ροπή είναι υψηλή, είναι εφικτό να γίνει τοποθέτηση λιγότερου οπλισμού ώστε να μην προέλθει η διατμητική αστοχία της δοκού. Τέλος, η αγκύρωση των διαμηκών ράβδων εντός του κόμβου είναι εφικτό να γίνει είτε σύμφωνα με τα σημερινά κανονιστικά πλαίσια ή με χρήση μεταλλικών πλακών εκτός του κόμβου, το οποίο όμως χρειάζεται τεκμηριωμένους υπολογισμούς και εξειδικευμένο προσωπικό [41].

6.3.4 Προσθήκη τοιχωμάτων:

Με την κατασκευή τοιχωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος, επιτυγχάνεται αύξηση της δυσκαμψίας, της αντοχής και της πλαστιμότητας της κατασκευής. Η πλήρωση των πλαισίων ή η κατασκευή μέχρι ένα μέρος τους, μπορεί να γίνει με διάφορους τρόπους [4, 42]:

- Επί τόπου κατασκευή τοιχωμάτων με έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα (πλήρως εμφατνούμενα).
- Προκατασκευασμένα τοιχώματα.
- Συμπαγής τοιχοποιία από οπτόπλινθούς ή τσιμεντόλιθους.
- Πλευρικά τοιχώματα που είναι συνέχεια υποστυλωμάτων (έγχυτο ή εκτοξευόμενο σκυρόδεμα).

Η χρήση των τοιχωμάτων οδηγεί σε υψηλή αύξηση της δυσκαμψίας, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα και την αύξηση της σεισμικής δύναμης που δέχεται το κτήριο. Ωστόσο, η δύναμη αυτή παραλαμβάνεται από τα τοιχώματα και έτσι αποφορτίζονται τα υφιστάμενα υποστυλώματα. Ακόμα, λόγω της μεγαλύτερης δυσκαμψίας που αποκτά το κτήριο, μειώνονται σε σημαντικό βαθμό οι μετακινήσεις. Το παραπάνω έχει ως αποτέλεσμα την απαλοιφή της επιρροής των φαινομένων δευτέρας τάξεως αλλά και στην προστασία του μη φέροντος οργανισμού. Εκτός από την θετική επιρροή στις ιδιότητες του κτηρίου, με την κατασκευή τοιχωμάτων είναι εφικτό να επιλυθούν μορφολογικά προβλήματα των κατόψεων, όπως συνδέσεις δοκού επί δοκού. Για την επιτυχή λειτουργία της προσθήκης όμως, χρειάζεται να τοποθετηθούν σε κατάλληλες θέσεις που εξαρτώνται από τους παρακάτω παράγοντες:

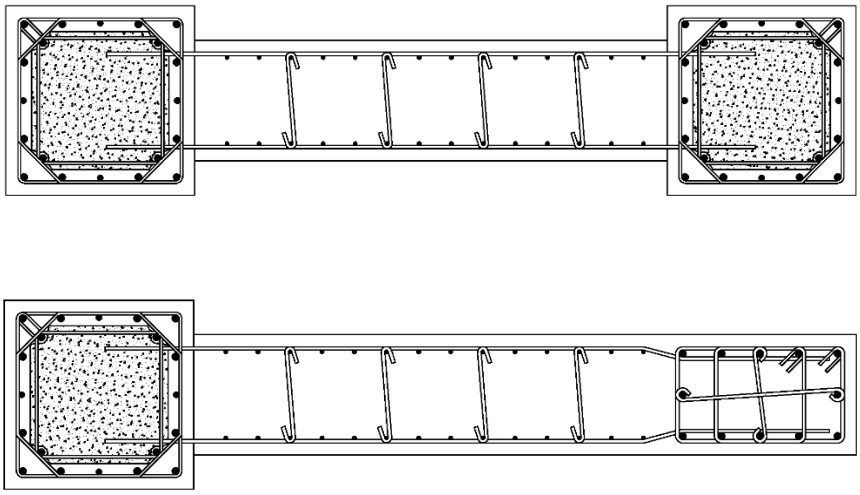
- Η στρεπτική ευαισθησία του κτηρίου.
- Η προσπάθεια επίλυσης των προβλημάτων δοκού επί δοκού.
- Οι θέσεις ανοιγμάτων και η προσπάθεια αποφυγής τοποθέτησης σε εσωτερικούς χώρους.
- Η αποφυγή δημιουργίας βραχέων δοκών.
- Κατάλληλη ενίσχυση του κλιμακοστασίου.

Σημαντικός παράγοντας για την λειτουργία τους είναι και η σύνδεση τους με τα υφιστάμενα στοιχεία. Έτσι, στη συνέχεια παρουσιάζονται τα βασικά βήματα κατασκευής των εμφατνούμενων τοιχωμάτων [4, 42, 43]:

1) Για την κατασκευή των κροφοκολωνών, εφόσον είναι υφιστάμενα υποστυλώματα, ακολουθούνται τα ίδια βήματα της ενίσχυσης στύλων με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος.
2) Τοποθέτηση των οριζόντιων οπλισμών του κορμού με χημική αγκύρωση ή ηλεκτροσυγκόλληση σε οπές που έχουν διανοιχτεί στα υφιστάμενα υποστυλώματα, ενώ σε περίπτωση περάτωσης του τοιχώματος πριν το υφιστάμενο υποστύλωμα, αγκυρώνονται όπως στις νέες κατασκευές.
3) Οι κατακόρυφοι οπλισμοί του κορμού συνδέονται με τον ίδιο τρόπο στο κάτω πέλμα της ανώτερης δοκού και στο άνω πέλμα της κατώτερης.
4) Ακολουθούν όλες οι διαδικασίες καθαρισμού, όπως στα υποστυλώματα, και στη συνέχεια πραγματοποιείται η σκυροδέτηση με τον επιλεγμένο τρόπο.

Σχήμα 6.9. *Τοίχωμα πριν την σκυροδέτηση [34].*

Στις περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται έγχυτο σκυρόδεμα, το τοίχωμα κατασκευάζεται μέχρι 20 cm κάτω από το πέλμα της άνω δοκού για λόγους συστολής ξήρανσης. Μετά από ένα χρονικό διάστημα λαμβάνει χώρα και η πλήρωση του κενού που έχει απομείνει [4]. Βέβαια, εκτός από τις κατασκευαστικές λεπτομέρειες, σημαντικό για την σωστή λειτουργία των τοιχωμάτων, είναι ο επαρκής διαμήκης οπλισμός και η αγκύρωση του από τις συντρέχουσες δοκούς στην ισχυρή διεύθυνση τους. Το παραπάνω, επηρεάζει σημαντικά την μεταφορά των οριζόντιων δυνάμεων στα τοιχώματα. Τέλος, είναι απαραίτητη η σύνδεση των τοιχωμάτων με την θεμελίωση, το οποίο πραγματοποιείται με σύζευξη των μεμονωμένων πέδιλων των υποστυλωμάτων ή με κατάλληλη ενίσχυση της συνδετήριας δοκού αν υπάρχει.



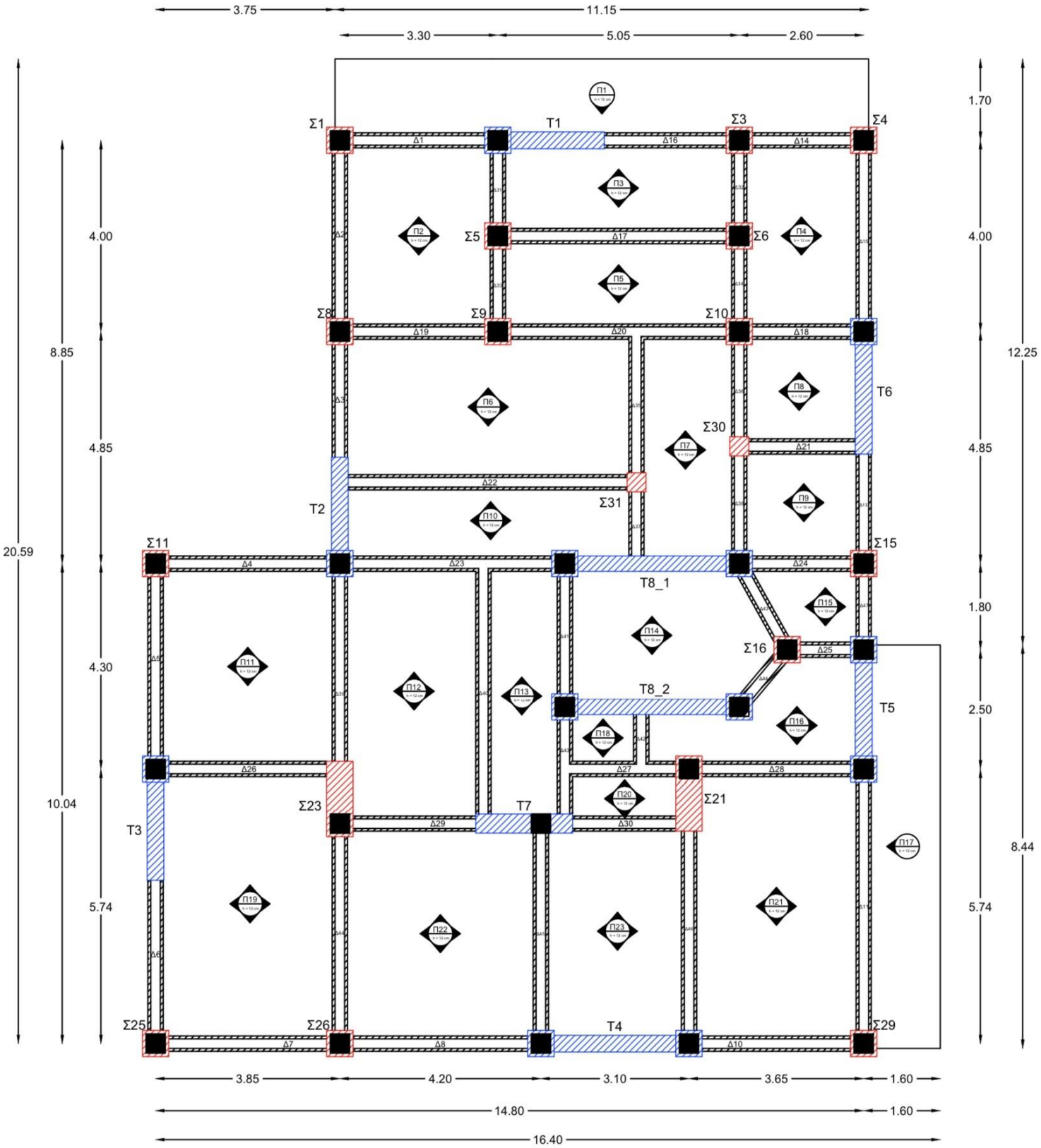
Σχήμα 6.10. *Διατομή τοιχωμάτων ενίσχυσης (ενδεικτική μορφή).*

6.3.5 Μορφή και δεδομένα:

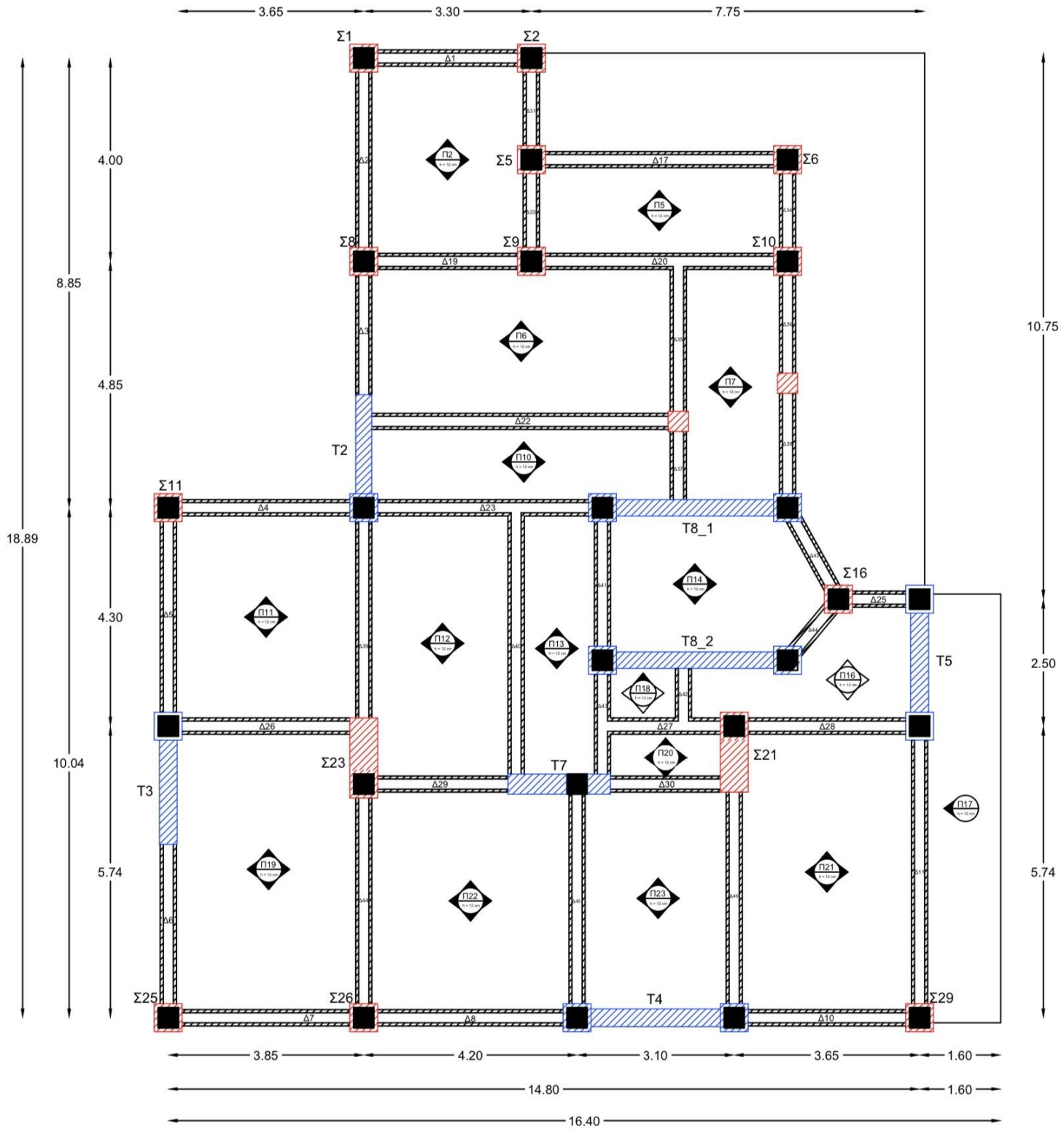
Για τον φορέα που εξετάζεται στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε σειρά αναλύσεων μέχρι την τελική εκλογή της ενίσχυσης. Το νέο σύστημα, αποτελείται από 9 τοιχώματα, όπου 6 από αυτά βρίσκονται στην περίμετρο του κτηρίου. Τα δύο από τα υπόλοιπα τρία, αποτελούν την ενίσχυση του κλιμακοστάσιου, στο οποίο επιλέγεται να μην γίνει προσθήκη πυρήνα καθώς κατά την ανάλυση δημιουργεί ισχυρή στρεπτική μετακίνηση (ανάγκη περισσότερων τοιχωμάτων περιμετρικά) και εφελκυστικά αξονικά φορτία στη πλάτη του. Έτσι, έγινε προσθήκη δύο εμφατνούμενων τοιχωμάτων 4 μέτρων περίπου κατά μήκος του κλιμακοστάσιου. Το μοναδικό τοίχωμα που προστέθηκε εντός της κατασκευής, είχε σκοπό την επίλυση δύο περιπτώσεων δοκού επί δοκού. Η πλειονότητα των τοιχωμάτων που προστέθηκαν έχουν ως μια κρυφοκολώνα ένα από τα παλιά υποστυλώματα και μήκος μικρότερο από αυτό του φατνώματος που γειτονεύει. Τα πλήρως εμφατνούμενα τοιχώματα της κατασκευής είναι τέσσερα.

Αξίζει να σημειωθεί ότι, τα υφιστάμενα υποστυλώματα Σ21 και Σ23 αποφασίστηκε να ενισχυθούν ως στύλοι μεγάλου μήκους (περίπου 1.50 m), για να μην γίνει διατάραξη του εσωτερικού χώρου. Για το λόγω αυτό, η διαστασιολόγηση τους χρειάζεται ιδιαίτερη προσοχή καθώς η συμπεριφορά τους πρόκειται να είναι ψαθυρή κατά την ισχυρή τους διεύθυνση (διατμητική αστοχία). Ακόμα, λόγω εφελκυστικών φορτίων που εμφανίζονται στο υποστύλωμα Σ16, οι δοκοί που συνδέονται με εκείνο (Δ25, Δ43 και Δ44) θεωρούνται ως μη φέροντα στοιχεία και γίνεται ανακατανομή των φορτίων στα γύρω τοιχώματα. Ωστόσο, η όπλιση των δοκών και του υποστυλώματος Σ16 πραγματοποιείται κανονικά. Τέλος, προστέθηκαν δύο επιπλέον υποστυλώματα (Σ30 και Σ31) ώστε να επιλυθούν δύο περιπτώσεις έμμεσων συνδέσεων.

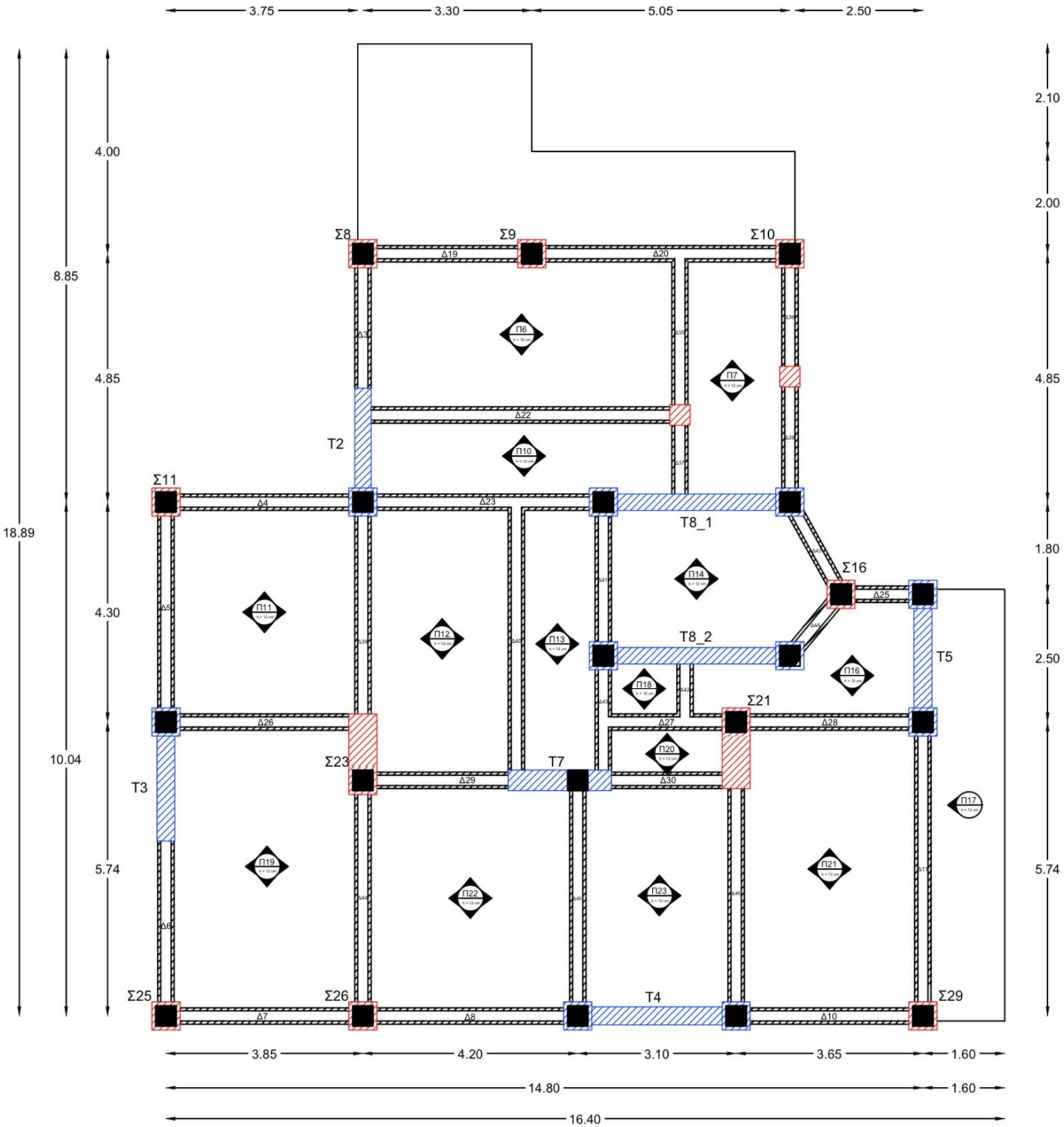
Με τις παραπάνω προσθήκες επιτεύχθηκε η επίλυση των περισσοτέρων προβλημάτων που εμφανίζονταν στην υφιστάμενη κατασκευή. Η τελική μορφή των κατόψεων του κτηρίου φαίνεται στις επόμενες εικόνες, για κάθε όροφο.



Σχήμα 6.11. *Ξυλότυπος Ενίσχυσης 1ης – 1ος, 2ος και 3ος όροφος.*



Σχήμα 6.12. *Ξυλότυπος Ενίσχυσης 1ης – 4ος όροφος.*



Σχήμα 6.13. *Ξυλότυπος Ενίσχυσης 1^{ης} – 5^{ος} όροφος.*

Στους επόμενους πίνακες παρατίθενται οι νέες διαστάσεις των στοιχειών μαζί με τους μανδύες καθώς και οι διαστάσεις των τοιχωμάτων με τις κρυφοκολώνες τους.

Πίνακας 6.1. *Διαστάσεις δοκών – Ενίσχυση 1η.*

Διαστάσεις δοκών - Ενίσχυση 1								
Ονομασία	**b (cm)**	**h (cm)**	**Ονομασία**	**b (cm)**	**h (cm)**	**Ονομασία**	**b (cm)**	**h (cm)**
Δ1 (Σ1 - Τ1)	33	52				**Δ34 (Σ6 - Σ10)**	33	58
Δ2 (Σ1 - Σ8)	33	47	**Δ19 (Σ8 - Σ9)**	26	52	**Δ35 (Δ20 - Σ31)**	33	72
Δ3 (Σ8 - Τ2)	33	62	**Δ20 (Σ9 - Σ10)**	33	72	**Δ36 (Σ10 - Σ30)**	26	58
Δ4 (Σ11 - Τ2)	33	62	**Δ21 (Σ30 - Τ6)**	26	60	**Δ37 (Σ31 - Τ8_1)**	33	72
Δ5 (Σ11 - Τ3)	33	72	**Δ22 (Τ2 - Σ31)**	26	54	**Δ38 (Σ30 - Τ8_1)**	33	58
Δ6 (Τ3 - Σ25)	33	72	**Δ23 (Τ2 - Τ8_1)**	26	62	**Δ39 (Τ2 -Σ23)**	33	62
Δ7 (Σ25 - Σ26)	33	59	**Δ24 (Τ8_1 - Σ15)**	26	64	**Δ40 (Δ23 - Τ7)**	26	62
Δ8 (Σ26 - Τ4)	33	59	**Δ25 (Σ16 - Τ5)**	26	32	**Δ41 (Τ8_1 - Τ8_2)**	26	40
Δ10 (Τ4 - Σ29)	33	59	**Δ26 (Τ3 - Σ23)**	33	46	**Δ42 (Τ8_2 - Δ27)**	26	32
Δ11 (Τ5 - Σ29)	33	80	**Δ27 (Τ7 - Σ21)**	33	44	**Δ43 (Τ8_2 - Τ7)**	33	40
Δ13 (Τ6 - Σ15)	33	58	**Δ28 (Σ21 - Τ5)**	26	44	**Δ44 (Σ23 - Σ26)**	26	62
Δ14 (Σ3 - Σ4)	33	58	**Δ29 (Σ23 - Τ7)**	26	67	**Δ45 (Τ7 - Τ4)**	26	62
Δ15 (Σ4 - Τ6)	33	58	**Δ30 (Τ7 - Σ21)**	26	67	**Δ46 (Σ21 -Τ4)**	26	87
Δ16 (Τ1 - Σ3)	33	72	**Δ31 (Τ1 - Σ5)**	26	52	**Δ48 (Σ15 - Τ5)**	33	62
Δ17 (Σ5 - Σ6)	33	72	**Δ32 (Σ3 - Σ6)**	33	58	**Δ49 (Τ8_1 - Σ16)**	26	47
Δ18 (Σ10 - Τ6)	33	56	**Δ33 (Σ5 - Σ9)**	26	52	**Δ50 (Σ16 - Τ8_2)**	33	47

Πίνακας 6.2. *Διαστάσεις υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων (1ου ορόφου) – Ενίσχυση 1η.*

Α' ΟΡΟΦΟΣ - ΙΣΟΓΕΙΟ		
Α/Α	**ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ**	
	X (cm)	**Y (cm)**
Σ1	42	42
Σ3	52	52
Σ4	40	40
Σ5	44	44
Σ6	44	44
Σ8	49	49
Σ9	58	58
Σ10	58	58
Σ11	62	62
Σ15	49	49
Σ16	44	44
Σ21	55	151.5
Σ23	62	155
Σ25	57	57
Σ26	57	57
Σ29	53	53
Σ30	40	40
Σ31	40	40

Β' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	**ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ**	
	X (cm)	**Y (cm)**
Σ1	40	40
Σ3	47	47
Σ4	40	40
Σ5	40	40
Σ6	40	40
Σ8	45	45
Σ9	53	53
Σ10	54	54
Σ11	58	58
Σ15	44	44
Σ16	43	43
Σ21	51	149.5
Σ23	58	153
Σ25	53	53
Σ26	53	53
Σ29	50	50
Σ30	40	40
Σ31	40	40

Γ' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	**ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ**	
	X (cm)	**Y (cm)**
Σ1	40	40
Σ3	41	41
Σ4	40	40
Σ5	40	40
Σ6	40	40
Σ8	42	42
Σ9	51	51
Σ10	52	52
Σ11	55	55
Σ15	40	40
Σ16	40	40
Σ21	49	148.5
Σ23	55	151.5
Σ25	51	51
Σ26	52	52
Σ29	48	48
Σ30	40	40
Σ31	40	40

Δ' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	**ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ**	
	X (cm)	**Y (cm)**
Σ1	40	40
Σ5	40	40
Σ6	40	40
Σ8	42	42
Σ9	46	46
Σ10	52	52
Σ11	45	45
Σ16	40	40
Σ21	45	146.5
Σ23	51	149.5
Σ25	45	45
Σ26	46	46
Σ29	42	42
Σ30	35	35
Σ31	35	35

Διαστάσεις τοιχωμάτων - 1ος Όροφος						
Τοίχωμα	**Διαστάσεις**		**Αριστερή κρυφοκολώνα**		**Δεξία κρυφοκολώνα**	
	b_{w0} (cm)	**L (m)**	**b_w (cm)**	**l_c (cm)**	**b_w (cm)**	**l_c (cm)**
Τ1	35.00	2.50	46.00	52.50	35.00	52.50
Τ2	35.00	2.50	62.00	62.00	35.00	52.50
Τ3	35.00	2.60	62.00	62.00	35.00	52.50
Τ4	35.00	3.68	56.00	56.00	60.00	60.00
Τ5	35.00	2.50	40.00	52.50	55.00	55.00
Τ6	35.00	2.63	46.00	52.50	35.00	52.50
Τ7	39.00	2.00	39.00	58.50	39.00	58.50
Τ8_1	35.00	4.24	58.00	63.60	60.00	63.60
Τ8_2	35.00	4.11	49.00	61.58	42.00	61.58

Ε' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	**ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ**	
	X (cm)	**Y (cm)**
Σ8	40	40
Σ9	43	43
Σ10	47	47
Σ11	44	44
Σ16	40	40
Σ21	40	144
Σ23	44	146
Σ25	43	43
Σ26	40	40
Σ30	35	35
Σ31	35	35

Στο Παράρτημα Β και στους πίνακες διαστασιολόγησης παρουσιάζονται οι διαστάσεις των τοιχωμάτων από τους ανώτερους ορόφους. Στη συνέχεια, παρατίθενται τα τελικά δεδομένα της ανάλυσης.

Συντελεστές ασφαλείας:

Οι συντελεστές ασφαλείας των υλικών που χρησιμοποιούνται για την διαστασιολόγηση είναι αυτοί των νέων κανονισμών, δηλαδή:

- Για το σκυρόδεμα: γ_c = 1.50.
- Για τον χάλυβα: γ_s = 1.15.

Για τους συνδυασμούς ανάλυσης, οι συντελεστές των φορτιστικών καταστάσεων είναι οι παρακάτω:

- Συντελεστής μόνιμων δράσεων στατικής φόρτισης: γ_g = 1.35.
- Συντελεστής μόνιμων δράσεων σεισμικής φόρτισης: γ_g' = 1.10.
- Συντελεστής κινητών δράσεων στατικής φόρτισης: γ_q = 1.50 (Πίνακες Α.1.2(Α) και Α.1.2(Β), EN1990).
- Συντελεστής κινητών δράσεων σεισμικής φόρτισης: ψ_2 = 0.3 (Πίνακας Α1.1, EN1990, για κατηγορία Α).

Προσδιορισμός στατικού συστήματος:

Η εύρεση του τύπου του στατικού συστήματος του φορέα γίνεται με κατανομή μιας αυθαίρετης τέμνουσας (F_b = 10000 kN) σύμφωνα με τον τύπο του εδαφίου (3) της παραγράφου 4.3.3.2.3 του EN1998 – 1.

$$F_i = F_b \cdot \frac{z_i \cdot m_i}{\Sigma z_j \cdot m_j}$$

Η εκλογή του συστήματος καθορίζεται από το ποσοστό της αναλαμβανόμενης τέμνουσας των τοιχωμάτων συγκριτικά με τα υποστυλώματα.

Πίνακας 6.3. *Κατηγοριοποίηση με βάση το ποσοστό τέμνουσας που αναλαμβάνεται.*

		Ποσοστό τέμνουσας στη βάση του κτιρίου που αντιστοιχεί σε:		Αναλαμβανόμενα φορτία	Πότε το κτίριο είναι στρεπτικώς ευαίσθητο; (στ)	Πότε το κτίριο θεωρείται ανεστραμ. εκκρεμές; (ε)
		χωρικά πλαίσια	τοιχώ-ματα			
(α)	Πλαισιακό σύστημα	>65%		Τα κατακόρυφα & οριζόντια φορτία αναλαμβάνονται κυρίως από χωρικά πλαίσια.	Όταν έστω και σε μία διεύθυνση δεν ισχύει η ανίσωση $r \geq l_s$	Όταν >50% της μάζας βρίσκεται στο ανώτερο 1/3 του ύψους ή κατανάλωση ενέργειας κυρίως στη βάση ενός μεμονω-μένου δομικού στοιχείου
(β)	Σύστημα τοιχωμάτων (συζευγμένων ή μη)		>65%	Τα κατακόρυφα & οριζόντια φορτία αναλαμβάνονται κυρίως από τοιχώματα.		
(γ1)	Διπλό σύστημα ισοδύναμο προς πλαισιακό	≤65% αλλά >50%		Τα κατακόρυφα φορτία αναλαμβάνονται κυρίως από χωρικά πλαίσια.		
(γ2)	Διπλό σύστημα ισοδύναμο προς σύστημα τοιχωμάτων		≤65% αλλά >50%			
(δ)	Σύστημα με μεγάλα ελαφρώς οπλισμένα τοιχώματα	(i) περιλαμβάνει τουλάχιστον 2 τοιχώματα με μήκος L ≥ min (4m, $2h_w/3$), όπου h_w το ύψος τους, που φέρουν τουλάχιστον το 20% των φορτίων βαρύτητας του σεισμικού συνδυασμού, και (ii) έχει θεμελιώδη ιδιοπερίοδο $T_1 \leq 0.5$sec.				

Από την ανάλυση, προκύπτει ο Πίνακας 6.4, όπου κατά την Διεύθυνση Χ φαίνεται ότι τα τοιχώματα λαμβάνουν 82% της τέμνουσας βάσης, ενώ κατά την Διεύθυνση Υ το 66%.

Πίνακας 6.4. *Τιμές τέμνουσας στη βάση υποστυλωμάτων και τοιχωμάτων – Προσδιορισμός στατικού συστήματος.*

Αντιδράσεις βάσης							
Σεισμός κατά Χ				Σεισμός κατά Υ			
Τέμνουσα βάσης	10000	kN		Τέμνουσα βάσης	10000	kN	
Υποστυλώματα		Τοιχώματα		Υποστυλώματα		Τοιχώματα	
Στοιχείο	Τιμή (kN)	Στοιχείο	Τιμή (kN)	Στοιχείο	Τιμή (kN)	Στοιχείο	Τιμή (kN)
Σ1	24.395	Τ1	1067.018	Σ1	21.582	Τ1	56.01473
Σ3	76.055	Τ2	54.540	Σ3	65.362	Τ2	1676.657
Σ4	15.127	Τ3	30.373	Σ4	30.825	Τ3	1850.568
Σ5	24.088	Τ4	1871.402	Σ5	46.176	Τ4	111.566
Σ6	24.387	Τ5	28.383	Σ6	48.834	Τ5	1700.422
Σ8	28.244	Τ6	53.041	Σ8	75.815	Τ6	1821.897
Σ9	64.651	Τ7	582.193	Σ9	72.509	Τ7	62.865
Σ10	68.248	Τ8_1	2969.101	Σ10	94.121	Τ8_1	87.292
Σ11	50.011	Τ8-2	2471.174	Σ11	116.756	Τ8_2	121.782
Σ15	53.339	Σύνολο	9127.225	Σ15	99.543	Σύνολο	7489.064
Σ16	6.964	Ποσοστό	91.27	Σ16	12.866	Ποσοστό	74.89
Σ21	117.609	Σύστημα Τοιχωμάτων κατά Χ		Σ21	684.801	Σύστημα Τοιχωμάτων κατά Υ	
Σ23	142.145			Σ23	808.331		
Σ25	38.522			Σ25	108.231		
Σ26	62.724			Σ26	73.189		
Σ29	40.996			Σ29	75.055		
Σ30	20.857			Σ30	38.455		
Σ31	14.398			Σ31	38.472		
Σύνολο	872.760			Σύνολο	2510.923		
Ποσοστό	8.73			Ποσοστό	25.11		

Σύμφωνα με τον Πίνακα 6.3, το στατικό σύστημα του κτηρίου και στις δύο διευθύνσεις είναι «Σύστημα Τοιχωμάτων» και πιο συγκεκριμένα ασύζευκτων, καθώς δεν υπάρχουν πάνω από δύο τοιχώματα με δοκούς σύζευξης.

<u>Συντελεστής συμπεριφοράς:</u>

Ο συντελεστής συμπεριφοράς της ενισχυμένης κατασκευής υπολογίζεται σύμφωνα με την παράγραφο 5.2.2.2 του EN1998 – 1. Το παραπάνω ορίζεται και από τους δύο κανονισμούς επεμβάσεων, ΚΑΝ.ΕΠΕ. και EN1998 – 3. Για τον προσδιορισμό του τελικού συντελεστή συμπεριφοράς χρησιμοποιείται ο τύπος:

$$q = q_o \cdot k_w \ \geq 1.50$$

Όπου:

q_o: η βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς που επιλέγεται από τον Πίνακα 6.5 (Πίνακας 5.1 – EN1998 – 1).

Πίνακας 6.5. *Βασική τιμή συντελεστή συμπεριφοράς για κτήρια κανονικά σε όψη [24].*

ΤΥΠΟΣ ΣΤΑΤΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	ΚΠΜ	ΚΠΥ
Πλαισιωτό σύστημα, διπλό σύστημα, σύστημα συζευγμένων τοιχωμάτων	$3{,}0\alpha_u/\alpha_1$	$4{,}5\alpha_u/\alpha_1$
Σύστημα ασύζευκτων τοιχωμάτων	3,0	$4{,}0\alpha_u/\alpha_1$
Στρεπτικά εύκαμπτο σύστημα	2,0	3,0
Σύστημα ανεστραμμένου εκκρεμούς	1,5	2,0

Οι παραπάνω τιμές αποτελούν το βασικό συντελεστής συμπεριφοράς κανονικών σε όψη συστημάτων. Για τα κτήρια όπου είναι μη κανονικά σε όψη, ο EN1998 – 1 ορίζει σύμφωνα με το εδάφιο (3), μείωση του q_o κατά 20%.

Ακόμα, ορίζονται οι τιμές των παραμέτρων α_1 και α_u που αντιπροσωπεύουν τα εξής:

α_1: *η τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστεί η οριζόντια σεισμική σεισμική δράση σχεδιασμού ώστε για πρώτη φορά η καμπτική επιπόνηση να γίνει ίση με την καμπτική αντοχή σε οποιοδήποτε στοιχείο στον φορέα, ενώ οι άλλες δράσεις σχεδιασμού παραμένουν σταθερές.*

α_u: *η τιμή με την οποία πρέπει να πολλαπλασιαστεί η οριζόντια σεισμική δράση σχεδιασμού για να αναπτυχθούν πλαστικές αρθρώσεις σε τόσες θέσεις ώστε να σχηματιστεί πλήρως πλαστικός μηχανισμός, ενώ όλες οι άλλες δράσεις σχεδιασμού παραμένουν σταθερές. Ο συντελεστής μπορεί να υπολογιστεί από μη-γραμμική γενική ανάλυση.*

Η τιμή του λόγου των δύο συντελεστών προσδιορίζεται αναλόγως της κανονικότητα του κτηρίου σε κάτοψη σύμφωνα με τα εδάφια (5) και (6) του EN1998 – 1. Η μέγιστη τιμή του είναι 1.50 (εδάφιο (8))

k_w: ο συντελεστής που εκφράζει την επικρατούσα μορφή αστοχίας σε συστήματα που αποτελούνται από τοιχώματα και υπολογίζεται από τον τύπο (εδάφιο 11P):

$$k_w = \frac{1+\alpha_o}{3} \leq 1$$

Όπου:

α_o: κυριαρχούσα τιμή του λόγου όψεως των τοιχωμάτων του στατικού συστήματος και υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\alpha_o = \frac{\Sigma h_{wi}}{\Sigma l_{wi}}$$

Όπου:

h_{wi}: το ύψος του τοιχώματος i από τη βάση έως την απόληξη του.

l_{wi}: το μήκος της διατομής του τοιχώματος i.

Σύμφωνα με τον προσδιορισμό του στατικού συστήματος που παρουσιάστηκε σε αυτή την ενότητα (σύστημα ασύζευκτων τοιχωμάτων), η τιμή του βασικού συντελεστής συμπεριφοράς από τον Πίνακα 6.5. είναι q_o = 3. Επειδή το κτήριο είναι μη κανονικό σε όψη, για μείωση κατά 20% προκύπτει ότι, q'_o = 2.4. Στη συνέχεια υπολογίζεται ο συντελεστής α_o:

$$\alpha_o = \frac{\Sigma h_{wi}}{\Sigma l_{wi}} = \frac{148.38}{48.075} = 3.08$$

Έτσι, προκύπτει ο συντελεστής k_w:

$$k_w = \frac{1 + \alpha_o}{3} = 1.36 > 1$$

Άρα, k_w = 1 και ο τελικός συντελεστής συμπεριφοράς για την ανάλυση είναι q = 2.4.

<u>Φορτία και φορτιστικοί συνδυασμοί:</u>

Τα φορτία που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση είναι ίδια με αυτά της υφιστάμενης κατασκευής, με μοναδική διαφορά στο πρόσθετο μόνιμο φορτίων πλακών, το οποίο αυξάνεται κατά 0.50 kN/m^2 ($g_{προσθ}$ = 2.5 kN/m^2). Οι φορτιστικοί συνδυασμοί είναι πανομοιότυποι με εκείνους της αποτίμησης αλλά δεν πολλαπλασιάζονται με το συντελεστή προσομοιώματος γ_{sd} = 1.15.

- C1: 1.35G + 1.5Q
- C2: G + Q
- C3: 1.10G + 0.3Q + E_x + 0.3E_y
- C4: 1.10G + 0.3Q + E_x - 0.3E_y
- C5: 1.10G + 0.3Q - E_x + 0.3E_y
- C6: 1.10G + 0.3Q - E_x - 0.3E_y
- C7: 1.10G + 0.3Q + E_y + 0.3E_x
- C8: 1.10G + 0.3Q + E_y - 0.3E_x
- C9: 1.10G + 0.3Q - E_y + 0.3E_x
- C10: 1.10G + 0.3Q – E_y - 0.3E_x

6.4 Δεύτερη πρόταση ενίσχυσης:

6.4.1 Γενικά:

Η δεύτερη πρόταση προσεισμικής ενίσχυσης αποτελείται από την χρήση μανδυών οπλισμένου σκυροδέματος στα υποστυλώματα και την ολική ενίσχυση των δοκών με φύλλα ινοπλισμένων πολυμερών άνθρακα. Ο σκοπός της είναι αύξηση της αντοχής αλλά και της πλαστιμότητας του κτηρίου. Η δυσκαμψία της κατασκευής αυξάνεται ελάχιστα καθώς δεν προστίθενται τοιχώματα και αλλάζει μόνο η γεωμετρία των υποστυλωμάτων. Η αντοχή των υποστυλωμάτων αυξάνεται από την προσθήκη των

νέων στρώσεων σκυροδέματος ενώ για τις δοκούς από τα φύλλα CFRP και τον αριθμό στρώσεων αυτών. Η πλαστιμότητα της κατασκευής αυξάνεται με την διατμητική ενίσχυση, λόγω της προσθήκης συνδετήρων στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων. Η χρήση των καμπτικών στρώσεων FRP στις δοκούς επιφέρει μείωση της πλαστιμότητας και των παραμορφώσεων τους, καθώς και μερική αύξηση της δυσκαμψίας [20]. Σημειώνεται ότι, με την επιλογή της συγκεκριμένης ενίσχυσης, η μάζα του κτηρίου αυξάνεται ελάχιστα, το οποίο έχει ως επακόλουθο την μικρή μεταβολή της σεισμικής δύναμης από το φάσμα σχεδιασμού. Συνδυάζοντας το παραπάνω, με τον υψηλό συντελεστή συμπεριφοράς που προτείνουν οι σημερινοί κανονισμοί, η σεισμική δύναμη που δέχεται το κτήριο συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση, είναι κατά 10% μικρότερη.

Το πάχος των μανδυών στα υποστυλώματα έχει τιμή 7.50 cm, όπως και στην πρώτη πρόταση ενίσχυσης. Στις δοκούς με πάχος 21 cm τοποθετούνται για την καμπτική ενίσχυσης 5 φύλλα CFRP στην άνω ίνα και 3 φύλλα CFRP στην κάτω ίνα. Για τα δοκάρια πάχους 14 cm, τοποθετούνται 5 φύλλα στην άνω ίνα και 4 στην κάτω (τελικές επιλογές μετά από δοκιμές, ως βέλτιστη συμπεριφορά). Η διατμητική ενίσχυση των δοκών γίνεται με τρίπλευρους μανδύες χωρίς μηχανικές αγκυρώσεις, με αριθμό στρώσεων που υπολογίζεται κατά την διαστασιολόγηση. Στα πλαίσια του κλιμακοστάσιου ακολουθείται ο ίδιος τρόπος ενίσχυσης με την πρώτη πρόταση, δηλαδή ολόπλευροι μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος, με πάχος 6 cm σε κάθε πλευρά. Τα υλικά που επιλέγονται για την ενίσχυση είναι σκυρόδεμα κατηγορίας C40/45, χάλυβας οπλισμού B500C και ύφασμα ινοπλισμένων πολυμερών άνθρακα SikaWrap300C. Οι ιδιότητες των υλικών φαίνονται στον παρακάτω πίνακα [44].

Πίνακας 6.6. *Ιδιότητες CFRP ενίσχυσης.*

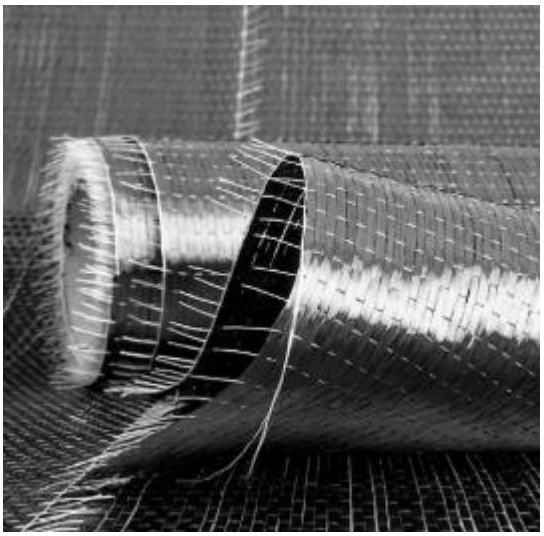
Ιδιότητες SikaWrap300c		
Α/Α	**Ξηρών ινών**	**Φύλλου**
Πάχος (mm)	0.167	0.167
Εφελκυστική αντοχή (MPa)	4000	3200
Μέτρο ελαστικότητας (GPa)	230	220
Επιμήκυνση θράυσης (%)	1.7	1.56

6.4.2 Ενίσχυση υποστυλωμάτων:

Η διαδικασία και ο σκοπός ενίσχυσης των υποστυλωμάτων με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος, είναι πανομοιότυπα με την πρώτη ενίσχυση. Μοναδική διαφορά αποτελεί η κατηγορία σκυροδέματος που αποσκοπεί στην μεγαλύτερη αντοχή των στοιχείων λόγω και της πλαισιακής κατασκευής. Με την χρήση υψηλότερης αντοχής σκυροδέματος είναι εφικτό να χρησιμοποιηθεί μικρότερο γεωμετρικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού, συγκριτικά με την πρώτη πρόταση ενίσχυσης.

6.4.3 Ενίσχυση δοκών με ινοπλισμένα πολυμερή άνθρακα (C-FRP):

Η ενίσχυση των δοκών για την παρούσα ενίσχυση γίνεται με ινοπλισμένα πολυμερή άνθρακα, όπως αναφέρθηκε στην ενότητα 6.3.1. Τα σύνθετα υλικά αποτελούνται από ίνες σε πολυμερική μήτρα και από την κόλλα εφαρμογής τους [31]. Η συμπεριφορά τους είναι γραμμικά ελαστική και χαρακτηρίζονται από την υψηλή εφελκυστική αντοχή τους και το μικρό τους βάρος. Η αντοχή είναι 3 έως και 10 φορές μεγαλύτερη από του χάλυβα, σε περιπτώσεις όμως μόνιμης έντασης μειώνεται κατά 30 – 40% [4]. Το βασικότερο μειονέκτημα των σύνθετων υλικών, είναι η χαμηλή αντίσταση τους σε υψηλές θερμοκρασίες, το οποίο οφείλεται στην κόλλα που χρησιμοποιείται για την στερέωση τους [4, 7, 31].



Σχήμα 6.14. *Ύφασμα ινοπλισμένου πολυμερούς άνθρακα [44].*

Οι τρόποι τοποθέτησης τους μπορούν να γίνουν με διάφορες τεχνικές, με τις πιο γνωστές να είναι [31]:

- Τοποθέτηση δια χειρός με επικόλληση.
- Αυτοματοποιημένη περιτύλιξη.
- Εφαρμογή με προένταση.
- Επιταχυμένη σκλήρυνση με θέρμανση.
- Προκατασκευασμένα στοιχεία.
- Εφαρμογή σε εγκοπές.

Η πιο διαδεδομένη μέθοδος που χρησιμοποιείται για την τοποθέτησης τους είναι η πρώτη από τις παραπάνω, και ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία [4, 7]:

1) Αρχικά, πραγματοποιείται εκτράχυνση του σκυροδέματος στην επιφάνεια του στοιχείου με ειδικό εξοπλισμό, σε βάθος 5 mm.
2) Στη συνέχεια, πραγματοποιείται εξομάλυνση των γωνιών του στοιχείου ώστε να μην τραυματιστεί το ύφασμα FRP κατά την τοποθέτηση του. Η εξομάλυνση γίνεται με ακτίνα 30 mm.

3) Καθαρίζεται η επιφάνεια με νερό και στεγνώνεται.
4) Εμποτισμός με αραιό διάλυμα εποξειδικής ρητίνης και τοποθέτηση εποξειδικού στόκου στην επιφάνεια.
5) Λείανση της επιφάνειας μετά την σκλήρυνση του εποξειδικού στόκου.
6) Επάλειψη του στοιχείου με εποδειξική ρητίνη κατάλληλου ιξώδους (1 – 2 mm) και προσθήκη κόλλας με πάχος τέτοιο ώστε κατά την τοποθέτηση των φύλλων να συμπιέζεται προς τα έξω.
7) Τοποθέτηση του φύλλου με ομοιόμορφη πίεση και χωρίς να εγκλωβιστεί αέρας στην διεπιφάνεια.
8) Μετά το πέρας 30 – 60 λεπτών πραγματοποιείται η αφαίρεση του προστατευτικού φύλλου και γίνεται προσθήκη νέας στρώσης ρητίνης.
9) Αν χρειάζεται προσθήκη περισσότερων στρώσεων, ακολουθείται η ίδια διαδικασία.
10) Αφού τοποθετηθούν όλες οι απαιτούμενες στρώσεις φύλλων, χρησιμοποιείται στρώση τσιμεντοκονιάματος για την προστασία της ενίσχυσης.

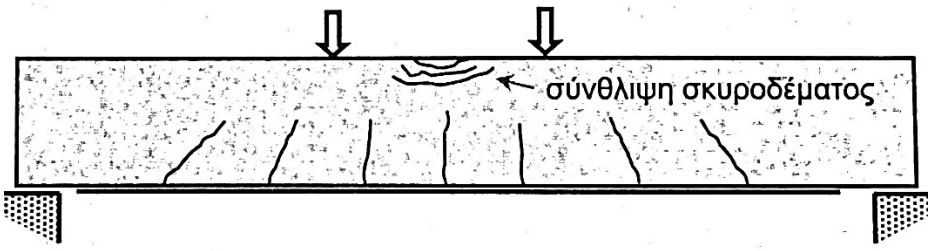
Σχήμα 6.15. *Τοποθέτηση φύλλων FRP [45].*

Η καμπτική ενίσχυση γίνεται με ελάσματα ή υφάσματα και η τοποθέτηση τους πρέπει να είναι τέτοια ώστε οι ίνες να είναι παράλληλες με τον άξονα του δομικού στοιχείου. Βασική προϋπόθεση για την καμπτική ενίσχυση με FRP αποτελεί πως το υφιστάμενο στοιχείο οφείλει να μπορεί να αναλάβει τα φορτία από το συνδυασμό G + 0.3Q [4]. Με την προσθήκη καμπτικών φύλλων FRP δεν επιτυγχάνεται αύξηση της πλαστιμότητας, αλλά συμβαίνει το αντίθετο [4]. Η πλαστιμότητα της διατομής εξαρτάται κυρίως από τον παλαιό οπλισμό του δομικού στοιχείου, για αυτό και είναι αναγκαίο να γίνει πλήρης αποκατάσταση των τοπικών ανεπαρκειών (ενίσχυση αγκυρώσεων).

Οι πιθανές μορφές αστοχίας κατά την καμπτική καταπόνηση είναι επτά [31]:

- Διαρροή εφελκυόμενου χάλυβα και σύνθλιψη του θλιβόμενου σκυροδέματος στη συνέχεια.
- Διαρροή εφελκυόμενου χάλυβα και αστοχία των σύνθετων υλικών στην συνέχεια.
- Αποκόλληση από καμπτική ρωγμή στα άκρα του δομικού στοιχείου.
- Αποκόλληση σε ενδιάμεση καμπτική ρωγμή.
- Αποκόλληση σε ενδιάμεση λοξή ρωγμή.
- Διατμητική αστοχία στο άκρο με αποκόλληση της επικάλυψης.

Ο επιθυμητός τρόπος αστοχίας είναι ο πρώτος και έχει την μορφή της Εικόνας 6.14.



Σχήμα 6.16 *Διαρροή εφελκυόμενου οπλισμού και σύνθλιψη σκυροδέματος [31].*

Για την διατμητική ενίσχυση των δομικών στοιχείων χρησιμοποιούνται κυρίως υφάσματα από ινοπλισμένα πολυμερή και η τοποθέτηση τους γίνεται συνήθως με τις ίνες κάθετες στον άξονα του δομικού στοιχείου. Ωστόσο, ο βέλτιστος τρόπος τοποθέτησης είναι παράλληλα με τις διατμητικές ρωγμές, κάτι το οποίο είναι δύσκολο να επιτευχθεί στην πράξη. Ο συνηθέστερος τρόπος ενίσχυσης είναι η χρήση τρίπλευρων μανδυών είτε σε λωρίδες είτε με συνεχή φύλλα. Σημαντικό μειονέκτημα είναι η δυσκολία αγκύρωσης των φύλλων καθώς δεν υπάρχει δυνατότητα πλήρους περιτύλιξης. Για τον λόγο αυτό, είναι αναγκαίο κατά την διαστασιολόγηση να μελετώνται όλες οι πιθανές μορφές αστοχίας. Οι βασικές αστοχίες είναι [31]:

- Θραύση των σύνθετων υλικών (σε περιπτώσεις κλειστών μανδυών).
- Αποκόλληση των σύνθετων υλικών (σε περιπτώσεις ανοικτών μανδυών)
- Πρόωρη αστοχία λόγω μεγάλου ανοίγματος της λοξής ρωγμής.

Η χρήση μηχανικών συνδέσμων για την αγκύρωση των υφασμάτων στην θλιβόμενη ζώνη είναι αποτελεσματικός τρόπος για την μείωση της πιθανότητας αποκόλλησης των σύνθετων υλικών και αύξηση τη διατμητικής αντοχής σε ανοικτό μανδύα. Ωστόσο, δεν έχει πραγματοποιηθεί ικανός αριθμός πειραματικών ερευνών για να υπολογιστεί ακριβής συντελεστής αύξησης της διατμητικής αντοχής, οπότε στην πιθανή χρήση μηχανικών συνδέσμων χρειάζεται τεκμηρίωση από φυσικά πειράματα. Η αύξηση που προκαλεί η μηχανική αγκύρωση φαίνεται από την πειραματική έρευνα των Chalioris et. al. (2020), όπου η διατμητική αντοχή πλακοδοκού με συνεχή φύλλα

FRP και μηχανική αγκύρωση, είναι 23% μεγαλύτερη από την αντίστοιχη δοκό που τα φύλλα είναι μόνο επικολλημένα [46]. Το ίδιο συμπέρασμα λαμβάνεται και από αναλυτικές έρευνες σε προγράμματα πεπερασμένων στοιχείων όπου η διατμητική αντοχή της δοκού με μηχανική αγκύρωση μπορεί να προκύψει έως και 50% μεγαλύτερη [47, 48]. Εκτός από την αύξηση στην διατμητική αντοχή, υπάρχει σημαντική βελτίωση και στην απόκριση της δοκού καθώς από διατμητική αστοχία με αποκόλληση του υλικού, στο ενισχυμένο με αγκύρωση δοκίμιο το παραπάνω περιορίζεται.

Σχήμα 6.17. Αστοχία δοκού με τρίπλευρο μανδύα – Χωρίς (πάνω) και με (κάτω) μηχανική αγκύρωση – Chalioris et. al. (2020) [33].

Για την επιθυμητή λειτουργία της ενίσχυσης πρέπει να ακολουθούνται ορισμένες κατασκευαστικές διατάξεις όπως η χρήση πλάστιμης κόλλας και η κατάλληλη αγκύρωση στις στηρίξεις με περιτύλιξη στα υποστυλώματα. Ακόμα, σημαντικό είναι το συνολικό πάχος των στρώσεων (ελασμάτων ή υφασμάτων) να μην ξεπερνά τα 4 mm. Από την βιβλιογραφία προτείνεται ο μέγιστος αριθμός στρώσεων FRP για την καμπτική ενίσχυση να είναι 5, ενώ για τα ελάσματα 3 [4].

Η χρήση των ινοπλισμένων πολυμερών για την διατμητική ενίσχυση δοκών μπορεί να πραγματοποιηθεί και με διαφορετικούς τρόπους. Τα τελευταία χρόνια έχουν διεξαχθεί πειραματικές έρευνες με την χρήση κορδονιών από FRP, τα οποία περιτυλίγονται γύρω από την διατομή διανοίγοντας οπές γύρω από την πλάκα και αγκυρώνοντας τα στο άνω πέλμα [49]. Τα αποτελέσματα των ερευνών έχουν αποδείξει την αποτελεσματικότητα του παραπάνω τρόπου ενίσχυσης. Ο ίδιος τρόπος έχει προταθεί και για την διατμητική ενίσχυση των κόμβων δοκών – υποστυλωμάτων,

σε μορφή εξωτερικού χιαστί επιφανειακού οπλισμού. Η περίσφιξη που προσφέρουν τα κορδόνια στην περιοχή του κόμβου μεταφέρουν την αστοχία στην δοκό, όπου είναι και το επιθυμητό αποτέλεσμα [50, 51]. Ωστόσο, ο συγκεκριμένος τρόπος αποτελείται από το βασικό μειονέκτημα της δύσκολης προσομοίωσης του σε ένα εμπορικό πρόγραμμα διαστασιολόγησης κτηριακών κατασκευών. Για τον λόγο αυτό δεν επιλέγεται η χρήση του στην παρούσα εργασία.

6.4.4 Μορφή και δεδομένα:

Σε αυτή την περίπτωση εφόσον τοποθετούνται μανδύες μόνο στα υποστυλώματα, δεν επηρεάζεται καθόλου η γεωμετρία της κατασκευής. Έτσι, η κάτοψη παραμένει ίδια με αυτή που παρουσιάζεται στο Κεφάλαιο 3. Ακόμα, εφόσον οι μανδύες που επιλέχθηκαν είναι ίδιου πάχους με αυτούς της πρώτης πρότασης, οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων είναι ίδιες. Ωστόσο, στη συνέχεια παρουσιάζονται οι νέες διαστάσεις των υποστυλωμάτων, καθώς σε αυτή την ενίσχυση δεν υπάρχουν τοιχώματα αλλά ούτε νέοι προστιθέμενοι στύλοι.

Πίνακας 6.6. *Διαστάσεις υποστυλωμάτων – Ενίσχυση 2η.*

Α' ΟΡΟΦΟΣ - ΙΣΟΓΕΙΟ		
Α/Α	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	X (cm)	Y (cm)
Σ1	42	42
Σ2	46	46
Σ3	52	52
Σ4	40	40
Σ5	44	44
Σ6	44	44
Σ7	46	46
Σ8	49	49
Σ9	58	58
Σ10	58	58
Σ11	62	62
Σ12	62	62
Σ13	58	58
Σ14	60	60
Σ15	49	49
Σ16	44	44
Σ17	40	40
Σ18	49	49
Σ19	42	42
Σ20	62	62
Σ21	55	55
Σ22	55	55
Σ23	62	62
Σ24	39	39
Σ25	57	57
Σ26	57	57
Σ27	56	56
Σ28	60	60
Σ29	53	53

Β' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	X (cm)	Y (cm)
Σ1	40	40
Σ2	40	40
Σ3	47	47
Σ4	40	40
Σ5	40	40
Σ6	40	40
Σ7	40	40
Σ8	45	45
Σ9	53	53
Σ10	54	54
Σ11	58	58
Σ12	59	59
Σ13	53	53
Σ14	56	56
Σ15	44	44
Σ16	43	43
Σ17	40	40
Σ18	46	46
Σ19	40	40
Σ20	58	58
Σ21	51	51
Σ22	51	51
Σ23	58	58
Σ24	37	37
Σ25	53	53
Σ26	53	53
Σ27	54	54
Σ28	56	56
Σ29	50	50

Γ' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	X (cm)	Y (cm)
Σ1	40	40
Σ2	40	40
Σ3	41	41
Σ4	40	40
Σ5	40	40
Σ6	40	40
Σ7	40	40
Σ8	42	42
Σ9	51	51
Σ10	52	52
Σ11	55	55
Σ12	56	56
Σ13	51	51
Σ14	53	53
Σ15	40	40
Σ16	40	40
Σ17	40	40
Σ18	44	44
Σ19	40	40
Σ20	55	55
Σ21	49	49
Σ22	49	49
Σ23	55	55
Σ24	33	33
Σ25	51	51
Σ26	52	52
Σ27	52	52
Σ28	54	54
Σ29	48	48

Δ' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	X (cm)	Y (cm)
Σ1	40	40
Σ2	40	40
Σ5	40	40
Σ6	40	40
Σ8	42	42
Σ9	46	46
Σ10	52	52
Σ11	45	45
Σ12	52	52
Σ13	48	48
Σ14	52	52
Σ16	40	40
Σ17	40	40
Σ18	40	40
Σ19	40	40
Σ20	49	49
Σ21	45	45
Σ22	44	44
Σ23	51	51
Σ24	28	28
Σ25	45	45
Σ26	46	46
Σ27	48	48
Σ28	48	48
Σ29	42	42

Ε' ΟΡΟΦΟΣ		
Α/Α	ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ	
	X (cm)	Y (cm)
Σ8	40	40
Σ9	43	43
Σ10	47	47
Σ11	44	44
Σ12	45	45
Σ13	40	40
Σ14	42	42
Σ16	40	40
Σ17	40	40
Σ18	40	40
Σ19	40	40
Σ20	44	44
Σ21	40	40
Σ22	40	40
Σ23	44	44
Σ24	28	28
Σ25	43	43
Σ26	40	40
Σ27	42	42
Σ28	44	44
Σ29	40	40

Οι διαστάσεις των περισσότερων δοκών δεν αλλάζουν καθώς γίνεται τοποθέτηση φύλλων CFRP, οπότε οι διαστάσεις τους φαίνονται στον Πίνακα 3.3 του Κεφαλαίου 3. Ωστόσο, στις δοκούς του κλιμακοστάσιου λόγω της κρισιμότητας του χώρου για την κατασκευή αλλά και σε ορισμένες που κρίνεται αναγκαίο πραγματοποιείται τοποθέτηση μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος. Πιο συγκεκριμένα, οι δοκοί Δ27 και

Δ29 μετά την πρώτη ανάλυση (προσθήκη FRP σε όλες τις δοκούς) δεν ήταν εφικτό να διαστασιολογηθούν επαρκώς έναντι διάτμησης, όποτε έγινε τοπική ενίσχυση με μανδύα σκυροδέματος. Στη δοκό Δ29 προστέθηκε ολόπλευρος μανδύας με πάχος 6 cm και η δοκός Δ27 καθαιρέθηκε λόγω του μικρού της ύψους. Στη θέση της έγινε κατασκευή νέας δοκού, με κατάλληλο ύψος. Οι διαστάσεις των ενισχυμένων δοκών με οπλισμένο σκυρόδεμα φαίνονται στον Πίνακα 6.7.

Πίνακας 6.7. *Διαστάσεις ενισχυμένων δοκών με οπλισμένο σκυρόδεμα – Ενίσχυση 2η.*

Διαστάσεις δοκών - Ενίσχυση 2		
Ονομασία	**b (cm)**	**h (cm)**
Δ25 (Σ13 - Σ14)	26	62
Δ27 (Σ16 - Σ17)	25	52
Δ28 (Σ18 - Σ19)	26	62
Δ29 (Σ20 - Δ39)	26	46
Δ43 (Σ14 - Σ16)	33	57
Δ44 (Σ16 - Σ19)	26	57

Αξίζει να σημειωθεί ότι, ορισμένες δοκοί είναι δυνατό να ενισχυθούν και εκείνες με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος, καθώς ο αριθμός στρώσεων που απαιτούνταν για την διατμητική ενίσχυση ήταν υψηλός. Η αλλαγή αυτή δεν έγινε καθώς η απόκριση του κτηρίου κατά την ιδιομορφική ανάλυση ήταν η βέλτιστη δυνατή και σύμφωνα με τα κανονιστικά κείμενα δεν υπήρχε όριο στον αριθμό στρώσεων που μπορούν να τοποθετηθούν. Τα παραπάνω αναλύονται στο Κεφαλαίο 7 και στην ενότητα 7.2.3. Στη συνέχεια παρατίθενται τα βασικά δεδομένα της ανάλυσης.

<u>Συντελεστές ασφαλείας:</u>

Οι συντελεστές ασφαλείας των υλικών που χρησιμοποιούνται για την διαστασιολόγηση είναι αυτοί των νέων κανονισμών, δηλαδή:

- Για το σκυρόδεμα: γ_c = 1.50.
- Για τον χάλυβα: γ_s = 1.15.
- Για τα ινοπλισμένα πολυμερή: γ_{FRP} = 1.20 (για ΚΑΝ.ΕΠΕ.) και γ_{FRP} = 1.50 (για EN1998 – 3).

Οι συντελεστές που χρησιμοποιούνται στους συνδυασμούς φόρτισης για τα φορτία είναι ίδιοι με αυτούς της πρώτης πρότασης.

<u>Συντελεστής συμπεριφοράς:</u>

Ο συντελεστής συμπεριφοράς της ενισχυμένης κατασκευής υπολογίζεται σύμφωνα με την παράγραφο 5.2.2.2 του EN1998 – 1, όπως έγινε και στην πρώτη ενίσχυση. Το στατικό σύστημα σε αυτή την περίπτωση είναι αμιγώς πλαισιακό, όποτε η βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς, για Κατηγορία Πλαστιμότητας Μέση, είναι:

$$q_o = 3\frac{\alpha_u}{\alpha_1}$$

Ο λόγος των δύο συντελεστών υπολογίζεται από τα εδάφια (5) και (6). Για πολυώροφο κτήριο που είναι κανονικό σε κάτοψη με πολύστυλο πλαισιακό σύστημα, από το εδάφιο (5) προκύπτει ότι $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1.3$. Ωστόσο, το κτήριο της παρούσας εργασίας είναι μη κανονικό σε κάτοψη, οπότε η τελική τιμή του λόγου είναι η μέση τιμή της μονάδας και αυτής του εδαφίου (5). Έτσι, προκύπτει ότι $\frac{\alpha_u}{\alpha_1} = 1.15$. Η βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς μαζί με την μείωση λόγω της μη κανονικότητας σε όψη είναι:

$$q'_o = 3\frac{\alpha_u}{\alpha_1} \cdot 0.8 = 2.76$$

Εφόσον το κτήριο είναι πλαισιακό, η τιμή του k_w είναι μονάδα, άρα η τελική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς είναι q = 2.76.

<u>Φορτία και φορτιστικοί συνδυασμοί:</u>

Τα φορτία και οι φορτιστικοί συνδυασμοί είναι όμοια με της πρώτης πρότασης ενίσχυσης.

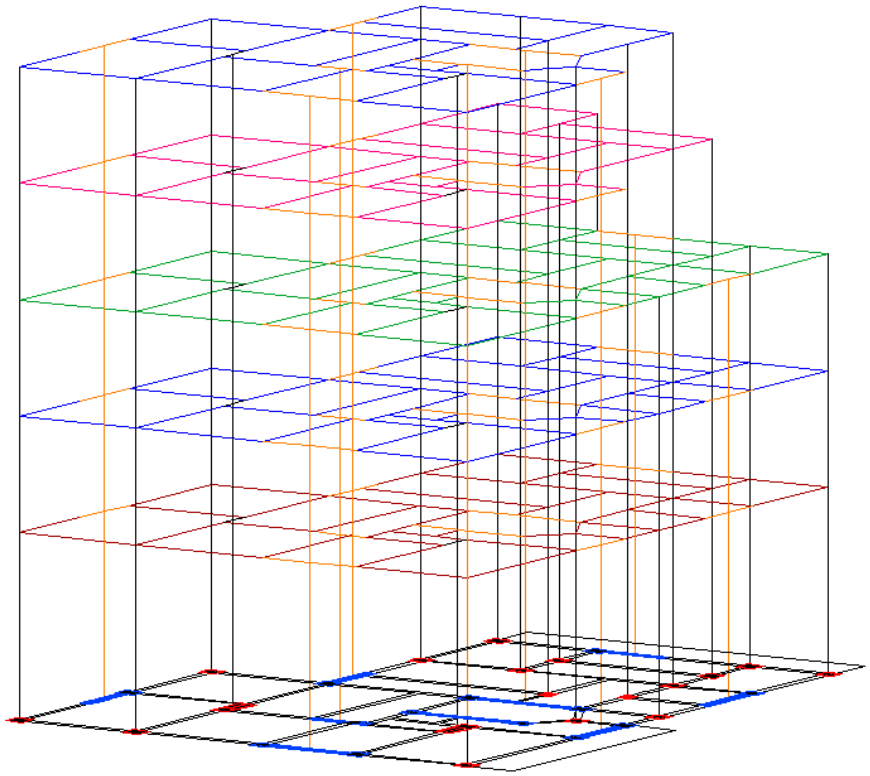
7. Αποτελέσματα ενισχύσεων κατασκευής.

Στο παρόν κεφάλαιο θα γίνει αναλυτική περιγραφή των προσομοιωμάτων των ενισχύσεων στο SAP2000, καθώς και η παρουσίαση των διαδικασιών διαστασιολόγησης και τα αντίστοιχα αποτελέσματα τους.

7.1 Αποτελέσματα πρώτης πρότασης ενίσχυσης:

7.1.1 Προσομοίωση της 1^{ης} ενίσχυσης στο SAP2000:

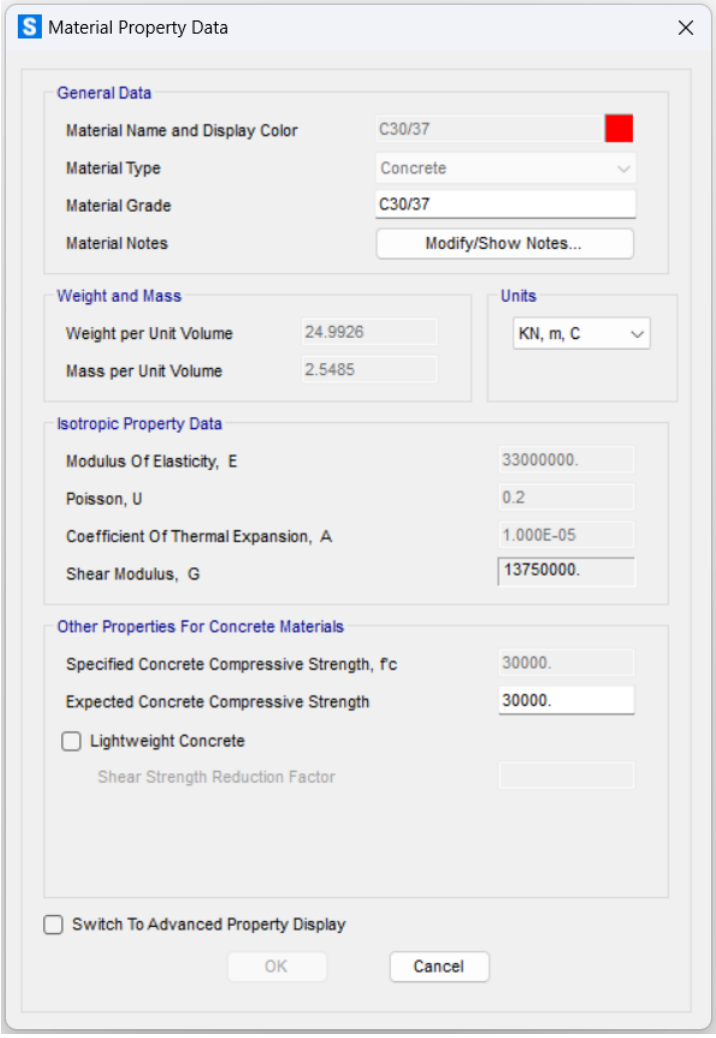
Η εισαγωγή στο SAP2000 ακολουθεί την ίδια διαδικασία που παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 4 για το υφιστάμενο κτήριο. Στην συνέχεια θα παρουσιαστεί η προσομοίωση των νεών στοιχείων. Πριν την προσθήκη των νέων παραμέτρων στο πρόγραμμα πεπερασμένων στοιχείων, δημιουργείται το νέο τρισδιάστατο μοντέλο στο σχεδιαστικό πρόγραμμα AutoCAD και εισάγεται ως αρχείο dxf.



Σχήμα 7.1. *Τρισδιάστατο προσομοίωμα 1^{ης} ενίσχυσης στο AutoCAD.*

<u>7.1.1.1 Υλικά:</u>

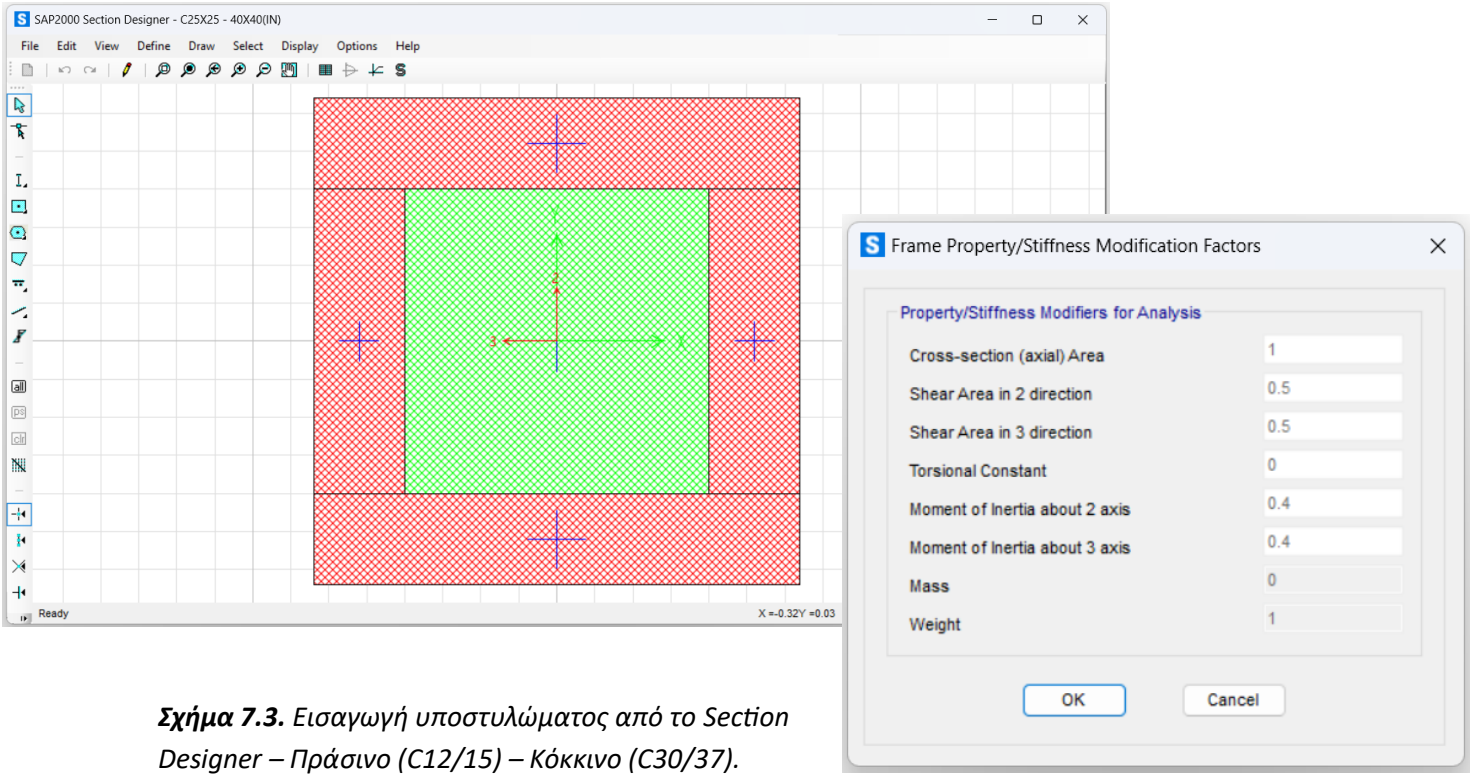
Στο νέο μοντέλο, εκτός από το αρχικό σκυρόδεμα C12/15, γίνεται προσθήκη και του νέου σκυροδέματος C30/37 από την βιβλιοθήκη του SAP2000 σύμφωνα με τον EN1992 – 1.



Σχήμα 7.2. *Εισαγωγή σκυροδέματος C30/37.*

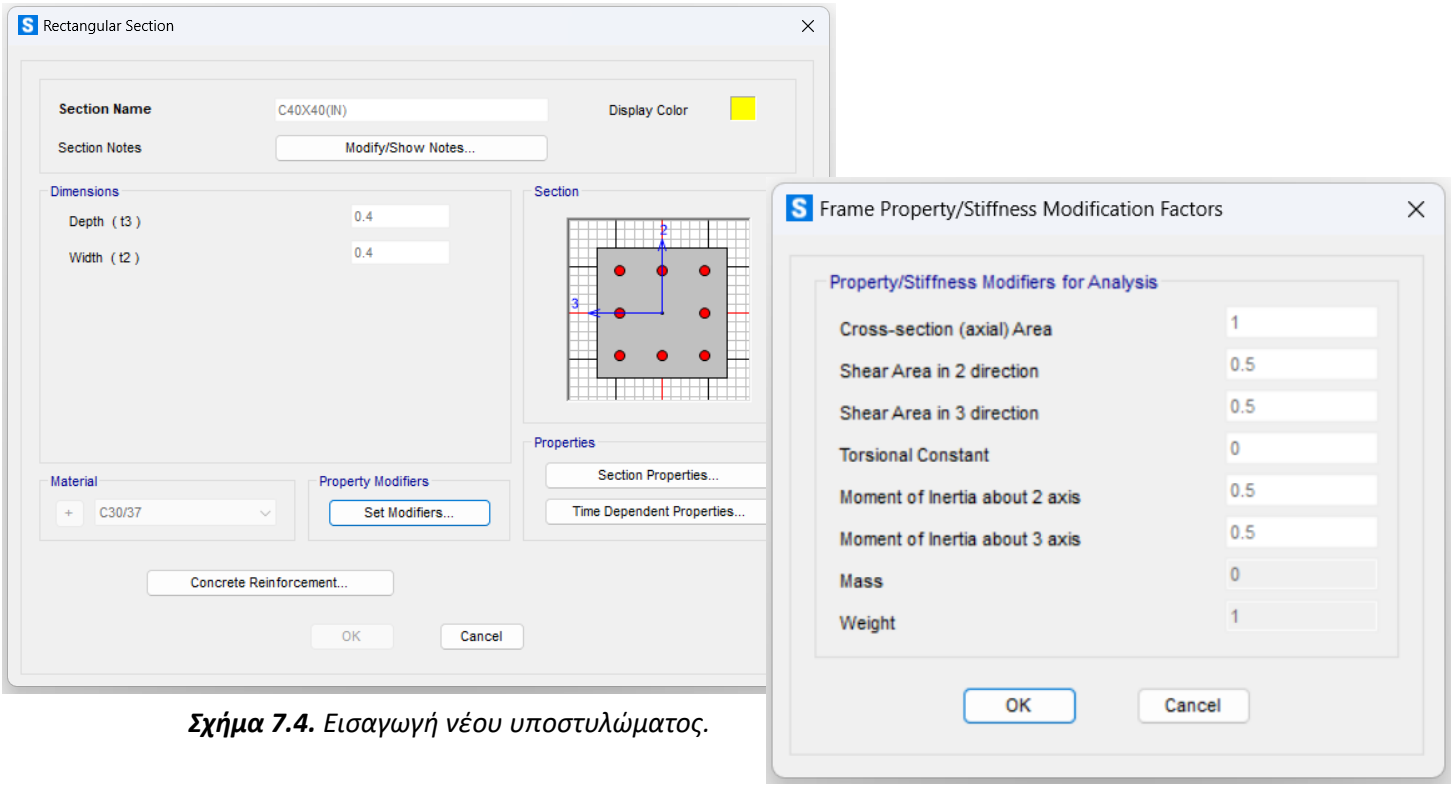
<u>7.1.1.2 Εισαγωγή διατομών νέων υποστυλωμάτων:</u>

Οι διατομές των νέων υποστυλωμάτων εισήχθησαν μέσω του Section Designer για την ακριβή προσομοίωση των ιδιοτήτων της διατομής. Με αυτό τον τρόπο, δεν χρειάζεται υπολογισμός της ομογενοποιημένης αντοχής των υποστυλωμάτων παρότι θα πραγματοποιηθεί στη συνέχεια για την διαστασιολόγηση των διατομών. Όσον αφορά τις ιδιότητες των διατομών, οι συντελεστές ακολουθούν τις διατάξεις του EN1998 – 1, με την δυσκαμψία να πολλαπλασιάζεται με τον κατάλληλο συντελεστή μονολιθικότητας όπως παρουσιάστηκε στο Κεφάλαιο 6. Συγκριτικά με την προσομοίωση της αποτίμησης, δημιουργούνται λιγότερες διατομές καθώς τα εσωτερικά και εξωτερικά υποστυλώματα έχουν τις ίδιους συντελεστές. Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζεται μια από τις ενισχυμένες διατομές των υποστυλωμάτων.



Σχήμα 7.3. *Εισαγωγή υποστυλώματος από το Section Designer – Πράσινο (C12/15) – Κόκκινο (C30/37).*

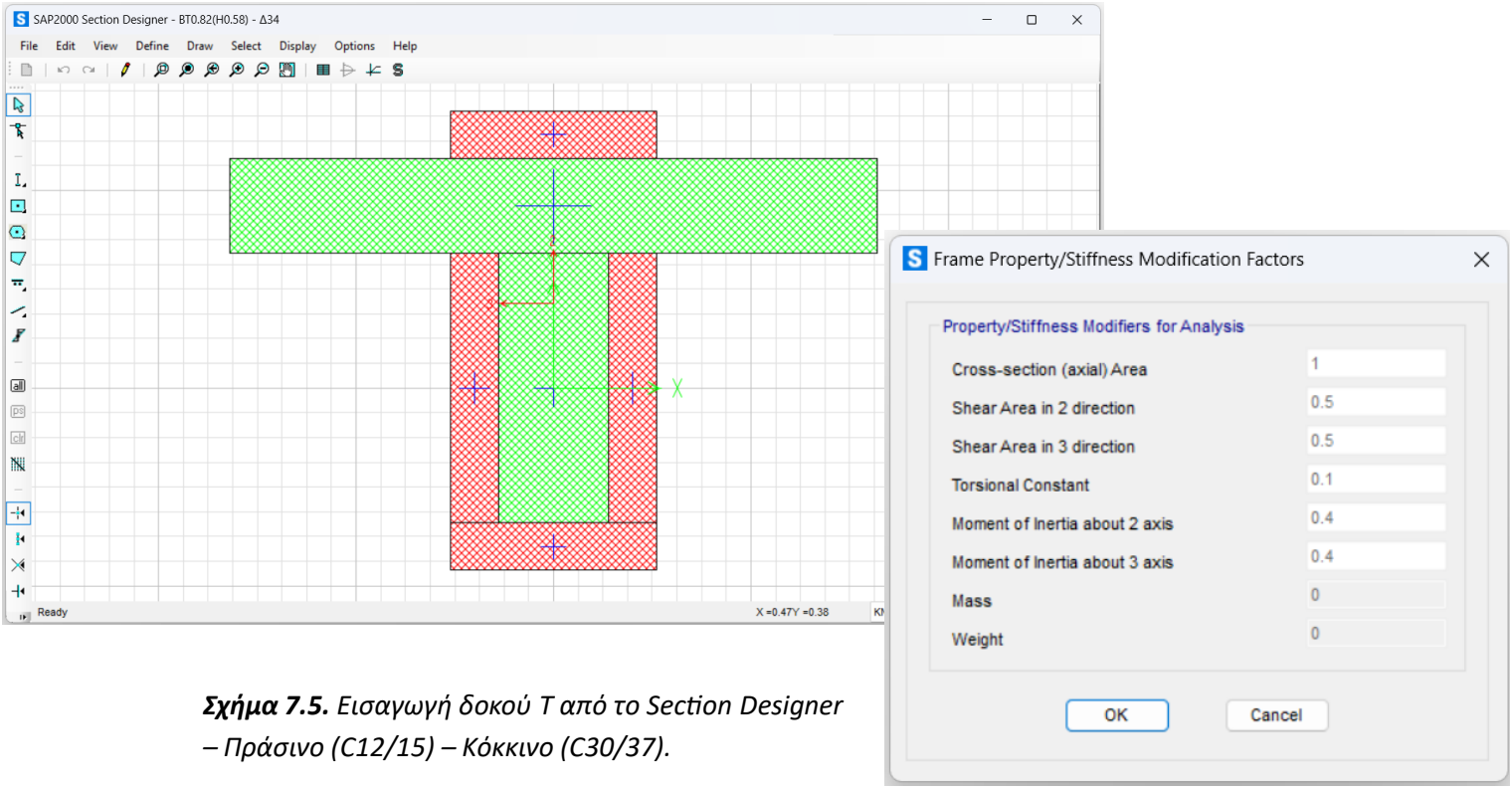
Τα υποστυλώματα που προστέθηκαν εκ νέου εισήχθησαν από τις ορθογωνικές διατομές, ενώ οι συντελεστές δυσκαμψίας τους δεν πολλαπλασιάστηκαν με συντελεστές μονολιθικότητας.



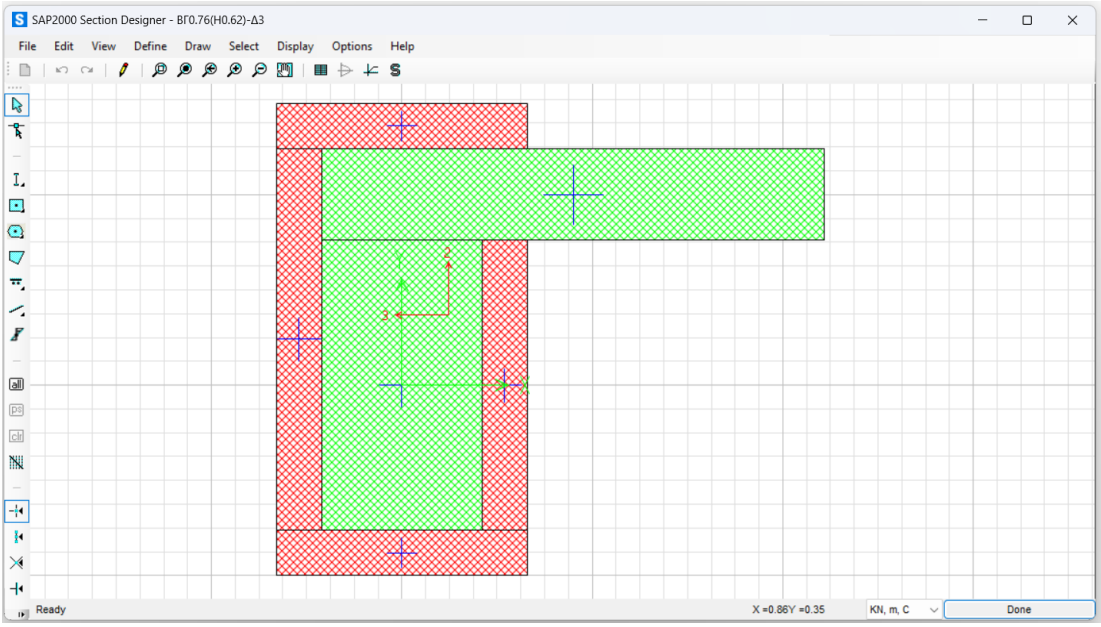
Σχήμα 7.4. *Εισαγωγή νέου υποστυλώματος.*

7.1.1.3 Εισαγωγή διατομών νέων δοκών:

Με αντίστοιχο τρόπο έγινε και η εισαγωγή των νέων δοκών με τους ολόπλευρους μανδύες. Ο υπολογισμός των συνεργαζόμενων πλατών ακολουθήσε, όπως και στην αποτίμηση, τις διατάξεις του EN1992 – 1.



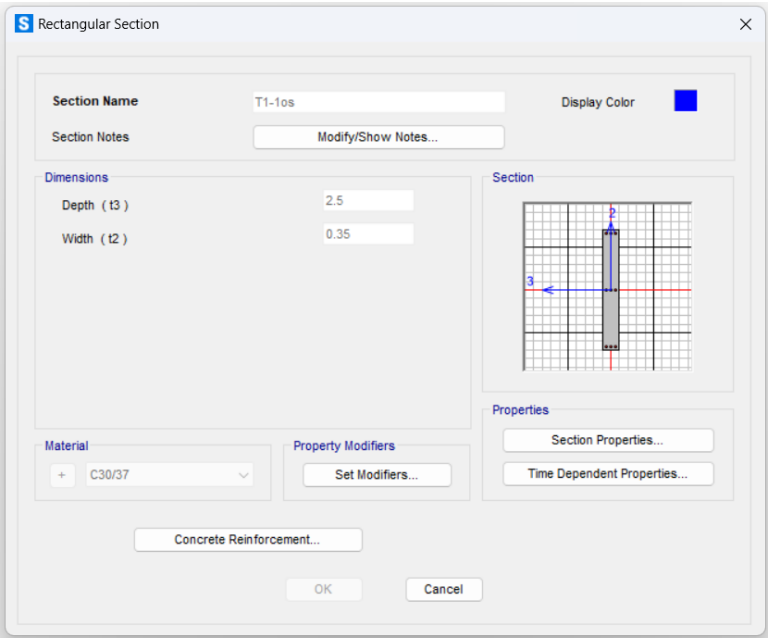
Σχήμα 7.5. *Εισαγωγή δοκού Τ από το Section Designer – Πράσινο (C12/15) – Κόκκινο (C30/37).*

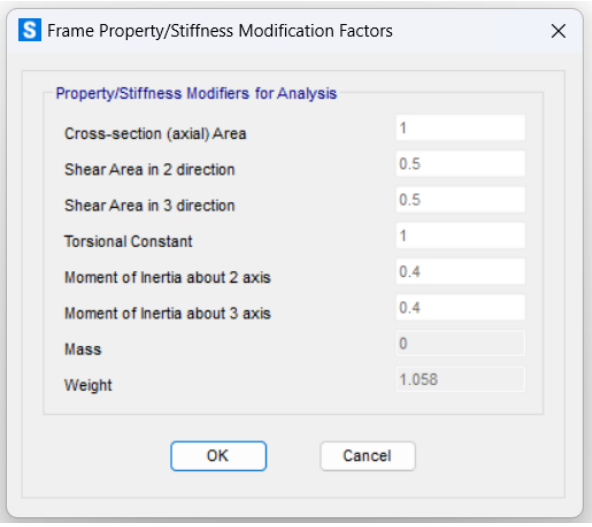


Σχήμα 7.6. *Εισαγωγή δοκού Γ από το Section Designer – Πράσινο (C12/15) – Κόκκινο (C30/37).*

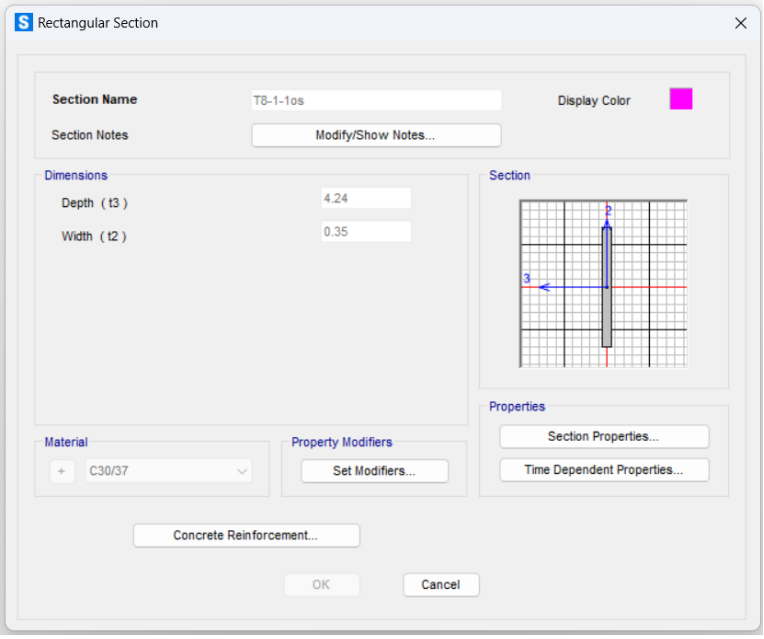
7.1.1.3 Εισαγωγή τοιχωμάτων:

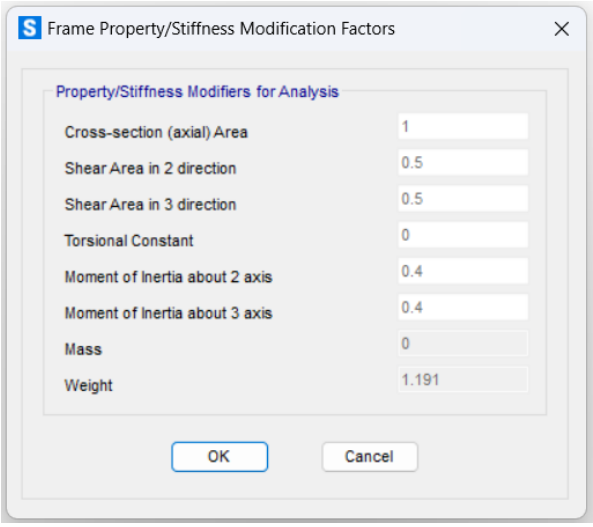
Τα τοιχώματα που προστέθηκαν στις θέσεις που παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 6, προσομοιώθηκαν με την μέθοδο του ισοδύναμου στύλου. Για λόγους απλότητας και υπολογιστικού κόστους η διατομή του ισοδυνάμου στύλου ορίστηκε ως απλή ορθογωνική με πάχος αυτό του κορμού και μήκος το πραγματικό του τοιχώματος. Αντίστοιχα, το υλικό που χρησιμοποιήθηκε είναι το C30/37 λόγω της μικρής επιρροής που έχει το παλαιό υποστύλωμα στην συνολική αντοχή. Ωστόσο, για την ακριβή προσομοίωση του βάρους, εφόσον δεν χρησιμοποιήθηκε το Section designer, υπολογίστηκαν κατάλληλοι συντελεστές αναλόγως με το ποσοστό βάρους που προσθέτει το παλαιό υποστύλωμα στη διατομή που ορίστηκε.





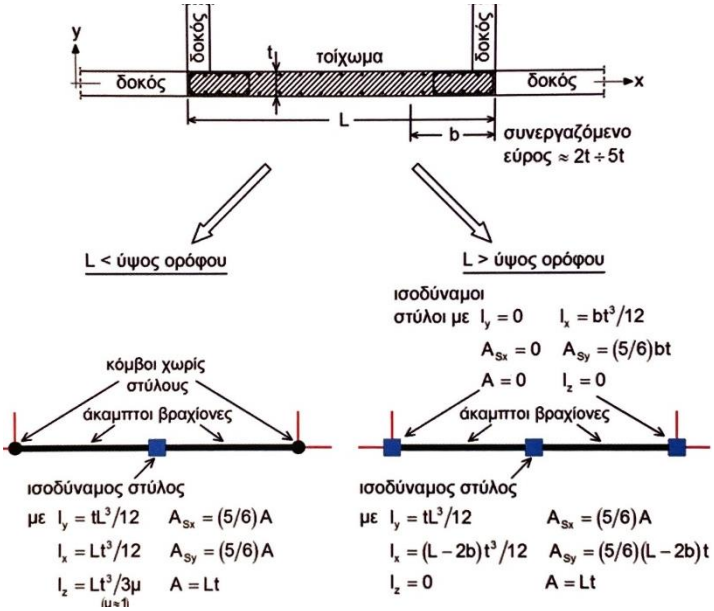
Σχήμα 7.7. *Εισαγωγή τοιχώματος με L < h και συντελεστή βάρους.*





Σχήμα 7.8. *Εισαγωγή τοιχώματος με L > h και συντελεστή βάρους.*

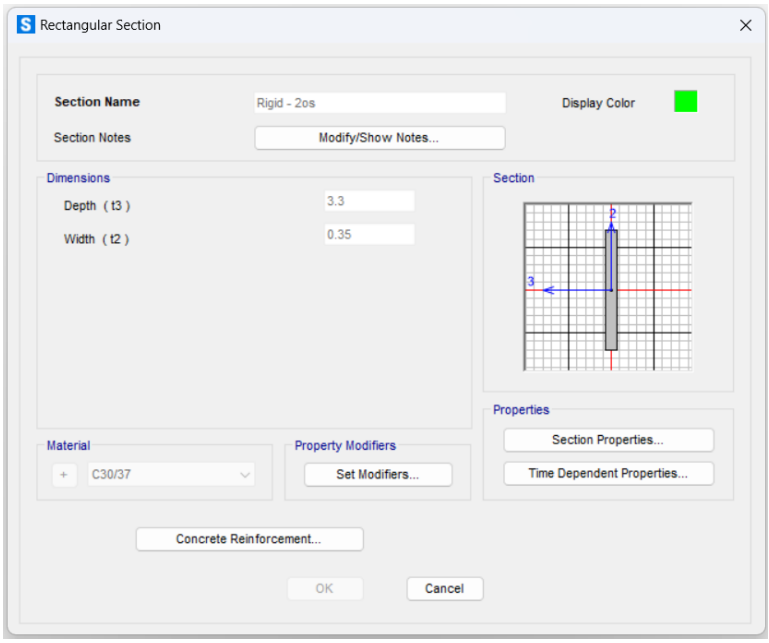
Οι υπόλοιποι συντελεστές ορίζονται από τις διατάξεις του EN1998 – 1 και τους συντελεστές μονολιθικότητας που ορίζει ο Κανονισμός Επεμβάσεων. Ωστόσο, ο συντελεστής δυστρεψιάς των τοιχωμάτων καθορίζεται από το μήκος τους και αν αυτό είναι μεγαλύτερο από ύψος του εκάστοτε ορόφου.

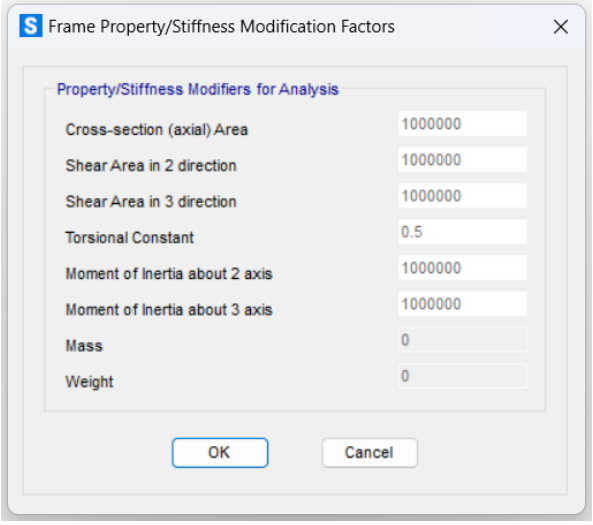


Σχήμα 7.9. *Προσδιορισμός δυστρεψίας επίπεδων τοιχωμάτων [52].*

Οι άκαμπτοι βραχίονες των τοιχίων προσομοιώθηκαν με διατομές που έχουν πάχος όσο αυτό του τοιχώματος (t = 35 cm) και ύψος που καθορίζεται από τον παρακάτω τύπο Όλοι οι συντελεστές των βραχιόνων λήφθηκαν άπειροι εκτός από την δυστρεψία, η οποία συνεκτιμάται και έχει πεπερασμένη τιμή.

$$h_{\beta\rho\alpha\chi} = \frac{h_{\acute{\alpha}\nu\omega\ o\rho\acute{o}\varphi o\upsilon} + h_{\kappa\acute{\alpha}\tau\omega\ o\rho\acute{o}\varphi o\upsilon}}{2}$$





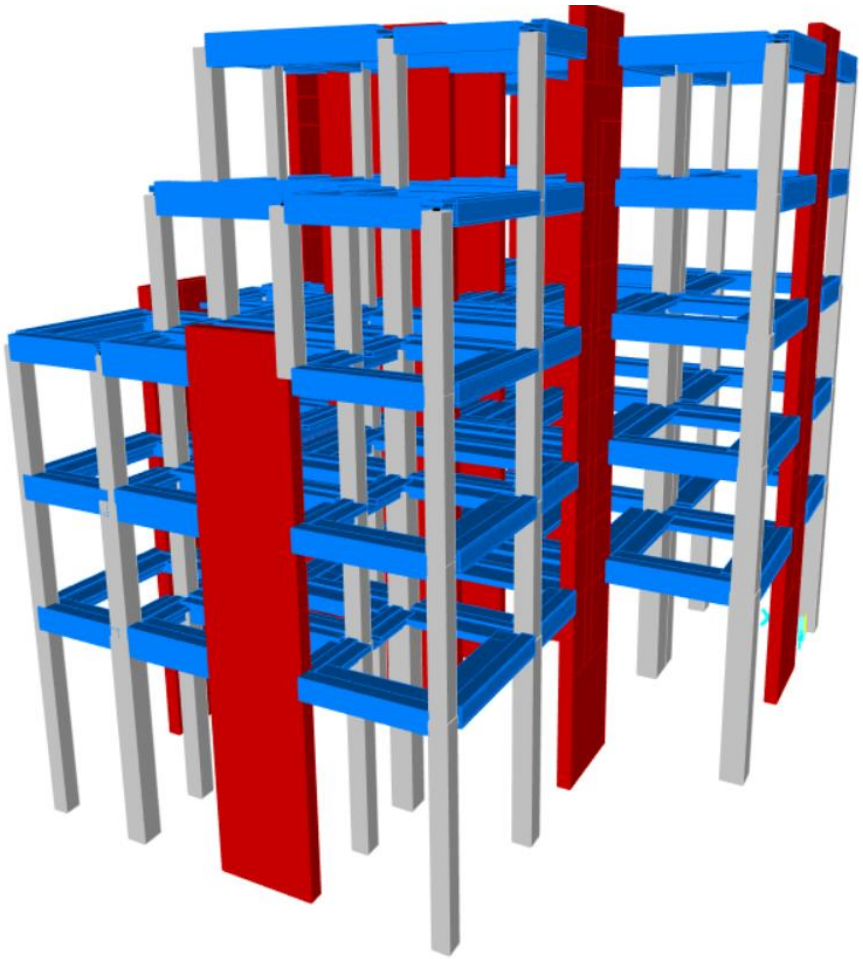
Σχήμα 7.10. *Εισαγωγή άκαμπτων βραχιόνων των τοιχωμάτων.*

7.1.1.4 Νέες μάζες:

Κατά την διάρκεια της προσομοίωσης, γίνεται και ο υπολογισμός των νέων μαζών της κατασκευής. Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι τελικές μάζες του 1ου μοντέλου ενίσχυσης.

Πίνακας 7.1. *Μάζες ορόφων 1ου μοντέλου ενίσχυσης.*

Συνολικές μάζες ορόφων				
Α/Α	**Μάζα - m (tn)**	**Μαζική Ρ.Α. - Jm (tnm2)**	**Ρ.Α. - Ix (m4)**	**Ρ.Α. - Iy (m4)**
1ος Όροφος	515.602	26373.747	9319.512	4668.358
2ος Όροφος	466.686	23871.623	9319.512	4668.358
3ος Όροφος	438.767	22443.526	9319.512	4668.358
4ος Όροφος	367.780	15008.826	5320.499	3663.482
5ος Όροφος	231.860	7912.987	3194.519	3523.487



Σχήμα 7.11. *Τελική μορφή 1ης ενίσχυσης.*

7.1.2 Ιδιομορφική και σεισμική ανάλυση 1ης ενίσχυσης:

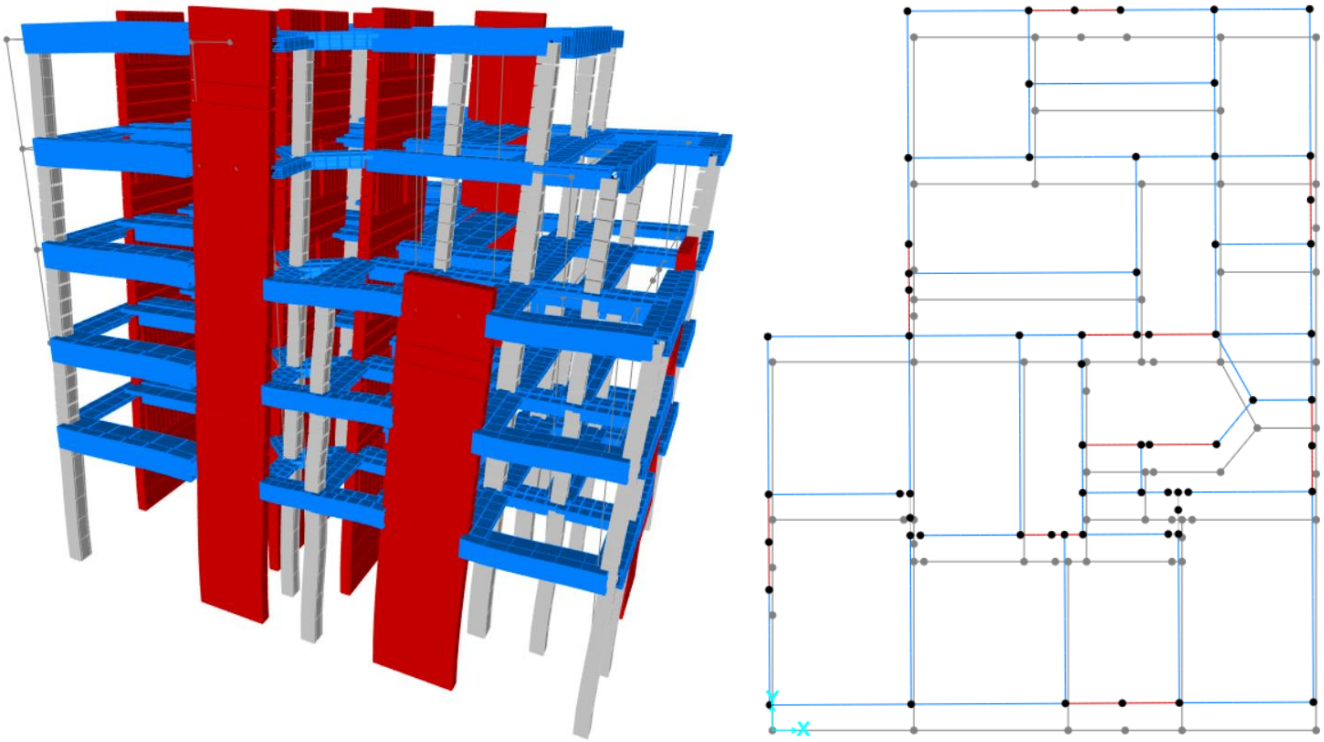
Ο στόχος του 1ου μοντέλου ενίσχυσης αποτελούσε την αύξηση της δυσκαμψίας του κτηρίου, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 6. Με την προσθήκη των πλάστιμων τοιχωμάτων αλλά και των ολόπλευρων μανδυών σκυροδέματος σε δοκούς και υποστυλώματα επιτυγχάνεται η αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας. Με την διάταξη και τον αριθμό των τοιχωμάτων που επιλέχθηκαν, παρουσιάστηκε υψηλή μείωση στην θεμελιώδη ιδιοπερίοδο της κατασκευής, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 7.2.

Πίνακας 7.2. *Ποσοστά ενεργοποίησης της μάζας – 1η ενίσχυση.*

Ποσοστά ενεργοποιήσης της μάζας - ΕΝΙΣΧΥΣΗ 1η									
Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος T (Sec)	Συχνότητα f (Hz)	Κυκλική ιδιοσυχνότητα ω (rad/sec)	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
1	0.486	2.057	12.926	2.206	**82.154**	0.061	2.206	82.154	0.061
2	0.435	2.298	14.439	**77.345**	2.377	0.603	79.551	84.531	0.665
3	0.360	2.775	17.436	0.628	0.234	**82.765**	80.179	84.765	83.430
4	0.155	6.437	40.446	0.429	10.653	0.833	80.608	**95.418**	84.262
5	0.125	7.971	50.084	10.121	0.774	2.618	**90.729**	96.193	86.880
6	0.107	9.338	58.674	5.332	0.192	8.738	96.061	96.385	**95.619**
7	0.074	13.556	85.173	0.089	2.764	0.589	96.150	99.149	96.207
8	0.060	16.669	104.737	1.644	0.165	1.644	97.795	99.314	97.851
9	0.048	21.012	132.022	1.607	0.014	1.472	99.402	99.328	99.323
10	0.043	23.507	147.696	0.003	0.510	0.037	99.405	99.838	99.360
11	0.035	28.965	181.995	0.211	0.043	0.182	99.616	99.881	99.542
12	0.031	32.194	202.280	0.071	0.108	0.031	99.687	99.989	99.573
13	0.028	35.642	223.942	0.265	0.001	0.261	99.952	99.990	99.834
14	0.027	36.894	231.812	0.017	0.010	0.121	99.969	100.000	99.955
15	0.021	48.730	306.178	0.031	0.000	0.045	100.000	100.000	100.000

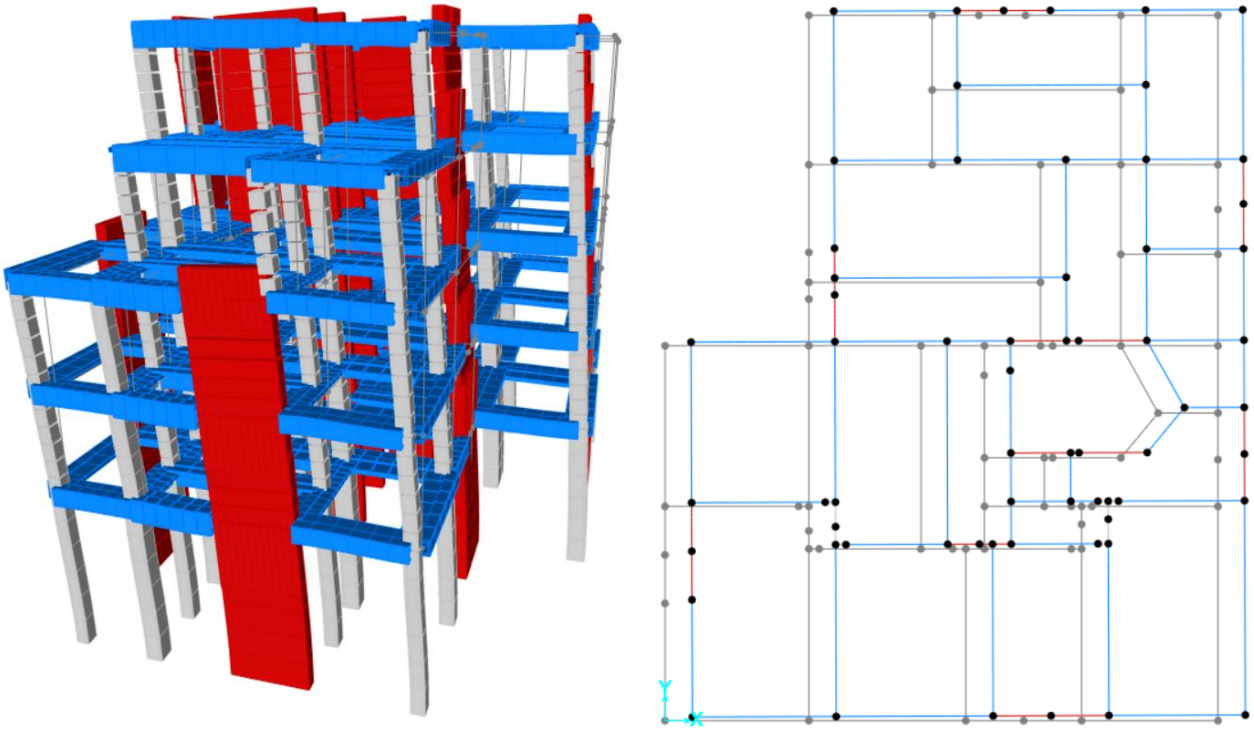
Από τον Πίνακα 7.2 παρατηρείται ότι η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος της κατασκευής μειώνεται κατά 60%, από 1.214 sec στα 0.486 sec. Στην συνέχεια θα παρουσιαστούν οι τρεις πρώτες ιδιομορφές της κατασκευής.

1η ίδιομορφή:



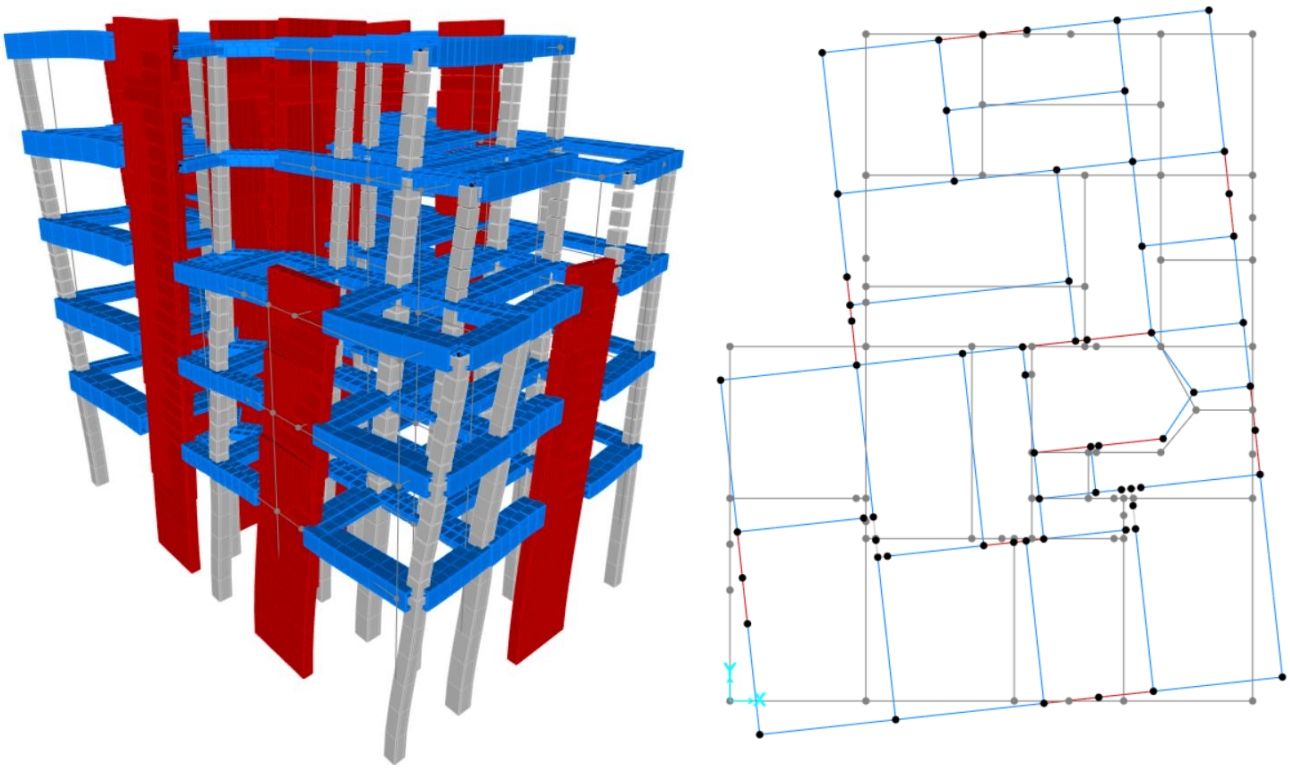
Σχήμα 7.12. *1η Ιδιομορφή, T_1 = 0.486 sec.*

2η Ιδιομορφή:



Σχήμα 7.13. *2η Ιδιομορφή, T_2 = 0.435 sec.*

3η Ιδιομορφή:



Σχήμα 7.14. *3η Ιδιομορφή, T_3 = 0.360 sec.*

Από τις παραπάνω εικόνες φαίνονται και οι καθαρές μετακινήσεις για τις τρεις πρώτες ιδιομορφές, όπως παρουσιάζονται και στον Πίνακα 7.2 από τα ποσοστά μάζας που ενεργοποιούνται. Η πρώτη ιδιομορφή είναι καθαρά μεταφορική κατά την διεύθυνση Y, η 2η καθαρά μεταφορική κατά τη διεύθυνση X ενώ η στρεπτική συνιστώσα ενεργοποιείται σε υψηλό ποσοστό στην 3η ιδιομορφή. Με βάση τα παραπάνω, κρίνεται ότι το κτήριο δεν είναι στρεπτικά ευαίσθητο.

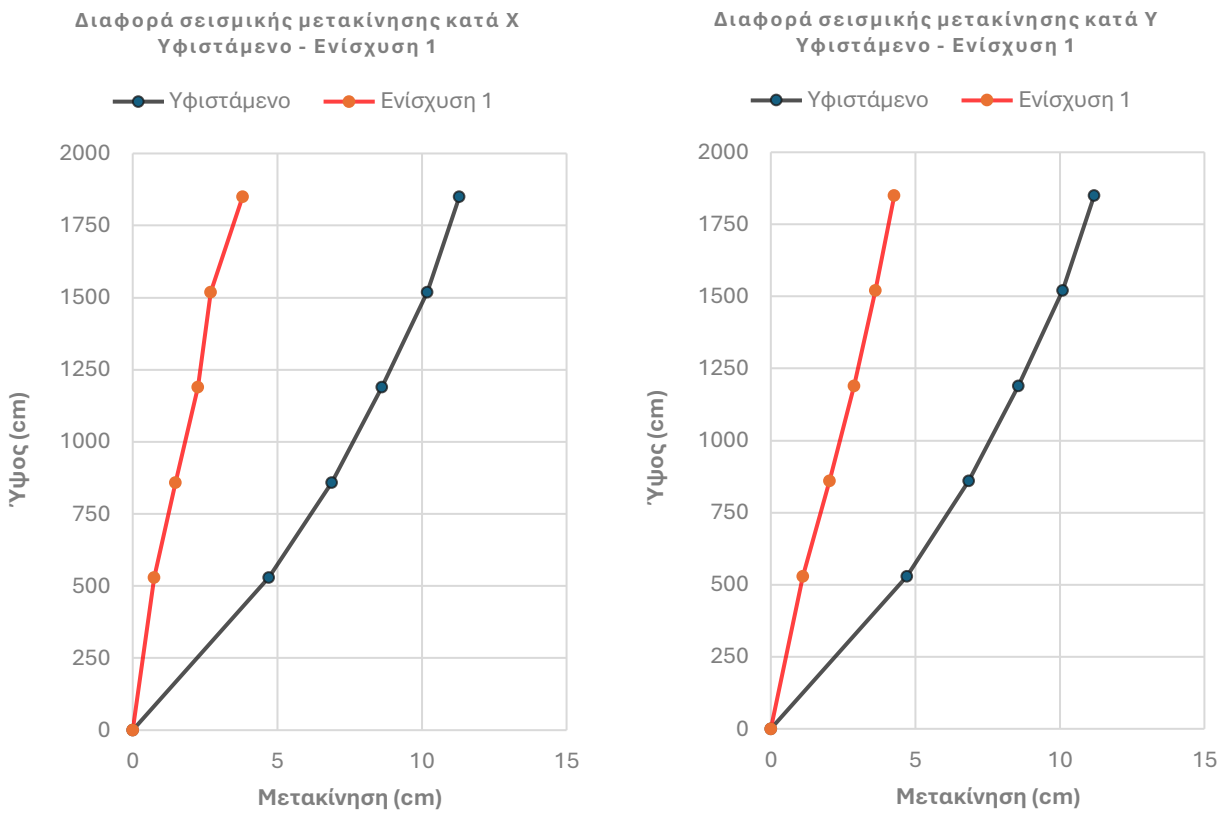
Στον επόμενο πίνακα παρουσιάζονται συγκριτικά τα αποτελέσματα της ιδιομορφικής ανάλυσης της υφιστάμενης κατασκευής και της ενισχυμένης.

Πίνακας 7.3. *Σύγκριση ιδιομορφικών αποτελεσμάτων υφιστάμενου κτηρίου και 1ης Ενίσχυσης.*

Σύγκριση Υφιστάμενου και Ενίσχυσης				
Ιδιομορφή	**Υφιστάμενο**		**Ενίσχυση 1η**	
	T (sec)	**Μετακίνηση**	**T (sec)**	**Μετακίνηση**
1η	1.214	Μεταφορική κατά X και Y	0.486	Μεταφορική κατά Y
2η	1.211	Μεταφορική κατά X και Y	0.435	Μεταφορική κατά X
3η	1.048	Στρεπτική γύρω από τον Z	0.360	Στρεπτική γύρω από τον Z

Η μέγιστη μετακίνηση που αναπτύσσει το κτήριο από τους σεισμικούς συνδυασμούς υπολογίζεται με βάση την κίνηση του κατά X και Y, σε κάθε όροφο. Στην συγκεκριμένη πρόταση ενίσχυσης παρατηρήθηκε υψηλή μείωση της μέγιστη μετακίνησης κάθε

στάθμης. Το παραπάνω είναι αποτέλεσμα της αύξησης της δυσκαμψίας του κτηρίου από την προσθήκη των τοιχωμάτων. Στο Σχήμα 7.15 φαίνεται η διαφορά της οριζόντιας μετακίνησης μεταξύ του υφιστάμενου και του ενισχυμένου κτηρίου, όπου στον τελευταίο όροφο υπάρχει μείωση κατά 65% περίπου και στις δύο διευθύνσεις.



Σχήμα 7.15. *Διαφορά σεισμικής μετακίνησης υφιστάμενου και 1ης πρότασης ενίσχυση.*

7.1.3 Διαστασιολόγηση 1ης ενίσχυσης:

7.1.3.1 Πορεία διαστασιολόγησης δοκών:

Για την διαστασιολόγηση των ενισχυμένων δοκών ακολουθούνται οι διαδικασίες του EN1992 – 1 και του EN1998 – 1. Στη συνέχεια παρατίθεται παράδειγμα διαστασιολόγησης μιας δοκού της κατασκευής. Η δοκός που θα παρουσιαστεί είναι η Δ1. Οι τελικές διαστάσεις της συγκεκριμένης δοκού είναι b_1 = 33 cm, h_1 = 52 cm, h_f = 12 cm και b_{eff} = 0.79 m.

Προσδιορισμός ελάχιστου διαμήκους εφελκυόμενου οπλισμού:

Το ελάχιστο ποσοστό διαμήκους εφελκυόμενου οπλισμού υπολογίσθηκε σύμφωνα τις διατάξεις της παραγράφου 5.4.3.1.2 του EN1998 – 1 και από τον τύπο:

$$\rho_{min} = \frac{1}{2}\frac{f_{ctm}}{f_{yk}}$$

Όπου:

f_{ctm}: μέση εφελκυστική αντοχή σκυροδέματος.

f_{yk}: χαρακτηριστική εφελκυστική αντοχή χάλυβα.

Στην προκείμενη περίπτωση ισχύει ότι f_{ctm} = 2.2 MPa και f_{yk} = 500 MPa, οπότε προκύπτει ρ_{min} = 0.0022. Σε μορφή εμβαδού οπλισμού είναι $A_{s,min}$ = 3.78 cm^2.

<u>Προσδιορισμός ελάχιστου διαμήκους θλιβόμενου οπλισμού:</u>

Ο ελάχιστος θλιβόμενος οπλισμός εξαρτάται από τον εφελκυόμενο οπλισμό που τοποθετείται στην αντίστοιχη άνω ίνα και καθορίζεται από τον τύπο:

$$\rho' \geq \frac{1}{2}\rho + \rho'_{\alpha\pi\alpha\iota\tau}$$

Όπου:

ρ: ο εφελκυόμενος οπλισμός που τοποθετείται.

$\rho'_{\alpha\pi\alpha\iota\tau}$: ο πιθανός θλιβόμενος οπλισμός που απαιτείται από την ανάλυση σε κάμψη.

Ο θλιβόμενος οπλισμός ορίζεται στην κάτω ίνα των στηρίξεων της δοκού και στην άνω ίνα του μέσου της. Στο συγκεκριμένο παράδειγμα στη δεξιά στήριξη έχει τιμή ρ' = 0.00259, ενώ σε μορφή εμβαδού A_s' = 4.45 cm^2. Στην αριστερή στήριξη και στο μέσο, η τιμή του είναι ρ' = 0.00194, ενώ σε μορφή εμβαδού A_s' = 3.33 cm^2

<u>Προσδιορισμός μέγιστου διαμήκους οπλισμού:</u>

Το μέγιστο γεωμετρικό ποσοστό οπλισμού, υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο:

$$\rho_{max} = \rho' + \frac{0.0018}{\mu_\varphi \cdot \varepsilon_{sy,d}} \frac{f_{cd}}{f_{yd}}$$

Όπου:

ρ': ποσοστό τοποθετούμενου θλιβόμενου οπλισμού.

μ_ϕ: απαιτούμενη τιμή του συντελεστή πλαστιμότητας καμπυλοτήτων και υπολογίζεται ως:

$$\mu_\varphi = \begin{cases} 2 \cdot q_o - 1, & T_1 \geq T_C \\ 1 + 2 \cdot (q_o - 1)\dfrac{T_C}{T_1}, & T_1 < T_C \end{cases}$$

με q_o την βασική τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς (q_o = 3) και T_1 την θεμελιώδη ιδιοπερίοδο (T_1 = 0.486 sec) και T_C = 0.5 sec, προκύπτει μ_ϕ = 5.167.

$\varepsilon_{sy,d}$: τιμή σχεδιασμού της ανηγμένης εφελκυστικής παραμόρφωσης διαρροής χάλυβα, με τιμή:

$$\varepsilon_{sy,d} = \frac{f_{yd}}{E} = \frac{434.782}{200000} = 0.00217$$

f_{cd}: τιμή σχεδιασμού της αντοχής του σκυροδέματος.

f_{yd}: τιμή σχεδιασμού της εφελκυστικής αντοχής του χάλυβα.

Στην προκείμενη περίπτωση, για την διατομή ισχύει ότι ρ_{max} = 0.00812, όπου σε μορφή εμβαδού οπλισμού είναι $A_{s,max}$ = 13.94 cm^2.

<u>Προσδιορισμός τελικού διαμήκους οπλισμού:</u>

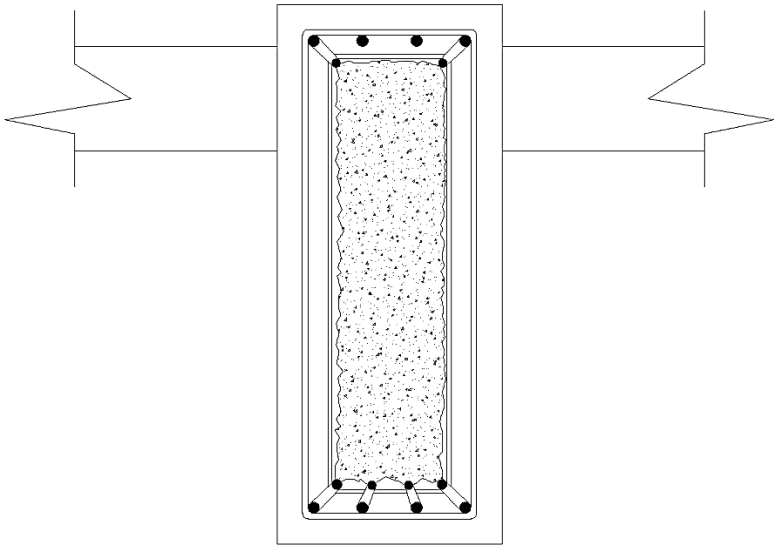
Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι απαιτήσεις από τις ροπές ανάλυσης σε έξι θέσεις της δοκού και τοποθετείται ο κατάλληλος οπλισμός με βάση και τα όρια που έχουν τεθεί. Στον Πίνακα 7.4 συγκεντρώνονται τα εντασιακά μεγέθη και ο οπλισμός που τοποθετήθηκε για τη συγκεκριμένη δοκό ενώ ο απαιτούμενος οπλισμός υπολογίσθηκε από το πρόγραμμα XLDesign του Αναπληρωτή καθηγητή Βασίλη Παπανικολάου.

Πίνακας 7.4. *Διαμήκεις οπλισμοί δοκού Δ1.*

Διαμήκεις οπλισμοί δοκού Δ1										
Δοκός	**Ίνα**	**Αριστερή στήριξη**			**Μέσο**			**Δέξια στήριξη**		
		M_{Ed} (kNm)	**$A_{s,tot}$ (cm^2)**	**Οπλισμός**	**M_{Ed} (kNm)**	**$A_{s,tot}$ (cm^2)**	**Οπλισμός**	**M_{Ed} (kNm)**	**$A_{s,tot}$ (cm^2)**	**Οπλισμός**
Δ1	Άνω	103.82	6.03	3Φ16	134.28	8.04	4Φ16	27.33	6.03	3Φ16
	Κάτω	69.09	6.03	3Φ16	70.50	6.03	3Φ16	45.83	6.03	3Φ16

Με την ίδια διαδικασία διαστασιολογούνται και οι υπόλοιπες δοκοί της κατασκευής. Αξίζει να σημειωθεί ότι η αντοχή του σκυροδέματος που χρησιμοποιήθηκε για τους υπολογισμούς ήταν αυτή της ομογενοποιημένης διατομής από την δυσμενέστερη δοκό (Δ46) της κατασκευής (μεγαλύτερο πλάτος και ύψος). Ο υπολογισμός της αντοχής έγινε από τον παρακάτω τύπο:

$$f_{cd} = \frac{A_{C12/15} \cdot f_{C12/15} + A_{C30/37} \cdot f_{C30/37}}{A_{C12/15} + A_{C30/37}} = 21.64\ MPa$$



Σχήμα 7.16. *Ενδεικτική λεπτομέρεια διατομής ενισχυμένης δοκού.*

<u>Προσδιορισμός ικανοτικής τέμνουσας:</u>

Για τον προσδιορισμού του εγκάρσιου οπλισμού της δοκού ο EN1998 – 1 ορίζει τον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας. Ο τύπος υπολογισμού της είναι ο παρακάτω και η διαδικασία υπολογισμού της παρουσιάζεται στη συνέχεια.

$$V_{Ed,i} = V_{0,i} + \Delta V_{Ed,i}$$

Όπου:

$V_{0,i}$: τέμνουσα από τον συνδυασμό G + 0.3Q.

$\Delta V_{Ed,i}$: τέμνουσα που αναπτύσσεται όταν σχηματίζονται πλαστικές αρθρώσεις στα άκρα της δοκού.

Για τον υπολογισμό της $\Delta V_{Ed,i}$ χρειάζεται να προσδιορισθούν οι ροπές αντοχής σε κάθε άκρο της υπό μελέτης δοκού για διεύθυνση του σεισμού στα αριστερά και δεξιά. Αφού υπολογιστούν οι ροπές αντοχής, από τους παρακάτω τύπους υπολογίζονται οι ροπές $M_{i,d}$.

$$M_{i,d} = \begin{cases} \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,i}, & \Sigma M_{Rc} \geq \Sigma M_{Rb} \\ \gamma_{Rd} \cdot M_{Rb,i} \cdot \dfrac{\Sigma M_{Rc}}{\Sigma M_{Rb}}, & \Sigma M_{Rc} < \Sigma M_{Rb} \end{cases}$$

Όπου:

γ_{Rd}: συντελεστής υπεραντοχής χάλυβα λόγω κράτυνσης του χάλυβα και περίσφιξης τους σκυροδέματος (DCM → γ_{Rd} = 1.00).

$M_{Rb,i}$: ροπή αντοχής σχεδιασμού της δοκού.

$\frac{\Sigma M_{Rc}}{\Sigma M_{Rb}}$: ικανοτικός λόγος κόμβου.

Τελικά, η τέμνουσα $\Delta V_{Ed,i}$ υπολογίζεται από τους τύπους:

$$\Delta V_{Ed,max,i} = \frac{\overrightarrow{M_{1,d}} + \overrightarrow{M_{2,d}}}{l_{bl}}$$

$$\Delta V_{Ed,min,i} = \frac{\overleftarrow{M_{1,d}} + \overleftarrow{M_{2,d}}}{l_{bl}}$$

<u>Έλεγχος έναντι της θραύσης των λοξών θλιπτήρων του σκυροδέματος:</u>

Για τον συγκεκριμένο έλεγχο απαιτείται να ισχύει ότι $V_{Rd,max} > V_{Ed}$. Ο υπολογισμός της αντοχής των θλιπτήρων γίνεται από τον παρακάτω τύπο.

$$V_{Rd,max} = a_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot \frac{f_{cd}}{cot\theta + tan\theta}$$

Όπου:

a_{cw} συντελεστής που λαμβάνει υπόψη την εντατική κατάσταση στο θλιβόμενο πέλμα και έχει τιμή 1 για μη προεντεταμένες δοκούς

σ_{cp}: μέση θλιπτική τάση του σκυροδέματος

z = 0.9d (μοχλοβραχίονας της διατομής)

v_1: μειωτικός συντελεστής λόγω της ρηγμάτωσης του σκυροδέματος (συνιστάται v_1 = 0.6)

θ: η γωνία που σχηματίζουν οι λοξοί θλιπτήρες του σκυροδέματος με τον κάθετο προς τη διεύθυνση της τέμνουσας άξονα του τοιχώματος

<u>Έλεγχος απαίτησης εγκάρσιου οπλισμού:</u>

Ο έλεγχος γίνεται συγκρίνοντας την τέμνουσα σχεδιασμού όπου υπολογίστηκε (V_{Ed}) με την τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το σκυρόδεμα χωρίς οπλισμό διάτμησης. Ο υπολογισμός της τελευταίας γίνεται από τον παρακάτω τύπο.

$$V_{Rd,c} = \begin{cases} \left[C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}\right] \cdot b_w \cdot d \\ V_{Rd,c} \geq (0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \sqrt{f_{ck}} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d \end{cases}$$

Όπου:

$$C_{Rd,c} = \frac{0.18}{\gamma_c} = \frac{0.18}{1.5} = 0.12$$

$$k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2$$

$k_1 = 0.15$

ρ_l: γεωμετρικό ποσοστό διαμήκους οπλισμού.

b_w: ελάχιστο πάχος διατομής στην εφελκυόμενη ζώνη.

σ_{cp}: αξονική τάση.

Ο έλεγχος γίνεται σε τρία σημεία της δοκούς, στις στηρίξεις και στο μέσο της.

<u>Υπολογισμός διατμητικού οπλισμού στις κρίσιμες και μη περιοχές:</u>

Ως κρίσιμη περιοχή ορίζεται η απόσταση (L_{cr}) από την εξωτερική παρειά του υποστυλώματος, με μήκος ίσο με το ύψος της διατομής της δοκού (h_w). Ο εγκάρσιος οπλισμός θα προσδιοριστεί με βάση τους περιορισμούς που θέτουν οι κανονισμοί για τις κρίσιμες περιοχές.

Περιορισμός απόστασης για την κρίσιμη περιοχή για κατασκευή DCM:

$$s_{max,cr} = \begin{cases} \frac{h_w}{4} \\ 225\ mm \\ 8 \cdot d_{bL,min} \\ 24 d_{bw} \end{cases}$$

Όπου:

$d_{bl,min}$: η μικρότερη διάμετρος των διαμηκών ράβδων.

h_w: το ύψος της δοκού.

d_{bw}: η διάμετρος των συνδετήρων.

Από τα παραπάνω, επιλέγεται απόσταση συνδετήρων s_{cr} = 100 mm με διάμετρο συνδετήρων Φ8 για την παρούσα δοκό. Σημειώνεται ότι, η απόσταση του πρώτου συνδετήρα από την παρειά του υποστυλώματος δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 50 mm. Στις δοκούς όπου υπάρχει σύνδεση δοκού επί δοκού, το συγκεκριμένο σημείο θεωρείται και εκείνο κρίσιμο, με την έκταση της περιοχής να έχει μήκος $L_{cr,btb} = 2h_w$ από την παρειά της εγκάρσιας δοκού. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, οι απαιτούμενοι έλεγχοι γίνονται στο τέλος της παραπάνω απόστασης και όχι στο σημείο της συμβολής των δοκών. Ωστόσο, για πιθανή αποφυγή κατασκευαστικών λαθών, σε όλες τις περιπτώσεις τοποθετήθηκε ο δυσμενέστερος οπλισμός που προέκυψε για τις κρίσιμες περιοχές. Τέλος, στις περιπτώσεις των κοντών δοκών, θεωρήθηκε όλο το μήκος τους κρίσιμο λόγω της ιδιαίτερα ψαθυρής τους συμπεριφοράς.

Για τις μη κρίσιμες περιοχές αρκεί να τηρείται ο ελάχιστος οπλισμός που ορίζεται από τις κανονιστικές διατάξεις, δηλαδή:

$$\rho_{w,min} = 0.08\frac{\sqrt{f_{ck}}}{f_{yk}}$$

Στο συγκεκριμένο παράδειγμα (Δοκός Δ1), επιλέχθηκε απόσταση στις μη κρίσιμες περιοχές $s_{non,cr}$ = 150 mm. Η αντοχή της δοκού σε διάτμηση υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο.

$$V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot cot\theta$$

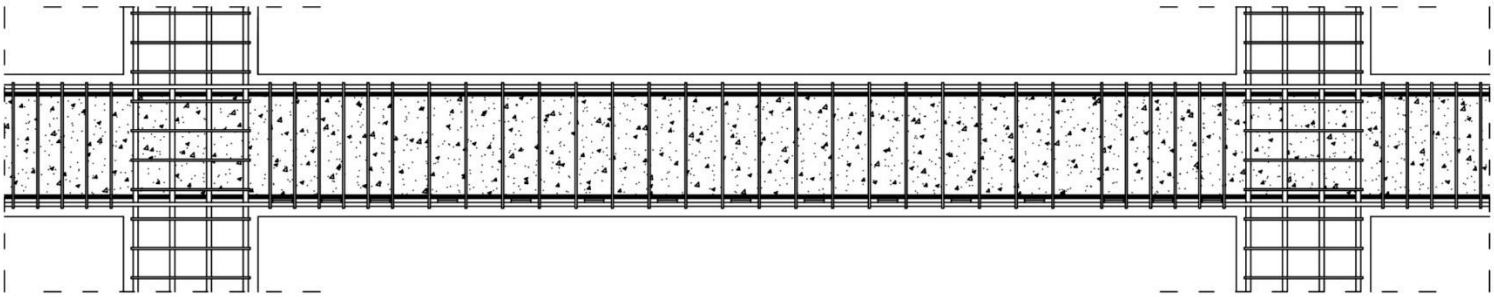
Όπου:

A_{sw}: το εμβαδόν του οπλισμού διάτμησης.

s: η απόσταση των συνδετήρων αναλόγως την περιοχή υπολογισμού.

z: μοχλοβραχίονας της διατομής.

f_{ywd}: η αντοχή σχεδιασμού των συνδετήρων με τιμή $f_{ywd} = 0.8f_{ywk}$.



Σχήμα 7.17. *Ενδεικτική λεπτομέρεια κατά μήκος ενισχυμένης δοκού.*

7.1.3.2 Πορεία διαστασιολόγησης υποστυλωμάτων:

Για την διαστασιολόγηση των ενισχυμένων υποστυλωμάτων ακολουθούνται οι διαδικασίες του EN1992 – 1 και του EN1998 – 1. Στη συνέχεια παρατίθεται παράδειγμα διαστασιολόγησης ενός υποστυλώματος, το Σ10. Οι τελικές διαστάσεις του υποστυλώματος είναι 58x58 cm.

Προσδιορισμός ελάχιστου διαμήκους οπλισμού:

Ο ελάχιστος απαιτούμενος οπλισμός της διατομής υποστυλώματος σε μορφή γεωμετρικού ποσοστού ορίζεται από τον EN1998 – 1 ως ρ_{min} = 1%. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα, ο ελάχιστος οπλισμός σε μορφή εμβαδού είναι $A_{s,min}$ = 33.64 cm^2.

Προσδιορισμός μέγιστου διαμήκους οπλισμού:

Ο μέγιστος απαιτούμενος οπλισμός της διατομής υποστυλώματος σε μορφή γεωμετρικού ποσοστού ορίζεται από τον EN1998 – 1 ως ρ_{max} = 4%. Για το συγκεκριμένο παράδειγμα ο μέγιστος οπλισμός σε μορφή εμβαδού είναι $A_{s,max}$ = 134.56 cm^2.

Προσδιορισμός τελικού διαμήκους οπλισμού:

Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι απαιτήσεις από τις ροπές ανάλυσης και το αξονικό. Ο οπλισμός που τοποθετείται είναι συμμετρικός σε όλες τις πλευρές ενώ θα πρέπει να υπάρχουν τουλάχιστον τρία σίδερα σε κάθε πλευρά. Ακόμα, ο EN1998 – 1 θέτει μέγιστη απόσταση μεταξύ ράβδων τα 20 cm, για κατασκευές DCM. Στο παρόν παράδειγμα, για ροπές ανάλυσης $M_{Ed,y}$ = 81.59 kNm, $M_{Ed,x}$ = 102.73 kNm, N_{min} = -1163.03 kN και N_{max} = -684.58 kN και με χρήση του προγράμματος XLDesign, προκύπτει απαίτηση σε οπλισμό $A_{s,απ}$ = 0.01 cm^2. Η τιμή αυτή είναι μικρότερη από το ελάχιστο όριο του κανονισμού, όποτε η επιλογή γίνεται σύμφωνα με το $A_{s,min}$. Έτσι, τοποθετούνται τελικά 12Φ20, όπου σε μορφή εμβαδού έχουν τιμή A_s = 37.70 cm^2. Με παρόμοιο τρόπο διαστασιολογούνται όλα τα υποστυλώματα της κατασκευής.

Σημειώνεται ότι, για τον υπολογισμό χρησιμοποιήθηκε η τιμή αντοχής σκυροδέματος της ομογενοποιημένης διατομής, η οποία υπολογίζεται ως εξής:

$$f_{cd} = \frac{A_{C12/15} \cdot f_{C12/15} + A_{C30/37} \cdot f_{C30/37}}{A_{C12/15} + A_{C30/37}} = 20.11\ MPa$$

Προσδιορισμός ικανοτικής τέμνουσας:

Για τον προσδιορισμού του εγκάρσιου οπλισμού του υποστυλώματος ο EN1998 – 1 ορίζει τον υπολογισμό της ικανοτικής τέμνουσας. Για τον υπολογισμό της χρειάζεται να προσδιορισθούν οι ροπές αντοχής σε κάθε άκρο της υπό μελέτης δοκού για διεύθυνση του σεισμού στα αριστερά και δεξιά. Αφού υπολογιστούν οι ροπές αντοχής, από τους παρακάτω τύπους υπολογίζονται οι ροπές $M_{i,d}$.

$$M_{i,d} = \begin{cases} \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,i}, & \Sigma M_{Rc} \geq \Sigma M_{Rb} \\ \gamma_{Rd} \cdot M_{Rc,i} \cdot \dfrac{\Sigma M_{Rc}}{\Sigma M_{Rb}}, & \Sigma M_{Rc} < \Sigma M_{Rb} \end{cases}$$

Όπου:

γ_{Rd}: συντελεστής υπεραντοχής χάλυβα λόγω κράτυνσης του χάλυβα και περίσφιξης τους σκυροδέματος (DCM → γ_{Rd} = 1.10).

$M_{Rc,i}$: ροπή αντοχής σχεδιασμού υποστυλώματος.

$\frac{\Sigma M_{Rc}}{\Sigma M_{Rb}}$: ικανοτικός λόγος κόμβου.

Τελικά, η τέμνουσα υπολογίζεται από τους τύπους:

$$V_{Ed,max,i} = \frac{\overrightarrow{M_{1,d}} + \overrightarrow{M_{2,d}}}{l_{cl}}$$

$$V_{Ed,min,i} = \frac{\overleftarrow{M_{1,d}} + \overleftarrow{M_{2,d}}}{l_{cl}}$$

<u>Έλεγχος έναντι της θραύσης των λοξών θλιπτήρων του σκυροδέματος:</u>

Για τον συγκεκριμένο έλεγχο απαιτείται να ισχύει ότι $V_{Rd,max} > V_{Ed}$. Ο υπολογισμός έχει παρουσιαστεί στην ενότητα 7.1.3.1 και ακολουθεί τον ίδιο τύπο.

<u>Έλεγχος απαίτησης εγκάρσιου οπλισμού:</u>

Η διαδικασία υπολογισμού έχει παρουσιαστεί στην ενότητα 7.1.3.1 και γίνεται με τον ίδιο τρόπο.

<u>Περιορισμοί κρίσιμων και μη περιοχών:</u>

Ως κρίσιμη περιοχή στα υποστυλώματα ορίζεται η περιοχή που αναμένεται να δημιουργηθούν πλαστικές αρθρώσεις, δηλαδή τα άκρα του στοιχείου. Το μήκος των κρίσιμων περιοχών σε μια κατασκευή DCM προσδιορίζεται παρακάτω.

$$l_{cr} = max \begin{cases} h_c \\ l_{cl}/6 \\ 450\ mm \end{cases}$$

Όπου:

h_c: η μεγαλύτερη διάσταση του υποστυλώματος.

Η μέγιστη απόσταση που μπορούν να τοποθετηθούν οι συνδετήρες εντός της κρίσιμης περιοχής ορίζεται από τον EN1998 – 1. Για κατασκευές DCM ισχύει ότι:

$$s_{cr,max} \leq \begin{cases} b_o/2 \\ 8d_{bL,min} \\ 175\ mm \end{cases}$$

Όπου:

$d_{bL,min}$: η μικρότερη διάμετρος των διαμηκών ράβδων.

b_o: η μικρότερη πλευρά του πυρήνα σκυροδέματος του υποστυλώματος.

Για τις μη κρίσιμες περιοχές, η μέγιστη απόσταση των συνδετήρων υπολογίζεται από τον τύπο:

$$s_{non_cr,max} \leq \begin{cases} b_{min} \\ 20d_{bL,min} \\ 400\ mm \end{cases}$$

Όπου:

b_{min}: η μικρότερη πλευρά του υποστυλώματος.

Για το συγκεκριμένο υποστύλωμα επιλέχθηκε απόσταση συνδετήρων στην κρίσιμη περιοχή s_{cr} = 120 mm και για τις μη κρίσιμες περιοχές s_{non_cr} = 200 mm.

<u>Έλεγχος περίσφιξης στην κρίσιμη περιοχή:</u>

Η ελάχιστη τιμή που επιτρέπει ο EN1998 – 1 για το μηχανικό ογκομετρικό ποσοστό οπλισμού ω στις κατασκευές DCM, είναι ω_{wd} = 0.08. Ο έλεγχος περίσφιξης γίνεται για κατασκευές DCM μόνο στη βάση των υποστυλωμάτων κάθε ορόφου και ελέγχεται με την παρακάτω ανισότητα.

$$\omega_{wd} \geq \frac{30 \cdot \mu_{\varphi} \cdot (v_d + \omega_v) \cdot \varepsilon_{sy,d} \cdot \frac{b_c}{b_o} - 0.035}{a}$$

Όπου:

α: ο συντελεστής απόδοσης της περίσφιξης που υπολογίζεται από τον τύπο,

$$\alpha = \alpha_n \cdot a_s$$

Όπου:

α_n: συντελεστής αποτελεσματικότητας σε κάτοψη και υπολογίζεται ως,

$$a_n = 1 - \frac{\Sigma b_i^2}{6 \cdot b_o \cdot h_o}$$

α_s: συντελεστής αποτελεσματικότητας σε όψη και υπολογίζεται ως,

$$a_s = \left(1 - \frac{s}{2 \cdot b_o}\right) \cdot \left(1 - \frac{s}{2 \cdot h_o}\right)$$

μ_{ϕ}: η απαιτούμενη τιμή του συντελεστή πλαστιμότητας καμπυλοτήτων

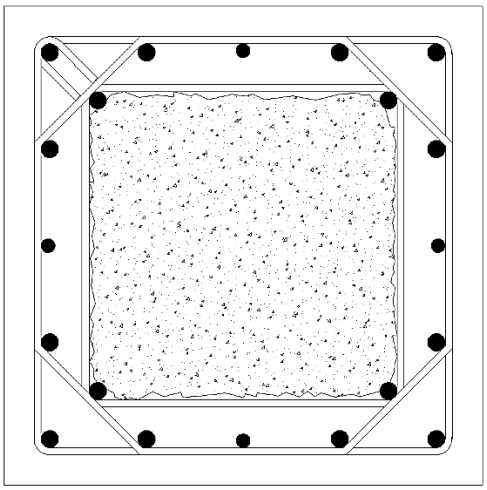
v_d: η ανηγμένη αξονική δύναμη

ω_v: το μηχανικό ποσοστό του κατακόρυφου οπλισμού του κορμού ανηγμένο σε όλη τη διατομή

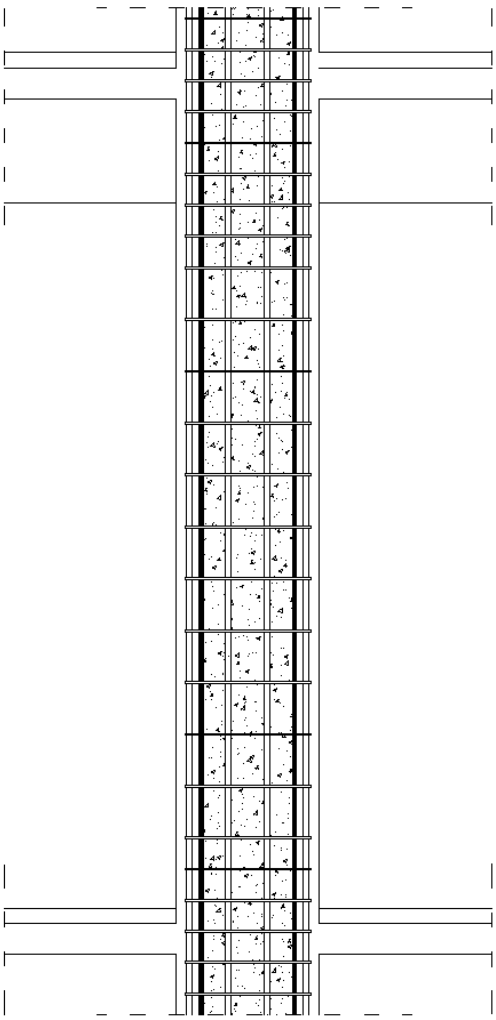
$\varepsilon_{sy,d}$: η τιμή σχεδιασμού της ανηγμένης εφελκυστικής παραμόρφωσης διαρροής του χάλυβα.

b_c: η διάσταση της διατομής κάθετα προς την οριζόντια διεύθυνση προς την οποία υπολογίζεται η τιμή του μ_ϕ που λαμβάνεται υπόψη.

b_o: η αντίστοιχη της b_c αλλά του υπό περίσφιξη πυρήνα.



Σχήμα 7.18. *Ενδεικτική διατομή ενισχυμένου υποστυλώματος.*



Σχήμα 7.19. *Καθ΄ ύψος τομή ενισχυμένου υποστυλώματος.*

7.1.3.3 Πορεία διαστασιολόγησης τοιχωμάτων:

Για την διαστασιολόγηση των τοιχωμάτων που προστέθηκαν στη κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν οι διατάξεις του EN1992 – 1 και EN1998 – 1. Στην ενότητα θα παρουσιαστεί η διαστασιολόγηση ενός τοιχώματος ως παράδειγμα, ενώ οι συγκεντρωτικοί πίνακες των υπόλοιπων παρατίθενται στο Παράρτημα Β.

Προσδιορισμός πάχους κορμού τοιχωμάτων:

Το ελάχιστο πάχος του κορμού των τοιχωμάτων υπολογίζεται από την παρακάτω σχέση που ορίζεται από τον EN1998 – 1.

$$b_{w0} \geq \max \begin{cases} 0.15\ m \\ \dfrac{h_s}{20}\ m \end{cases}$$

Όπου:

b_{w0}: το ελάχιστο πάχος του κορμού

h_s: το καθαρό ύψος του ορόφου

Για καθαρό ύψος ορόφου h_s = 3.3 m, επιλέγεται πάχος κορμού των τοιχωμάτων κάθε ορόφου $b_{w,0}$ = 0.35 m καθώς το μέγιστο πλάτος των ενισχυμένων δοκών είναι b_b = 0.33 m.

Πίνακας 7.5. *Ελάχιστο πάχους κορμού τοιχώματος.*

Ελάχιστο πάχος κορμού				
Όροφος	**Ύψος ορόφου (m)**	**Ελάχιστο πλάτος (cm)**	**Πάχος (cm)**	**Έλεγχος**
1ος	5.30	26.50	35.00	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
2ος	3.30	16.50	35.00	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
3ος	3.30	16.50	35.00	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
4ος	3.30	16.50	35.00	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
5ος	3.30	16.50	35.00	**ΕΠΑΡΚΕΙ**

Διαστάσεις ακραίων περιοχών τοιχωμάτων:

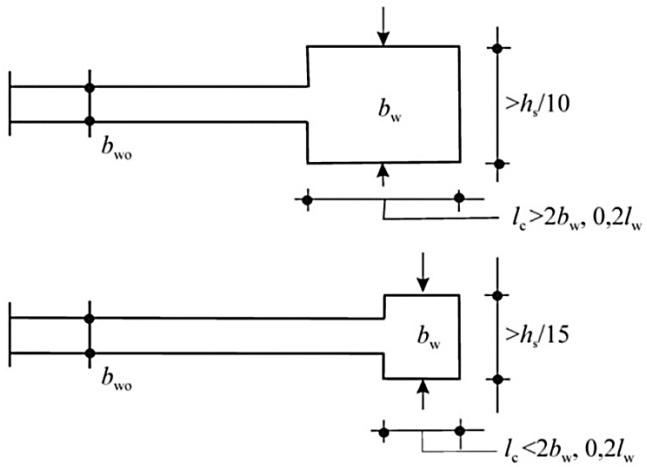
Οι διαστάσεις των ακραίων περιοχών των τοιχωμάτων καθορίζονται από το εδάφιο (10) της §5.4.3.4.2 του EN1998 – 1. Στην προκείμενη περίπτωση οι κρυφοκολώνες των τοιχίων αποτελούνται από τα παλαιά υποστυλώματα όταν το τοίχωμα εμφατνώνει πλήρως ένα πλαίσιο ή από ένα παλαιό υποστύλωμα και μια νέα κρυφοκολώνα όταν έχει συγκεκριμένο μήκος. Τα υφιστάμενα υποστυλώματα ενισχύονται ολόπλευρα με μανδύα 7.50 cm, εκτός όταν η ενισχυμένη διατομή είναι μικρότερη από τα όρια του EN1988 – 1 όπου γίνονται οι απαιτούμενες αλλαγές. Έτσι, το ελάχιστο κρίσιμο μήκος l_c υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο.

$$l_c \geq max \begin{cases} 0.15 \cdot l_w \\ 1.5 \cdot b_w \end{cases}$$

Όπου:

b_w: το πάχος του τοιχώματος

l_w: το μήκος του τοιχώματος



Σχήμα 7.20. *Ελάχιστες διαστάσεις κρυφοκολωνών [12].*

Ωστόσο, χρειάζεται να τηρείται και το ελάχιστο πλάτος κρυφοκολώνας που ορίζεται από τα παρακάτω:

Αν $l_c \leq max\begin{cases}0.20 \cdot l_w \\ 2 \cdot b_w\end{cases}$ τότε πρέπει $b_w \geq max\begin{cases}0.20\ m \\ h_s/15\end{cases}$

Αν $l_c > max\begin{cases}0.20 \cdot l_w \\ 2 \cdot b_w\end{cases}$ τότε πρέπει $b_w \geq max\begin{cases}0.20\ m \\ h_s/10\end{cases}$

Με βάση τα παραπάνω προκύπτουν τα αποτελέσματα του πίνακα.

Πίνακας 7.6. *Ελάχιστες διαστάσεις κρυφοκολωνών.*

Διαστάσεις κρίσιμων περιοχών								
Όροφος	**Αριστερή κρυφοκολώνα**				**Δεξιά κρυφοκολώνα**			
	bc (cm)	**lc (cm)**	**$l_{c,min}$ (cm)**	**$b_{w,min}$ (cm)**	**bc (cm)**	**lc (cm)**	**$l_{c,min}$ (cm)**	**$b_{w,min}$ (cm)**
1ος	62.000	62.000	52.500	35.333	35.000	52.500	52.500	35.333
2ος	59.000	59.000	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000
3ος	56.000	56.000	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000
4ος	52.000	52.500	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000
5ος	45.000	52.500	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000

<u>Έλεγχος αξονικού:</u>

Για τις κατασκευές Μέσης Κατηγορίας Πλαστιμότητας (DCM) ο EN1998 – 1 θέτει περιορισμό στο ανηγμένο αξονικό φορτίο ν_d την τιμή 0.40. Δηλαδή πρέπει να ισχύει ότι $\nu_d \leq 0.40$. Ο υπολογισμός του γίνεται από τον τύπο:

$$\nu_d = \frac{|N|}{A_{c,w} \cdot f_{cd}}$$

Πίνακας 7.7. *Έλεγχος αξονικού τοιχώματος.*

Έλεγχος αξονικού				
Όροφος	**Ac (cm2)**	**Αξονικό - Nmax (kN)**	**vd**	**Έλεγχος**
1ος	10424.000	-2799.365	0.180	**OK**
2ος	10166.000	-2167.019	0.142	**OK**
3ος	9926.000	-1610.239	0.108	**OK**
4ος	9642.500	-1050.273	0.073	**OK**
5ος	9275.000	-481.767	0.035	**OK**

Προσδιορισμός κρίσιμης περιοχής:

Σύμφωνα με τον EN1998 – 1 χρειάζεται να οριστεί η κρίσιμη περιοχή του τοιχώματος. Η κρίσιμη περιοχή ορίζεται ως:

$$h_{cr} = max \begin{cases} l_w \\ h_w/6 \end{cases}$$

Όπου:

l_w: το μήκος του τοιχώματος

h_w: συνολικό ύψος του τοιχώματος από τη βάση μέχρι την κορυφή

Επιπλέον, θα πρέπει να ισχύει ο παρακάτω περιορισμός για κτήριο με λιγότερους από 6 ορόφους.

$$h_{cr} = max \begin{cases} 2 \cdot l_w \\ h_s \end{cases}$$

Για λόγους απλότητας, θεωρείται ότι το κρίσιμο ύψος των τοιχωμάτων εκτείνεται σε όλο τον 1^{ο} όροφο, ως δυσμενέστερη περίπτωση.

Προσδιορισμός οπλισμού κορμού τοιχώματος:

Ο οπλισμός του κορμού των τοιχωμάτων υπολογίζεται με βάση τις ελάχιστες απαιτούμενες τιμές που ορίζουν οι EN1992 – 1 και EN1998 – 1. Για κατασκευές DCM δεν υπάρχουν επιπλέον διατάξεις από τον EN1998 – 1 οπότε χρησιμοποιούνται οι ελάχιστες απαιτήσεις του EN1992 – 1.

Για τον κατακόρυφο οπλισμό του κορμού ισχύει ότι:

Ελάχιστος οπλισμός: $\rho_{v,min} = 2‰$

Μέγιστος επιτρεπόμενος οπλισμός: $\rho_{v,max} = 4\%$

Μέγιστη απόσταση μεταξύ των κατακόρυφων ράβδων: $s_{v,max} = min \begin{cases} 400\ mm \\ 3 \cdot b_{w0} \end{cases}$

Για τον οριζόντιο οπλισμό του κορμού ισχύουν τα παρακάτω:

Ελάχιστος οπλισμός: $\rho_{h,min} = max \begin{cases} 1‰ \\ 0.25 \cdot \rho_v \end{cases}$

Μέγιστη απόσταση μεταξύ των οριζόντιων ράβδων: $s_{h,max} \leq 400\ mm$

Από τα παραπάνω προκύπτει ο Πίνακας 7.7, όπου φαίνονται οι οπλισμοί των κορμών για κάθε όροφο. Γενικώς, τοποθετείται κατακόρυφος οπλισμός 2Φ10/10 cm και οριζόντιος οπλισμός 2Φ10/23 cm στον κορμό του τοιχίου.

Πίνακας 7.8. *Εύρεση οπλισμού κορμού τοιχώματος.*

Εύρεση οπλισμού κορμού τοιχώματος										
Όροφος	Οπλισμός	As,min (cm2)	As,max (cm2)	smax (mm)	s (mm)	Τοποθετούμενο	Ράβδοι (Απ)	Ράβδοι	As,prov (cm2)	Έλεγχος
1ος	Κατακόρυφος	9.485	189.700	400.000	100.000	Φ10	13.550	14	10.996	OK
	Οριζόντιος	18.550	-	400.000	230.000		23.043	24	18.850	OK
2ος	Κατακόρυφος	9.695	193.900	400.000	100.000	Φ10	13.850	14	10.996	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
3ος	Κατακόρυφος	9.905	198.100	400.000	100.000	Φ10	14.150	15	11.781	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
4ος	Κατακόρυφος	10.150	203.000	400.000	100.000	Φ10	14.500	15	11.781	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
5ος	Κατακόρυφος	10.150	203.000	400.000	100.000	Φ10	14.500	15	11.781	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK

<u>Διαστασιολόγηση σε κάμψη των ακραίων περιοχών (κρυφοκολώνων).</u>

Για την διαστασιολόγηση των ακραίων περιοχών του τοιχώματος σε κάμψη ο EN1998 – 1 ορίζει στην παράγραφο 5.4.2.4 την χάραξη της περιβάλλουσα σχεδιασμού των ροπών κάμψεως.

<u>Διαδικασία χάραξης της περιβάλλουσας ροπών σχεδιασμού:</u>

Α) Χάραξη του διαγράμματος ροπών που προκύπτουν από την ανάλυση.

Β) Ένωση των σημείων της μέγιστης ροπής της βάσης με τη ροπή της κορυφής όλου του τοιχώματος με ένα ευθύγραμμο τμήμα.

Γ) Σχηματισμός κατακόρυφου ευθύγραμμου τμήματος από την ροπή στη βάση του υποστυλώματος με μήκος a_l όπου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$a_l = \frac{z(cot\theta - cota)}{2}$$

Όπου:

z: ο μοχλοβραχίονας της διατομής και έχει τιμή $z = 0.8l_w$

θ: η γωνία που σχηματίζουν οι λοξοί θλιπτήρες του σκυροδέματος με τον κάθετο προς τη διεύθυνση της τέμνουσας άξονα του τοιχώματος

α: η γωνία που σχηματίζει ο οπλισμός διάτμησης με τον κάθετο προς τη διεύθυνση της τέμνουσας άξονα του τοιχώματος

Δ) Κατακόρυφη μετάθεση του ευθύγραμμου τμήματος του βήματος Β προς το ευθύγραμμο τμήμα του βήματος Γ και προέκταση του μέχρι την κορυφή με την ίδια κλίση.

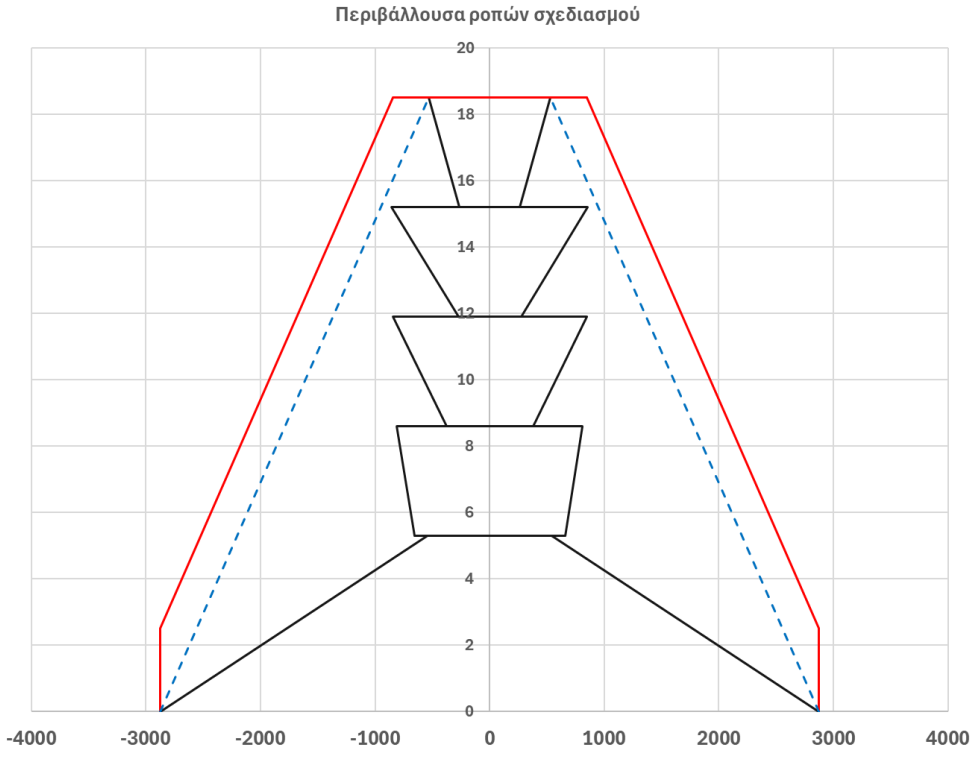
Το ευθύγραμμό τμήμα a_l προκύπτει για την συγκεκριμένη περίπτωση ίσο με 2.50 m για θ = 21.8° και α = 90°.

Στον παρακάτω πίνακα φαίνονται τα αξονικά και οι ροπές εντός και εκτός επιπέδου του τοιχώματος σε όλους τους ορόφους ($M_2 = M_X$ και $M_3 = M_Y$) όπως προκύπτουν από την ανάλυση και την περιβάλλουσα των σεισμικών συνδυασμών.

Πίνακας 7.9. *Εντατικά μεγέθη από την ανάλυση.*

Max/Min Ροπές και αξονικά τοιχίου					
Στοιχείο	Θέση	N (Kn)		M2 (kNm)	M3 (kNm)
		Max	Min	Max	Max
1ος	Πόδας	-1808.331	-2799.365	72.851	2873.153
	Κεφαλή	-1656.486	-2613.010	64.507	543.638
2ος	Πόδας	-1380.833	-2167.019	182.176	656.476
	Κεφαλή	-1289.384	-2054.787	153.742	812.049
3ος	Πόδας	-1009.027	-1610.239	133.778	376.382
	Κεφαλή	-919.404	-1500.247	137.056	846.175
4ος	Πόδας	-645.086	-1050.273	146.628	274.309
	Κεφαλή	-558.638	-944.178	140.712	854.281
5ος	Πόδας	-283.780	-481.767	149.936	262.898
	Κεφαλή	-199.635	-378.497	168.108	529.165

Στη συνέχεια παρατίθεται η περιβάλλουσα σχεδιασμού και ο πίνακας με τις αντίστοιχες τιμές και του συντελεστές αύξησης των ροπών.



Σχήμα 7.21. *Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού τοιχώματος.*

Πίνακας 7.10. *Τιμές ροπών περιβάλλουσας σε κάθε στάθμη.*

Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού					
Στοιχείο	**Θέση**	**Συντελεστής**	**Συντελεστής**	**M3 (kNm)**	**M3 (kNm)**
		Κλίμακας	**αύξησης**	**Max**	**Τελική**
1ος	Πόδας	7.000	0.000	2873.153	2873.153
	Κεφαλή	1.324	4.812	2519.292	2519.292
2ος	Πόδας	1.599	4.537	2518.995	2519.292
	Κεφαλή	2.042	3.075	2034.855	2034.855
3ος	Πόδας	0.917	3.077	1639.596	2034.855
	Κεφαλή	2.061	2.037	1682.579	1682.892
4ος	Πόδας	0.668	3.430	1682.892	1682.892
	Κεφαλή	2.081	0.999	1264.180	1264.992
5ος	Πόδας	0.640	2.440	1264.992	1264.992
	Κεφαλή	1.289	0.772	846.006	846.006

<u>Υπολογισμός διαμήκη οπλισμού των κρυφοκολωνών:</u>

Με βάση τις παραπάνω ροπές, υπολογίζονται οι απαιτήσεις των κρυφοκολώνων από το XLDesign. Στο πρόγραμμα χρησιμοποιήθηκε ο πίνακας για τα τοιχώματα όπου με βάση τα φορτία και τις διαστάσεις του τοιχώματος, υπολογίζεται ο απαιτούμενος οπλισμός της συνολικής διατομής. Στη συνέχεια, ο οπλισμός αυτός διαμοιράζεται στις δύο κρυφοκολώνες κατά 50% στην κάθε μια, παρά την διαφορά του μεγέθους τους. Πριν τον υπολογισμό των απαιτήσεων ορίζονται οι ελάχιστοι και μέγιστοι διαμήκεις οπλισμοί των ακραίων περιοχών σύμφωνα με τους κανονισμούς.

Στην κρίσιμη περιοχή ισχύει ότι (h_{cr} = 5.3 m - Ισόγειο):

Ελάχιστος διαμήκης οπλισμός: $\rho_{min} = \frac{A_s}{l_c \cdot b_c} \geq 0.5\%$ (από τον EN1998 – 1)

Όπου:

b_c: το πλάτος της αντίστοιχης κρυφοκολώνας

Μέγιστος διαμήκης οπλισμός: $\rho_{max} = 4\%$ (από τον EN1992 – 1)

Στην μη κρίσιμη περιοχή ισχύει ότι:

Ελάχιστος διαμήκης οπλισμός: $\rho_{min} = \frac{A_s}{l_c \cdot b_c} \geq 0.2\%$ (από τον EN1992 – 1)

Μέγιστος διαμήκης οπλισμός: $\rho_{max} = 4\%$ (από τον EN1992 – 1)

Από τα παραπάνω προκύπτουν οι οπλισμοί που φαίνονται στους Πίνακας 7.10 και 7.11. Αξίζει να σημειωθεί ότι για κάθε όροφο χρησιμοποιήθηκε ο ίδιος διαμήκης οπλισμός σε κάθε κρυφοκολώνα.

Πίνακας 7.11. *Διαμήκης οπλισμός αριστερής κρυφοκολώνας.*

Εύρεση καμπτικού οπλισμού κρυφοκολώνων									
Όροφος	Φορτίο Τοιχίου			Αριστερή κρυφοκολώνα					
		min	max	As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)
1ος	Αξονικό	-2799.365	-1808.331	13.40	19.22	153.76	12Φ18	30.54	17.33
	Ροπή 2	72.851							
	Ροπή 3	2873.153							
2ος	Αξονικό	-2167.019	-1380.833	16.59	6.96	139.24	12Φ18	30.54	16.33
	Ροπή 2	182.176							
	Ροπή 3	2519.292							
3ος	Αξονικό	-1610.239	-1009.027	12.62	6.27	125.44	12Φ18	30.54	15.33
	Ροπή 2	137.056							
	Ροπή 3	2034.855							
4ος	Αξονικό	-1050.273	-645.086	12.84	5.46	109.20	12Φ18	30.54	14.00
	Ροπή 2	146.628							
	Ροπή 3	1682.892							
5ος	Αξονικό	-481.767	-283.780	13.38	4.73	94.50	12Φ18	30.54	11.67
	Ροπή 4	168.108							
	Ροπή 5	1264.992							

Πίνακας 7.12. *Διαμήκης οπλισμός δεξιάς κρυφοκολώνας.*

Εύρεση καμπτικού οπλισμού κρυφοκολώνων										
Όροφος	Φορτίο Τοιχίου			Δεξιά κρυφοκολώνα						
		min	max	As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	hi (cm)
1ος	Αξονικό	-2799.365	-1808.331	13.40	9.19	73.50	12Φ18	30.54	12.50	11.875
	Ροπή 2	72.851								
	Ροπή 3	2873.153								
2ος	Αξονικό	-2167.019	-1380.833	16.59	3.68	73.50	12Φ18	30.54	12.50	11.875
	Ροπή 2	182.176								
	Ροπή 3	2519.292								
3ος	Αξονικό	-1610.239	-1009.027	12.62	3.68	73.50	12Φ18	30.54	12.50	11.875
	Ροπή 2	137.056								
	Ροπή 3	2034.855								
4ος	Αξονικό	-1050.273	-645.086	12.84	3.68	73.50	12Φ18	30.54	12.50	11.875
	Ροπή 2	146.628								
	Ροπή 3	1682.892								
5ος	Αξονικό	-481.767	-283.780	13.38	3.68	73.50	12Φ18	30.54	12.50	11.875
	Ροπή 4	168.108								
	Ροπή 5	1264.992								

<u>Διαστασιολόγηση σε διάτμηση των ακραίων περιοχών (κρυφοκολώνων).</u>

Ο EN1998 – 1 στην παράγραφο 5.4.2.4 ορίζει την διαδικασία υπολογισμού της περιβάλλουσας τεμνουσών δυνάμεων και ακολουθεί την παρακάτω διαδικασία.

<u>Διαδικασία περιβάλλουσας σχεδιασμού τεμνουσών δυνάμεων:</u>

Α) Χάραξη διαγράμματος τεμνουσών δυνάμεων όπως προκύπτουν από την ανάλυση σύμφωνα με την περιβάλλουσα των σεισμικών δυνάμεων.

Β) Υπολογισμός των τιμών $V_{Ed,I}$ σε όλες τις στάθμες με χρήση του παρακάτω τύπου:

$$V_{Ed,i} = \varepsilon \cdot V_{Ed}'$$

Όπου ο διορθωτικός συντελεστής ε έχει τιμή ε = 1.5 καθώς η κατασκευή είναι κατηγορίας πλαστιμότητας μέσης (DCM).

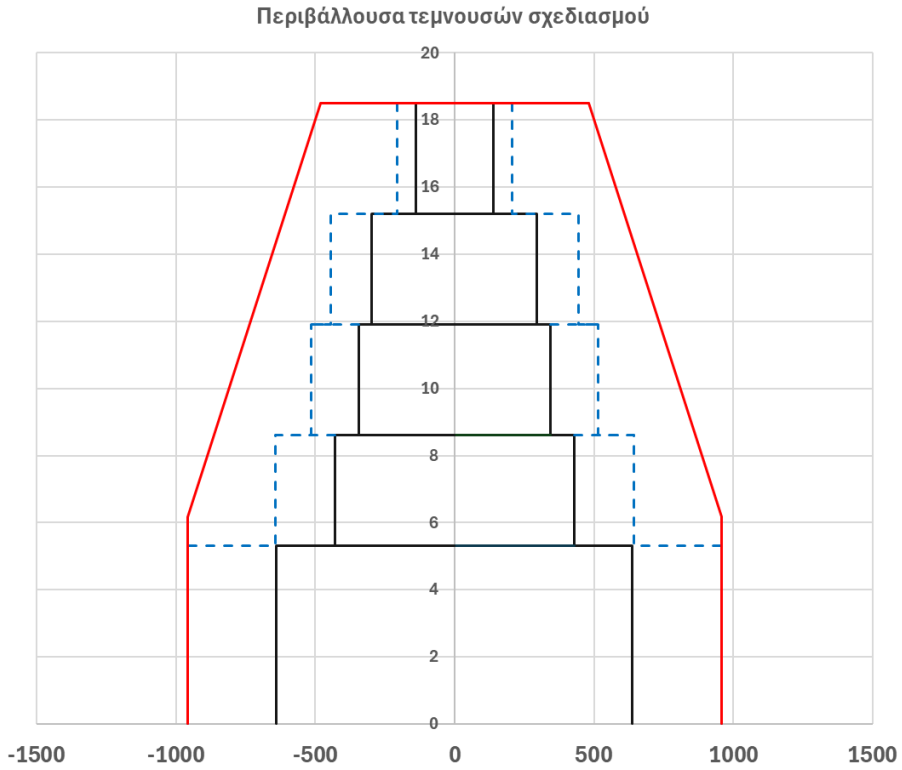
Γ) Υπολογισμός της τέμνουσας στην κορυφή της περιβάλλουσας σχεδιασμού όπου δεν θα πρέπει να είναι μικρότερη από το ήμισυ της επαυξημένης τέμνουσας της βάσης. Η τιμή στην κορυφή για το συγκεκριμένο τοίχωμα λαμβάνεται ίση με $V_{κορυφής}$ = 480 kN.

Δ) Από τη βάση του τοιχώματος μέχρι και ύψος $H_w/3$ (Σημεία Α) η περιβάλλουσα παραμένει ίδια με αυτή του βήματος Β. Από το Σημείο Α σχεδιάζεται ευθύγραμμο τμήμα μέχρι το σημείο της κορυφής όπου έχει την τιμή του βήματος Γ.

Στον επόμενο πίνακα φαίνονται οι τιμές των τεμνουσών που προκύπτουν από την ανάλυση καθώς και οι τιμές σχεδιασμού που υπολογίστηκαν με την παραπάνω διαδικασία.

Πίνακας 7.13. *Τέμνουσες ανάλυσης και σχεδιασμού για το τοίχωμα.*

Περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού							
Hw	6.167	**Τέμνουσα Ανάλυσης**	**Αύξηση με ε**	**Συντελεστής**	**Συντελεστής**	**Τέμνουσα σχ.**	**Τελική**
Όροφος	**Θέση**	**Ved' (kN)**	**Ved (kN)**	**Κλίμακας**	**Άυξησης**	**Ved,n (kN)**	**Ved,x (kN)**
1ος	Πόδας	638.742	958.113	7.000	0.000	958.113	958.113
	Κεφαλή	638.742	958.113	7.000	0.000	958.113	
2ος	Πόδας	428.803	643.205	4.699	5.801	958.168	958.168
	Κεφαλή	428.803	643.205	4.699	4.570	845.834	
3ος	Πόδας	343.891	515.837	3.768	5.501	845.946	845.946
	Κεφαλή	343.891	515.837	3.768	3.832	693.577	
4ος	Πόδας	296.428	444.642	3.248	4.352	693.567	693.567
	Κεφαλή	296.428	444.642	3.248	2.682	541.200	
5ος	Πόδας	137.739	206.609	1.509	4.421	811.921	811.921
	Κεφαλή	137.739	206.609	1.509	2.752	583.337	



Σχήμα 7.22. *Περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού του τοιχώματος.*

Έλεγχος οριζόντιου οπλισμού κορμού:

Στον Πίνακα 7.14 γίνεται έλεγχος της επάρκειας του οριζόντιου οπλισμού του κορμού που υπολογίστηκε με βάση τις ελάχιστες απαιτήσεις του κανονισμού, σύμφωνα με τις τέμνουσες σχεδιασμού που υπολογίστηκαν.

Πίνακας 7.14. *Έλεγχος επάρκειας οριζόντιου οπλισμού κορμού.*

Έλεγχος επάρκειας οριζόντιου οπλισμού κορμού								
Όροφος	**Ved,x**	**Asw**	**s (mm)**	**z (m)**	**fywd (MPa)**	**cotθ (21.8)**	**VRd,s**	**Έλεγχος**
1ος	958.113	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
2ος	958.168	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
3ος	845.946	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
4ος	693.567	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
5ος	811.921	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	**ΕΠΑΡΚΕΙ**

Έλεγχος απαίτησης εγκάρσιου οπλισμού στις ακραίες περιοχές:

Η διαδικασία υπολογισμού έχει παρουσιαστεί στην ενότητα 7.1.3.1 και γίνεται με τον ίδιο τρόπο.

Οι υπολογισμοί της παραπάνω διαδικασίας δεν παρουσιάζονται καθώς γίνεται οπωσδήποτε τοποθέτηση διατμητικού οπλισμού και στην κρίσιμη και στην μη κρίσιμη περιοχή του τοιχώματος. Ο οπλισμός υπολογίζεται με βάση τις ελάχιστες διατάξεις που ορίζουν οι EN1992 – 1 και EN1998 – 1.

Έλεγχος έναντι της θραύσης των λοξών θλιπτήρων του σκυροδέματος:

Για τον συγκεκριμένο έλεγχο απαιτείται να ισχύει ότι $V_{Rd,max} > V_{Ed}$. Ο υπολογισμός έχει παρουσιαστεί στην ενότητα 7.1.3.1 και ακολουθεί τον ίδιο τύπο, με δύο διαφορές. Η πρώτη είναι ο υπολογισμός του συντελεστή που λαμβάνει υπόψη την εντατική κατάσταση στο θλιβόμενο πέλμα από τον τύπο:

$$\alpha_{cw} = \begin{cases} 1 + \dfrac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \ \ \alpha\nu \ 0 < \sigma_{cp} \leq 0.25 f_{cd} \\ 1.25 \ \alpha\nu \ 0.25 f_{cd} < \sigma_{cp} < 0.50 f_{cd} \end{cases}$$

Η δεύτερη αφορά τον μοχλοβραχίονα της διατομής που υπολογίζεται από τον τύπο $z = 0.8l_w$.

Στον Πίνακα 7.15 φαίνεται ο έλεγχος για την κρίσιμη περιοχή και της μη κρίσιμης περιοχής.

Πίνακας 7.15. *Έλεγχος έναντι θραύσης των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος.*

Έλεγχος έναντι θραύσης των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος										
Περιοχή	**σcp**	**αcw**	**bw**	**z**	**v1**	**fcd**	**θ**	**Ved,cr και Ved,non_cr**	**VRd,max**	**Έλεγχος**
Έλεγχος Κρίσιμης περιοχής										
Ισόγειο - 1ος Όροφος	2.057	1.121	0.350	1.980	0.600	17.000	21.800	1059.035	2732.305	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
Έλεγχος ΜΗ Κρίσιμης περιοχής										
2ος όροφος	1.641	1.097	0.350	1.980	0.600	17.000	21.800	1059.035	2672.665	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
3ος όροφος	1.114	1.066	0.350	1.980	0.600	17.000	21.800	871.113	2597.027	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
4ος όροφος	0.544	1.032	0.350	1.980	0.600	17.000	21.800	700.711	2515.356	**ΕΠΑΡΚΕΙ**

Υπολογισμός διατμητικού οπλισμού στις ακραίες περιοχές:

Ο εγκάρσιος οπλισμός των κρυφοκολωνών θα προσδιοριστεί με βάση τους περιορισμούς που θέτουν οι κανονισμοί για τις κρίσιμες και μη κρίσιμες περιοχές. Τα όρια των αποστάσεων είναι ίδια με αυτά των υποστυλωμάτων, τα οποία έχουν παρουσιαστεί στην ενότητα 7.1.3.1.

Για το συγκεκριμένο τοίχωμα, στην κρίσιμη περιοχή επιλέγεται απόσταση συνδετήρων για την αριστερή κρυφοκολώνα s_{left} = 150 mm και για την δεξιά s_{right} = 120 mm. Οι επόμενες τιμές φαίνονται και στον Πίνακα 7.15 κατά τον έλεγχο περίσφιξης.

Στην μη κρίσιμη περιοχή θα γίνει η ίδια επιλογή για κάθε όροφο (2°, 3°, 4° και 5°). Από τις κρυφοκολώνες όλων των ορόφων, το μικρότερο πάχος είναι αυτό των δεξιών κρυφοκολωνών με τιμή b_{min} = 350 mm. Ακόμα, ο ελάχιστος οπλισμός έχει διάμετρο 18 mm. Με βάση τα παραπάνω επιλέγεται απόσταση s_{non_cr} = 300 mm και για τις δύο κρυφοκολώνες του τοιχώματος σε κάθε όροφο.

Έλεγχος περίσφιξης στην κρίσιμη περιοχή:

Ο έλεγχος περίσφιξης στην κρίσιμη περιοχή των κρυφοκολωνών για τα τοιχώματα ακολουθεί την ίδια μεθοδολογία με αυτή των υποστυλωμάτων όπως παρουσιάστηκε στην ενότητα 7.1.3.2. Στον Πίνακα 7.16 φαίνονται τα αποτελέσματα του ελέγχου για το τοίχωμα του παραδείγματος.

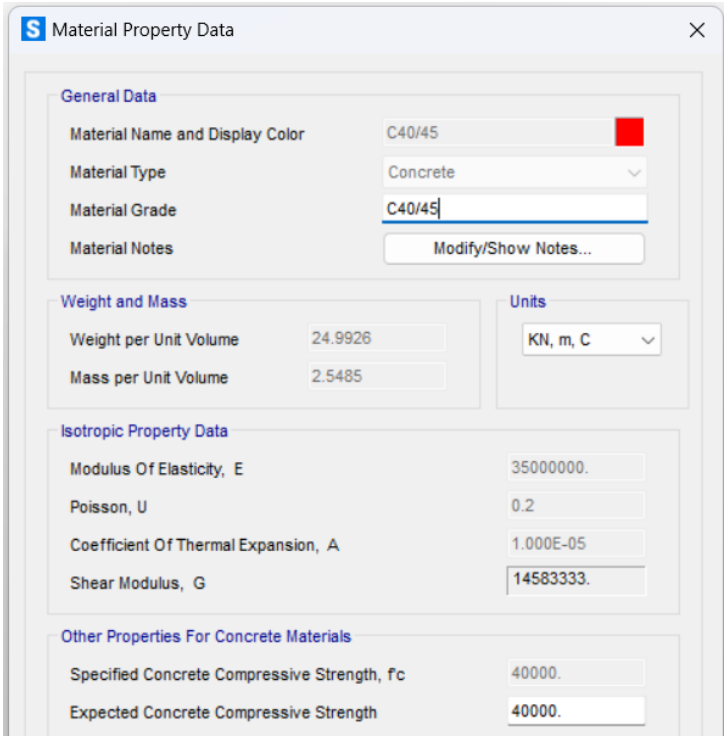
Πίνακας 7.16 *Έλεγχος περίσφιξης σε κάθε κρυφοκολώνα.*

Έλεγχος περίσφιξης στις ακραίες περιοχές													
Κρυφοκολώνα	**s (mm)**	**smax (mm)**	**Φ (mm)**	**bc (m)**	**lc (m)**	**bo (m)**	**ho (m)**	**vd**	**μφ**	**ωv**	**α**	**ωvd**	**Έλεγχος**
Αριστερή	150	160	8	0.46	0.525	0.352	0.417	0.091	5.167	0.030	0.519	0.206	**ΕΠΑΡΚΕΙ**
Δεξιά	120	121	8	0.35	0.525	0.242	0.467	0.091	5.167	0.030	0.486	0.167	**ΕΠΑΡΚΕΙ**

7.2 Αποτελέσματα δεύτερης πρότασης ενίσχυσης:

7.2.1 Προσομοίωση της 2^{ης} ενίσχυσης στο SAP2000:

Η προσομοίωση του δεύτερου μοντέλου ενίσχυσης στο πρόγραμμα ανάλυσης ακολουθεί τα ίδια βήματα με την διαδικασία εισαγωγής της υφιστάμενης κατασκευής. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, ο ορισμός των διατομών των υποστυλωμάτων είναι πανομοιότυπος με το 1° μοντέλο, με μοναδική διαφορά στο υλικό του μανδύα σκυροδέματος (C40/45).



Σχήμα 7.23. *Εισαγωγή σκυροδέματος C40/45.*

Ακόμα, παρά την καμπτική και διατμητική ενίσχυση των δοκών με φύλλα CFRP, οι διατομές που εισάγονται είναι ίδιες με αυτές του υφιστάμενου κτηρίου, καθώς τα φύλλα ενίσχυσης δεν αλλάζουν την γεωμετρία των διατομών (επιρροή δυσκαμψίας). Σημειώνεται ότι, οι δοκοί που δημιουργούν τα πλαίσια του κλιμακοστάσιου, εισάγονται εκ νέου με μανδύες σκυροδέματος όπως και στο 1^{ο} μοντέλο ενίσχυσης.

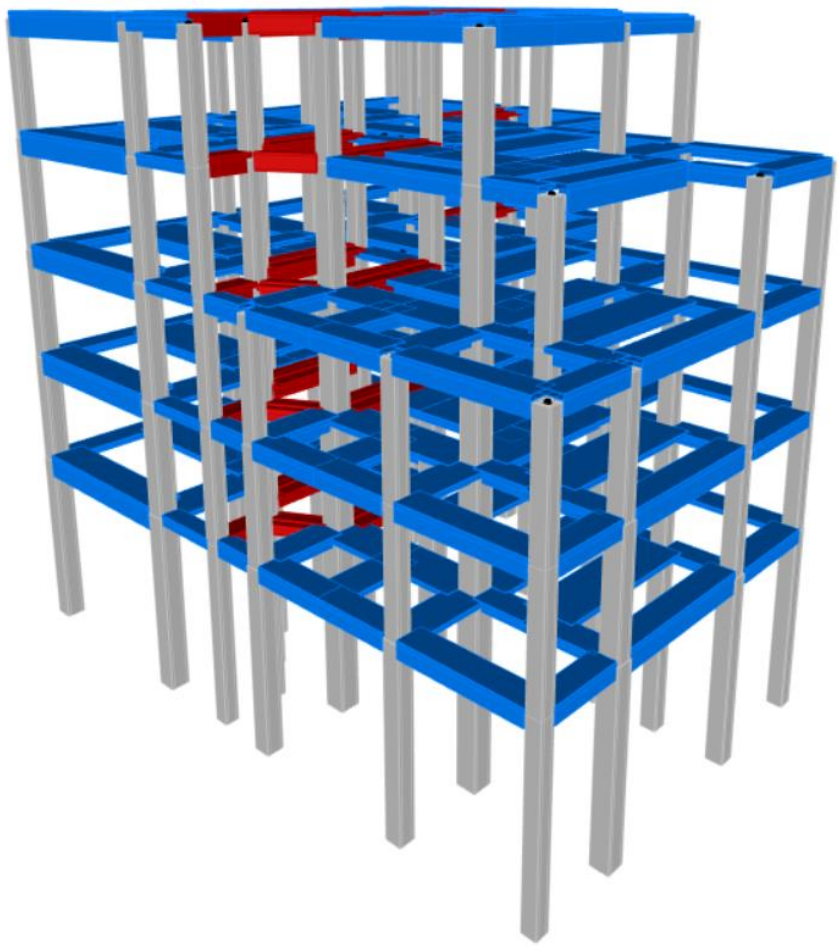
Κατά την διάρκεια της προσομοίωσης γίνεται και ο υπολογισμός των νέων μαζών, που αλλάζουν λόγω της προσθήκης των μανδυών σκυροδέματος στα υποστυλώματα. Η τοποθέτηση των CFRP, δεν μεταβάλλει καθόλου τη μάζα του κτηρίου. Έτσι, προκύπτουν οι τελικές μάζες του 2^{ου} μοντέλου ενίσχυσης όπου φαίνονται στον Πίνακα 7.17.

Πίνακας 7.17. *Μάζες ορόφων 2^{ου} μοντέλου ενίσχυσης.*

Συνολικές μάζες ορόφων				
Α/Α	**Μάζα - m (tn)**	**Μαζική Ρ.Α. - Jm (tnm2)**	**Ρ.Α. - Ix (m4)**	**Ρ.Α. - Iy (m4)**
1ος Όροφος	396.407	20276.767	9319.512	4668.358
2ος Όροφος	369.729	18912.135	9319.512	4668.358
3ος Όροφος	348.112	17806.387	9319.512	4668.358
4ος Όροφος	286.297	11683.575	5320.499	3663.482
5ος Όροφος	184.706	6303.711	3194.519	3523.487

Παρατηρείται ότι η μάζα της συγκεκριμένης περίπτωσης δεν διαφέρει σημαντικά από αυτή του υφιστάμενου κτηρίου, κάτι το οποίο είναι και ζητούμενο.

Στην εικόνα φαίνεται η τελική μορφή του 2^{ου} μοντέλου ενίσχυσης.



Σχήμα 7.24. *Τελική μορφή μοντέλου 2ης ενίσχυσης.*

7.2.2 Ιδιομορφική ανάλυση 2ης ενίσχυσης:

Ο στόχος του 2ου μοντέλου ενίσχυσης ήταν η αύξηση της πλαστιμότητας, χωρίς να υπάρξουν αλλαγές στην γεωμετρία και δυσκαμψία του κτηρίου, όπως αναφέρθηκε και στο Κεφάλαιο 6. Με την προσθήκη των ολόπλευρων μανδυών σκυροδέματος στα υποστυλώματα επιτυγχάνεται η αύξηση της αντοχής, της δυσκαμψίας και της πλαστιμότητας των κατακόρυφων δομικών στοιχείων. Η συγκεκριμένη επέμβαση έχει το μεγαλύτερο ποσοστό επιρροής στην μείωση της ιδιοπερίοδου του κτηρίου, συγκριτικά με την υφιστάμενη κατάσταση. Με την χρήση φύλλων ινοπλισμένων πολυμερών άνθρακα στις δοκούς, αποφεύγεται η περαιτέρω αύξηση της δυσκαμψίας. Με τις παραπάνω επεμβάσεις παρουσιάστηκε μικρή μείωση στη θεμελιώδη ιδιοπερίοδο της κατασκευής, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 7.18.

Πίνακας 7.18. *Ποσοστά ενεργοποίησης μάζας 2ου μοντέλου ενίσχυσης.*

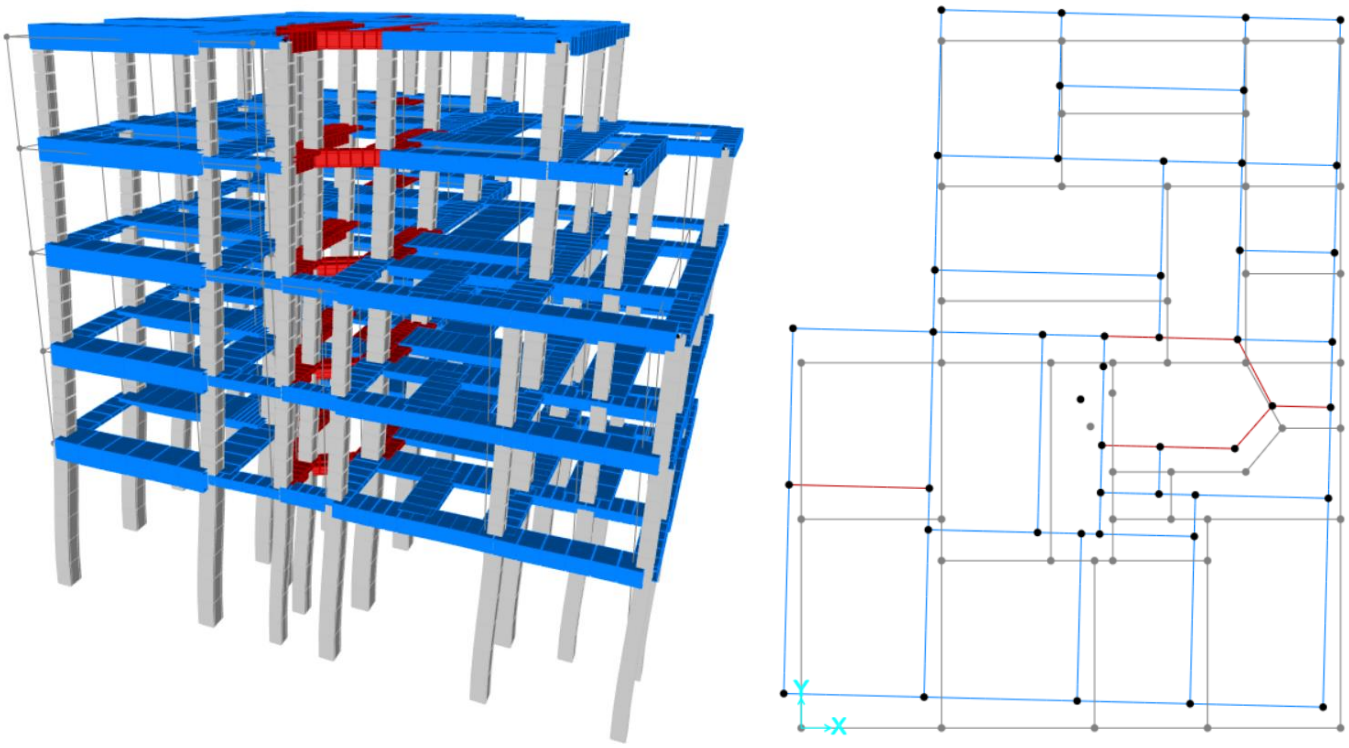
Ποσοστά ενεργοποιήσης της μάζας - ΕΝΙΣΧΥΣΗ 2η									
Ιδιομορφή	Ιδιοπερίοδος	Συχνότητα	Κυκλική ιδιοσυχνότητα	UX	UY	RZ	SumUX	SumUY	SumRZ
	T (Sec)	f (Hz)	ω (rad/sec)						
1	0.893	1.120	7.036	10.193	**76.355**	4.606	10.193	76.355	4.606
2	0.872	1.147	7.207	**73.571**	13.496	4.636	83.765	89.851	9.242
3	0.742	1.348	8.471	8.378	1.618	**83.413**	**92.142**	**91.469**	**92.655**
4	0.299	3.349	21.042	0.079	6.523	0.030	92.221	97.992	92.685
5	0.287	3.487	21.910	5.947	0.073	0.520	98.168	98.065	93.205
6	0.252	3.970	24.941	0.111	0.001	5.055	98.279	98.066	98.260
7	0.162	6.157	38.684	0.002	1.408	0.001	98.281	99.474	98.261
8	0.157	6.358	39.947	1.204	0.000	0.024	99.485	99.474	98.284
9	0.143	7.015	44.075	0.046	0.003	1.273	99.530	99.477	99.557
10	0.104	9.595	60.288	0.010	0.375	0.006	99.540	99.852	99.564
11	0.102	9.758	61.310	0.308	0.010	0.000	99.848	99.861	99.564
12	0.092	10.900	68.485	0.024	0.002	0.317	99.872	99.863	99.881
13	0.077	12.985	81.589	0.074	0.010	0.023	99.946	99.873	99.904
14	0.073	13.636	85.679	0.018	0.119	0.001	99.964	99.992	99.905
15	0.064	15.521	97.523	0.036	0.008	0.095	100.000	100.000	100.000

Από τον Πίνακα 7.18 παρατηρείται ότι η μετακίνηση του κτηρίου στις πρώτες ιδιομορφές διαφέρει σημαντικά συγκριτικά με αυτή του υφιστάμενου. Παρότι η γεωμετρία του φορέα δεν αλλάζει, η μανδύωση ορισμένων δοκών έχει ισχυρή επιρροή στην απόκριση του φορέα. Αξίζει να σημειωθεί, ότι η 1η ιδιομορφή αποκτά καθαρά μεταφορικό χαρακτήρα κατά τον άξονα Y. Η 2η ιδιομορφή παρουσιάζει καθαρά μεταφορικό χαρακτήρα κατά τη διεύθυνση X, ενώ η 3η ιδιομορφή είναι στρεπτική γύρω από τον άξονα Z. Με βάση τα παραπάνω, το κτήριο θεωρείται μη στρεπτικά ευαίσθητο. Τέλος, η μείωση που επιδέχεται η θεμελιώδης ιδιοπεριόδος της κατασκευής είναι της τάξης του 26.40%, συγκριτικά με το υφιστάμενο κτήριο, όπως φαίνεται και στον Πίνακα 7.19.

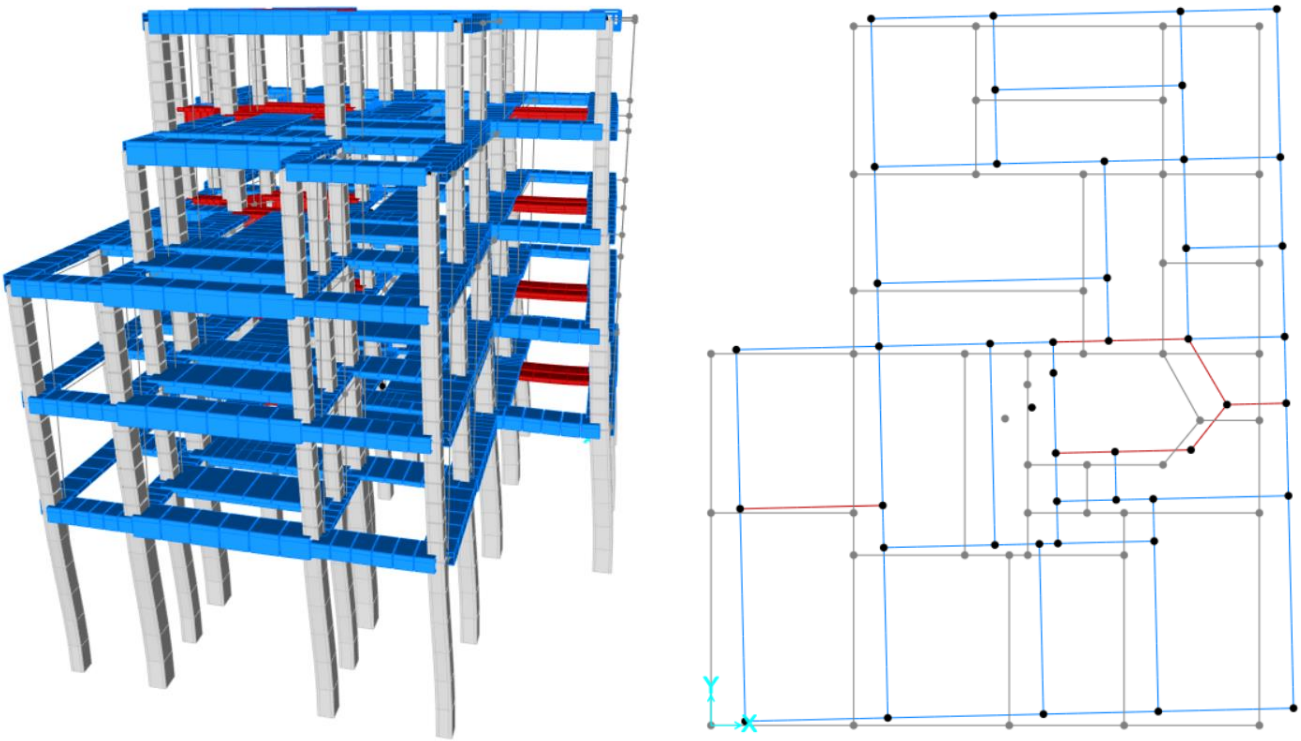
Πίνακας 7.19. *Σύγκριση ιδιομορφικών αποτελεσμάτων υφιστάμενου κτηρίου και 2ης Ενίσχυσης.*

Σύγκριση Υφιστάμενου και Ενίσχυσης				
Ιδιομορφή	Υφιστάμενο		Ενίσχυση 2η	
	T (sec)	Μετακίνηση	T (sec)	Μετακίνηση
1η	1.214	Μεταφορική κατά X και Y	0.893	Μεταφορική κατά Y
2η	1.211	Μεταφορική κατά X και Y	0.872	Μεταφορική κατά X
3η	1.048	Στρεπτική γύρω από τον Z	0.742	Στρεπτική γύρω από τον Z

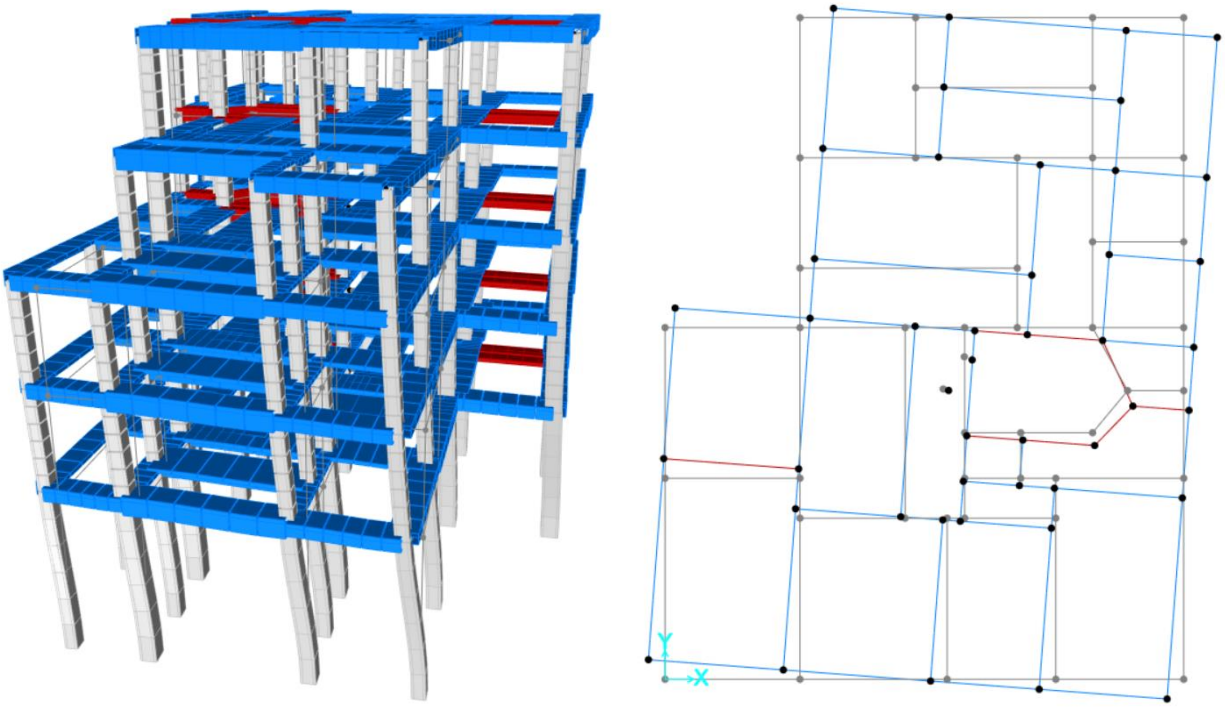
Στη συνέχεια, παρουσιάζονται οι μορφές των τριών πρώτων ιδιομορφών.



Σχήμα 7.25. *1η Ιδιομορφή – T_1 = 0.893 sec.*

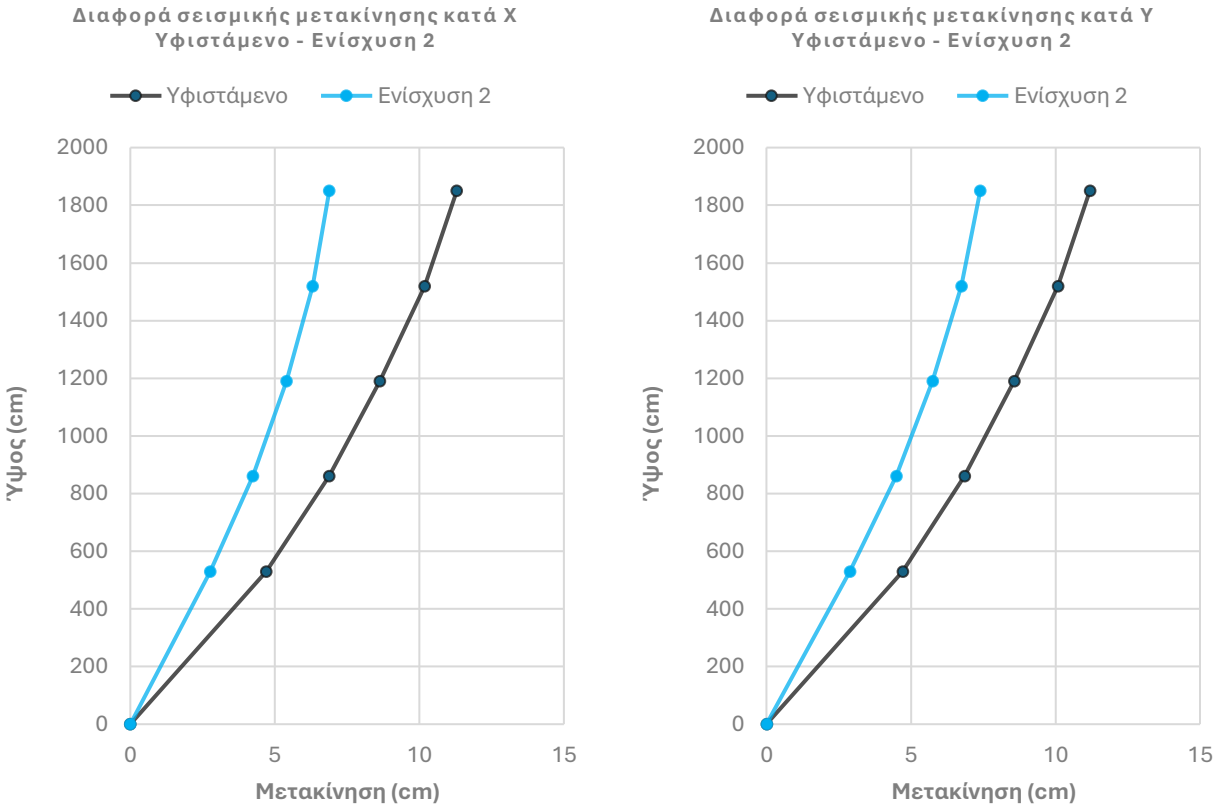


Σχήμα 7.26. *2η Ιδιομορφή – T_2 = 0.872 sec.*



Σχήμα 7.27. *3η Ιδιομορφή – T_3 = 0.742 sec.*

Συγκρίνοντας την μετακίνηση που αναπτύσσει το κτήριο της δεύτερης ενίσχυσης με το υφιστάμενο, παρατηρείται μεσαία μείωση σε όλους τους ορόφους.



Σχήμα 7.28. *Διαφορά σεισμικής μετακίνησης υφιστάμενου και 2ης πρότασης ενίσχυση.*

Το αποτέλεσμα αυτό είναι λογικό, καθώς η δυσκαμψία της κατασκευής δεν έχει αυξηθεί σε σημαντικό βαθμό. Η τελική μετακίνηση του ενισχυμένου κτηρίου είναι μικρότερη κατά 40 % περίπου και στις δύο διευθύνσεις.

7.2.3 Διαστασιολόγηση 2^{ης} ενίσχυσης:

Για την διαστασιολόγηση των δομικών στοιχείων του 2^{ου} μοντέλου ενίσχυσης, χρησιμοποιήθηκαν οι διατάξεις των EN1992 – 1, EN1998 – 1 και EN1998 – 3. Σημειώνεται ότι κατά την διαστασιολόγηση των δοκών έναντι διάτμησης, χρησιμοποιούνται επιπλέον οι αντίστοιχες διατάξεις του Ελληνικού Κανονισμού Επεμβάσεων και γίνεται σύγκριση μεταξύ των κανονισμών.

7.2.3.1 Πορεία διαστασιολόγησης δοκών:

Οι δοκοί που ενισχύονται με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος υπολογίζονται σύμφωνα με τος EN1992 – 1 και EN1998 – 1, όπως παρουσιάστηκε στην ενότητα 7.1.3.1. Τα υπόλοιπα οριζόντια δομικά στοιχεία, εκείνα που ενισχύονται με φύλλα CFRP, διαστασιολογούνται σε κάμψη μέσω προγράμματος ανάλυσης διατομής, ενώ σε διάτμηση με βάση τις διατάξεις του EN1998 – 3, καθώς και σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.

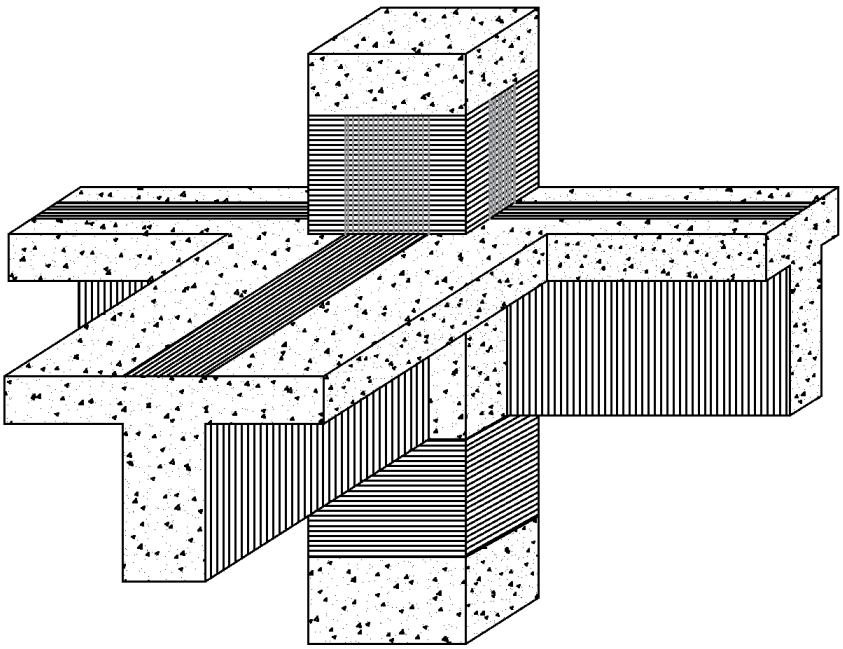
Υπολογισμός καμπτικού οπλισμού:

Για την καμπτική ενίσχυση χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ανάλυσης διατομής AnySection, όπου με εισαγωγή της διατομής μέσω απλού κώδικα, υπολογίζεται η ροπή αντοχής. Στη συγκεκριμένη περίπτωση, όλες οι δοκοί με πλάτος 21 cm ενισχύθηκαν στην άνω παρειά τους με 5 στρώσεις φύλλων CFRP, ενώ στην κάτω παρειά τους με 3 στρώσεις φύλλων CFRP. Για τις δοκούς με πλάτος 14 cm χρησιμοποιήθηκαν 5 στρώσεις στην άνω ίνα και 4 στρώσεις κάτω ίνα. Ο σκοπός της επιλογής αυτής είναι η μείωση των ποσοστών εξάντλησης των δοκών σε καμπτική αστοχία αλλά όχι η πλήρης απαλοιφή τους. Με την παρούσα ενίσχυση, επιτρέπεται η αστοχία της δοκού καμπτικά αλλά σε μειωμένη ένταση συγκριτικά με την κατάσταση όπου δεν θα υπήρχαν τα φύλλα CFRP. Έτσι, επιτρέπεται η παραμόρφωση του υπάρχοντα χάλυβα και η ανάπτυξη της υπεραντοχής του (στην περίπτωση που είναι καλά αγκυρωμένος) κατά την αστοχία, χωρίς όμως να δεχτεί υψηλές δυνάμεις που μπορεί να προκαλέσουν μέχρι και θραύση.

Για τον υπολογισμό της μέγιστης ροπής αντοχής στην άνω και κάτω ίνα των δοκών θεωρείται ότι κατά την απόκριση της διατομής, πρώτα διαρρέει ο εφελκυόμενος χάλυβας, στη συνέχεια πραγματοποιείται σύνθλιψη του σκυροδέματος στο θλιβόμενο πέλμα και τέλος η μέγιστη αντίσταση λαμβάνεται την στιγμή αστοχίας του CFRP (ροπή αντοχής). Η ενεργός παραμόρφωση του FRP έχει επιλεχθεί με βάση παραδείγματα της βιβλιογραφίας αλλά και σύμφωνα κανονιστικά πλαίσια με τιμή ε_{FRP} = 0.75%. Η συγκεκριμένη τιμή είναι μικρότερη από αυτή που προτείνει ο κατασκευαστής καθώς κατά την διάρκεια της φόρτισης, η βέλτιστη απόκριση του

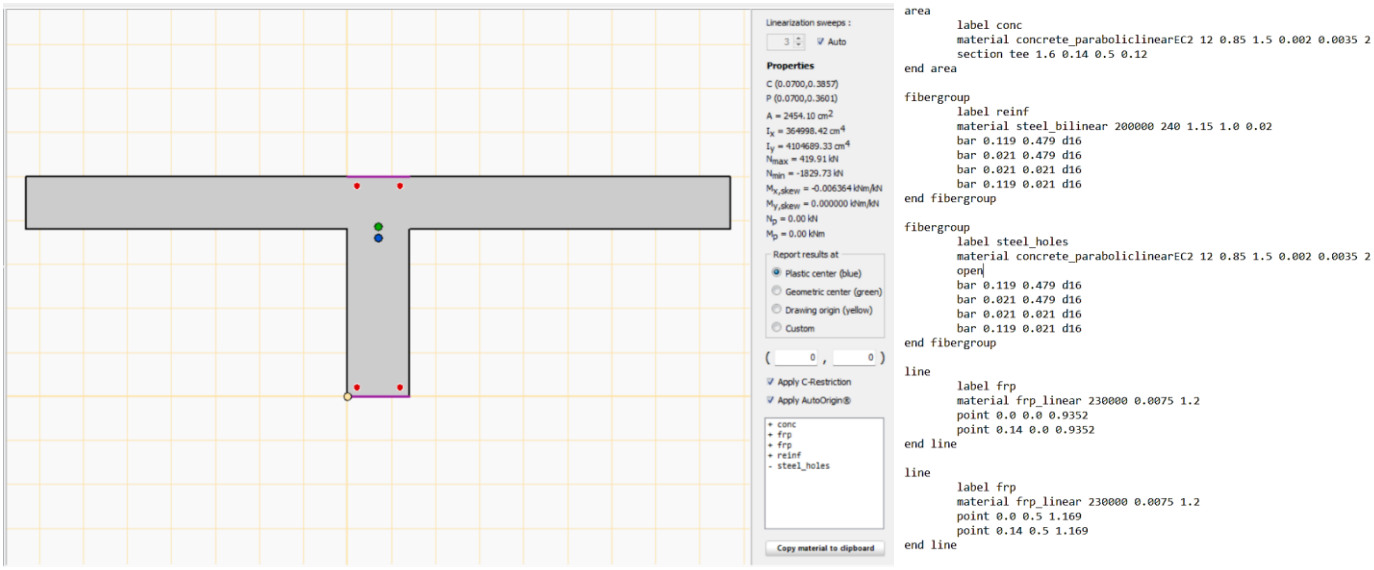
υλικού δεν είναι δεδομένη και λαμβάνεται επιπλέον η πιθανότητα αποκόλλησης του. Αν γινόταν χρήση της τιμής επιμήκυνσης θραύσης που προτείνει ο κατασκευαστής, θα μπορούσαν να επιτευχθούν παρόμοιες τιμές με λιγότερες στρώσεις υλικού (πιο οικονομική λύση). Μετά την θραύση του CFRP, η διατομή συνεχίζει να λειτουργεί με την υπεραντοχή του χάλυβα, έως ότου φτάσει σε θραύση και εκείνος.

Για την αγκύρωση των FRP στις στηρίξεις, αρχικά τοποθετούνται τα υφάσματα σε μορφή L στο άνω πέλμα της δοκού και στην παρειά του υποστυλώματος. Στη συνέχεια, το μέρος του υποστυλώματος περιτυλίγεται με μια στρώση FRP για ενίσχυση της αγκύρωσης. Το τμήμα του FRP που τοποθετείται στην δοκό επεκτείνεται έως και 1 μέτρο εντός του θλιβόμενου τμήματος της άνω παρειάς (σύμφωνα με §8.2.1.3 του ΚΑΝ.ΕΠΕ.) για την κατάλληλη αγκύρωση του [20]. Στο κάτω πέλμα, που διατρέχεται όλο κατά μήκος με ύφασμα ινοπλισμένων πολυμερών, η αγκύρωση του γίνεται με αντίστοιχο τρόπο πάνω στο υποστύλωμα, ενώ στο μέρος της δοκού, η προσθήκη των τρίπλευρων μανδυών εξασφαλίζει την απαιτούμενη αγκύρωση. Οι παραπάνω λεπτομέρειες απαιτούνται για την προστασία του υλικού και της πιθανής αποκόλλησης του κατά την διάρκεια πιθανής θλιπτικής καταπόνησης λόγω ανακυκλιζόμενης φόρτισης [20]. Στο σχήμα 7.29 φαίνονται τα παραπάνω για ένα εξωτερικό κόμβο. Το υλικό που χρησιμοποιείται στο υποστύλωμα προσφέρει και περίσφιξη στην συγκεκριμένη περιοχή, ωστόσο αυτή δεν λαμβάνεται υπόψη στους υπολογισμούς διαστασιολόγησης του στοιχείου.

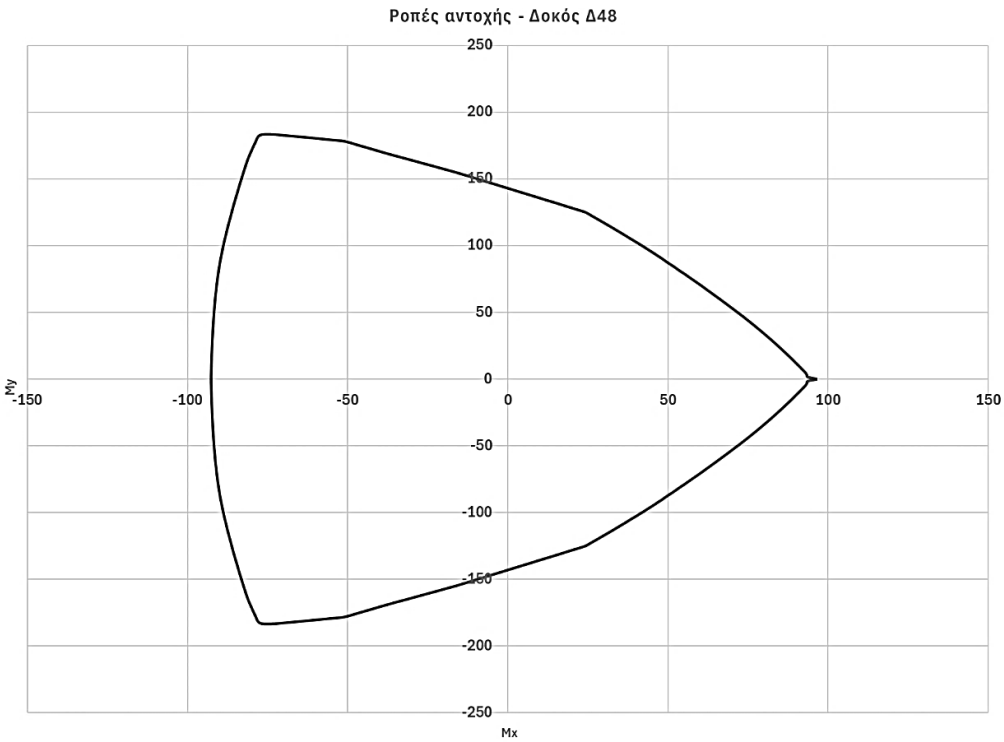


Σχήμα 7.29. *Αγκύρωση των FRP του άνω πέλματος.*

Στο Σχήμα 7.30 φαίνεται η διατομή και ο κώδικας εισαγωγής στο AnySection, ενώ στη συνέχεια παρουσιάζεται το διάγραμμα αλληλεπίδρασης ροπών αντοχής γύρω από τον άξονα της δοκού/διατομής.



Εικόνα 7.30. *Διατομή δοκού στο AnySection και κώδικας εισαγωγής.*



Σχήμα 7.31. *Ροπές αντοχής – Δοκός Δ48.*

Στο Σχήμα 7.31 φαίνονται οι τιμές της ροπής αντοχής για την άνω και κάτω ίνα, όπου για την συγκεκριμένη δοκό είναι αυτές που φαίνονται στον Πίνακα 7.20.

Πίνακας 7.20. *Ροπές αντοχής δοκού Δ48.*

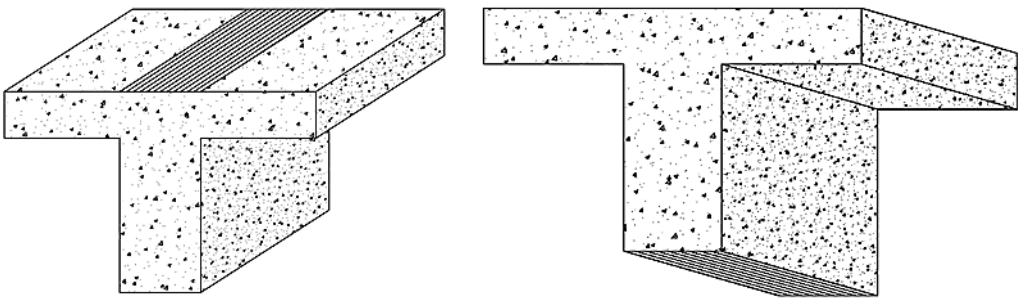
Ροπές αντοχής - Δοκός Δ48 - Ενίσχυση CFRP											
Αρχική ροπή αντοχής - M_{Rd} (kNm)						Τελική ροπή αντοχής - M_{Rd} (kNm)					
Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
39.91	39.9	79.24	0	39.91	39.9	92.74	96.57	130.04	66.92	92.74	96.57

Συγκρίνοντας τις με τις αναπτυσσόμενες ροπές από την ανάλυση, για την δοκό Δ48 σε όλους τους ορόφους προκύπτουν τα παρακάτω τελικά ποσοστά εξάντλησης.

Πίνακας 7.21. *Συντελεστές εξάντλησης δοκού Δ48 – Πριν και μετά την προσθήκη CFRP.*

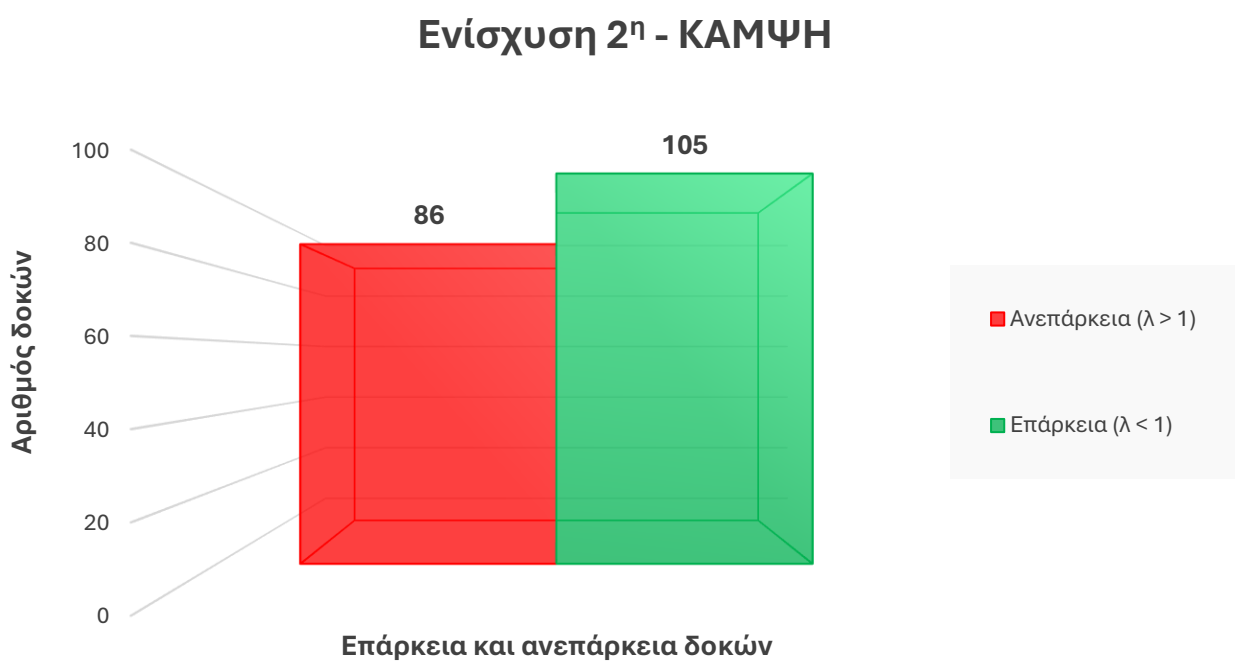
Ποσοστά εξάντλησης - Δοκός Δ48 - Ενίσχυση CFRP												
Όροφος	Αρχική ροπή αντοχής - M_{Rd} (kNm)						Τελική ροπή αντοχής - M_{Rd} (kNm)					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
1ος	1.796	4.551	0.451	-	1.732	4.548	0.773	1.881	0.275	-	0.745	1.879
2ος	0.835	3.527	0.426	-	0.685	3.691	0.360	1.457	0.259	-	0.295	1.525
3ος	0.450	3.016	0.453	-	0.233	3.229	0.194	1.246	0.276	-	0.100	1.334
4ος	-	2.470	0.459	-	-	2.663	-	1.021	0.280	-	-	1.100
5ος	-	1.516	0.518	-	-	1.589	-	0.626	0.316	-	-	0.656

Με την ίδια διαδικασία γίνεται ο έλεγχος και των υπόλοιπων δοκών σε όλους τους ορόφους, όπου τα αποτελέσματα τους παρουσιάζονται στο Παράρτημα Γ. Συγκεντρωτικά, πριν την λύση που προτάθηκε (χωρίς την προσθήκη CFRP) ο μέσος όρος των συντελεστών εξάντλησης σε κάμψη των δοκών για όλους τους ορόφους ήταν $\lambda_{m_κάμψη_NCFRP}$ = 1.107, ενώ η μέγιστη τιμή έφτανε $\lambda_{max_κάμψη_NCFRP}$ = 8.659. Η μείωση αυτή, συγκριτικά με το υφιστάμενο κτήριο, οφείλεται στην μείωση των ροπών λόγω της προσθήκης μανδυών οπλισμένου σκυροδέματος στα υποστυλώματα. Μετά την προσθήκη των FRP, ο μέσος όρος των συντελεστών εξάντλησης είναι $\lambda_{m_κάμψη_CFRP}$ = 0.463, ενώ ο μέγιστος έχει τιμή $\lambda_{max_κάμψη_CFRP}$ = 2.495. Στη συγκεκριμένη λύση έχει τοποθετηθεί ο ίδιος οπλισμός σε όλους τους ορόφους για λόγους υπολογιστικού κόστους. Ωστόσο, είναι δόκιμο από τον 3^{ο} όροφο και άνω, όπου οι αναπτυσσόμενες ροπές και τα ποσοστά εξάντλησης μειώνονται σε μεγάλο ποσοστό, να γίνει τοποθέτηση λιγότερων στρώσεων σε ορισμένες δοκούς για οικονομικούς λόγους.



Σχήμα 7.32. *Πλακοδοκοί καμπτικά ενισχυμένες με υφάσματα FRP.*

Στο σχήμα 7.33 φαίνεται ο συνολικός αριθμός των δοκών που επαρκούν σε κάμψη μετά την ενίσχυση με τα FRP. Συγκρίνοντας το με το Σχήμα 5.4, που αφορά το υφιστάμενο κτήριο, είναι φανερή η βελτίωση της συμπεριφοράς των δοκών αλλά όχι η πλήρης αποκατάσταση της καμπτικής αντοχής.

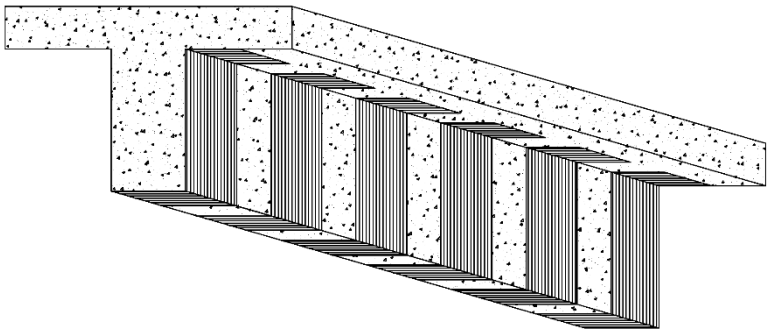


Σχήμα 7.33. *Επάρκεια δοκών 2ης Ενίσχυσης – Κάμψη.*

<u>Υπολογισμός διατμητικού οπλισμού:</u>

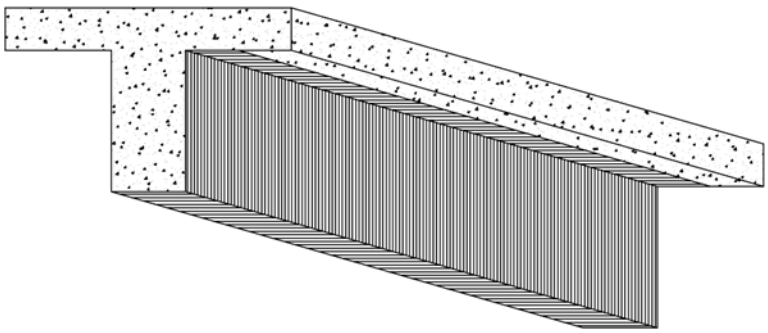
Η διατμητική ενίσχυση των δοκών έγινε σύμφωνα με τον EN1998 – 3 και τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. Η επέμβαση που επιλέχθηκε είναι μανδύες μορφής U χωρίς μηχανικές αγκυρώσεις στα ελεύθερα άκρα τους, με σκοπό την προστασία του υλικού. Ο υπολογισμός πραγματοποιείται για δύο περίπτωσης ενίσχυσης:

- Α) Χρήση υφάσματος CFRP (με αριθμό στρώσεων που εξαρτάται από την ένταση που δέχεται η δοκός) σε μορφή λωρίδων με πλάτος w = 150 mm και απόσταση μεταξύ τους s = 250 mm.



Σχήμα 7.34. *Δοκός ενισχυμένη με τρίπλευρο μανδύα φύλλων σε λωρίδες.*

- Β) Χρήση υφάσματος CFRP σε μορφή συνεχών φύλλων (με αριθμό στρώσεων που εξαρτάται από την ένταση που δέχεται η δοκός).



Σχήμα 7.35. *Δοκός ενισχυμένη με τρίπλευρο μανδύα συνεχών φύλλων.*

Η τελική επιλογή της ενίσχυσης εξαρτάται από τα αποτελέσματα των υπολογισμών και κατά πόσο αυτά τηρούν τα κανονιστικά πλαίσια. Αρχικά, παρουσιάζεται η πορεία υπολογισμού σύμφωνα με τον EN1998 – 3, όπου ακολουθούνται τα εδάφια του Παραρτήματος Α του κανονισμού. Η συνολική τέμνουσα που μπορεί να αναλάβει η διατομή μετά την προσθήκη του CFRP είναι:

$$V_{Rd,tot} = V_{Rd,s} + V_{Rd,FRP}$$

Όπου:

$V_{Rd,s}$: η διατμητική δύναμη που παραλαμβάνει η διατομή με τους υπάρχοντες συνδετήρες.

$V_{Rd,FRP}$: η διατμητική δύναμη που παραλαμβάνει το CFRP.

<u>EN1998 – 3:</u>

Σύμφωνα με το εδάφιο (5) του Παραρτήματος Α, η αντοχή σχεδιασμού του FRP σε αποκόλληση για ανοικτούς μανδύες της μορφής U υπολογίζεται από τον τύπο Α.29.

$$f_{fdd,e,U} = f_{fdd} \cdot \left[1 - k\frac{L_e \cdot sin\beta}{z}\right]$$

Όπου:

f_{fdd}: η αντοχή σχεδιασμού σε αποκόλληση και υπολογίζεται από τον τύπο

$$f_{fdd} = \frac{1}{\gamma_{fd}} \cdot \sqrt{0.6\frac{E_f \cdot f_{ctm} \cdot k_b}{t_f}}$$

Όπου:

γ_{fd}: ο συντελεστής ασφαλείας του υλικού ίσος με 1.5.

E_f: το μέτρο ελαστικότητας του FRP.

f_{ctm}: η μέση εφελκυστική αντοχή του σκυροδέματος.

t_f: το πάχος του υλικού από την μια πλευρά.

k_b: ο συντελεστής επικάλυψης που υπολογίζεται από τον τύπο

$$k_b = \sqrt{1.5 \frac{\left(2 - \frac{w_f}{s_f}\right)}{\left(1 + \frac{w_f}{100\ mm}\right)}}$$

k: συντελεστής που υπολογίζεται από τον τύπο

$$k = 1 - \frac{2}{\pi}$$

L_e: το ενεργό μήκος σύνδεσης και υπολογίζεται από τον τύπο

$$L_e = \sqrt{\frac{E_f \cdot t_f}{\sqrt{4 \cdot \tau_{max}}}}$$

Όπου:

τ_{max}: η μέγιστη αντοχή συνάφειας που υπολογίζεται από τον τύπο

$$\tau_{max} = 1.8 \cdot f_{ctm} \cdot k_b$$

z: ο εσωτερικός μοχλοβραχίονας όπου z = 0.9d

β: η γωνία μεταξύ της ισχυρής κατεύθυνσης των ινών στη λωρίδα, το φύλλο ή το υλικό FRP και του άξονα του μέλους.

Μετά τον προσδιορισμό της αντοχής σχεδιασμού αποκόλλησης, υπολογίζεται η αντοχή που προσφέρει το FRP από τον τύπο Α.22.

$$V_{Rd,FRP} = 0.9d \cdot f_{fdd,e,U} \cdot 2 \cdot t_f \cdot \left(\frac{w_f}{s_f}\right)^2 \cdot (cot\theta + cot\beta) \cdot sin\beta$$

Όπου:

θ: η γωνία κλίσης των θλιβόμενων διαγώνιων σκυροδέματος.

w_f: είναι το πλάτος της λωρίδας ή του φύλλου FRP, όπου για συνεχή φύλλα υπολογίζεται από τον τύπο

$$w_f = \min(0.9d\ , h_w) \cdot \frac{\sin(\theta + \beta)}{sin\theta}$$

s_f: η απόσταση μεταξύ των λωρίδων FRP όπου για συνεχή φύλλα είναι ίση με w_f.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται η διαδικασία υπολογισμού σύμφωνα με τον Ελληνικό Κανονισμό Επεμβάσεων όπου ακολουθούνται οι αρχές και τα σχόλια της παραγράφου 8.2.2 και πιο συγκεκριμένα της υποενότητας 8.2.2.2 iii).

<u>ΚΑΝ.ΕΠΕ.:</u>

Αρχικά, υπολογίζεται το γεωμετρικό ποσοστό του εξωτερικού οπλισμού ρ_j:

$$\rho_j = \frac{2A_j}{s_j \cdot b_w \cdot sina}$$

Όπου:

A_j: το εμβαδό του οπλισμού και υπολογίζεται ως $A_j = t_j \cdot w_j$

t_j: το πάχος του εξωτερικού οπλισμού.

w_j: το πλάτος της λωρίδας όπου σε περίπτωση συνεχών φύλλων $w_j = s_j$.

s_j: η αξονική απόσταση του εξωτερικού οπλισμού σε περίπτωση λωρίδων.

b_w: το πλάτος της διατομής.

α: η γωνία του εξωτερικού οπλισμού διάτμησης ως προς τον διαμήκη άξονα του στοιχείου.

Στη συνέχεια, υπολογίζεται η τιμή σχεδιασμού της ενεργού τάσης του εξωτερικού οπλισμού διάτμησης, μέσω δύο περιπτώσεων όπου επιλέγεται η δυσμενέστερη. Για τον προσδιορισμό της τάσης χρειάζεται να εκτιμηθεί η κρίσιμη τιμή της τάσης $\sigma_{j,crit}$, όπου υπολογίζεται με βάση τις δύο παρακάτω περιπτώσεις,

Α) Αστοχία του ίδιου υλικού ενίσχυσης όπου πρέπει να ισχύει:

$$\sigma_{jd} \leq \frac{1}{\gamma_m} \cdot f_{jk}$$

Όπου:

γ_m: ο συντελεστής ασφαλείας του FRP, με τιμή 1.20.

f_{jk}: η χαρακτηριστική αντοχή του FRP που υπολογίζεται με βάση την παρακάτω διαδικασία:

Υπολογισμός της μέγιστης εφελκυστική παραμόρφωσης του FRP:

$$\varepsilon_{FRP,max} = \varepsilon_{FRPu} \cdot \psi \leq 1.50\%$$

Όπου:

ε_{FRPu}: η μέγιστη εφελκυστική παραμόρφωση του FRP.

ψ: ο μειωτικός συντελεστής πολλών στρώσεων που υπολογίζεται από τον παρακάτω τύπο αναλόγως τον αριθμό (k) των στρώσεων,

$$\psi = k^{-1/4} \geq \frac{3}{k} \qquad (\gamma\iota\alpha\ k < 4, \iota\sigma\chi\acute{\upsilon}\varepsilon\iota\ \psi = 1)$$

Υπολογισμός της κρίσιμης τάση παραμόρφωσης $\varepsilon_{FRP,crit}$ από τον τύπο,

$$\varepsilon_{FRP,crit} = k_v \cdot \varepsilon_{FRP,max}$$

Όπου:
k_v: ο συντελεστής που εκφράζει την περίπου τριγωνική κατανομή των παραμορφώσεων κατά μήκος της κρίσιμης λοξής ρωγμής, με τιμή 0.5.

Τελικά, η χαρακτηριστική αντοχή υπολογίζεται ως:

$$f_{FRP,k} = E_{FRP} \cdot \varepsilon_{FRP,crit}$$

Όπου:
E_{FRP}: το μέτρο ελαστικότητας του FRP.

Β) Πρόωρη αποκόλληση του FRP λόγω ανεπαρκής αγκύρωσης των άκρων του (ισχύει μόνο στις περιπτώσεις ανοικτών μανδυών U). Στην περίπτωση αυτή πρέπει να ισχύει:

$$\sigma_{FRP,d} \leq \frac{\sigma_{FRP,crit}}{\gamma_{Rd}}$$

Όπου:

γ_{Rd}: ο συντελεστής αβεβαιότητας του προσομοιώματος, με τιμή 1.20.

Για τον υπολογισμό της κρίσιμης τάσης ακολουθείται η παρακάτω διαδικασία, με πρώτο βήμα τον υπολογισμό του ενεργού μήκος αγκύρωσης από τον τύπο:

$$L_e = \sqrt{\frac{E_{FRP} \cdot t_{FRP}}{2 \cdot f_{ctm}}}$$

Στη συνέχεια, υπολογίζεται ο συντελεστής λ:

$$\lambda = \frac{L_{av}}{L_e}$$

Όπου:
L_{av}: το διατιθέμενο μήκος αγκύρωσης του οπλισμού ίσο με $h_{FRP,ef} = \frac{2}{3}d$

Μετά τον προσδιορισμό του λ, υπολογίζεται ο μειωτικός συντελεστής β από τον τύπο:

$$\beta = \beta_w \cdot \beta_L$$

Όπου:

β_w: ο συντελεστής επιρροής πλάτους του οπλισμού ενίσχυσης με τύπο:

$$\beta_w = \sqrt{\frac{2 - \frac{w_{FRP}}{s_{FRP} \cdot sina}}{1 + \frac{w_{FRP}}{s_{FRP} \cdot sina}}}$$

β_L: ο συντελεστής επιρροής του ενεργού μήκους αγκύρωσης, με τύπο για λ < 1.0 (για λ > 1 έχει τιμή β_L = 1):

$$\beta_L = \lambda \cdot (2 - \lambda)$$

Επιπλέον, υπολογίζεται η μέγιστη τάση $\sigma_{FRP,max}$ του υλικού, από τον τύπο:

$$\sigma_{j,max} = \beta \frac{\tau_\beta^{\alpha\pi o\kappa}}{t_{FRP}} L_e$$

Όπου:

$\tau_b^{\alpha\pi o\kappa.} = f_{crm}$.

$t_{FRP} = \psi \cdot k \cdot t_i$

Τέλος, προσδιορίζεται η κρίσιμη τάση από τον τύπο:

$$\sigma_{FRP,crit} = k_v \cdot \sigma_{j,max}$$

Όπου k_v ο μειωτικός συντελεστής που υπολογίζεται από τον τύπο $k_v = 0.40 + 0.25\lambda \quad \leq 0.65$

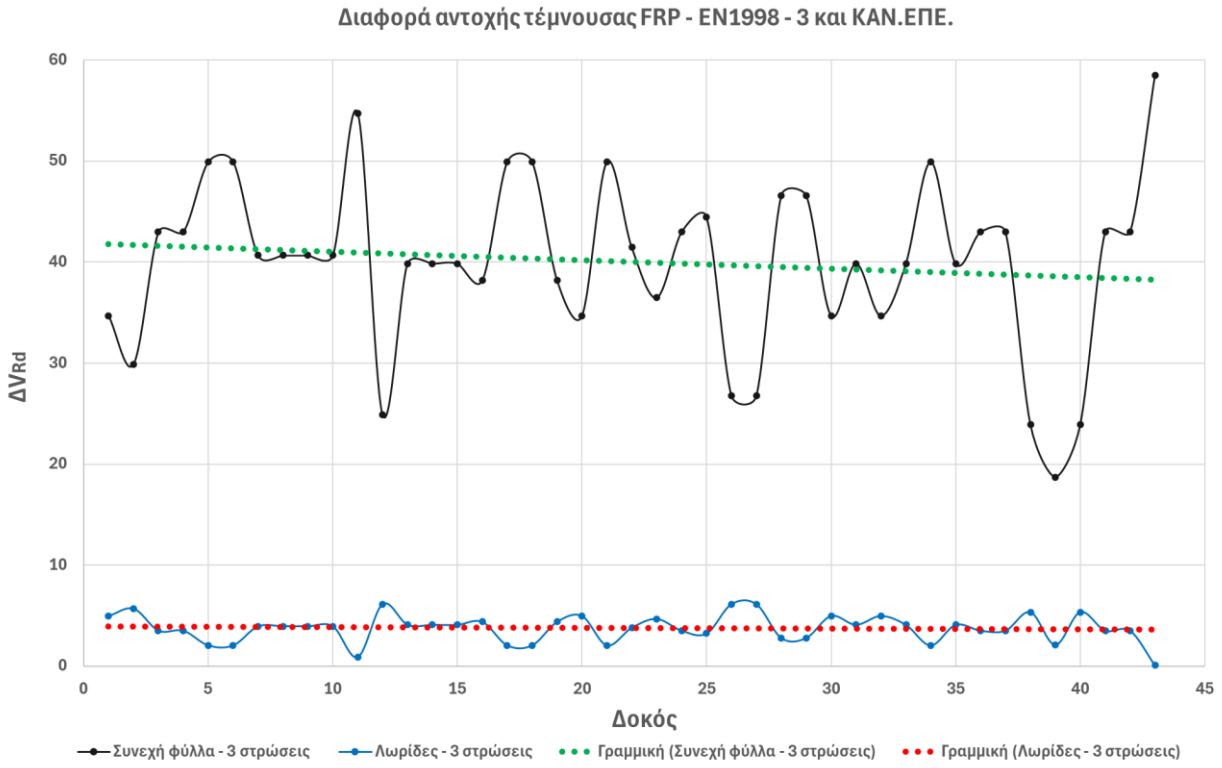
Αφού υπολογιστεί η τάση σχεδιασμού, από την σχέση 8.13 του ΚΑΝ.ΕΠΕ., προσδιορίζεται η τέμνουσα που μπορεί να αναλάβει ο νέος οπλισμός διάτμησης.

$$V_{FRP,d} = \sigma_{FRP,d} \cdot \rho_{FRP} \cdot b_w \cdot h_{FRP,ef} \cdot (cot\theta + cot\alpha) \cdot sin^2 a$$

Για την σύγκριση των αποτελεσμάτων των δύο κανονισμών θα χρησιμοποιηθούν τα αποτελέσματα της δοκού Δ48. Με τη χρήση λωρίδων, η αντοχή σε τέμνουσα που αναλαμβάνεται από το νέο οπλισμό διάτμησης είναι $V_{Rd,FRP,EN1998,\lambda}$ = 55.43 kN σύμφωνα με τον EN1998 – 3, ενώ από τον τύπο του ΚΑΝ.ΕΠΕ. προκύπτει $V_{Rd,FRP,KAN.\Epsilon\Pi\Epsilon.,\lambda}$ = 58.951 kN. Από τις δύο αυτές αντοχές, με πρόσθεση της ήδη

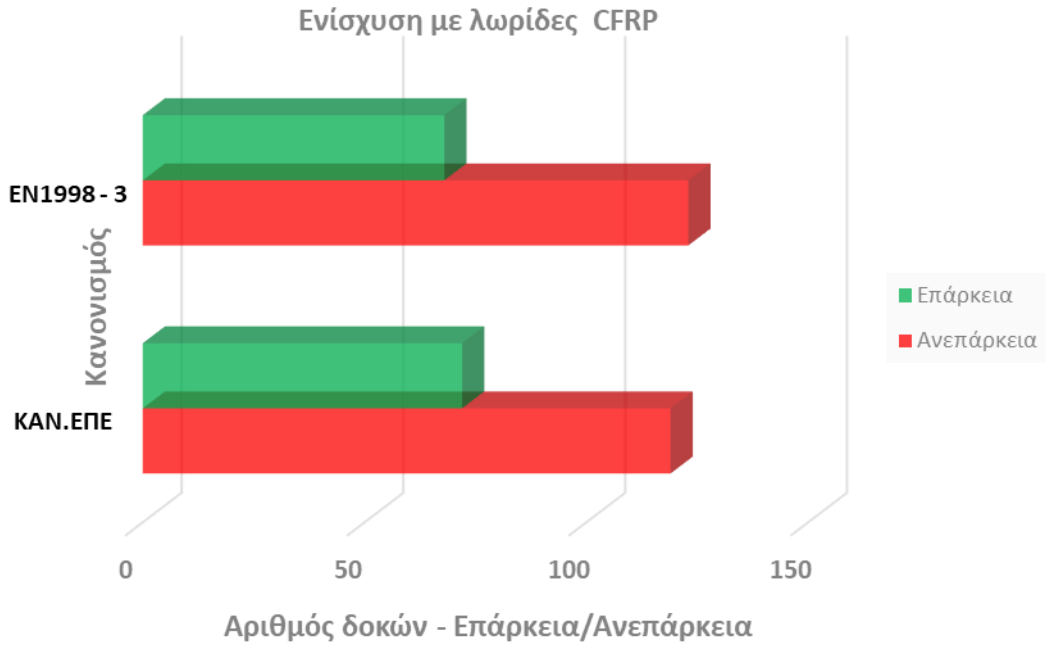
υπάρχουσας αντίστασης από τους υφιστάμενους συνδετήρες, καμία δεν ικανοποιεί την απαίτηση που προκύπτει από την ανάλυση (αναπτυσσόμενη τέμνουσα).

Με την χρήση συνεχών φύλλων FRP, η επιπλέον αντοχή που προσφέρει το FRP σύμφωνα με τον EN1998 – 3, είναι $V_{Rd,FRP,EN1998,\sigma}$ = 117.264 kN. Για τον ίδιο αριθμό στρώσεων, από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. προκύπτει ότι $V_{Rd,FRP,KAN.ΕΠΕ.,\sigma}$ = 74.271 kN. Θεωρώντας ότι λειτουργούν οι υφιστάμενοι συνδετήρες, παρατηρείται ότι για το αποτέλεσμα του EN1998 – 3, η νέα συνολική αντοχή της δοκού σε τέμνουσα, ικανοποιεί αυτή της ανάλυσης. Αντιθέτως, το αποτέλεσμα που προκύπτει από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ., δεν ικανοποιεί την τέμνουσα ανάλυσης κατά 12.67 kN. Ακολουθώντας την ίδια διαδικασία για όλες τις δοκούς που ενισχύθηκαν με ανοικτούς μανδύες U από CFRP, εξάγεται ότι η καταλληλότερη μέθοδος για τη διατμητική ενίσχυση, είναι η χρήση συνέχων φύλλων FRP. Η συγκεκριμένη επέμβαση επιλέγεται με βάση τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον EN1998 – 3, όπου είναι εφικτό να ικανοποιηθεί το όριο της τέμνουσας ανάλυσης με 3 στρώσεις στην πλειονότητα των δοκών. Μετά την ανάλυση των αποτελεσμάτων, παρατηρήθηκε ότι ο μέσος όρος απόκλισης των δύο κανονισμών για λωρίδες FRP είναι περίπου 4 kN, ενώ για συνεχή φύλλα περίπου 40 kN. Τα παραπάνω φαίνονται και στο Σχήμα 7.36, όπου παρουσιάζεται η διαφορά των τεμνουσών αντοχής των κανονισμών συναρτήσει της κάθε δοκού (τα αποτελέσματα προκύπτουν για 3 στρώσεις FRP).

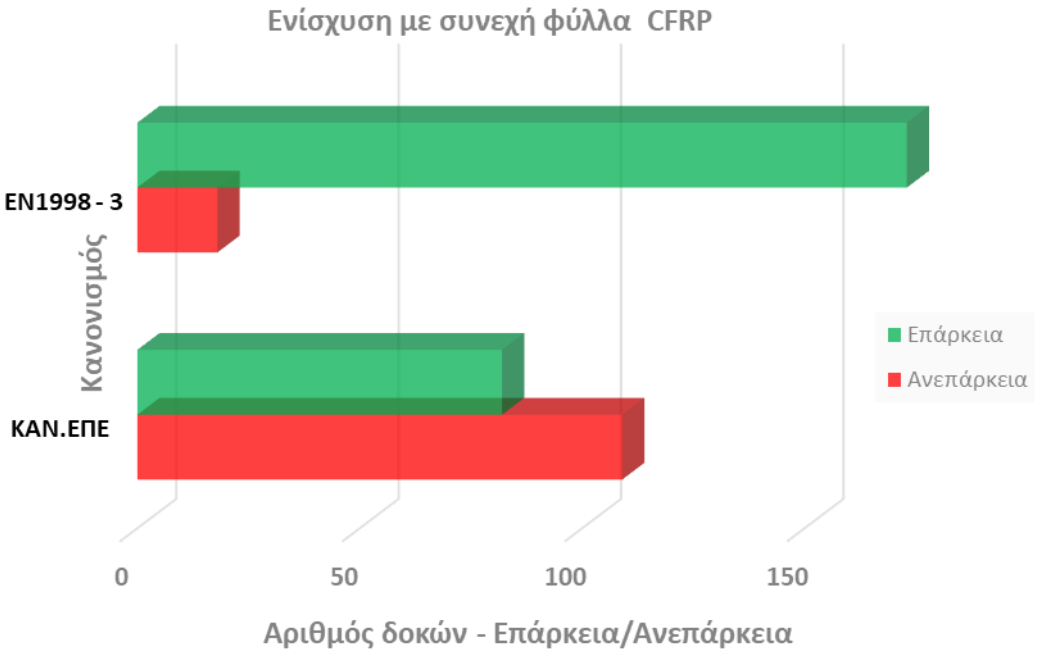


Σχήμα 7.36. *Διαφορά αντοχής τέμνουσας FRP – EN1998 – 3 και ΚΑΝ.ΕΠΕ.*

Στα Σχήματα 7.37 και 7.38 φαίνεται η διαφορά των αποτελεσμάτων στο σύνολο των δοκών του κτηρίου. Στην περίπτωση των λωρίδων ο αριθμός των δοκών που επαρκεί είναι σχεδόν ο ίδιος και από τους δύο κανονισμούς (36%). Στην περίπτωση των συνεχών φύλλων εμφανίζεται έντονη διαφορά, καθώς για τον EN1998 – 3, η πλειονότητα των δοκών ικανοποιεί την τέμνουσα ανάλυσης (90%). Αντιθέτως, για τα αποτελέσματα του ΚΑΝ.ΕΠΕ. παρατηρείται ότι 57% των δοκών δεν επαρκούν.



Σχήμα 7.37. *Επάρκεια δοκών 2ης Ενίσχυσης – Διάτμηση (Λωρίδες CFRP).*



Σχήμα 7.38. *Επάρκεια δοκών 2ης Ενίσχυσης – Διάτμηση (Συνεχή φύλλα CFRP).*

Η διαφορά των αποτελεσμάτων των δύο κανονισμών οφείλεται στη μορφή των τύπων που χρησιμοποιούνται για την διαστασιολόγηση. Το παραπάνω αποδεικνύεται στην παρακάτω ανάλυση των τύπων για συνεχή φύλλα αλλά και για λωρίδες, όπου για ευκολία των πράξεων η αντοχή σχεδιασμού του υλικού θεωρείται ίση για τους δύο κανονισμούς:

<u>Λωρίδες FRP:</u>

- $V_{Rd,FRP,EN1998-3} = 0.9d \cdot f_{fdd,e,U} \cdot 2 \cdot t_f \cdot \left(\frac{w_f}{s_f}\right)^2 \cdot (cot\theta + cot\beta) \cdot sin\beta$ (1)

- $V_{FRP,d,KAN.ΕΠΕ.} = \sigma_{FRP,d} \cdot \rho_{FRP} \cdot b_w \cdot h_{FRP,ef} \cdot (cot\theta + cot\alpha) \cdot sin^2 a \Rightarrow$

  $\Rightarrow V_{FRP,d,KAN.ΕΠΕ.} = \sigma_{FRP,d} \cdot \frac{2 \cdot t_j \cdot w_j}{s_j \cdot b_w \cdot sina} \cdot b_w \cdot \frac{2}{3} d \cdot (cot\theta + cot\alpha) \cdot sin^2 a$ (2)

Για $f_{fdd,e,U} = \sigma_{FRP,d}$ και α = β = 90° προκύπτει:

$$\frac{V_{Rd,FRP,EN1998-3}}{V_{FRP,d,KAN.ΕΠΕ.}} = \frac{0.9\cancel{d} \cdot \cancel{f_{fdd,e,U}} \cdot 2 \cdot \cancel{t_f} \cdot \left(\frac{w_f}{s_f}\right)^{\cancel{2}} \cdot \cancel{(cot\theta + cot\beta) \cdot sin\beta}}{\cancel{\sigma_{FRP,d}} \cdot \frac{2 \cdot \cancel{t_f} \cdot \cancel{w_f}}{\cancel{s_f} \cdot \cancel{b_w} \cdot \cancel{sina}} \cdot \cancel{b_w} \cdot \frac{2}{3} \cancel{d} \cdot \cancel{(cot\theta + cot\alpha) \cdot sin^2 a}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{V_{Rd,FRP,EN1998-3}}{V_{FRP,d,KAN.ΕΠΕ.}} = \frac{0.9\frac{w_f}{s_f}}{\frac{2}{3}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{Rd,FRP,EN1998-3} = 1.35\frac{w_f}{s_f} \cdot V_{FRP,d,KAN.ΕΠΕ.}$$

<u>Συνεχή φύλλα FRP:</u>

Για τις ίδιες συνθήκες αλλά και $w_f = s_f$, που ισχύει για συνεχή φύλλα, προκύπτει:

$$V_{Rd,FRP,EN1998-3} = 1.35 \cdot V_{FRP,d,KAN.ΕΠΕ.}$$

Σημειώνεται ότι σε ορισμένες δοκούς, η προσθήκη 3 στρώσεων με συνεχή φύλλα δεν είναι επαρκής σύμφωνα με τον EN1988 – 3. Έτσι, πραγματοποιείται χρήση περισσότερων στρώσεων σε συγκεκριμένες περιπτώσεις, το οποίο έχει ως αποτέλεσμα τη συνεχή αύξηση της τέμνουσας αντοχής καθώς ο κανονισμός δεν εισάγει κάποιο μειωτικό συντελεστή για επάλληλες στρώσεις υλικού. Αν γίνει η ίδια εφαρμογή με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ., κατά την τοποθέτηση 4 στρώσεων και παραπάνω

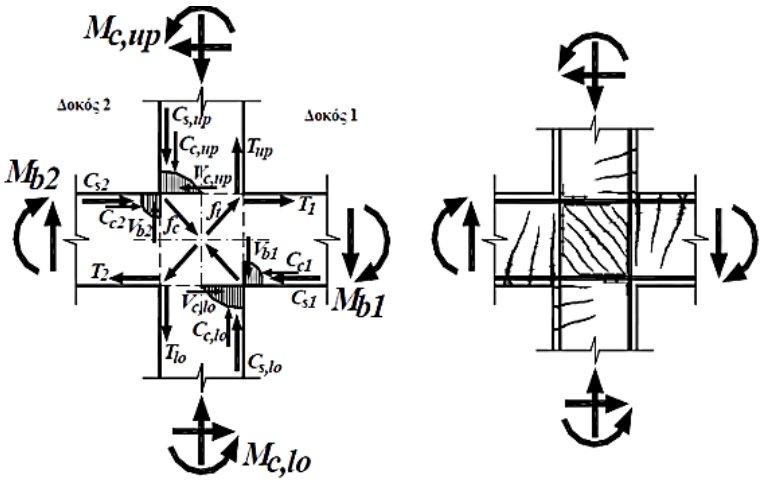
παρατηρείται σταδιακή μείωση της αντοχής λόγω του μειωτικού συντελεστή ψ. Αυτή η διαφορά μεταξύ των δύο κανονισμών έχει σημαντικό οικονομικό αντίκτυπο, καθώς η συνεχής αύξηση των στρώσεων, στην περίπτωση του EN1998 – 3, οδηγεί σε αντιοικονομικές λύσεις. Ωστόσο, κατά την διαστασιολόγηση σύμφωνα με τις διατάξεις του ΚΑΝ.ΕΠΕ. παρατηρήθηκε έλλειψη τύπου υπολογισμού για το πλάτος των φύλλων FRP, το οποίο στον EN1998 – 3 υπολογίζεται αναλυτικά. Με βάση τις παραπάνω διαφορές και σύμφωνα με τα αποτελέσματα των δοκών του συγκεκριμένου κτιρίου, παρατηρείται απόκλιση της αντοχής σχεδιασμού (FRP) μεταξύ των δύο κανονισμών, περίπου 15%. Από την παραπάνω ανάλυση των αποτελεσμάτων κρίνεται ότι η χρήση των τρίπλευρων μανδυών FRP χωρίς την χρήση μηχανικών αγκυρώσεων, δεν προτείνεται για την αποκατάσταση της διατμητικής αντοχής των δοκών του συγκεκριμένου κτιρίου.

7.3 Έλεγχος και ανάλυση κόμβων:

Για τον έλεγχο των κόμβων χρησιμοποιήθηκε μοντέλο ανάλυσης που έχει αναπτυχθεί από τον καθηγητή Α.-Δ. Τσώνο, στο Εργαστήριο Σκυροδέματος του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Στη συνέχεια, θα παρουσιαστεί συνοπτικά το μοντέλο, οι διαδικασίες υπολογισμών που χρειάζονται, καθώς και αναλυτικό παράδειγμα για έναν από τους κόμβους της κατασκευής.

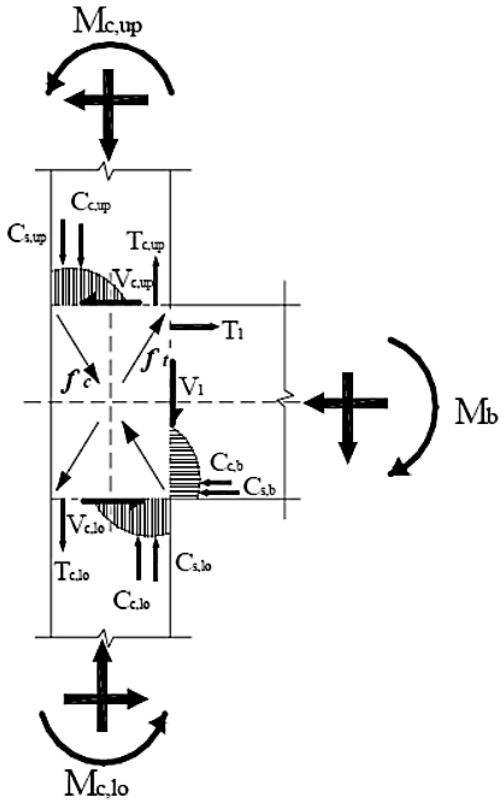
7.3.1 Παρουσίαση του μοντέλου:

Για την περιγραφή του μοντέλου, χρειάζεται να παρουσιαστούν πρώτα οι δυνάμεις που ασκούνται σε έναν κόμβο της κατασκευής αλλά και οι δύο βασικοί μηχανισμοί παραλαβής τέμνουσας. Στο Σχήμα 7.39 φαίνονται οι δυνάμεις που ασκούνται σε ένα εσωτερικό κόμβο οπλισμένου σκυροδέματος καθώς και οι ρωγμές που αναπτύσσονται κατά την διάρκεια σεισμού.



Σχήμα 7.39. *Δυνάμεις που αναπτύσσονται σε εσωτερικό κόμβο κατά την διάρκεια του σεισμού και ρωγμές που εμφανίζονται [7].*

Αντίστοιχα, στο Σχήμα 7.40 φαίνονται οι δυνάμεις ενός εξωτερικού κόμβου.



Σχήμα 7.40. *Δυνάμεις που αναπτύσσονται σε εξωτερικό κόμβο κατά την διάρκεια σεισμού [7].*

Όπου και για τις δύο περιπτώσεις, η κάθε δύναμη αντιπροσωπεύει τα εξής:

- $C_{s,up}$: Δύναμη θλιβόμενου διαμήκους οπλισμού άνω υποστυλώματος.
- $C_{s,lo}$: Δύναμη θλιβόμενου διαμήκους οπλισμού κάτω υποστυλώματος.
- $C_{s,b}$: Δύναμη θλιβόμενου διαμήκους οπλισμού δοκού.
- $C_{c,up}$: Συνισταμένη θλιβόμενης ζώνης άνω υποστυλώματος.
- $C_{c,lo}$: Συνισταμένη θλιβόμενης ζώνης κάτω υποστυλώματος.
- $C_{c,up}$: Συνισταμένη θλιβόμενης ζώνης διαμήκους δοκού.
- $T_{1,2}$: Δύναμη εφελκύομενου οπλισμού.
- $V_{c,up}$: Τέμνουσα άνω υποστυλώματος.
- $V_{c,lo}$: Τέμνουσα κάτω υποστυλώματος.
- $V_{b,1,2}$: Διατμητική δύναμη δοκού.

Το 1975 οι Park & Paulay ανέπτυξαν ένα μοντέλο για το μηχανισμό λειτουργίας των κόμβων, το οποίο εξελίχθηκε το 1992 από τους Paulay & Priestley και το 2002 από τον Park. Οι δύο μηχανισμοί που παραλαμβάνουν τις διατμητικές δυνάμεις που εισάγονται στον κόμβο είναι οι εξής [7]:

Α) μια διαγώνια θλιπτική αντηρίδα που σχηματίζεται μεταξύ των απέναντι γωνιών του σημείου σύνδεσης υποστυλώματος – δοκού (μηχανισμός διαγώνιου θλιπτήρα).

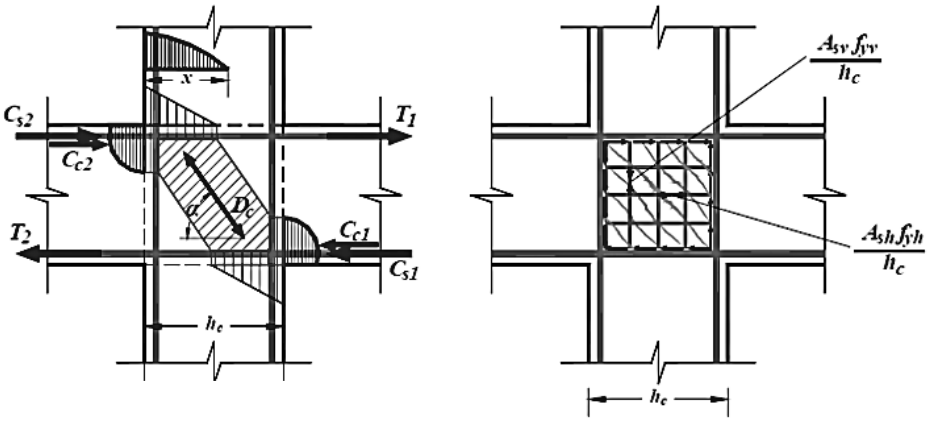
Β) ένα μηχανισμό δικτυώματος που αποτελείται από τους κατακόρυφους οπλισμούς των υποστυλωμάτων, τους συνδετήρες στον κόμβο και τους μεταξύ τους θλιπτήρες που προέρχονται από την ρηγματωμένη θλιβόμενη ζώνη του σκυροδέματος (μηχανισμός δικτυώματος).

Με βάση τα παραπάνω, προκύπτει ότι η συνολική αντοχή σε τέμνουσα του κόμβου υπολογίζεται από τον τύπο:

$$V_{joint,h} = V_{c,h} + V_{s,h}$$

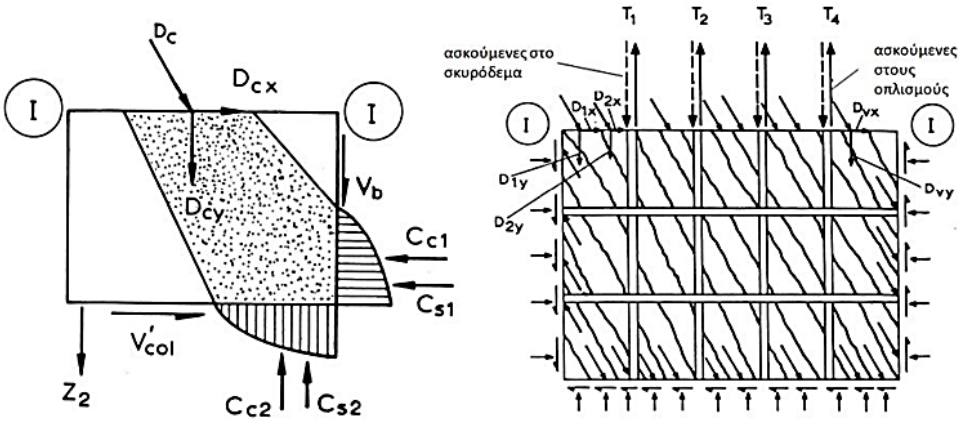
Όπου, η τέμνουσα V_{ch} υπολογίζεται συναρτήσει της θλιβούσας δύναμης που αναπτύσσεται στην διαγώνια αντηρίδα και τον λόγο πλευρών του κόμβου. Ο όρος της τέμνουσας των οπλισμών $V_{s,h}$ προσδιορίζεται με βάση την απαίτηση που υπολογίζεται από την παραπάνω σχέση. Ο αναλυτικός υπολογισμός των εξισώσεων

δεν παρουσιάζεται, ωστόσο στο Σχήμα 7.41 φαίνονται οι μηχανισμοί παραλαβής της τέμνουσας.



Σχήμα 7.41. *Μηχανισμοί παραλαβής τέμνουσας – Α) Μηχανισμός διαγώνιου θλιπτήρα (αριστερά), Β) Μηχανισμός δικτυώματος (δεξιά) [7].*

Στους ίδιους μηχανισμούς βασίζεται και η ανάπτυξη του μοντέλου από τον καθηγητή Α.-Δ. Τσώνο. Αρχικά, προσδιορίζονται οι δυνάμεις που αναπτύσσονται από τους μηχανισμούς και καθορίζουν την τέμνουσα του κόμβου κατά την οριζόντια και κατακόρυφη διεύθυνση, από τις δυνάμεις που ορίζονται στο Σχήμα 7.42.



Σχήμα 7.42. *Δυνάμεις που αναπτύσσονται στον κόμβο [2].*

$$V_{joint,v} = D_{cy} + T_1 + T_2 + T_3 + T_4 + \left(D_{1y} + \cdots D_{vy}\right) \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{joint,v} = D_{cy} + D_{sy}$$

Με πανομοιότυπο τρόπο ορίζεται και η οριζόντια τέμνουσα του κόμβου.

$$V_{joint,h} = D_{cx} + D_{sx}$$

Στη συνέχεια, υπολογίζονται οι ορθές και διατμητικές τάσεις από τις δύο συνιστώσες του κόμβου.

$$\sigma = \frac{V_{joint,v}}{h'_c \cdot b'_c} \quad \kappa\alpha\iota \quad \tau = \frac{V_{joint,h}}{h'_c \cdot b'_c}$$

Όπου, h'_c και b'_c είναι οι διαστάσεις του περισφιγμένου πυρήνα του κόμβου. Διαιρώντας τις ορθές με τις διατμητικές τάσεις, προκύπτει η εξής σχέση:

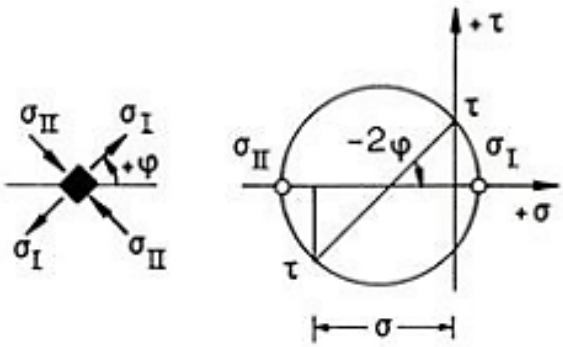
$$\sigma = \frac{V_{joint,v}}{V_{joint,h}} \cdot \tau$$

Όπου, από το μοντέλο των Park & Paulay (1975) είναι αποδεδειγμένο ότι ο λόγος των τεμνουσών του κόμβου ισούται με τον λόγο των πλευρών του. Ορίζοντας τον λόγο των πλευρών ίσο με α, προκύπτει η παρακάτω σχέση για τις τάσεις.

$$\sigma = \frac{V_{joint,v}}{V_{joint,h}} \cdot \tau = \frac{h'_b}{h'_c} \cdot \tau \Rightarrow \sigma = \alpha \cdot \tau$$

Το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός των κύριων τάσεων σύμφωνα με τον κύκλο του Mohr και τον τύπο:

$$\sigma_I, \sigma_{II} = \frac{\sigma}{2} \pm \sqrt{1 + \frac{4\tau^2}{\sigma^2}}$$



Σχήμα 7.43. *Κύριες τάσεις - Κύκλος του Mohr [2].*

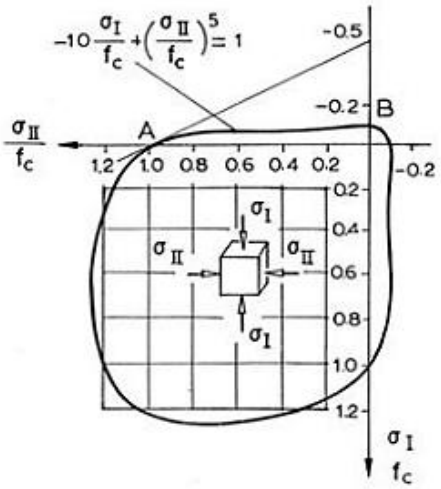
Στη συνέχεια, υπολογίζεται η αντοχή σκυροδέματος του περισφιγμένου πυρήνα του κόμβου σύμφωνα με την σχέση των Scott et. al. (1982).

$$f_c = k \cdot f'_c$$

$$k = 1 + \frac{\rho_s \cdot f_{yw}}{f'_c}$$

Επιπλέον, ορίζεται η εξίσωση 5ου βαθμού που περιγράφει τον άνω κλάδο AB του διαγράμματος διαξονικής αντοχής.

$$-10\frac{\sigma_I}{f_c} + \left(\frac{\sigma_{II}}{f_c}\right)^5 = 1$$



Σχήμα 7.44. *Διάγραμμα διαξονικής αντοχής σκυροδέματος [2].*

Τέλος, γίνεται αντικατάσταση της εξίσωσης 5ου βαθμού και της σχέσης των τάσεων, στην εξίσωση των κύριων τάσεων και λαμβάνεται η παρακάτω εξίσωση.

$$\left[\frac{\alpha\gamma_{ult}}{2\sqrt{f_c}}\left(1+\sqrt{1+\frac{4}{a^2}}\right)\right]^5+\frac{5\alpha\gamma_{ult}}{\sqrt{f_c}}\left(\sqrt{1+\frac{4}{a^2}}-1\right)=1$$

Όπου, οι διατμητικές τάσεις ορίστηκαν ως $\tau=\gamma\sqrt{f_c}$ (MPa). Ο συντελεστής γ στην παραπάνω εξίσωση ορίζει την τάση αστοχίας του κόμβου.

Μετά από μεγάλο αριθμό πειραμάτων που έλαβαν μέρος στο Εργαστήριο Σκυροδέματος του Αριστοτέλειου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης, εξάγονται τα εξής συμπεράσματα για την λειτουργία των κόμβων [2].

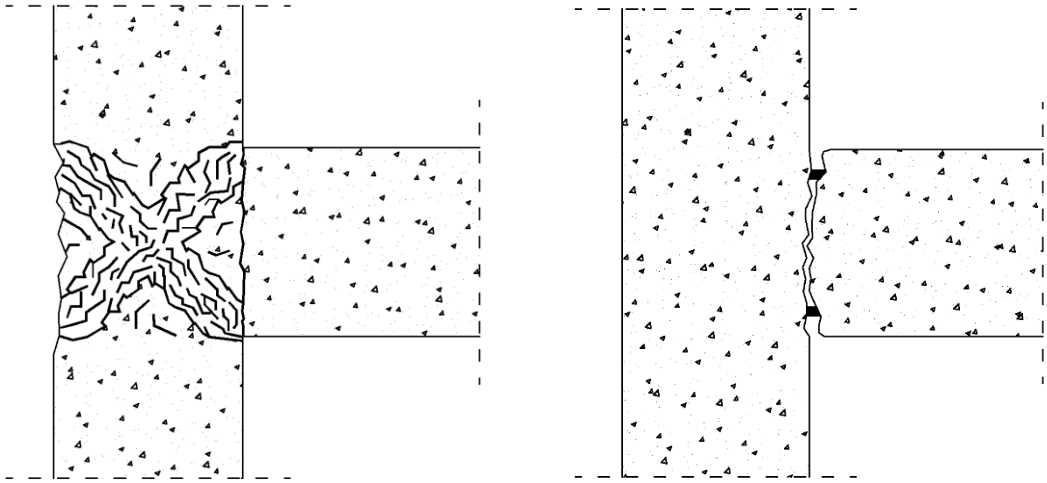
- Όταν $\gamma_{cal} \leq 0.50\gamma_{ult}$, ο κόμβος κατά την σεισμική καταπόνηση θα λειτουργήσει ελαστικά και η αστοχία θα επικεντρωθεί αποκλειστικά στην δοκό.
- Όταν $0.50\gamma_{ult} \leq \gamma_{cal} \leq \gamma_{ult}$, θα αναπτυχθεί καμπτική αστοχία της δοκού αλλά μπορεί να συνυπάρξει και ρηγμάτωση του κόμβου κατόπιν αυτής.
- Όταν $\gamma_{ult} \leq \gamma_{cal}$, ο κόμβος αστοχεί καθαρά διατμητικά πριν την διαρροή της δοκού.

Όπου, γ_{cal} είναι ο συντελεστής της αναπτυσσόμενης διατμητικής τάσης και γ_{ult} ο συντελεστής της διατμητικής αστοχίας του κόμβου. Σημειώνεται ότι, για την δεύτερη περίπτωση, όταν ο λόγος των τάσεων είναι κοντά στο 0.50, η αστοχία θα εμφανιστεί κυρίως στην δοκό και λιγότερο στον κόμβο. Αντίθετα, αν ο λόγος είναι κοντά στο 1, η αστοχία επικεντρώνεται κυρίως κόμβο.

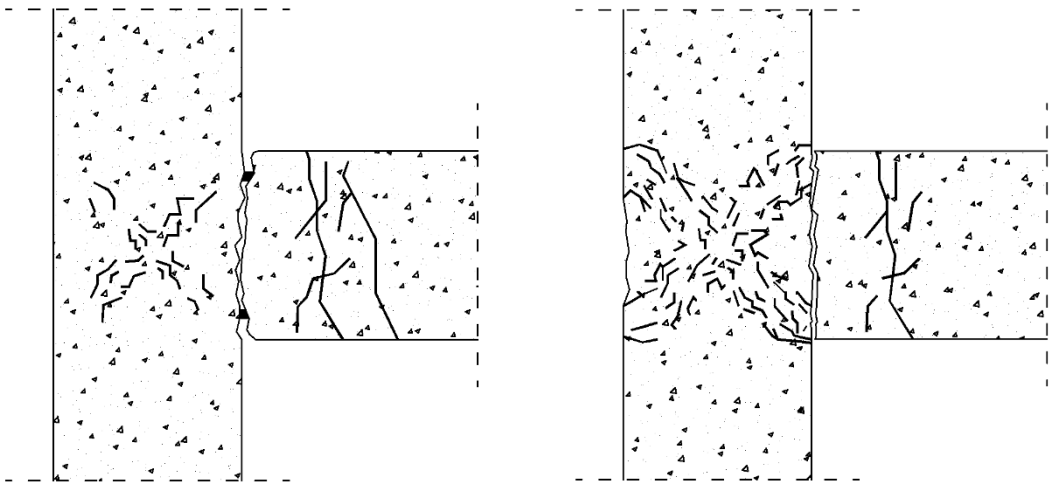
Τα παραπάνω συνοψίζονται στον Πίνακα 7.22, ενώ στα Σχήματα 7.45 και 7.46 φαίνονται οι πιθανές αστοχίες για τον αντίστοιχο λόγο.

Πίνακας 7.22. *Λειτουργία κόμβων σύμφωνα με τον λόγο* $\frac{\gamma_{cal}}{\gamma_{ult}}$.

Λειτουργία κόμβων		
Λόγος	**Όρια**	**Αστοχία**
$\frac{\gamma_{cal}}{\gamma_{ult}}$	≤ 0.50	Αστοχία στη δοκό
	0.50 < γcal / γult < 1.00	Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού
	≥ 1.00	Καθαρή διατμητική αστοχία κόμβου



Σχήμα 7.45. *Καθαρή διατμητική αστοχία κόμβου (αριστερά) – Αστοχία στη δοκό (δεξιά).*



Σχήμα 7.46. *Μικτή αστοχία κόμβου – δοκού με έμφαση στη δοκό (αριστερά) – με έμφαση στον κόμβο (δεξιά).*

7.3.2 Διαδικασία υπολογισμών ανάλυσης κόμβου:

Σύμφωνα με τις Εικόνες 7.21 και 7.22 γίνεται ο υπολογισμός της οριζόντιας τέμνουσας που εισάγεται στον κόμβο.

Εσωτερικός κόμβος:

$$V_{joint,h} = \gamma \cdot \left(A_{s1} \cdot f_{yk} + A_{s2} \cdot f_{yk}\right) - V_{col} = \gamma \cdot (T_1 + T_2) - V_{col}$$

Όπου:

γ: ο συντελεστής επαύξησης του χάλυβα με τιμή 1.25.

A_{s1}: το εμβαδόν του εφελκυόμενου οπλισμού στην άνω ίνα της δεξιά δοκού (π.χ. για σεισμό αριστερά).

A_{s2}: το εμβαδόν του θλιβόμενου οπλισμού στην κάτω ίνα της αριστερής δοκού (π.χ. για σεισμό αριστερά).

f_y: η τάση διαρροής του χάλυβα.

V_{col}: η τέμνουσα δύναμη που αναπτύσσεται στο υποστύλωμα (η ελάχιστη από αυτές του άνω και κάτω υποστυλώματος του κόμβου).

Εξωτερικός κόμβος:

$$V_{joint,h} = \gamma \cdot \left(A_s \cdot f_{yk}\right) - V_{col} = \gamma \cdot T - V_{col}$$

Όπου:

A_s: το εμβαδόν του μέγιστου οπλισμού της δοκού.

Στη συνέχεια, υπολογίζεται το γεωμετρικό ποσοστό των συνδετήρων που βρίσκονται εντός του κόμβου και αφετέρου ο συντελεστής του περισφιγμένου σκυροδέματος και η αντοχή του (από τους τύπους Scott et. al.).

$$\rho_s = \frac{n \cdot b_o \cdot A_{sw} + n \cdot h_o \cdot A_{sw}}{b_o \cdot h_o \cdot s}$$

$$k = 1 + \frac{\rho_s \cdot f_{yw}}{f'_c}, \qquad f_c = k \cdot f'_c$$

Όπου:

n: ο αριθμός των διαστάσεων b_o και h_o αναλόγως τον αριθμό των συνδετήρων εντός του κόμβου.

b_o, h_o: διαστάσεις περισφιγμένου πυρήνα.

A_{sw}: εμβαδό ράβδου συνδετήρα.

s: απόσταση μεταξύ των συνδετήρων.

Το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός του συντελεστή των διατμητικών τάσεων που αναπτύσσονται ως:

$$\gamma_{cal} = \frac{V_{joint,h}}{b_j \cdot h_j \cdot \sqrt{f_c}}$$

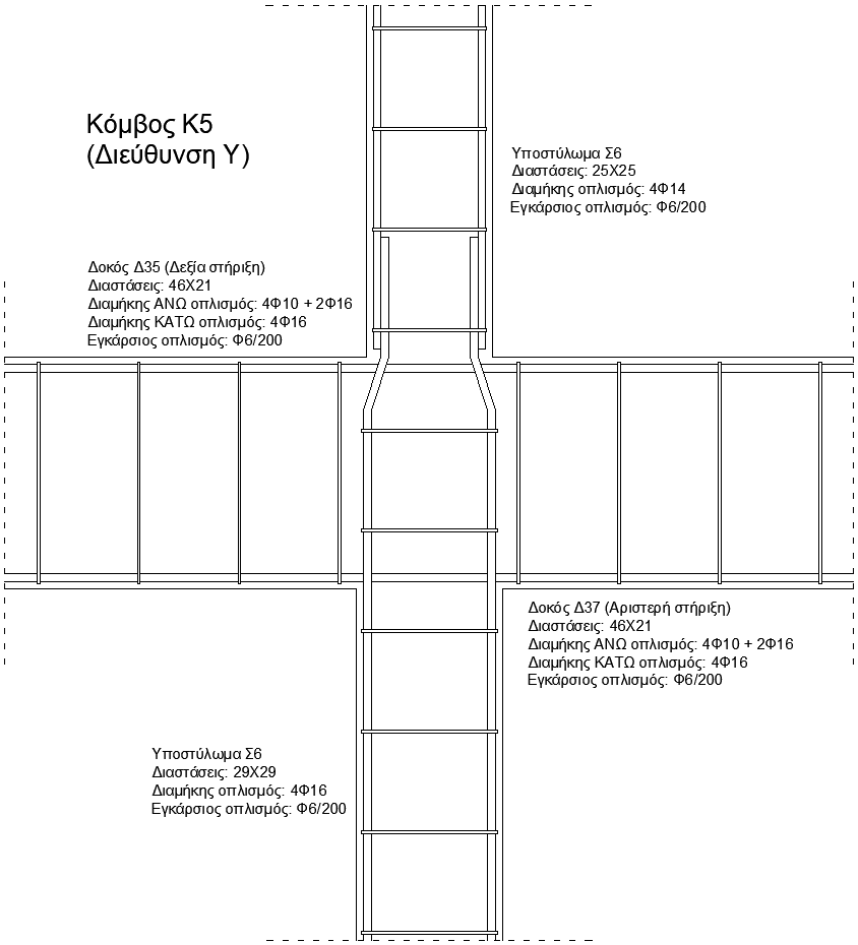
Αφού υπολογιστεί και ο λόγος πλευρών α του κόμβου, από την τελική εξίσωση του μοντέλου και μετά από αριθμό δοκιμών υπολογίζεται ο συντελεστής διατμητικής αστοχίας του κόμβου.

7.3.3 Ανάλυση Κόμβου Κ5:

Ως παράδειγμα εφαρμογής της αναλυτικής μεθόδου θα παρουσιαστεί ο κόμβος Κ5 για την Διεύθυνση Υ του κτηρίου. Ο συγκεκριμένος κόμβος αποτελεί εσωτερικό κόμβο καθώς συντρέχουν δύο δοκοί στη σύνδεση κατά αυτή τη διεύθυνση. Σε αυτό το σημείο, αξίζει να σημειωθεί ότι ο παρακάτω έλεγχος για το υφιστάμενο κτήριο πραγματοποιείται με την προϋπόθεση ότι οι διαμήκεις οπλισμοί είναι κατάλληλα αγκυρωμένοι, δηλαδή θεωρείται ότι δεν υπάρχει πιθανή ολίσθηση τους κατά την σεισμική καταπόνηση.

<u>Υφιστάμενο κτήριο:</u>

Στο Σχήμα 7.47. φαίνονται τα στοιχεία του κόμβου που εξετάζεται.



Σχήμα 7.47. *Λεπτομέρεια κόμβου Κ5 – Υφιστάμενο κτήριο.*

Υπολογισμός τέμνουσας κόμβου:

Για ελάχιστη τέμνουσα ανάλυσης V_{col} = 36.40 kN κατά την διεύθυνση Y από το SAP2000, προκύπτει,

$$V_{5,h} = \gamma \cdot \left(A_{s1} \cdot f_{yk} + A_{s2} \cdot f_{yk}\right) - V_{col} =$$

$$= 1.25 \cdot \left(\left(4 \cdot \frac{\pi \cdot 0.01^2}{4} + 2 \cdot \frac{\pi \cdot 0.016^2}{4}\right) \cdot 240000 + 4 \cdot \frac{\pi \cdot 0.016^2}{4} \cdot 240000\right) - 36.40 \Rightarrow$$

$$\Rightarrow V_{5,h} = 419.755\ kN$$

Υπολογισμός γεωμετρικού ποσοστού συνδετήρων:

Ο συντελεστής n έχει τιμή 4 καθώς υπάρχουν 2 συνδετήρες εντός του κόμβου.

$$\rho_s = \frac{4 \cdot b_o \cdot A_{sw} + 4 \cdot h_o \cdot A_{sw}}{b_o \cdot h_o \cdot s} =$$

$$= \frac{4 \cdot 254 \cdot \frac{\pi \cdot 6^2}{4} + 4 \cdot 254 \cdot \frac{\pi \cdot 6^2}{4}}{254 \cdot 254 \cdot 200} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \rho_s = 0.0045$$

Υπολογισμός θλιπτικής αντοχής περισφιγμένου σκυροδέματος:

$$k = 1 + \frac{\rho_s \cdot f_{yw}}{f'_c} = 1 + \frac{0.0045 \cdot 240000}{12000} \Rightarrow k = 1.089$$

Άρα:

$$f_c = k \cdot f'_c = 1.089 \cdot 12000 \Rightarrow f_c = 13069\ kPa$$

Υπολογισμός συντελεστή αναπτυσσόμενων διατμητικών τάσεων:

Ο υπολογισμός γίνεται σε MPa.

$$\gamma_{cal} = \frac{V_{joint,h}}{b_j \cdot h_j \cdot \sqrt{f_c}} = \frac{0.419755}{0.29 \cdot 0.46 \cdot \sqrt{13.069}} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \gamma_{cal} = 0.87$$

Υπολογισμός συντελεστή διατμητικής τάσης αστοχίας κόμβου:

Για συντελεστή διαστάσεων κόμβου α = 1.586, επίλυση της εξίσωσης:

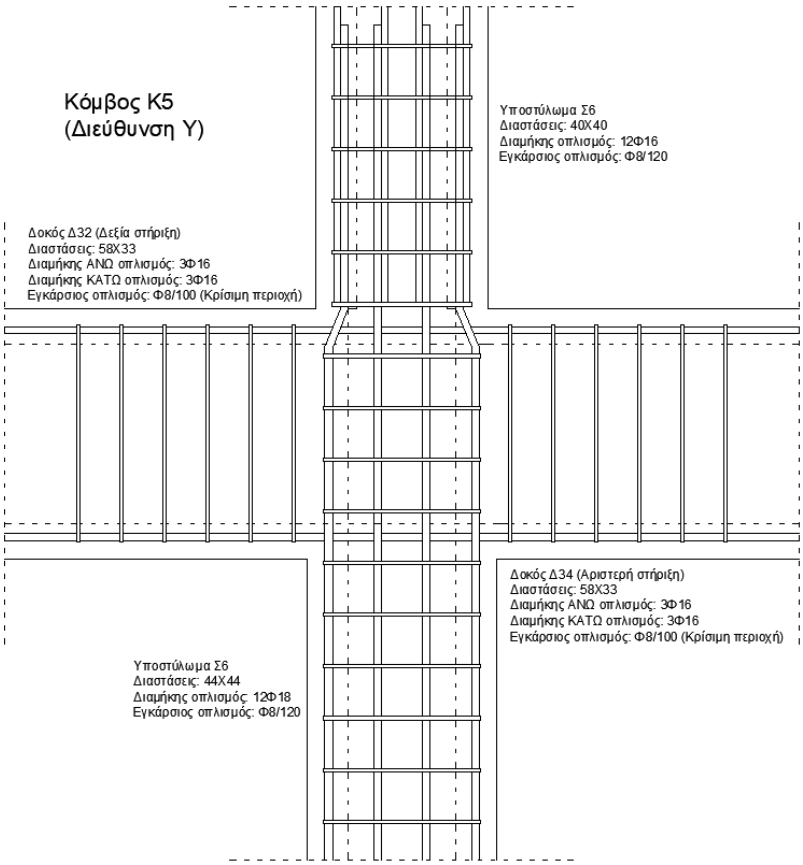
$$\left[\frac{\alpha\gamma_{ult}}{2\sqrt{f_c}}\left(1+\sqrt{1+\frac{4}{a^2}}\right)\right]^5+\frac{5\alpha\gamma_{ult}}{\sqrt{f_c}}\left(\sqrt{1+\frac{4}{a^2}}-1\right)=1$$

Μετά από τη χρήση επιλυτή στο Excel προκύπτει ότι ο συντελεστής διατμητικής τάσης αστοχίας του κόμβου είναι γ_{ult} = 0.747.

Πραγματοποιώντας την διαίρεση των δύο συντελεστών προκύπτει ότι ο λόγος τους έχει τιμή ίση με $\frac{\gamma_{cal}}{\gamma_{ult}} = 1.165$. Με βάση την παραπάνω τιμή συμπεραίνεται ότι η αστοχία κατά την σεισμική καταπόνηση, θα είναι «Καθαρή διατμητική αστοχία κόμβου».

<u>Κτήριο Ενίσχυσης 1ης:</u>

Στο Σχήμα 7.48 φαίνονται τα στοιχεία του κόμβου που εξετάζεται.



Σχήμα 7.48. *Λεπτομέρεια κόμβου Κ5 – Ενίσχυση 1η.*

Η διαδικασία υπολογισμού είναι πανομοιότυπη με αυτή του υφιστάμενου κτηρίου με τις εξής διαφορές:

- Η αντοχή σκυροδέματος που χρησιμοποιείται στην ανάλυση είναι αυτή του ομογενοποιημένου υλικού του υποστυλώματος, δηλαδή f_{ck} = 22.18 MPa.

- Ο υφιστάμενος οπλισμός αγνοείται και η διαρροή του χάλυβα λαμβάνεται ίση με την καινούργια, δηλαδή f_{yk} = 500 MPa.
- Οι συνδετήρες που υπεισέρχονται στον κόμβο είναι 4, οπότε ο συντελεστής n για την εύρεση του γεωμετρικού ποσοστού είναι n = 8.

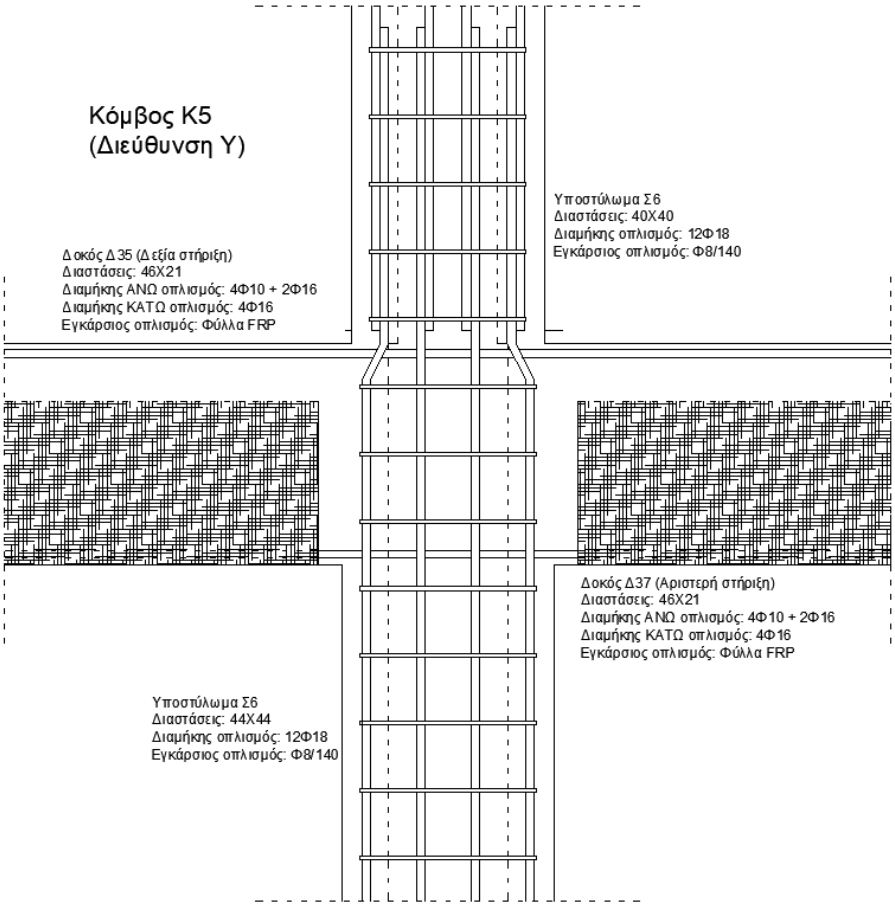
Με βάση τις παραπάνω αλλαγές παρουσιάζονται απευθείας τα αποτελέσματα για τον κόμβο:

- $V_{5,h} = 735.779\ kN$
- $\rho_s = 0.0185$
- $f_c = 31437\ kPa$
- $\gamma_{cal} = 0.516$
- $\gamma_{ult} = 1.04$

Άρα, από την διαίρεση των δύο συντελεστών προκύπτει ότι ο λόγος τους έχει τιμή ίση με $\frac{\gamma_{cal}}{\gamma_{ult}} = 0.494$. Με βάση την παραπάνω τιμή συμπεραίνεται ότι η αστοχία κατά την σεισμική καταπόνηση, θα είναι «Αστοχία στην δοκό».

<u>Κτήριο Ενίσχυσης 2ης:</u>

Στο Σχήμα 7.49 φαίνονται τα στοιχεία του κόμβου που εξετάζεται.



Σχήμα 7.49. *Λεπτομέρεια κόμβου Κ5 – Ενίσχυση 2η.*

Η διαδικασία υπολογισμού είναι πανομοιότυπη με τις άλλες δύο περιπτώσεις με τις εξής διαφορές:

- Η αντοχή σκυροδέματος που χρησιμοποιείται στην ανάλυση είναι αυτή του ομογενοποιημένου υλικού του υποστυλώματος, δηλαδή f_{ck} = 27.84 MPa.
- Ο υφιστάμενος οπλισμός σε αύτη την περίπτωση δεν αγνοείται καθώς εισάγει ένταση στον κόμβο. Αντιθέτως, η καμπτική αντοχή που προσθέτουν τα FRP στη δοκό δεν λαμβάνεται υπόψιν καθώς είναι επιφανειακός οπλισμός και δεν εισάγει ένταση στον κόμβο (το ίδιο δεν ισχύει για τον ικανοτικό λόγο όπου εκεί λαμβάνονται υπόψιν).
- Οι συνδετήρες που υπεισέρχονται στον κόμβο είναι 3, οπότε ο συντελεστής n για την εύρεση του γεωμετρικού ποσοστού είναι n = 6.

Από τις παραπάνω αλλαγές παρουσιάζονται απευθείας τα αποτελέσματα για τον κόμβο:

- $V_{5,h} = 416.446\ kN$
- $\rho_s = 0.0119$
- $f_c = 33791\ kPa$
- $\gamma_{cal} = 0.354$
- $\gamma_{ult} = 0.96$

Άρα, από την διαίρεση των δύο συντελεστών προκύπτει ότι ο λόγος τους έχει τιμή ίση με $\frac{\gamma_{cal}}{\gamma_{ult}} = 0.369$. Με βάση την παραπάνω τιμή, η αστοχία κατά την σεισμική καταπόνηση, θα είναι «Αστοχία στην δοκό».

7.3.4 Αποτελέσματα κόμβων:

Με την ίδια διαδικασία που περιεγράφηκε στην ενότητα 7.3.3 για τον κόμβο Κ5, έγινε η ανάλυση σε επιπλέον 12 κόμβους της κατασκευής για τις τρεις περιπτώσεις. Στους Πίνακες 7.23 και 7.24 παρουσιάζονται συνοπτικά οι ικανοτικοί λόγοι των κόμβων, η ένταση που εισέρχεται σε αυτούς, οι συντελεστές αναπτυσσόμενων τάσεων και διατμητικής αστοχίας, ο λόγος των προηγούμενων αλλά και η απόκριση του κόμβου.

Πίνακας 7.23. *Έλεγχος κόμβων – Διεύθυνση Χ.*

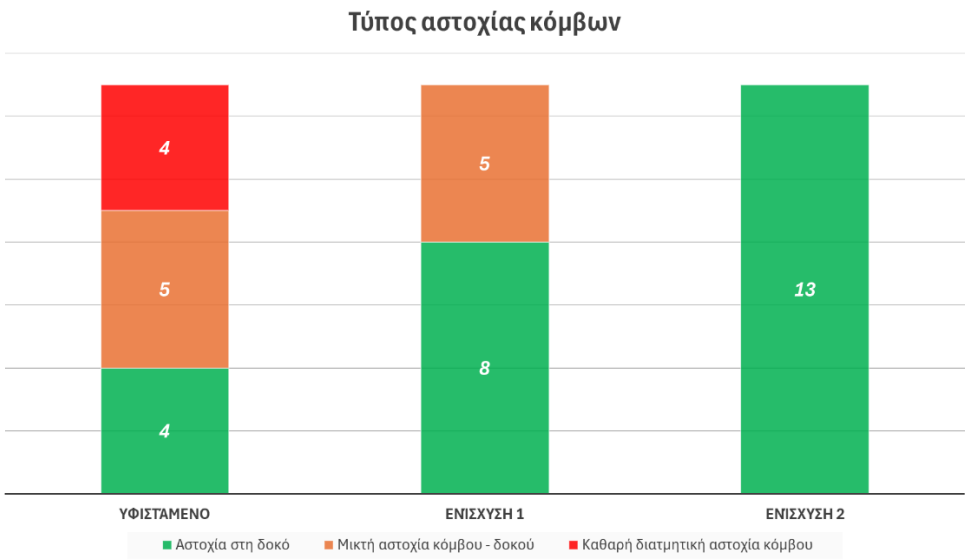
Έλεγχος αστοχίας κόμβων - ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Χ															
Κόμβος	Υφιστάμενο					Ενίσχυση 1					Ενίσχυση 2				
	ΣMRc/ΣMRb	Vu	γcal	γult	γcal/γult	ΣMRc/ΣMRb	Vu	γcal	γult	γcal/γult	ΣMRc/ΣMRb	Vu	γcal	γult	γcal/γult
K1	1.390	56.282	0.144	0.720	0.200	3.330	368.553	0.297	1.021	0.291	5.540	61.005	0.064	0.905	0.070
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K2	1.240	136.195	0.234	0.629	0.372	1.460	949.728	0.590	0.908	0.650	2.760	144.106	0.111	0.856	0.130
	Αστοχία στη δοκό					Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Αστοχία στη δοκό				
K3	0.990	79.729	0.199	0.804	0.247	2.740	471.374	0.352	1.132	0.311	4.210	72.511	0.069	1.011	0.068
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K4	1.100	63.934	0.100	0.907	0.247	2.450	370.096	0.195	1.265	0.154	3.370	72.511	0.069	1.131	0.038
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K5	1.250	65.253	0.102	0.907	0.112	2.510	369.673	0.194	1.265	0.154	3.300	69.558	0.044	1.131	0.039
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K6	0.540	207.098	0.424	0.628	0.676	4.190	368.008	0.266	0.902	0.295	7.120	223.519	0.208	0.815	0.255
	Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K7	0.570	387.577	0.633	0.558	1.133	2.510	858.548	0.538	0.817	0.658	3.580	430.793	0.356	0.733	0.485
	Καθαρή διατμητική αστοχία κόμβου					Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Αστοχία στη δοκό				
K8	0.400	195.087	0.318	0.558	0.570	2.190	981.921	0.584	0.824	0.709	4.040	240.680	0.199	0.733	0.271
	Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Αστοχία στη δοκό				
K9	5.470	63.933	0.077	0.591	0.129	6.730	361.090	0.179	0.847	0.212	6.900	87.703	0.054	0.778	0.069
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K10	1.010	190.504	0.300	0.726	0.413	5.680	458.709	0.261	1.036	0.252	3.390	123.752	0.086	0.937	0.092
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K11	2.000	281.289	0.400	0.608	0.658	1.950	464.764	0.266	0.854	0.311	5.190	296.153	0.206	0.803	0.256
	Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K12	1.430	239.441	0.340	0.608	0.560	2.540	930.627	0.532	0.854	0.623	4.220	246.242	0.171	0.803	0.213
	Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K13	1.380	148.210	0.232	0.641	0.362	3.940	461.822	0.278	0.902	0.308	5.750	164.947	0.121	0.843	0.143
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				

Πίνακας 7.24. *Έλεγχος κόμβων – Διεύθυνση Υ.*

Έλεγχος αστοχίας κόμβων - ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ Υ															
Κόμβος	Υφιστάμενο					Ενίσχυση 1					Ενίσχυση 2				
	ΣMRc/ΣMRb	Vu	γcal	γult	γcal/γult	ΣMRc/ΣMRb	Vu	γcal	γult	γcal/γult	ΣMRc/ΣMRb	Vu	γcal	γult	γcal/γult
K1	1.340	145.001	0.433	0.652	0.663	4.810	282.388	0.262	0.932	0.281	5.610	148.387	0.177	0.857	0.206
	Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K2	1.520	170.409	0.280	0.644	0.435	3.440	479.180	0.298	0.908	0.328	3.920	177.057	0.134	0.851	0.157
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K3	0.340	155.299	0.371	0.828	0.448	2.740	365.856	0.273	1.132	0.241	3.260	153.587	0.140	1.033	0.135
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K4	0.500	288.675	0.688	0.688	0.448	1.940	619.673	0.483	0.982	0.492	2.870	153.587	0.140	0.876	0.330
	Καθαρή διατμητική αστοχία κόμβου					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K5	0.460	419.755	0.870	0.747	1.165	1.590	735.779	0.514	1.040	0.494	1.790	416.446	0.354	0.960	0.369
	Καθαρή διατμητική αστοχία κόμβου					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K6	0.270	270.587	0.645	0.578	1.115	1.410	979.126	0.812	0.832	0.976	2.980	269.273	0.287	0.777	0.369
	Καθαρή διατμητική αστοχία κόμβου					Μικτή αστοχία κόμβου δοκού με έμφαση στον κόμβο					Αστοχία στη δοκό				
K7	1.820	115.491	0.188	0.558	0.338	6.470	452.131	0.290	0.799	0.362	11.170	112.788	0.093	0.733	0.127
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K8	0.400	256.508	0.364	0.594	0.613	2.850	844.280	0.485	0.837	0.579	4.250	285.407	0.200	0.788	0.254
	Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Αστοχία στη δοκό				
K9	4.280	27.817	0.027	0.656	0.042	2.900	743.773	0.310	0.934	0.332	6.690	36.387	0.018	0.857	0.021
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K10	0.960	243.480	0.434	0.676	0.641	1.620	915.807	0.594	0.952	0.624	2.230	241.005	0.190	0.887	0.214
	Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					Αστοχία στη δοκό				
K11	1.240	188.194	0.207	0.702	0.294	1.950	942.453	0.416	1.001	0.416	4.340	198.396	0.105	0.911	0.116
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K12	5.050	56.466	0.075	0.627	0.120	3.930	614.858	0.325	0.902	0.360	11.330	73.912	0.048	0.823	0.059
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				
K13	0.930	139.824	0.149	0.810	0.184	1.750	761.433	0.318	1.132	0.281	3.700	176.073	0.087	1.027	0.085
	Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό					Αστοχία στη δοκό				

Θεωρώντας ως γενική αστοχία του κόμβου, την δυσμενέστερη των δύο διευθύνσεων για κάθε περίπτωση, προκύπτει ότι για το υφιστάμενο κτήριο 4 συνδέσεις δοκού – υποστυλωμάτων αστοχούν αποκλειστικά στην δοκό, 5 μικτά και σε 4 υπάρχει καθαρή

διατμητική αστοχία του κόμβου. Για την περίπτωση της 1ης Ενίσχυσης προκύπτει ότι 8 συνδέσεις αστοχούν στη δοκό και σε 5 υπάρχει μικτή αστοχία. Πιο συγκεκριμένα, στον κόμβο Κ8 λόγω της υψηλής τιμής του λόγου τάσεων (0.976), η αστοχία επικεντρώνεται στον κόμβο. Για την περίπτωση της 2ης Ενίσχυσης, η αστοχία σε όλους τους κόμβους επικεντρώνεται στη δοκό. Τα παραπάνω συνοψίζονται στο Σχήμα 7.50.



Σχήμα 7.50. *Τύποι και αριθμός αστοχίας κόμβων ανά περίπτωση.*

Τα αποτελέσματα που προκύπτουν από την ανάλυση των κόμβων του υφιστάμενου κτηρίου είναι λογικά. Η απόκριση των κόμβων επηρεάζεται από πολλούς παράγοντες, όπως η ποιότητα του σκυροδέματος, οι διαστάσεις του κόμβου, ο εγκάρσιος οπλισμός εντός του κόμβου (περίσφιξη), ο διαμήκης οπλισμός των δοκών (γεωμετρικό ποσοστό και αγκύρωση) και η συνάφεια μεταξύ σκυροδέματος – χάλυβα. Τα παραπάνω, στις παλαιές κατασκευές δεν τηρούνται, όπως φάνηκε και στο παράδειγμα του κόμβου Κ5, με αποτέλεσμα οι κόμβοι να είναι τα πιο ευάλωτα σημεία της κατασκευής. Οι περιπτώσεις όπου η αστοχία εμφανίστηκε στη δοκό οφείλεται στη θέση του κάθε κόμβου (κυρίως εξωτερικοί κόμβοι) αλλά και στην μικρή ένταση που δέχονται από στηρίξεις που είναι υποοπλισμένες. Επιπλέον, στους Πίνακες 7.23 και 7.24 παρατηρείται πως στην πλειονότητα των κόμβων δεν ικανοποιείται ο ικανοτικός λόγος, το οποίο συμβαδίζει με τα δεδομένα της εποχής και τον τρόπο κατασκευής των κτηρίων με ισχυρές δοκούς και ασθενή υποστυλώματα.

Στην 1η ενίσχυση, η απόκριση των κόμβων είναι σαφώς βελτιωμένη καθώς η πλειονότητα των συνδέσεων αστοχεί στη δοκό. Οι περιπτώσεις μικτής αστοχίας, αφορούν δοκούς όπου είχαν υψηλή απαίτηση σε διαμήκη οπλισμό, με αποτέλεσμα η ένταση στον κόμβο να είναι ισχυρή. Σε αυτές τις περιπτώσεις, προτείνεται όπλιση της δοκού με ελάχιστα λιγότερο διαμήκη οπλισμό από αυτόν που απαιτείται, έτσι ώστε να γίνει αποσυμφόρηση του κόμβου και η αναπτυσσόμενη ροπή της δοκού να παραληφθεί από την υπεραντοχή του χάλυβα, αφού σχηματιστεί η πλαστική

άρθρωση. Αξίζει να σημειωθεί ότι, παρά την ικανοποίηση του ικανοτικού λόγου (χωρίς να είναι απαραίτητο σε τοιχωματικές κατασκευές), παρατηρείται αστοχία στους κόμβους των συνδέσεων και όχι αποκλειστικά στη δοκό.

Η 2η ενίσχυση που προτάθηκε, παρουσίασε την βέλτιστη συμπεριφορά στους κόμβους που εξετάστηκαν. Η απόκριση αυτή οφείλεται στην χρήση του ισχυρού μανδύα οπλισμένου σκυροδέματος στο υποστύλωμα και στα φύλλα FRP που χρησιμοποιήθηκαν για την καμπτική ενίσχυση των δοκών. Με την χρήση των ινοπλισμένων πολυμερών άνθρακα, δεν εισάγεται επιπλέον ένταση εντός του κόμβου (όπως στην 1η ενίσχυση), με αποτέλεσμα να παραμένει ασφαλής καθώς δέχεται δυνάμεις μόνο από τον υφιστάμενο οπλισμό. Το παραπάνω επιβεβαιώνεται και από τους ικανοτικούς λόγους, όπου στη συγκεκριμένη περίπτωση λαμβάνεται υπόψιν η αντοχή του FRP, οι οποίοι έχουν παρά πολύ υψηλές τιμές. Σημειώνεται ότι, σε περίπτωση που δεν αποκατασταθούν οι αγκυρώσεις των δοκών, υπάρχει πιθανότητα ολίσθησης τους και μετά την ενίσχυση. Για το λόγο αυτό, για να επιτευχθεί η αστοχία στη δοκό χρειάζεται να γίνει αποκατάσταση της αγκύρωσης των διαμηκών οπλισμών της δοκού κατά την κατασκευή των μανδυών οπλισμένου σκυροδέματος των υποστυλωμάτων.

8. Συμπεράσματα και σύγκριση ενισχύσεων.

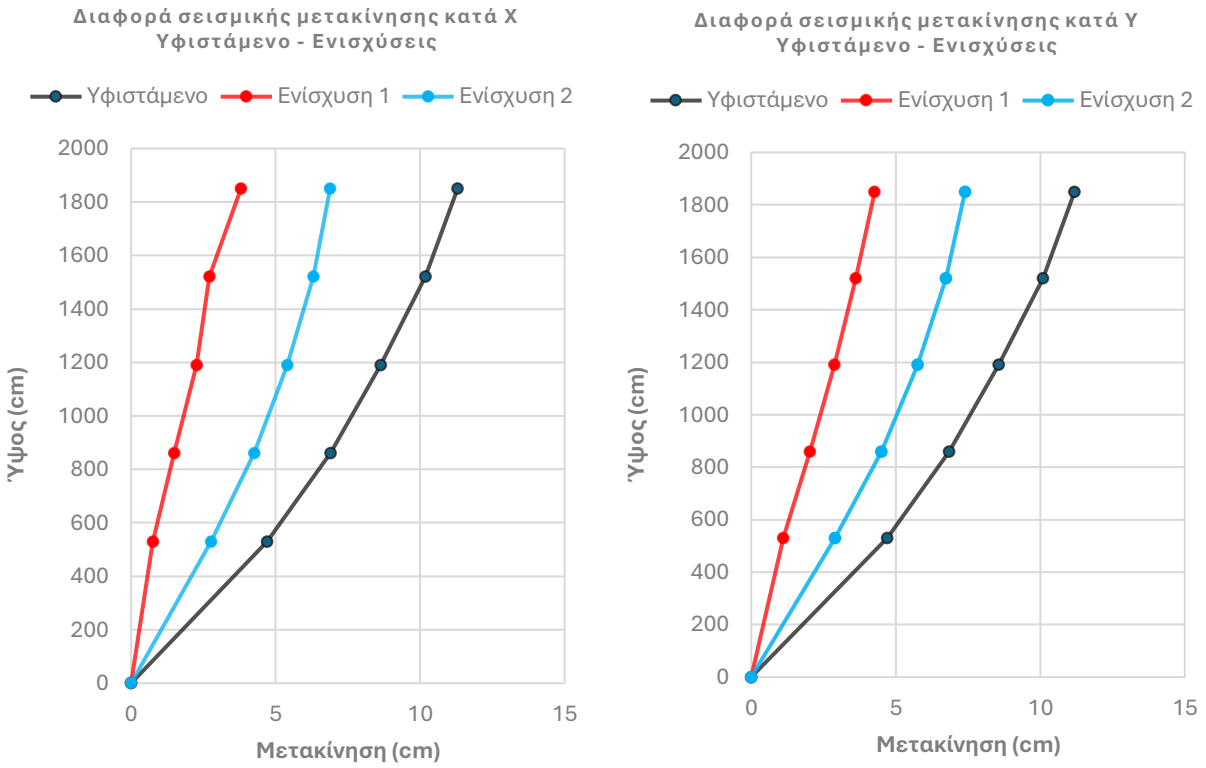
Στην παρούσα εργασία πραγματοποιήθηκε η αποτίμηση μιας υφιστάμενης παλαιάς κατασκευής οπλισμένου σκυροδέματος με ελαστική δυναμική ανάλυση. Ο στόχος μετά την αποτίμηση της ήταν η πρόταση δύο διαφορετικών προσεισμικών ενισχύσεων, η διαστασιολόγηση τους σύμφωνα με τους σύγχρονους αντισεισμικούς κανονισμούς και η σύγκριση τους. Τέλος, με την χρήση αναλυτικού μοντέλου έγινε ο έλεγχος των κόμβων των τριών διαφορετικών περιπτώσεων και εξετάστηκε η απόκριση τους.

Για την υφιστάμενη κατασκευή συμπεραίνεται ότι δεν έχει την ικανότητα παραλαβής σεισμικών δυνάμεων. Το παραπάνω επιβεβαιώνεται από την ανεπάρκεια της πλειονότητας των στοιχείων σε καμπτική και διατμητική καταπόνηση. Λαμβάνοντας υπόψιν ότι οι περισσότερες κατασκευές της ίδιας εποχής αποτελούνται από παρόμοια προβλήματα, είναι εύλογο να θεωρηθεί ότι η ενίσχυση των παλαιών κατασκευών είναι αναγκαία. Τα αποτελέσματα της αποτίμησης προέκυψαν θεωρώντας ότι στο κτήριο δεν υπάρχουν ανεπαρκείς αγκυρώσεις στις δοκούς και ανεπαρκείς παραθέσεις στα υποστυλώματα. Συνδυάζοντας το παραπάνω με τις πειραματικές έρευνες της τελευταίας 20ετίας, είναι αναγκαίο εκτός από την γενική ενίσχυση των δομικών στοιχείων, να πραγματοποιηθούν και τοπικές επεμβάσεις ώστε η απόκριση του κτηρίου μετά την ενίσχυση να είναι η επιθυμητή.

Μετά την ανάλυση της πρώτης πρότασης ενίσχυσης συμπεραίνεται ότι επιτυγχάνεται επιτυχώς το πλάνο της αύξησης όλων των ιδιοτήτων της κατασκευής. Η απόκριση των δομικών στοιχείων έναντι του σεισμού σχεδιασμού είναι πλέον η επιθυμητή, καθώς γίνεται ολική ενίσχυση με μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος. Η πλαστιμότητα των στοιχείων αλλά και ολόκληρης της κατασκευής αυξάνεται με την κατάλληλη όπλιση στις κρίσιμες περιοχές και με την προσθήκη των πλάστιμων τοιχωμάτων. Αντίστοιχα, μέσω των εμφατνούμενων τοιχωμάτων αυξάνεται και η δυσκαμψία, το οποίο φαίνεται από την σημαντικά μικρότερη μετακίνηση των οροφών και στις δύο διευθύνσεις, όπως φαίνεται στον Πίνακα 8.1. Το ίδιο συμπέρασμα λαμβάνεται και από τα δυναμικά χαρακτηριστικά της, καθώς η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος μειώνεται κατά 60%. Με την αύξηση της δυσκαμψίας, επέρχεται και αύξηση της τέμνουσας που δέχεται το κτήριο, αυτό σε συνδυασμό με την ύπαρξη βραχέων δοκών οδηγεί στο συμπέρασμα της προσεκτικής διαστασιολόγησης των συγκεκριμένων στοιχείων. Σε τέτοιες περιπτώσεις συμπεραίνεται λοιπόν η ανάγκη όπλισης με ελαφρώς λιγότερο οπλισμό από τον απαιτούμενο έναντι κάμψης, ώστε να αναπτυχθεί η διατμητική αντοχή και να αστοχήσουν καμπτικά.

Μετά την ανάλυση της δεύτερης πρότασης ενίσχυσης συμπεραίνεται ότι είναι εφικτή η αύξηση της πλαστιμότητας και της αντοχής των υποστυλωμάτων. Το ίδιο δεν ισχύει για τις δοκούς καθώς, με την χρήση των ινοπλισμένων πολυμερών δεν επιτυγχάνεται πλήρης αποκατάσταση της καμπτικής αντοχής. Αυτό συμβαίνει καθώς

χρησιμοποιούνται μειωμένες τιμές παραμόρφωσης για την διαστασιολόγηση των στοιχείων, όμως λόγω των αβεβαιοτήτων που διέπουν την ανάλυση, η χρήση της παραμόρφωσης που προτείνει ο κατασκευαστής δεν συνίσταται. Ωστόσο, ο χαρακτήρας της ενίσχυσης υπό καμπτική καταπόνηση είναι τέτοιος που επιτρέπει τον παραπάνω σχεδιασμό, αφού επιλυθούν όλες οι ανεπάρκειες που αφορούν τα οριζόντια στοιχεία (αγκυρώσεις, πιθανές ρωγμές). Ακόμα, υφίσταται μείωση της πλαστιμότητας μέσω των κατά μήκος στρώσεων από την καμπτική ενίσχυση λόγω της φύσης του υλικού. Αντίθετα, στην διατμητική ενίσχυση επιτυγχάνεται η ολική αποκατάσταση της αντοχής, με μοναδικό αμφιλεγόμενο σημείο την επιλογή του κανονιστικού πλαισίου διαστασιολόγησης. Από την σύγκριση του EN1998 – 3 και του ΚΑΝ.ΕΠΕ. παρατηρείται ότι η ενίσχυση με συνεχής τρίπλευρους μανδύες από CFRP είναι εφικτή σύμφωνα με τον πρώτο αλλά όχι με τον δεύτερο. Οι αντοχές που αναπτύσσουν οι περισσότερες δοκοί με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. δεν είναι εφικτό να ικανοποιήσουν τις τέμνουσες της ανάλυσης, ενώ τα αποτελέσματα που προκύπτουν από τον EN1998 – 3 επιτρέπουν την χρήση τρίπλευρων μανδυών με τον ίδιο αριθμό στρώσεων. Στην περίπτωση των λωρίδων, τα αποτελέσματα των δύο κανονισμών είναι όμοια, ωστόσο συμπεραίνεται ότι η πλειονότητα των στοιχείων δεν επαρκεί σύμφωνα και με τους δύο κανονισμούς. Λαμβάνοντας υπόψιν τα παραπάνω και τις διαφορές που εμφανίζονται εντός των δύο κανονιστικών πλαισίων, για την συγκεκριμένη περίπτωση συμπεραίνεται ότι η καθολική ενίσχυση όλων των δοκών με τρίπλευρους μανδύες FRP χωρίς μηχανικές αγκυρώσεις δεν είναι σκόπιμη ενίσχυση.



Σχήμα 8.1. *Διαφορά μετακίνηση κτηρίων υπό σεισμικά φορτία.*

Όσον αφορά την δυσκαμψία της κατασκευής, η αύξηση της είναι μικρή, καθώς τοποθετούνται μανδύες οπλισμένου σκυροδέματος μόνο στα υποστυλώματα. Η μετακίνηση που παρουσιάζει και στις δύο διευθύνσεις είναι μικρότερη αλλά όχι τόσο όσο της πρώτης. Το ίδιο ισχύει και για την ιδιοπερίοδο καθώς η μείωση είναι της τάξης του 26%.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα της δυναμικής ανάλυσης των τριών περιπτώσεων φαίνεται η επιρροή των στοιχείων που προστίθενται (υποστυλώματα, μανδύες, τοιχώματα) στην τέμνουσα βάσης που αναπτύσσεται σύμφωνα με το φάσμα σχεδιασμού, στη μάζα του κτηρίου και στην ιδιοπερίοδο του. Τα παραπάνω συνοψίζονται στον Πίνακα 8.1.

Πίνακας 8.1. *Σύγκριση αποτελεσμάτων των περιπτώσεων.*

Σύγκριση Υφιστάμενου και Ενισχύσεων				
Α/Α	**Υφιστάμενο**		**Ενίσχυση 1**	**Ενίσχυση 2**
1η Ιδιομορφή	**T (sec)**	1.214	0.486	0.893
	Μεταφορική κατά X και Y		Μεταφορική κατά Y	Μεταφορική κατά Y
Μάζα (tn)	1491.022		2021.844	1595.709
Φασματική επιτάχυνση	0.11g		0.20g	0.097g
Τέμνουσα βάσης (kN)	1449.407		3371.829	1295.664

Στις παλαιές κατασκευές το σημείο σύνδεσης δοκού – υποστυλωμάτων (κόμβος) είναι ένα από τα πιο κρίσιμα καθώς η αστοχία τους είναι σχεδόν βέβαιη όπως φάνηκε από τα αποτελέσματα της ανάλυσης του υφιστάμενου κτηρίου. Συμπεραίνεται ότι οι βασικότεροι παράγοντες που επηρεάζουν το τρόπο αστοχίας είναι η περίσφιξη εντός του κόμβου (συνδετήρες), οι διαμήκεις ράβδοι των δοκών, οι διαστάσεις του και η ποιότητα σκυροδέματος. Κατά την πρώτη ενίσχυση του κτηρίου παρατηρείται σαφής βελτίωση της απόκρισης των κόμβων, το οποίο οφείλεται στην βελτίωση όλων των παραπάνω παραγόντων. Σημειώνεται ωστόσο ότι, παρά την τήρηση του ικανοτικού λόγου δεν εξασφαλίζεται η συγκέντρωση της αστοχίας στη δοκό σε ορισμένες περιπτώσεις. Με τη χρήση της αναλυτικής μεθόδου είναι εφικτό ο μηχανικός να εντοπίσει τέτοια πιθανά προβλήματα κατά την διαστασιολόγηση και να πραγματοποιήσει τις κατάλληλες αλλαγές. Στους κόμβους όπου εμφανίστηκε μικτή αστοχία, μπορεί να γίνει αλλαγή των διαστάσεων του υποστυλώματος, μείωση του γεωμετρικού ποσοστού του διαμήκους οπλισμού ή αύξηση του αριθμού των συνδετήρων εντός του κόμβου (αν είναι εφικτό κατασκευαστικά). Στην δεύτερη πρόταση ενίσχυσης, οι κόμβοι λειτουργούν ελαστικά και αυτό οφείλεται στα πολύ ισχυρά υποστυλώματα και την μικρή ένταση που δέχεται ο κόμβος από τις δοκούς.

Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα:

Σε συνέχεια της μελέτης του παραπάνω κτηρίου προτείνονται τα παρακάτω θέματα προς ανάλυση:

1) Μελέτη και ανασχεδιασμός της θεμελίωσης της κατασκευής.

2) Αναλυτικός έλεγχος και διαστασιολόγηση των αγκυρώσεων και παραθέσεων στις θέσεις των κόμβων.
3) Εκτέλεση «Μη γραμμικής υπερωθητικής ανάλυσης» στα μοντέλα ενισχύσεων.
4) Εκτέλεση «Μη γραμμική δυναμικής ανάλυσης» σε συνδυασμό με ή χωρίς την αλληλεπίδραση εδάφους στα μοντέλα των ενισχύσεων.
5) Προτάσεις βελτίωσης του δεύτερου τρόπου ενίσχυσης με τα υπάρχοντα υλικά ή και με χρήση πιο σύνθετων.
6) Πειραματική έρευνα με κατασκευή δοκιμίων σύμφωνα με τις προτάσεις ενίσχυσης και έλεγχο τους σε ανακυκλιζόμενη φόρτιση.
7) Έλεγχος κόμβων για τα κτίρια Υψηλής Κατηγορίας Πλαστιμότητας με το αναλυτικό μοντέλο που παρουσιάστηκε.

Βιβλιογραφία:

[1] Δουδούμης, Ι. Ν., 2018, «Η Εξέλιξη των Αντισεισμικών Κανονισμών και ο Ρόλος του Σεισμού της Θεσσαλονίκης το 1978», 16th European Conference on Earthquake Engineering.

[2] Τσώνος Α. Δ., 2021, «Αντισεισμικός σχεδιασμός κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Σοφία.

[3] Πενέλης Γ. Γ., Κάππος Α. Ι., 1990, «Αντισειμικές κατασκευές από σκυρόδεμα», Θεσσαλονική, Εκδόσεις Ζήτη.

[4] Δρίτσος Σ. Η., 2005, «Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα», Πάτρα, Γ' Έκδοση.

[5] https://www.michanikos.gr/forums/

[6] https://www.nachi.org/visual-inspection-concrete.htm

[7] Καραγιάννης Χ. Γ., 2019, «Σχεδιασμός κατασκευών από ωπλισμένο σκυρόδεμα και σεισμικές δράσεις», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Σοφία.

[8] https://buildinghow.com

[9] Kalogeropoulos G. I., Tsonos A-D. G., Konstantinidis D., Tsetines S., 2015, «Pre – earthquake and post – earthquake retrofitting of poorly detailed exterior RC beam – to – column joints», Engineering Structures.

[10] https://www.sklavounostech.com/διατμητική-ενίσχυση-δοκού/

[11] https://www.dreamstime.com

[12] Tsonos A. G., 2007, «Effectiveness of CFRP – jackets and RC – jackets in post – earthquake and pre – earthquake retrofitting of beam – column subassemblages», Engineering Structures.

[13] Kalogeropoulos G., Tsonos A. D., Iakovidis P., 2024, «Hysterisis Behavior of RC Beam – Column Joints of Existing Substandard RC Structures Subjected to Seismic Loading – Experimental and Analytical Investigation», Building 14, 1609.

[14] Tsonos A-D. G., 2008, «Performance enhancement of R/C building columns and beam – column joints through shotcrete jacketing», Engineering Structures.

[15] Tsonos A-D., Kalogeropoulos G., Iakovidis P., Bezas M-Z., Koumtzis M., 2021, «Seismic Performance of RC Beam – Column Joints Designed According to Older and Modern Codes: An Attempt to Reduce Conventional Reinforcement Using Steel Fiber Reinforced Concrete», Fibers 9, 45.

[16] Karayannis C. G., Sirkelis G. M., 2002, «Effectiveness of RC beam – column connections strengthening using carbon – FRP jackets», 12th European Conference on Earthquake Engineering, Paper reference 549.

[17] Karayannis C. G., Favvata M. J., Kakaletsis D. J., 2011, «Seismic behavior of infilled and pilotis RC frame structures with beam – column joint degradation effect», Engineering Structures.

[18] Καλογερόπουλος Γ. Ι., 2017, «Θεραπεία ανεπάρκειας μήκους παράθεσης του διαμήκους οπλισμού υποστυλωμάτων παλαιών κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος», Διδακτορική διατριβή, Θεσσαλονίκη.

[19] Kalogeropoulos G., Tsonos A-D. G., 2019, «Improvement of the cyclic response of RC columns with inadequate lap slices – Experimental and analytical investigation», Earthquake and Structures, Vol 16, No. 3.

[20] Ο.Α.Σ.Π, 2022, «Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) – 3η Αναθεώρηση 2022», Αθήνα.

[21] European Committee for Standardization (CEN), 2005, «Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 3: Assessment and retrofitting of buildings. EN 1998-3: 2005», Brussels.

[22] Kalogeropoulos G., Tsonos A. D., 2020, «Cyclic Performance of RC Columns with Inadequate Lap Slices Strengthened with CFRP Jackets», Fibers.

[23] Kalogeropoulos G., Tsonos. A-D., 2021, «Seismic Performance Enhancement of RC Columns Using Thin High – Strength RC Jackets and CFRP Jackets», Fibers 9, 29.

[24] European Committee for Standardization (CEN), 2004, «Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance – Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. EN 1998-1: 2004», Brussels.

[25] Αναστασιάδης Κ., 1989, «Αντισεισμικές κατασκευές Ι», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Ζήτη.

[26] Εφημερίς της Κυβερνήσεως της Ελληνικής Δημοκρατίας, Τεύχος Δεύτερο, Αρ. Φύλλου 2692, 31 Δεκεμβρίου 2008.

[27] Ιγνατάκης Χ., Σέξτος Α., 2015, «Κτίρια από οπλισμένο σκυρόδεμα: Διαστασιολόγηση σύμφωνα με τους Ευρωκώδικες 2 και 8», Αθήνα, Σύνδεσμος Ελληνικών Ακαδημαϊκών Βιβλιοθηκών.

[28] https://maps.eu-risk.eucentre.it/map/european-site-response-model-datasets/#4/53.96/4.57

[29] European Committee for Standardization (CEN), 2004, «Eurocode 2: Design of concrete structures – Part 1-1: General rules and rules for buildings. EN 1992-1-1: 2004», Brussels.

[30] Πενέλης Γ. Γ., Στυλιανίδης Κ., Κάππος Α., Ιγνατάκης Χ., 2008, «Κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Αϊβαζή.

[31] Τριανταφύλλου Α. Χ., 2003, «Ενισχύσεις κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος με σύνθετα υλικά (Ινοπλισμένα πολυμερή)», Πάτρα, 1η Έκδοση.

[32] https://www.dekatzouridis.gr/αποκατάσταση-σκυροδέματος/

[33] Melo J., Triantafyllidis Z., Rush D., Bisby L., Rossetto T., Arede A., Varum H,. Ioannou I., 2022, «Cyclic behavior of as – bulit and strengthened existing reinforced concrete columns previously damaged by fire», Engineering Structures.

[34] http://www.episkeves2.civil.upatras.gr/?page_id=2299

[35] Lampropulos A. Paschalis S., Tsioulou O., Dritsos S., 2024, «Numerical Investigation of Reinforced Concrete (RC) Columns Strengthened with Ultra – High – Performance Fiber - Reinforced Concrete (UHPFRC) Jackets», Materials 17, 3380.

[36] Konstantinidis D., Tsonos A. D., Kalogeropoulos G., Iakovidis P., 2017, «Seismic retrofitting of pre – 1970 RC bridge columns using innovative jackets», International Journal of Structural Engineering

[37] Kalogeropoulos G., Tsonos A. D., Konstantinidis D., Iakovidis P., 2019, «Earthquake – rehabilitation of existing RC structures using high – strength steel fiber – reinforced concrete jackets»,

[38] Kim M. S., Lee Y. H., 2022, «Seismic Performance of Reinforced Concrete Columns Retrofitted with Hybrid Concrete Jackets Subjected to Combined Loadings», Materials 15, 6213.

[39] Ro K. M., Kim M. S., Lee Y. H., 2023, «An Experimental Study on Torsional Behavior of Reinforced Concrete Columns Retrofitted with Hybrid Concrete Jackets», Materials 16, 1256.

[40] Khunt S., 2022, «Retrofitting of Concrete Structures: A Review», International Research Journal od Engineering and Technology.

[41] Γκόλιας Ε. Α., Βουγιούκας Ε. Α., Κουντούρη Μ., Καράγιαννης Χ. Γ., 2024, «Πειραματική διερεύνηση σεισμικής συμπεριφοράς ακραίων κόμβων δοκού – υποστυλώματος με εναλλακτικό τρόπο αγκύρωσης οπλισμών σε πραγματική κλίμακα», 19ο Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος.

[42] Βλάχα Μ., Φλογέρας Α., 2003, «Ενίσχυση κτιρίων με προσθήκη τοιχωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος», 9Ο Φοιτητικό συνέδριο «Επισκευές Κατασκευών – 03».

[43] Στρεπέλιας Η., 2012, «Ενίσχυση υφιστάμενων πλαισιακών κατασκευών με εμφάτνωση από Ο.Σ. – Πειραματική και αναλυτική διερεύνηση», Πάτρα.

[44] https://grc.sika.com/el/construction/domitikh-enisxysh/domhtikh-enisxysh-skyrodematos/yfasmata/sikawrap-300-c.html

[45] https://www.monosystems.gr/domitikes-enisxisis/

[46] Chalioris C. E., Zapris A. G., Karayannis C. G., 2020, «U – Jacketting Applications of Fiber – Reinforced Polymers in Reinforced Concrete T – Beams against Shear – Test and Design», Fibers.

[47] Γιαννούλη Β., Κατάκαλος Κ., Μάνος Γ., 2024, «Αριθμητική προσομοίωση της διατμητικής συμπεριφοράς εξωτερικά ενισχυμένης πλακοδοκού με ινοπλισμένα πολυμερή από άνθρακα», 19ο Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος.

[48] Γιαννούλη Β., Κατάκαλος Κ., Μάνος Γ., 2024, «Διερεύνηση της συμπεριφοράς ενισχυμένης πλακοδοκού με ινοπλισμένα πολυμερή από άνθρακα», 19ο Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυροδέματος.

[49] Zapris A. G., Kytinou V. K., Chalioris C. E., 2024, «Innovative Fiber – Reinforced Polymer Rope – Based Closed – Form Retrofitting Methods Applied in Reinforced Concrete T – Shaped Beams under Torsion», Polymers 16, 2634.

[50] Karayannis C., Golias E., Kalogeropoulos G. I., 2022, «Influence of Carbon Fiber – Reinforced Ropes Applied as External Diagonal Reinforcement on the Shear Deformation of RC Joints», Fibers 10, 28.

[51] Golias E., Zapris A. G., Kytinou V. K., Osman M., Koumtzis M., Siapera D., Chalioris C. E., Karayannis C. G., 2021, «Application of X – Shaped CFRP Ropes for Structural Upgrading of Reinforced Concrete Beam – Column Joints under Cyclic Loading – Experimental Study», Fibers, 9, 42.

[52] Αβραμίδης Ι., Αθανατοπούλου Α., Μορφίδης Κ., 2016, «Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων: Προσομοίωση και ανάλυση των κατασκευών», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Σοφία.

[53] Ο.Α.Σ.Π., 2000, «Ε.Κ.Ω.Σ. 2000 – Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος», Αθήνα.

[54] Ο.Α.Σ.Π., 2000, «ΕΑΚ 2000 – Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός», Αθήνα.

[55] European Committee for Standardization (CEN), 2002, «Eurocode 0: Basis of structural design. EN 1990: 2002», Brussels.

[56] European Committee for Standardization (CEN), 2002, «Eurocode 1: Actions on structures - Part 1-1: General actions Densities, self-weight, imposed loads for buildings. EN 1991 – 1 – 1», Brussels.

[57] Τσώνος Α. Δ., 2017, «Σχεδιασμός κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα – ΤΟΜΟΣ Ι», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Σοφία.

[58] Τσώνος Α. Δ., 2016, «Σχεδιασμός κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα – ΤΟΜΟΣ ΙΙ», Θεσσαλονίκη, Εκδόσεις Σοφία.

[59] Τάσιος Θ. Π., 2014, «Θεωρία σχεδιασμού επισκευών και ενισχύσεων», Αθήνα, Εκδόσεις Συμμετρία.

[60] Kumar Mehta P., Monteiro Paulo J. M., 2009, «Σκυρόδεμα: μικροδομή, ιδιοτήτες και υλικά», Αθήνα, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

[61] Αντωνιάδης Π. Σ., 2011, «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιριακών κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος με τον EC8 – ΤΟΜΟΣ Α», Αθήνα, 3DR Engineering software.

[62] Αντωνιάδης Π. Σ., 2011, «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιριακών κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος με τον EC8 – ΤΟΜΟΣ Β», Αθήνα, 3DR Engineering software.

[63] Chopra A. K., 2017, «Δυναμική των κατασκευών: Θεωρία και εφαρμογές στη σεισμική μηχανική», Αθήνα, Εκδόσεις Μ. Γκιούρδας.

[64] Αβραμίδης Ι., Αθανατοπούλου Α., Μορφίδης Κ., Σέξτος Α., 2017, «Αντισεισμικός σχεδιασμός κτιρίων Ο/Σ και αριθμητικά παραδείγματα ανάλυσης & διαστασιολόγησης», Θεσσαλονίκης, Εκδόσεις Σοφία.

[65] Πενέλης Γ. Γ., Πενέλης Γ. Γ., 2022, «Κτίρια από σκυρόδεμα σε σεισμογενείς περιοχές», Αθήνα, Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

[66] Σπυράκος Κ., 2004, «Ενίσχυση κατασκευών για σεισμικά φορτία», Αθήνα, Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.

[67] Thermou G. E., Kappos A. J., 2022, «Background of the Monolithicity Factors for the Assessment of Jacketed Reinforced Concrete», Buildings, 12, 55.

[68] Assad M., Hawileh R. A., Abdalla J. A., 2024, «Flexural strengthening of reinforced concrete beams with CFRP laminates and spike anchors», Composites Part C: Open Access.

[69] Manos G. C., Katakalos K., Soulis V., Melidis L., 2022, «Earthquake Retrofitting of “Soft – Story” RC Frame Structures with RC Infills», Applied Sciences 12, 11597.

[70] Matsuzaki Y., Nakano K., Fujii S., Fukuyama H., 2000, «Seismic retrofit using continuous fiber sheets», 12WCEE 2000.

[71] Pampanin S., Calvi G.M., Moratti M., 2002, «Seismic behavior of R.C. beam – column joints designed for gravity loads», Elsevier Science Ltd., 12th European Conference on Earthquake Engineering, Paper reference 726.

[72] Γιαννόπουλος Ι., Γιαννόπουλος Π., «Βλάβες από σεισμό σε κτίρια από ωπλισμένο σκυρόδεμα», Τεχνικό Επιμελητήριο Ελλάδας.

[73] Ζωγραφάκης Ν., 2023, «Ανάλυση βέλτιστης απόκρισης καινοτόμου σύμμικτου κτιρίου σε στατικά και δυναμικά φορτία ώστε να ικανοποιεί πολλαπλές ανάγκες βιοκλιματικού σχεδιασμού», Θεσσαλονίκη, Διπλωματική εργασία.

[74] Βουτετάκη Μ-Σ. Ε., Κυτίνου Β. Κ., Ζάπρης Α. Γ., Ξυνόπουλος Ι. Π., 2024, «Διερεύνηση Δομικού Συστήματος από Οπλισμένο Σκυρόδεμα για την Πρόταση Αποκατάστασης της Στατικής Επάρκειας της Ιστορικής Καπναποθήκης ΕΟΚ στην πόλη της Κάβαλας», 19ο Πανελλήνιο Συνέδριο Σκυρόδεματος.

[75] Karayannis C .G., Sirkelis G. M., 2008, «Strengthening and rehabilitation of RC beam – column joints using carbon – FRP jacketing and epoxy resin injection», Earthquake Engng Struct. Dyn., 37: 769 – 790.

[76] Sasmal S., Ramanjaneyulu K., Novak B., Srinivas V., Kumar S. K., Korkowski C., Roehn C., Lakshmanan N., Iyer R. N., 2010, «Seismic retrofitting of nonductile beam – column sub – assemblage using FRP wrapping and steel plate jacketing», Construction and Building Materials.

Παράρτημα Α: Πίνακες αποτίμησης.

Αποτίμηση 1ου ορόφου:

Αποτίμηση Υποστυλωμάτων σε ΘΛΙΨΗ							
1ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	Οπλισμός	A_s (cm^2)	N_{Rd} (kN)	N_{ed} (kN)	λ
Σ1	27	27	4Φ14	6.16	695.66	454.122	0.653
Σ2	31	31	4Φ16	8.04	915.55	824.362	0.900
Σ3	37	37	4Φ16	8.04	1235.67	766.056	0.620
Σ4	25	25	4Φ14	6.16	614.06	301.407	0.491
Σ5	29	29	4Φ18	10.18	864.3	668.788	0.774
Σ6	29	29	4Φ16	8.04	821.39	588.656	0.717
Σ7	31	31	4Φ16	8.04	915.55	555.166	0.606
Σ8	34	34	4Φ16	8.04	1068.55	983.196	0.920
Σ9	43	43	4Φ22	15.21	1756.15	1497.355	0.853
Σ10	43	43	4Φ22	15.21	1756.15	1689.245	0.962
Σ11	47	47	4Φ22	15.21	2038.61	909.757	0.446
Σ12	47	47	4Φ24	18.10	2096.66	2345.309	1.119
Σ13	43	43	4Φ22	15.21	1756.15	1890.247	1.076
Σ14	45	45	4Φ20	12.57	1841.24	1498.109	0.814
Σ15	34	34	4Φ18	10.18	1111.46	707.499	0.637
Σ16	29	29	4Φ14	6.16	783.54	490.739	0.626
Σ17	25	25	4Φ14	6.16	614.06	378.222	0.616
Σ18	34	34	4Φ18	10.18	1111.46	902.391	0.812
Σ19	27	27	4Φ16	8.04	733.52	554.976	0.757
Σ20	47	47	4Φ22	15.21	2038.61	1564.125	0.767
Σ21	40	40	4Φ18	10.18	1459.82	1459.794	1.000
Σ22	40	40	4Φ18	10.18	1459.82	1536.652	1.053
Σ23	47	47	4Φ22	15.21	2038.61	2354.679	1.155
Σ24	43	43	4Φ22	15.21	1756.15	2003.377	1.141
Σ25	42	42	4Φ22	15.21	1689.46	841.217	0.498
Σ26	42	42	4Φ22	15.21	1689.46	1272.443	0.753
Σ27	41	41	4Φ22	15.21	1624.34	1156.919	0.712
Σ28	45	45	4Φ22	15.21	1894.24	1321.234	0.698
Σ29	38	38	4Φ20	12.57	1385.38	1123.889	0.811

Αποτίμηση υποστυλωμάτων σε ΔΙΑΤΜΗΣΗ				
1ος όροφος				
Στοιχείο	Οπλισμός	$V_{Rd,s}$ (kN)	Ved (kN)	λ
Σ1	Φ6/200	12.17	16.16	1.328
Σ2	Φ6/200	14.12	33.13	2.346
Σ3	Φ6/200	17.05	54.42	3.192
Σ4	Φ6/200	11.19	13.84	1.237
Σ5	Φ6/200	13.14	31.95	2.431
Σ6	Φ6/200	13.14	37.38	2.844
Σ7	Φ6/200	14.12	33.20	2.352
Σ8	Φ6/200	15.59	38.51	2.471
Σ9	Φ6/200	19.98	123.99	6.205
Σ10	Φ6/200	19.98	127.46	6.379
Σ11	Φ6/200	21.94	101.55	4.629
Σ12	Φ6/200	21.94	117.31	5.348
Σ13	Φ6/200	19.98	109.19	5.464
Σ14	Φ6/200	20.96	139.56	6.658
Σ15	Φ6/200	15.59	46.06	2.955
Σ16	Φ6/200	13.14	29.93	2.278
Σ17	Φ6/200	11.19	15.27	1.364
Σ18	Φ6/200	15.59	44.22	2.837
Σ19	Φ6/200	12.17	24.27	1.995
Σ20	Φ6/200	21.94	118.54	5.403
Σ21	Φ6/200	18.52	105.08	5.675
Σ22	Φ6/200	18.52	87.71	4.737
Σ23	Φ6/200	21.94	133.02	6.064
Σ24	Φ6/200	19.98	116.73	5.842
Σ25	Φ6/200	19.49	73.75	3.783
Σ26	Φ6/200	19.49	85.43	4.382
Σ27	Φ6/200	19.01	80.27	4.224
Σ28	Φ6/200	20.96	118.16	5.638
Σ29	Φ6/200	17.54	69.31	3.951

Αποτίμηση Υποστυλωμάτων σε ΚΑΜΨΗ						
1ος Όροφος						
Στοιχείο	MRd (kN) - Πόδας	MRd (kN) - Κεφαλή	Med (kN) - Πόδας	Med (kN) - Κεφαλή	λ - Πόδας	λ - Κεφαλή
Σ1	23.78	25.10	43.13	42.51	1.814	1.694
Σ2	11.01	13.70	83.60	91.99	7.593	6.715
Σ3	46.06	44.24	155.51	157.13	3.376	3.552
Σ4	13.97	14.62	34.16	36.19	2.445	2.475
Σ5	22.33	24.37	81.51	87.29	3.650	3.582
Σ6	25.75	27.60	82.41	88.28	3.200	3.199
Σ7	38.65	38.21	76.63	78.62	1.983	2.058
Σ8	11.23	14.80	97.85	89.00	8.713	6.013
Σ9	44.33	51.61	338.39	318.76	7.633	6.176
Σ10	135.17	18.33	345.88	329.68	2.559	17.986
Σ11	83.57	75.73	304.98	233.27	3.649	3.080
Σ12	120.13	121.71	332.55	289.24	2.768	2.376
Σ13	117.81	118.53	311.48	267.22	2.644	2.254
Σ14	60.92	69.00	388.03	351.70	6.370	5.097
Σ15	50.86	51.40	110.26	115.59	2.168	2.249
Σ16	30.35	36.21	65.97	57.74	2.174	1.595
Σ17	18.99	18.71	27.70	24.57	1.459	1.313
Σ18	28.04	31.56	123.90	110.56	4.419	3.503
Σ19	18.69	18.33	61.37	67.28	3.284	3.670
Σ20	87.84	96.21	274.58	168.40	3.126	1.750
Σ21	97.24	97.00	210.11	151.59	2.161	1.563
Σ22	98.31	98.43	158.11	112.89	1.608	1.147
Σ23	156.67	157.90	404.44	300.68	2.581	1.904
Σ24	118.57	119.59	326.76	291.97	2.756	2.441
Σ25	94.90	93.70	215.39	175.53	2.270	1.873
Σ26	69.18	60.59	237.56	215.22	3.434	3.552
Σ27	74.64	79.95	220.49	204.97	2.954	2.564
Σ28	98.89	105.58	308.91	280.93	3.124	2.661
Σ29	39.44	44.39	154.11	134.00	3.907	3.019

Αποτίμηση Δοκών σε ΚΑΜΨΗ																		
1ος Όροφος																		
Στοιχείο	Ροπή αντοχής - M_{Rd} (kN)						Αναπτυσσόμενη ροπή - M_{Ed} (kN)						Συντελεστής εξάντλησης λ					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
Δ1	47.30	33.00	24.00	17.20	24.00	17.20	55.54	-75.94	25.28	0.00	0.00	91.93	1.174	2.301	1.053	-	-	5.345
Δ2	34.06	31.43	66.37	0.00	34.06	31.43	0.00	-84.86	17.12	0.00	37.26	-66.78	-	2.700	0.258	-	1.094	2.125
Δ3	50.05	47.36	98.43	0.00	50.05	47.36	60.80	-277.36	65.29	0.00	69.34	-188.17	1.215	5.856	0.663	-	1.385	3.973
Δ4	30.44	29.49	60.30	0.00	60.30	49.51	229.08	-291.65	41.10	-21.51	206.29	-270.67	7.526	9.890	0.682	-	3.421	5.467
Δ5	108.60	99.72	37.67	0.00	37.67	36.62	227.28	-310.91	30.02	-5.64	270.63	-329.83	2.093	3.118	0.797	-	7.184	9.007
Δ6	90.65	84.33	178.10	0.00	108.90	99.72	195.71	-300.83	60.03	0.00	151.24	-301.94	2.159	3.567	0.337	-	1.389	3.028
Δ7	96.58	84.80	56.44	0.00	42.85	40.63	211.78	-254.51	39.97	-15.71	170.27	-238.34	2.193	3.001	0.708	-	3.974	5.866
Δ8	42.80	40.63	29.09	0.00	29.09	28.10	126.05	-189.70	19.14	0.00	121.52	-188.45	2.945	4.669	0.658	-	4.177	6.706
Δ9	29.00	28.10	29.00	0.00	29.00	28.10	200.23	-232.06	13.53	-5.99	212.43	-258.89	6.905	8.258	0.467	-	7.325	9.213
Δ10	29.10	28.10	29.10	0.00	60.88	56.38	208.63	-257.54	39.75	-19.20	216.00	-258.64	7.170	9.165	1.366	-	3.548	4.587
Δ11	90.36	85.57	137.09	0.00	90.36	85.57	254.26	-399.10	110.41	0.00	228.83	-398.36	2.814	4.664	0.805	-	2.532	4.655
Δ12	36.52	32.75	17.79	0.00	17.79	16.95	25.85	-74.37	13.76	-5.35	23.65	-41.10	0.708	2.271	0.774	-	1.330	2.425
Δ13	28.17	27.44	28.17	0.00	49.29	33.12	60.21	-62.59	16.12	-38.64	80.62	-151.46	2.137	2.281	0.572	-	1.636	4.573
Δ14	50.07	33.12	50.07	14.06	71.29	58.66	22.48	-125.62	54.29	0.00	10.59	-120.22	0.449	3.793	1.084	-	0.149	2.049
Δ15	71.29	58.66	71.29	0.00	50.07	46.99	21.10	-111.88	17.77	0.00	61.53	-82.17	0.296	1.907	0.249	-	1.229	1.749
Δ16	26.50	25.63	52.16	0.00	26.50	25.63	67.28	-141.29	21.43	-14.07	70.93	-78.54	2.539	5.513	0.411	-	2.677	3.064
Δ17	36.83	35.91	72.90	0.00	36.83	35.91	42.92	-148.73	61.80	0.00	72.30	-198.19	1.165	4.142	0.848	-	1.963	5.519
Δ18	37.01	35.91	73.62	0.00	37.01	35.91	120.14	-153.34	60.13	0.00	117.45	-157.44	3.246	4.270	0.817	-	3.173	4.384
Δ19	69.56	57.83	52.78	0.00	26.66	24.99	121.04	-179.82	26.60	-22.85	107.67	-120.37	1.740	3.109	0.504	-	4.039	4.817
Δ20	52.99	54.70	26.71	18.74	69.91	53.27	110.89	-131.89	17.83	0.00	72.94	-172.95	2.093	2.411	0.668	-	1.043	3.247
Δ21	97.37	81.49	120.95	0.00	60.98	57.98	218.98	-429.60	120.06	0.00	212.94	-428.83	2.249	5.272	0.993	-	3.492	7.396
Δ22	14.98	14.54	29.81	0.00	52.69	66.79	0.00	0.00	29.73	0.00	0.00	0.00	-	-	0.997	-	-	-
Δ23	41.92	37.10	82.93	0.00	41.92	37.10	0.00	-23.85	167.22	0.00	0.00	-31.69	-	0.643	2.016	-	-	0.854
Δ24	60.70	47.58	30.56	21.57	52.75	47.58	116.36	-240.72	57.34	0.00	73.36	-275.71	1.917	5.059	1.876	-	1.391	5.795
Δ25	52.69	47.58	60.62	0.00	75.49	47.58	124.43	-309.60	59.01	0.00	145.67	-282.64	2.362	6.507	0.973	-	1.930	5.940
Δ26	78.26	51.74	62.91	0.00	78.26	51.74	260.15	-297.02	51.73	-42.31	182.61	-203.73	3.324	5.741	0.822	-	2.333	3.938
Δ27	5.76	5.53	11.31	0.00	11.31	10.40	37.18	-44.80	12.82	-9.90	34.38	-47.17	6.455	8.101	1.134	-	3.040	4.535
Δ28	15.64	21.57	30.52	21.57	60.60	35.32	127.40	-179.59	53.64	-3.61	85.69	-128.13	8.146	8.326	1.757	0.167	1.414	3.628
Δ29	20.31	18.57	40.25	0.00	20.31	18.57	0.00	-135.69	52.76	-4.06	6.33	-14.06	-	7.307	1.311	-	0.312	0.757
Δ30	9.71	9.30	19.24	0.00	32.64	27.77	5.90	-5.96	29.43	-18.65	31.87	-89.07	0.607	0.641	1.530	-	0.977	3.207
Δ31	33.07	27.77	27.77	0.00	13.99	13.07	69.55	-127.82	23.14	-2.14	73.36	-126.60	2.103	4.603	0.833	-	5.244	9.686
Δ32	38.92	36.62	77.29	0.00	55.63	83.67	274.77	-375.24	53.40	0.00	196.29	-375.44	7.060	10.247	0.691	-	3.529	4.487
Δ33	55.35	83.67	34.36	0.00	17.26	16.84	106.75	-215.87	71.71	-66.73	11.10	-11.11	1.929	2.580	2.087	-	0.643	0.659
Δ34	47.16	31.61	23.97	16.85	47.16	31.61	48.58	-70.73	22.28	-14.28	91.54	-99.90	1.030	2.238	0.930	0.848	1.941	3.160
Δ35	71.05	58.66	71.05	0.00	50.07	46.99	88.93	-99.24	62.02	-55.58	198.39	-222.84	1.252	1.692	0.873	-	3.962	4.742
Δ36	47.16	31.61	23.97	16.85	47.16	31.61	185.09	-194.61	46.56	-40.49	90.91	-115.24	3.925	6.157	1.942	2.403	1.928	3.646
Δ37	50.07	46.99	28.42	0.00	84.65	58.66	227.82	-256.97	69.80	-71.39	91.37	-112.78	4.550	5.469	2.456	-	1.079	1.923
Δ38	61.04	84.33	150.89	0.00	61.04	84.33	2.81	-9.56	213.55	0.00	3.07	-11.72	0.046	0.113	1.415	-	0.050	0.139
Δ39	63.93	52.20	72.24	0.00	50.52	46.99	156.43	-286.32	63.38	0.00	140.03	-269.32	2.447	5.485	0.877	-	2.772	5.731
Δ40	89.53	74.16	79.19	0.00	39.91	36.90	69.39	-299.38	56.92	0.00	79.55	-270.76	0.775	4.037	0.719	-	1.993	7.338
Δ41	50.38	64.44	124.04	0.00	50.38	64.44	0.00	-9.58	135.13	0.00	0.00	-12.40	-	0.149	1.089	-	-	0.192
Δ42	20.26	17.72	16.67	0.00	8.41	7.99	57.20	-85.87	8.55	0.00	70.90	-90.68	2.823	4.846	0.513	-	8.431	11.349
Δ43	50.68	24.32	30.93	14.84	46.91	37.78	117.88	-129.26	25.52	-27.27	158.18	-194.01	2.326	5.315	0.825	1.838	3.372	5.135
Δ44	49.93	26.89	30.66	14.49	49.93	26.89	80.21	-90.48	26.32	-27.71	71.28	-88.79	1.607	3.365	0.858	1.912	1.428	3.302
Δ45	5.75	5.37	11.25	0.00	5.75	5.37	2.38	-4.96	4.29	0.00	3.86	-5.01	0.413	0.924	0.381	-	0.671	0.932
Δ46	12.06	11.18	23.80	0.00	20.25	17.72	9.73	-14.71	24.74	-7.18	19.26	-65.66	0.807	1.316	1.039	-	0.951	3.706
Δ47	26.57	25.24	52.90	0.00	89.66	74.16	159.37	-261.12	50.29	0.00	131.42	-302.52	5.998	10.345	0.951	-	1.466	4.079
Δ48	39.91	39.90	79.24	0.00	39.91	39.90	162.95	-269.57	53.93	0.00	171.64	-287.49	4.083	6.756	0.681	-	4.301	7.205
Δ49	77.01	72.15	153.16	0.00	77.01	72.15	353.22	-513.74	106.45	0.00	342.45	-497.21	4.587	7.120	0.695	-	4.447	6.891

Αποτίμηση 2ου ορόφου:

Αποτίμηση Υποστυλωμάτων σε ΘΛΙΨΗ							
2ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	Οπλισμός	A_s (cm^2)	N_{Rd} (kN)	N_{ed} (kN)	λ
Σ1	25	25	4Φ12	4.52	581.25	321.29	0.553
Σ2	25	25	4Φ14	6.16	614.06	543.993	0.886
Σ3	32	32	4Φ14	6.16	927.12	478.181	0.516
Σ4	25	25	4Φ12	4.52	581.25	169.2	0.291
Σ5	25	25	4Φ16	8.04	651.92	494.087	0.758
Σ6	25	25	4Φ14	6.16	614.06	430.347	0.701
Σ7	25	25	4Φ14	6.16	614.06	331.818	0.540
Σ8	30	30	4Φ16	7.10	867.69	741.486	0.855
Σ9	38	38	4Φ20	12.57	1385.38	1158.812	0.836
Σ10	39	39	4Φ20	12.57	1445.79	1260.628	0.872
Σ11	43	43	4Φ22	13.89	1756.15	629.282	0.358
Σ12	44	44	4Φ22	15.21	1824.41	1826.527	1.001
Σ13	38	38	4Φ20	12.57	1385.38	1472.699	1.063
Σ14	41	41	4Φ20	12.57	1571.33	1127.222	0.717
Σ15	29	29	4Φ18	10.18	864.3	383.92	0.444
Σ16	28	28	4Φ14	6.16	738.81	383.453	0.519
Σ17	25	25	4Φ12	4.52	581.25	299.935	0.516
Σ18	31	31	4Φ16	8.04	915.55	701.311	0.766
Σ19	25	25	4Φ14	6.16	614.06	417.193	0.679
Σ20	43	43	4Φ22	13.89	1756.15	1207.211	0.687
Σ21	36	36	4Φ18	10.18	1221.3	1134.447	0.929
Σ22	36	36	4Φ18	10.18	1221.3	1192.53	0.976
Σ23	43	43	4Φ22	13.89	1756.15	1843.955	1.050
Σ24	39	39	4Φ20	12.57	1445.79	1561.976	1.080
Σ25	38	38	4Φ20	12.57	1385.78	623.923	0.450
Σ26	38	38	4Φ20	12.57	1385.78	982.535	0.709
Σ27	39	39	4Φ20	12.57	1445.79	900.683	0.623
Σ28	41	41	4Φ22	13.89	1624.34	1023.377	0.630
Σ29	35	35	4Φ18	10.18	1165.59	873.649	0.750

Αποτίμηση υποστυλωμάτων σε ΔΙΑΤΜΗΣΗ				
2ος όροφος				
Στοιχείο	Οπλισμός	VRd,s (kN)	Ved (kN)	λ
Σ1	Φ6/200	11.18849321	20.773	1.857
Σ2	Φ6/200	11.18849321	35.119	3.139
Σ3	Φ6/200	14.60855664	70.11	4.799
Σ4	Φ6/200	11.18849321	26.849	2.400
Σ5	Φ6/200	11.18849321	44.51	3.978
Σ6	Φ6/200	11.18849321	56.47	5.047
Σ7	Φ6/200	11.18849321	31.706	2.834
Σ8	Φ6/200	13.63139566	55.455	4.068
Σ9	Φ6/200	17.54003957	119.657	6.822
Σ10	Φ6/200	18.02862006	142.952	7.929
Σ11	Φ6/200	19.98294202	94.497	4.729
Σ12	Φ6/200	20.47152251	114.673	5.602
Σ13	Φ6/200	17.54003957	90.408	5.154
Σ14	Φ6/200	19.00578104	144.867	7.622
Σ15	Φ6/200	13.14281517	53.979	4.107
Σ16	Φ6/200	12.65423468	42.232	3.337
Σ17	Φ6/200	11.18849321	35.199	3.146
Σ18	Φ6/200	14.11997615	46.834	3.317
Σ19	Φ6/200	11.18849321	45.288	4.048
Σ20	Φ6/200	19.98294202	161.13	8.063
Σ21	Φ6/200	16.56287859	137.252	8.287
Σ22	Φ6/200	16.56287859	118.938	7.181
Σ23	Φ6/200	19.98294202	93.83	4.696
Σ24	Φ6/200	18.02862006	121.281	6.727
Σ25	Φ6/200	17.54003957	81.676	4.657
Σ26	Φ6/200	17.54003957	93.867	5.352
Σ27	Φ6/200	18.02862006	114.541	6.353
Σ28	Φ6/200	19.00578104	133.01	6.998
Σ29	Φ6/200	16.0742981	134.227	8.350

Αποτίμηση Υποστυλωμάτων σε ΚΑΜΨΗ						
2ος Όροφος						
Στοιχείο	MRd (kN) - Πόδας	MRd (kN) - Κεφαλή	Med (kN) - Πόδας	Med (kN) - Κεφαλή	λ - Πόδας	λ - Κεφαλή
Σ1	20.63	20.52	33.52	35.04	1.625	1.708
Σ2	6.76	7.62	57.70	58.18	8.542	7.634
Σ3	32.29	31.95	111.00	120.38	3.438	3.768
Σ4	11.70	11.51	42.93	41.58	3.670	3.612
Σ5	15.28	16.08	66.33	66.63	4.341	4.143
Σ6	17.19	17.89	67.99	68.42	3.955	3.825
Σ7	22.59	22.45	43.22	44.64	1.913	1.988
Σ8	14.80	16.31	51.79	59.66	3.500	3.658
Σ9	34.17	37.27	188.36	206.87	5.513	5.550
Σ10	28.68	31.96	226.61	245.39	7.901	7.678
Σ11	85.59	82.13	67.57	113.37	0.789	1.380
Σ12	118.14	118.84	175.37	203.52	1.484	1.713
Σ13	79.91	80.36	136.56	162.16	1.709	2.018
Σ14	70.10	73.35	227.49	250.83	3.245	3.420
Σ15	27.71	27.41	88.25	89.89	3.185	3.279
Σ16	33.62	34.26	45.83	50.72	1.363	1.480
Σ17	17.45	17.29	21.21	22.31	1.216	1.290
Σ18	25.79	27.29	72.92	81.81	2.828	2.998
Σ19	18.24	18.93	75.78	73.68	4.154	3.892
Σ20	90.45	94.11	124.28	63.12	1.374	0.671
Σ21	12.15	14.81	22.70	55.79	1.868	3.767
Σ22	3.83	6.40	28.28	46.21	7.389	7.218
Σ23	128.40	129.01	90.92	152.06	0.708	1.179
Σ24	87.90	88.37	190.92	209.52	2.172	2.371
Σ25	75.94	75.45	81.96	105.10	1.079	1.393
Σ26	59.08	61.69	150.42	159.46	2.546	2.585
Σ27	78.51	81.00	185.38	192.68	2.361	2.379
Σ28	92.46	95.46	193.92	214.41	2.097	2.246
Σ29	39.64	42.26	126.37	141.15	3.188	3.340

Αποτίμηση Δοκών σε ΚΑΜΨΗ																		
2ος Όροφος																		
Στοιχείο	Ροπή αντοχής - M_{Rd} (kN)						Αναπτυσσόμενη ροπή - M_{Ed} (kN)						Συντελεστής εξάντλησης λ					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
Δ1	47.3	33	24	17.2	24	17.2	31.81	-62.55	23.58	0.00	0.00	-74.48	0.672	1.895	0.983	-	-	4.330
Δ2	34.06	31.43	66.37	0	34.06	31.43	0.00	-70.05	16.49	0.00	20.65	-58.38	-	2.229	0.248	-	0.606	1.857
Δ3	50.05	47.36	98.43	0	50.05	47.36	9.85	-224.87	60.17	0.00	31.00	-149.04	0.197	4.748	0.611	-	0.619	3.147
Δ4	30.44	29.49	60.3	0	60.3	49.51	121.93	-203.84	29.99	-10.38	133.55	-178.49	4.006	6.912	0.497	-	2.215	3.605
Δ5	108.6	99.72	37.67	0	37.67	36.62	194.55	-256.60	24.59	0.00	200.65	-290.73	1.791	2.573	0.653	-	5.326	7.939
Δ6	90.65	84.33	178.1	0	108.9	99.72	123.82	-245.52	52.60	0.00	105.65	-246.66	1.366	2.911	0.295	-	0.970	2.473
Δ7	96.58	84.8	56.44	0	42.85	40.63	133.97	-184.97	31.41	-7.90	115.11	-176.34	1.387	2.181	0.556	-	2.686	4.340
Δ8	42.8	40.63	29.09	0	29.09	28.1	100.78	-158.46	19.20	0.00	93.10	-165.76	2.355	3.900	0.660	-	3.200	5.899
Δ9	29	28.1	29	0	29	28.1	154.36	-183.99	9.91	0.00	157.04	-202.61	5.323	6.548	0.342	-	5.415	7.210
Δ10	29.1	28.1	29.1	0	60.88	56.38	154.40	-199.04	32.44	-13.20	158.49	-207.96	5.306	7.083	1.115	-	2.603	3.689
Δ11	90.36	85.57	137.09	0	90.36	85.57	167.17	-334.51	99.01	0.00	141.53	-315.56	1.850	3.909	0.722	-	1.566	3.688
Δ12	36.52	32.75	17.79	0	17.79	16.95	24.28	-59.47	11.97	-2.41	19.77	-46.20	0.665	1.816	0.673	-	1.111	2.726
Δ13	28.17	27.44	28.17	0	49.29	33.12	55.01	-57.11	0.00	-19.13	32.70	-106.66	1.953	2.081	-	-	0.663	3.220
Δ14	50.07	33.12	50.07	14.06	71.29	58.66	0.00	-98.77	55.08	0.00	0.00	-93.38	-	2.982	1.100	-	-	1.592
Δ15	71.29	58.66	71.29	0	50.07	46.99	6.34	-89.81	21.29	0.00	50.56	-78.89	0.089	1.531	0.299	-	1.010	1.679
Δ16	26.5	25.63	52.16	0	26.5	25.63	28.75	-101.11	14.29	-8.82	59.33	-71.10	1.085	3.945	0.274	-	2.239	2.774
Δ17	36.83	35.91	72.9	0	36.83	35.91	12.59	-109.72	64.24	0.00	15.66	-142.30	0.342	3.055	0.881	-	0.425	3.963
Δ18	37.01	35.91	73.62	0	37.01	35.91	78.93	-123.04	50.15	0.00	73.86	-128.59	2.133	3.426	0.681	-	1.996	3.581
Δ19	69.56	57.83	52.78	0	26.66	24.99	78.57	-119.13	21.15	-12.29	63.53	-84.13	1.130	2.060	0.401	-	2.383	3.367
Δ20	52.99	54.7	26.71	18.74	69.91	53.27	63.22	-86.69	18.78	0.00	32.17	-125.53	1.193	1.585	0.703	-	0.460	2.357
Δ21	97.37	81.49	120.95	0	60.98	57.98	111.07	-327.15	115.87	0.00	107.33	-329.51	1.141	4.015	0.958	-	1.760	5.683
Δ22	14.98	14.54	29.81	0	52.69	66.79	0.00	-3.74	29.88	0.00	0.00	0.00	-	0.257	1.002	-	-	-
Δ23	41.92	37.1	82.93	0	41.92	37.1	0.00	-23.83	167.30	0.00	0.00	-31.55	-	0.642	2.017	-	-	0.850
Δ24	60.7	47.58	30.56	21.57	52.75	47.58	62.40	-188.61	56.43	0.00	19.35	-217.35	1.028	3.964	1.847	-	0.367	4.568
Δ25	52.69	47.58	60.62	0	75.49	47.58	57.81	-230.42	54.10	0.00	74.98	-220.84	1.097	4.843	0.892	-	0.993	4.641
Δ26	78.26	51.74	62.91	0	78.26	51.74	167.25	-190.22	37.25	-23.52	107.12	-134.38	2.137	3.676	0.592	-	1.369	2.597
Δ27	5.76	5.53	11.31	0	11.31	10.4	23.78	-36.62	9.64	-7.57	27.13	-36.38	4.128	6.622	0.853	-	2.399	3.498
Δ28	15.64	21.57	30.52	21.57	60.6	35.32	80.97	-135.94	41.66	0.00	58.77	-108.35	5.177	6.302	1.365	-	0.970	3.068
Δ29	20.31	18.57	40.25	0	20.31	18.57	0.00	-114.73	40.48	0.00	2.75	-9.94	-	6.178	1.006	-	0.135	0.535
Δ30	9.71	9.3	19.24	0	32.64	27.77	3.85	-4.10	20.45	-9.17	9.96	-65.31	0.397	0.441	1.063	-	0.305	2.352
Δ31	33.07	27.77	27.77	0	13.99	13.07	31.09	-86.73	17.94	0.00	30.87	-87.30	0.940	3.123	0.646	-	2.207	6.679
Δ32	38.92	36.62	77.29	0	55.63	83.67	152.53	-257.95	46.41	0.00	102.19	-278.91	3.919	7.044	0.601	-	1.837	3.333
Δ33	55.35	83.67	34.36	0	17.26	16.84	75.53	-168.61	59.33	-46.99	7.33	-8.01	1.365	2.015	1.727	-	0.425	0.475
Δ34	47.16	31.61	23.97	16.85	47.16	31.61	59.58	-69.90	9.03	0.00	44.35	-65.66	1.263	2.211	0.377	-	0.940	2.077
Δ35	71.05	58.66	71.05	0	50.07	46.99	115.79	-145.96	28.59	-23.42	76.28	-83.46	1.630	2.488	0.402	-	1.523	1.776
Δ36	47.16	31.61	23.97	16.85	47.16	31.61	56.70	-81.49	22.82	-16.30	103.58	-111.76	1.202	2.578	0.952	0.967	2.196	3.536
Δ37	50.07	46.99	28.42	0	84.65	58.66	62.00	-89.99	44.14	-38.21	152.46	-159.99	1.238	1.915	1.553	-	1.801	2.727
Δ38	61.04	84.33	150.89	0	61.04	84.33	0.00	-9.50	213.43	0.00	0.00	-6.85	-	0.113	1.414	-	-	0.081
Δ39	63.93	52.2	72.24	0	50.52	46.99	0.00	-93.38	55.08	0.00	0.00	-98.77	-	1.789	0.763	-	-	2.102
Δ40	89.53	74.16	79.19	0	39.91	36.9	25.49	-215.20	57.70	0.00	10.79	-238.87	0.285	2.902	0.729	-	0.270	6.474
Δ41	50.38	64.44	124.04	0	50.38	64.44	0.00	-7.48	135.23	0.00	0.00	-10.21	-	0.116	1.090	-	-	0.158
Δ42	20.26	17.72	16.67	0	8.41	7.99	33.61	-52.03	7.66	0.00	26.04	-55.59	1.659	2.936	0.460	-	3.097	6.957
Δ43	50.68	24.32	30.93	14.84	46.91	37.78	96.74	-121.37	12.34	-11.09	77.51	-94.19	1.909	4.990	0.399	0.747	1.652	2.493
Δ44	49.93	26.89	30.66	14.49	49.93	26.89	44.95	-67.27	16.97	-18.42	55.34	-60.85	0.900	2.502	0.554	1.271	1.108	2.263
Δ45	5.75	5.37	11.25	0	5.75	5.37	2.70	-4.22	4.07	0.00	1.31	-3.36	0.470	0.786	0.362	-	0.227	0.626
Δ46	12.06	11.18	23.8	0	20.25	17.72	4.27	-53.46	19.28	-2.21	6.37	-10.12	0.354	4.782	0.810	-	0.315	0.571
Δ47	26.57	25.24	52.9	0	89.66	74.16	62.46	220.10	45.85	0.00	80.67	-198.05	2.351	8.720	0.867	-	0.900	2.671
Δ48	39.91	39.9	79.24	0	39.91	39.9	87.29	199.31	44.44	0.00	82.27	-202.91	2.187	4.995	0.561	-	2.061	5.086
Δ49	77.01	72.15	153.16	0	77.01	72.15	214.41	-384.06	88.04	0.00	210.60	394.38	2.784	5.323	0.575	-	2.735	5.466

Αποτίμηση 3ου ορόφου:

Αποτίμηση Υποστυλωμάτων σε ΘΛΙΨΗ							
3ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	Οπλισμός	As (cm²)	NRd (kN)	Ned (kN)	λ
Σ1	25	25	4Φ12	4.52	581.25	189.019	0.325
Σ2	25	25	4Φ12	4.52	581.25	282.567	0.486
Σ3	26	26	4Φ12	4.52	581.25	205.212	0.353
Σ4	25	25	4Φ12	4.52	581.25	63.186	0.109
Σ5	25	25	4Φ14	6.16	614.06	329.904	0.537
Σ6	25	25	4Φ12	4.52	581.25	273.87	0.471
Σ7	25	25	4Φ12	4.52	581.25	130.875	0.225
Σ8	27	27	4Φ14	6.16	695.66	513.082	0.738
Σ9	36	36	4Φ18	10.18	1221.3	845.117	0.692
Σ10	37	37	4Φ18	11.37	1278.58	872.412	0.682
Σ11	40	40	4Φ20	12.57	1507.78	403.473	0.268
Σ12	41	41	4Φ22	13.89	1624.34	1337.469	0.823
Σ13	36	36	4Φ18	10.18	1221.3	1083.552	0.887
Σ14	38	38	4Φ20	12.57	1385.38	785.456	0.567
Σ15	25	25	4Φ18	10.18	694.82	129.829	0.187
Σ16	25	25	4Φ14	6.16	614.06	277.223	0.451
Σ17	25	25	4Φ12	4.52	581.25	220.716	0.380
Σ18	29	29	4Φ16	7.10	821.39	511.631	0.623
Σ19	25	25	4Φ12	4.52	581.25	310.705	0.535
Σ20	40	40	4Φ20	12.57	1507.78	886.041	0.588
Σ21	34	34	4Φ18	10.18	1111.46	827.046	0.744
Σ22	34	34	4Φ18	10.18	1111.46	875.808	0.788
Σ23	40	40	4Φ20	12.57	1507.78	1362.859	0.904
Σ24	37	37	4Φ18	11.37	1278.58	1150.696	0.900
Σ25	36	36	4Φ18	10.18	1221.3	448.286	0.367
Σ26	37	37	4Φ18	10.18	1278.58	712.134	0.557
Σ27	37	37	4Φ18	10.18	1278.58	656.331	0.513
Σ28	39	39	4Φ20	12.57	1445.79	747.354	0.517
Σ29	33	33	4Φ16	9.11	1015.98	632.052	0.622

Αποτίμηση υποστυλωμάτων σε ΔΙΑΤΜΗΣΗ				
3ος όροφος				
Στοιχείο	Οπλισμός	VRd,s (kN)	Ved (kN)	λ
Σ1	Φ6/200	11.19	17.26	1.542
Σ2	Φ6/200	11.19	25.97	2.321
Σ3	Φ6/200	11.68	32.62	2.793
Σ4	Φ6/200	11.19	22.19	1.983
Σ5	Φ6/200	11.19	36.02	3.219
Σ6	Φ6/200	11.19	42.92	3.836
Σ7	Φ6/200	11.19	28.40	2.538
Σ8	Φ6/200	12.17	33.04	2.716
Σ9	Φ6/200	16.56	101.27	6.114
Σ10	Φ6/200	17.05	105.00	6.158
Σ11	Φ6/200	18.52	80.85	4.366
Σ12	Φ6/200	19.01	85.80	4.514
Σ13	Φ6/200	16.56	72.10	4.353
Σ14	Φ6/200	17.54	103.88	5.922
Σ15	Φ6/200	11.19	27.92	2.496
Σ16	Φ6/200	11.19	21.94	1.960
Σ17	Φ6/200	11.19	26.63	2.380
Σ18	Φ6/200	13.14	36.69	2.792
Σ19	Φ6/200	11.19	34.60	3.092
Σ20	Φ6/200	18.52	110.40	5.962
Σ21	Φ6/200	15.59	99.00	6.352
Σ22	Φ6/200	15.59	88.54	5.681
Σ23	Φ6/200	18.52	81.11	4.380
Σ24	Φ6/200	17.05	92.95	5.451
Σ25	Φ6/200	16.56	67.65	4.084
Σ26	Φ6/200	17.05	75.77	4.444
Σ27	Φ6/200	17.05	81.87	4.801
Σ28	Φ6/200	18.03	107.76	5.977
Σ29	Φ6/200	15.10	72.47	4.800

Αποτίμηση Υποστυλωμάτων σε ΚΑΜΨΗ						
3ος Όροφος						
Στοιχείο	Rd (kNm) - Πόδα	d (kNm) - Κεφ	Med (kNm) - Πόδας	Med (kNm) - Κεφαλή	λ - Πόδας	λ - Κεφαλή
Σ1	16.65	16.48	27.9807	28.986	1.681	1.759
Σ2	18.05	17.9	43.533	42.1478	2.412	2.355
Σ3	15.71	15.5	52.0534	55.581	3.313	3.586
Σ4	11.16	10.98	30.685	31.807	2.750	2.897
Σ5	24.57	25.16	57.291	61.568	2.332	2.447
Σ6	16.37	16.2	60.4469	64.931	3.693	4.008
Σ7	12.72	12.54	40.7692	43.814	3.205	3.494
Σ8	18.73	19.67	34.0258	35.0238	1.817	1.781
Σ9	51.29	53.39	156.563	177.724	3.053	3.329
Σ10	56.49	58.73	168.3706	178.373	2.981	3.037
Σ11	64.78	64.04	94.4781	110.5135	1.458	1.726
Σ12	77.35	50.89	134.1671	149.329	1.735	2.934
Σ13	19.48	22.12	115.225	122.888	5.915	5.556
Σ14	82.18	84.38	163.6594	179.315	1.991	2.125
Σ15	23.12	22.93	44.8133	47.324	1.938	2.064
Σ16	24.89	24.78	28.0511	30.155	1.127	1.217
Σ17	15.97	15.8	15.7263	16.988	0.985	1.075
Σ18	32.82	33.85	57.5935	63.552	1.755	1.877
Σ19	19.01	18.87	56.9202	57.253	2.994	3.034
Σ20	89.86	92.42	59.6814	63.86	0.664	0.691
Σ21	37.6	39.54	47.0561	51.37	1.251	1.299
Σ22	31.58	33.67	42.8332	47.507	1.356	1.411
Σ23	22.84	26.5	112.4357	123.094	4.923	4.645
Σ24	18.54	21.42	146.6619	160.292	7.911	7.483
Σ25	59.73	59.3	82.2626	91.459	1.377	1.542
Σ26	73.6	75.5	120.1315	129.985	1.632	1.722
Σ27	73.39	73.07	130.2778	139.992	1.775	1.916
Σ28	91.24	90.87	148.5393	161.272	1.628	1.775
Σ29	45.69	47.14	69.5257	80.656	1.522	1.711

Αποτίμηση Δοκών σε ΚΑΜΨΗ																		
3ος Όροφος																		
Στοιχείο	Ροπή αντοχής - M_{Rd} (kN)						Αναπτυσσόμενη ροπή - M_{Ed} (kN)						Συντελεστής εξάντλησης λ					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
Δ1	47.3	33	24	17.2	24	17.2	27.00	-60.18	25.21	0.00	0.00	-67.10	0.571	1.824	1.050	-	-	3.901
Δ2	34.06	31.43	66.37	0	34.06	31.43	0.00	-62.62	17.08	0.00	16.81	-53.36	-	1.992	0.257	-	0.494	1.698
Δ3	50.05	47.36	98.43	0	50.05	47.36	0.00	-196.28	60.56	0.00	6.47	-122.25	-	4.144	0.615	-	0.129	2.581
Δ4	30.44	29.49	60.3	0	60.3	49.51	85.02	-162.47	26.32	-4.43	94.26	-139.03	2.793	5.509	0.437	-	1.563	2.808
Δ5	108.6	99.72	37.67	0	37.67	36.62	109.47	-181.54	24.87	0.00	126.11	-200.59	1.008	1.820	0.660	-	3.348	5.477
Δ6	90.65	84.33	178.1	0	108.9	99.72	79.28	-187.07	56.14	0.00	53.35	-191.58	0.875	2.218	0.315	-	0.490	1.921
Δ7	96.58	84.8	56.44	0	42.85	40.63	98.73	-146.16	27.57	-2.10	77.12	-137.81	1.022	1.724	0.488	-	1.800	3.392
Δ8	42.8	40.63	29.09	0	29.09	28.1	67.99	-126.79	19.71	0.00	62.74	-132.60	1.589	3.121	0.678	-	2.157	4.719
Δ9	29	28.1	29	0	29	28.1	106.89	-139.72	9.07	0.00	111.12	-155.88	3.686	4.972	0.313	-	3.832	5.547
Δ10	29.1	28.1	29.1	0	60.88	56.38	100.33	-150.14	27.14	-4.88	104.38	-142.61	3.448	5.343	0.933	-	1.715	2.529
Δ11	90.36	85.57	137.09	0	90.36	85.57	88.24	-220.83	120.27	0.00	72.82	-231.33	0.977	2.581	0.877	-	0.806	2.703
Δ12	36.52	32.75	17.79	0	17.79	16.95	15.83	-15.83	9.78	-2.01	16.10	-43.22	0.434	0.483	0.550	-	0.905	2.550
Δ13	28.17	27.44	28.17	0	49.29	33.12	36.05	-37.55	0.00	-17.46	0.00	-44.76	1.280	1.368	0.000	-	-	1.352
Δ14	50.07	33.12	50.07	14.06	71.29	58.66	0.00	-47.64	40.31	0.00	0.00	42.86	-	1.438	0.805	-	-	0.731
Δ15	71.29	58.66	71.29	0	50.07	46.99	5.10	-39.46	9.75	0.00	26.08	-37.35	0.071	0.673	0.137	-	0.521	0.795
Δ16	26.5	25.63	52.16	0	26.5	25.63	0.00	-50.42	7.66	-5.70	25.45	-31.45	-	1.967	0.147	-	0.960	1.227
Δ17	36.83	35.91	72.9	0	36.83	35.91	6.04	-76.38	52.99	0.00	0.00	-67.10	0.164	2.127	0.727	-	-	1.869
Δ18	37.01	35.91	73.62	0	37.01	35.91	51.55	-108.68	102.48	0.00	46.34	-113.78	1.393	3.026	1.392	-	1.252	3.168
Δ19	69.56	57.83	52.78	0	26.66	24.99	52.29	-83.64	19.58	-11.81	31.07	-43.84	0.752	1.446	0.371	-	1.165	1.754
Δ20	52.99	54.7	26.71	18.74	69.91	53.27	45.65	-64.27	16.74	0.00	0.00	-103.39	0.861	1.175	0.627	-	-	1.941
Δ21	97.37	81.49	120.95	0	60.98	57.98	43.17	-238.63	123.84	0.00	48.02	-267.44	0.443	2.928	1.024	-	0.788	4.613
Δ22	14.98	14.54	29.81	0	52.69	66.79	0.00	0.00	28.26	0.00	0.00	-2.13	-	-	0.948	-	-	0.032
Δ23	41.92	37.1	82.93	0	41.92	37.1	0.00	-23.72	167.43	0.00	0.00	-31.39	-	0.639	2.019	-	-	0.846
Δ24	60.7	47.58	30.56	21.57	52.75	47.58	38.89	-160.84	58.54	0.00	0.00	-194.85	0.641	3.381	1.915	-	-	4.095
Δ25	52.69	47.58	60.62	0	75.49	47.58	26.05	-198.42	55.34	0.00	40.70	-182.53	0.494	4.170	0.913	-	0.539	3.836
Δ26	78.26	51.74	62.91	0	78.26	51.74	88.49	-106.19	34.59	-21.45	36.03	-48.65	1.131	2.052	0.550	-	0.460	0.940
Δ27	5.76	5.53	11.31	0	11.31	10.4	14.83	-30.06	8.49	-5.16	20.04	-31.28	2.575	5.436	0.751	-	1.772	3.008
Δ28	15.64	21.57	30.52	21.57	60.6	35.32	58.71	-103.03	39.73	0.00	41.89	-93.46	3.754	4.777	1.302	-	0.691	2.646
Δ29	20.31	18.57	40.25	0	20.31	18.57	0.00	-110.64	42.18	0.00	2.15	-9.68	-	5.958	1.048	-	0.106	0.521
Δ30	9.71	9.3	19.24	0	32.64	27.77	3.08	-3.36	18.93	-7.38	5.22	-60.26	0.317	0.361	0.984	-	0.160	2.170
Δ31	33.07	27.77	27.77	0	13.99	13.07	24.65	-82.05	17.84	0.00	27.48	-79.88	0.745	2.955	0.642	-	1.964	6.112
Δ32	38.92	36.62	77.29	0	55.63	83.67	118.66	-220.29	48.72	0.00	62.72	-235.80	3.049	6.016	0.630	-	1.128	2.818
Δ33	55.35	83.67	34.36	0	17.26	16.84	43.96	-144.15	44.73	-35.76	6.31	-6.80	0.794	1.723	1.302	-	0.366	0.404
Δ34	47.16	31.61	23.97	16.85	47.16	31.61	51.07	-62.80	11.89	0.00	32.64	-57.20	1.083	1.987	0.496	-	0.692	1.810
Δ35	71.05	58.66	71.05	0	50.07	46.99	42.45	-55.33	8.19	0.00	48.17	-55.04	0.598	0.943	0.115	-	0.962	1.171
Δ36	47.16	31.61	23.97	16.85	47.16	31.61	34.38	-65.04	20.00	-13.59	81.05	-83.69	0.729	2.058	0.834	0.807	1.719	2.648
Δ37	50.07	46.99	28.42	0	84.65	58.66	43.32	-74.77	31.40	-27.59	105.51	-126.14	0.865	1.591	1.105	-	1.246	2.150
Δ38	61.04	84.33	150.89	0	61.04	84.33	0.00	-8.62	213.69	0.00	0.00	-6.67	-	0.102	1.416	-	-	0.079
Δ39	63.93	52.2	72.24	0	50.52	46.99	44.92	-182.64	72.27	0.00	47.18	-186.31	0.703	3.499	1.000	-	0.934	3.965
Δ40	89.53	74.16	79.19	0	39.91	36.9	2.18	-192.60	59.22	0.00	0.00	-214.90	0.024	2.597	0.748	-	-	5.824
Δ41	50.38	64.44	124.04	0	50.38	64.44	0.00	-7.36	135.17	0.00	0.00	-10.38	-	0.114	1.090	-	-	0.161
Δ42	20.26	17.72	16.67	0	8.41	7.99	31.93	-47.24	7.78	0.00	18.47	-50.98	1.576	2.666	0.467	-	2.196	6.380
Δ43	50.68	24.32	30.93	14.84	46.91	37.78	53.48	-95.27	9.89	-11.46	45.02	-62.17	1.055	3.917	0.320	0.772	0.960	1.646
Δ44	49.93	26.89	30.66	14.49	49.93	26.89	24.19	-46.51	12.57	-13.98	42.56	-47.95	0.484	1.730	0.410	0.965	0.852	1.783
Δ45	5.75	5.37	11.25	0	5.75	5.37	2.41	-3.94	3.94	0.00	0.00	-3.03	0.419	0.733	0.350	-	-	0.565
Δ46	12.06	11.18	23.8	0	20.25	17.72	0.00	-47.88	17.35	0.00	5.27	-9.23	-	4.283	0.729	-	0.260	0.521
Δ47	26.57	25.24	52.9	0	89.66	74.16	32.57	-192.86	48.17	0.00	56.04	-165.19	1.226	7.641	0.911	-	0.625	2.228
Δ48	39.91	39.9	79.24	0	39.91	39.9	68.26	-171.73	49.13	0.00	56.84	-174.56	1.710	4.304	0.620	-	1.424	4.375
Δ49	77.01	72.15	153.16	0	77.01	72.15	-143.48	-290.94	102.15	0.00	137.97	-307.66	1.863	4.032	0.667	-	1.792	4.264

Αποτίμηση 4ου ορόφου:

Αποτίμηση Υποστυλωμάτων σε ΘΛΙΨΗ							
4ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	Οπλισμός	A_s (cm^2)	N_{Rd} (kN)	N_{ed} (kN)	λ
Σ1	25	25	4Φ12	4.52	581.25	54.736	0.094
Σ2	25	25	4Φ12	4.52	581.25	46.889	0.081
Σ5	25	25	4Φ12	4.52	581.25	103.439	0.178
Σ6	25	25	4Φ12	4.52	581.25	95.803	0.165
Σ8	27	27	4Φ14	6.16	695.66	291.146	0.419
Σ9	31	31	4Φ16	8.04	915.55	538.307	0.588
Σ10	37	37	4Φ16	8.04	1235.67	446.085	0.361
Σ11	30	30	4Φ18	10.18	910.59	231.474	0.254
Σ12	37	37	4Φ18	10.18	1278.58	850.527	0.665
Σ13	33	33	4Φ16	8.04	1015.98	697.729	0.687
Σ14	37	37	4Φ18	9.11	1278.58	410.391	0.321
Σ16	25	25	4Φ12	4.52	581.25	161.364	0.278
Σ17	25	25	4Φ12	4.52	581.25	141.818	0.244
Σ18	25	25	4Φ14	6.16	614.06	325.117	0.529
Σ19	25	25	4Φ12	4.52	581.25	201.665	0.347
Σ20	34	34	4Φ18	10.18	1111.46	563.715	0.507
Σ21	30	30	4Φ16	8.04	867.69	522.678	0.602
Σ22	29	29	4Φ16	8.04	821.39	558.823	0.680
Σ23	36	36	4Φ18	10.18	1221.3	883.329	0.723
Σ24	33	33	4Φ16	8.04	1015.98	740.444	0.729
Σ25	30	30	4Φ16	8.04	867.69	276.432	0.319
Σ26	31	31	4Φ16	8.04	915.55	443.682	0.485
Σ27	33	33	4Φ16	9.11	1015.98	412.695	0.406
Σ28	33	33	4Φ16	9.11	1015.98	470.671	0.463
Σ29	27	27	4Φ14	6.16	695.66	401.751	0.578

Αποτίμηση υποστυλωμάτων σε ΔΙΑΤΜΗΣΗ				
4ος όροφος				
Στοιχείο	Οπλισμός	$V_{Rd,s}$ (kN)	Ved (kN)	λ
Σ1	Φ6/200	11.18849321	19.971	1.785
Σ2	Φ6/200	11.18849321	20.209	1.806
Σ5	Φ6/200	11.18849321	28.406	2.539
Σ6	Φ6/200	11.18849321	30.506	2.727
Σ8	Φ6/200	12.16565419	35.563	2.923
Σ9	Φ6/200	14.11997615	39.513	2.798
Σ10	Φ6/200	17.05145908	91.862	5.387
Σ11	Φ6/200	13.63139566	37.709	2.766
Σ12	Φ6/200	17.05145908	75.053	4.402
Σ13	Φ6/200	15.09713713	64.136	4.248
Σ14	Φ6/200	17.05145908	62.094	3.642
Σ16	Φ6/200	11.18849321	17.312	1.547
Σ17	Φ6/200	11.18849321	19.913	1.780
Σ18	Φ6/200	11.18849321	25.989	2.323
Σ19	Φ6/200	11.18849321	33.079	2.957
Σ20	Φ6/200	15.58571761	70.627	4.532
Σ21	Φ6/200	13.63139566	78.479	5.757
Σ22	Φ6/200	13.14281517	61.418	4.673
Σ23	Φ6/200	16.56287859	71.221	4.300
Σ24	Φ6/200	15.09713713	76.137	5.043
Σ25	Φ6/200	13.63139566	44.779	3.285
Σ26	Φ6/200	14.11997615	83.9248	5.944
Σ27	Φ6/200	15.09713713	63.425	4.201
Σ28	Φ6/200	15.09713713	77.677	5.145
Σ29	Φ6/200	12.16565419	59.322	4.876

Αποτίμηση Υποστυλωμάτων σε ΚΑΜΨΗ						
4ος Όροφος						
Στοιχείο	MRd (kN) - Πόδας	MRd (kN) - Κεφαλή	Med (kN) - Πόδας	Med (kN) - Κεφαλή	λ - Πόδας	λ - Κεφαλή
Σ1	11.11	10.91	32.2237	33.684	2.900	3.087
Σ2	15.09	14.91	34.573	32.1142	2.291	2.154
Σ5	15.26	15.07	47.975	45.7627	3.144	3.037
Σ6	19.35	19.22	49.09	47.0016	2.537	2.445
Σ8	29.36	29.24	36.564	37.514	1.245	1.283
Σ9	41.71	42.6	62.187	68.216	1.491	1.601
Σ10	59.54	59.13	148.2446	155.031	2.490	2.622
Σ11	37.94	37.64	54.2144	61.167	1.429	1.625
Σ12	59	61.19	119.9242	127.856	2.033	2.089
Σ13	39.24	40.82	100.6705	111.027	2.566	2.720
Σ14	66.23	65.87	100.2555	104.737	1.514	1.590
Σ16	17.88	17.73	23.8762	24.686	1.335	1.392
Σ17	13.53	13.35	16.348	16.351	1.208	1.225
Σ18	24.89	25.48	41.7236	44.062	1.676	1.729
Σ19	16.88	16.72	54.481	54.687	3.228	3.271
Σ20	64.71	66.19	49.0931	57.464	0.759	0.868
Σ21	37.32	38.42	41.7681	47.807	1.119	1.244
Σ22	28.6	29.69	34.9022	40.154	1.220	1.352
Σ23	46.75	48.96	104.2619	119.092	2.230	2.432
Σ24	34.69	35.84	120.8901	130.415	3.485	3.639
Σ25	37.06	36.82	56.1106	61.497	1.514	1.670
Σ26	47.26	47.12	77.2341	83.921	1.634	1.781
Σ27	48.86	48.6	101.4296	107.891	2.076	2.220
Σ28	51.39	51.16	103.6984	112.168	2.018	2.192
Σ29	27.8	28.66	62.8965	66.941	2.262	2.336

Αποτίμηση Δοκών σε ΚΑΜΨΗ																		
4ος Όροφος																		
Στοιχείο	Ροπή αντοχής - MRd (kN)						Αναπτυσσόμενη ροπή - MEd (kN)						Συντελεστής εξάντλησης λ					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
Δ1	47.30	33.00	24.00	17.20	24.00	17.20	19.84	-33.92	12.33	0.00	28.94	-32.11	0.420	1.028	0.514	-	1.206	1.867
Δ2	34.06	31.43	66.37	0.00	34.06	31.43	15.03	-27.99	4.50	0.00	0.00	-37.63	0.441	0.891	0.068	-	-	1.197
Δ3	50.05	47.36	98.43	0.00	50.05	47.36	3.33	-97.05	66.03	0.00	0.00	-174.14	0.067	2.049	0.671	-	-	3.677
Δ4	30.44	29.49	60.30	0.00	60.30	49.51	45.22	-108.36	18.33	0.00	51.44	-104.22	1.486	3.674	0.304	-	0.853	2.105
Δ5	108.60	99.72	37.67	0.00	37.67	36.62	60.60	-111.13	24.70	0.00	31.24	-120.34	0.558	1.114	0.656	-	0.829	3.286
Δ6	90.65	84.33	178.10	0.00	108.90	99.72	6.67	-141.36	63.16	0.00	36.96	-128.32	0.074	1.676	0.355	-	0.339	1.287
Δ7	96.58	84.80	56.44	0.00	42.85	40.63	57.61	-96.48	24.89	0.00	26.75	-88.91	0.596	1.138	0.441	-	0.624	2.188
Δ8	42.80	40.63	29.09	0.00	29.09	28.10	26.00	-84.30	20.87	0.00	26.31	-93.63	0.608	2.075	0.717	-	0.904	3.332
Δ9	29.00	28.10	29.00	0.00	29.00	28.10	55.37	-92.51	6.31	0.00	58.36	-102.40	1.909	3.292	0.218	-	2.013	3.644
Δ10	29.10	28.10	29.10	0.00	60.88	56.38	54.75	-103.20	23.19	0.00	65.22	-98.24	1.881	3.672	0.797	-	1.071	1.743
Δ11	90.36	85.57	137.09	0.00	90.36	85.57	46.13	-153.77	140.48	0.00	17.65	-151.66	0.511	1.797	1.025	-	0.195	1.772
Δ12	36.52	32.75	17.79	0.00	17.79	16.95	10.85	-50.64	9.35	-2.82	24.04	-51.25	0.297	1.546	0.525	-	1.351	3.024
Δ18	36.86	35.91	73.08	0.00	36.86	35.91	29.15	-45.63	18.72	0.00	28.66	-47.35	0.791	1.271	0.256	-	0.778	1.319
Δ20	52.99	54.70	26.71	18.74	69.91	53.27	30.93	-52.67	19.90	0.00	0.00	-97.54	0.584	0.963	0.745	-	-	1.831
Δ21	97.37	81.49	120.95	0.00	60.98	57.98	0.00	-177.51	156.64	0.00	26.17	-238.02	-	2.178	1.295	-	0.429	4.105
Δ23	41.92	37.10	82.93	0.00	41.92	37.10	0.00	-23.52	167.58	0.00	0.00	-31.30	-	0.634	2.021	-	-	0.844
Δ24	60.70	47.58	30.56	21.57	52.75	47.58	13.69	-129.01	60.47	0.00	0.00	-162.51	0.226	2.711	1.979	-	-	3.415
Δ25	52.69	47.58	60.62	0.00	75.49	47.58	0.00	-167.68	63.36	0.00	34.98	-143.84	-	3.524	1.045	-	0.463	3.023
Δ27	5.76	5.53	11.31	0.00	11.31	10.40	12.56	-24.17	6.65	-4.58	16.72	-26.38	2.180	4.371	0.588	-	1.479	2.536
Δ28	15.64	21.57	30.52	21.57	60.60	35.32	41.20	-76.54	40.43	0.00	26.61	-83.31	2.635	3.548	1.325	-	0.439	2.359
Δ29	20.31	18.57	40.25	0.00	20.31	18.57	0.00	-105.48	43.43	0.00	0.00	-8.73	-	5.680	1.079	-	-	0.470
Δ30	9.71	9.30	19.24	0.00	32.64	27.77	2.17	-2.31	15.70	-3.78	0.00	-51.33	0.224	0.248	0.816	-	-	1.848
Δ31	33.07	27.77	27.77	0.00	13.99	13.07	9.70	-69.11	18.14	0.00	15.55	-63.10	0.293	2.489	0.653	-	1.112	4.828
Δ32	38.92	36.62	77.29	0.00	55.63	83.67	72.45	-162.62	53.43	0.00	12.45	-183.80	1.862	4.441	0.691	-	0.224	2.197
Δ33	55.35	83.67	34.36	0.00	17.26	16.84	7.59	-118.80	28.47	-24.51	4.76	-4.87	0.137	1.420	0.829	-	0.276	0.289
Δ34	47.16	31.61	23.97	16.85	47.16	31.61	26.23	-30.27	3.34	-3.76	13.06	-32.42	0.556	0.958	0.139	0.223	0.277	1.026
Δ36	47.16	31.61	23.97	16.85	47.16	31.61	7.33	-33.23	12.20	-5.28	38.97	-33.85	0.155	1.051	0.509	0.313	0.826	1.071
Δ37	50.07	46.99	28.42	0.00	84.65	58.66	36.27	-50.29	21.65	-14.30	85.80	-71.41	0.724	1.070	0.762	-	1.014	1.217
Δ38	61.04	84.33	150.89	0.00	61.04	84.33	0.00	-7.20	212.74	0.00	0.00	-6.15	-	0.085	1.410	-	-	0.073
Δ39	63.93	52.20	72.24	0.00	50.52	46.99	40.19	-110.04	27.65	0.00	34.90	-109.15	0.629	2.108	0.383	-	0.691	2.323
Δ40	89.53	74.16	79.19	0.00	39.91	36.90	0.00	-167.06	60.41	0.00	0.00	-183.16	-	2.253	0.763	-	-	4.964
Δ41	50.38	64.44	124.04	0.00	50.38	64.44	0.00	-7.19	86.09	0.00	0.00	-10.51	-	0.112	0.694	-	-	0.163
Δ42	20.26	17.72	16.67	0.00	8.41	7.99	24.09	-37.55	7.70	0.00	9.32	-43.90	1.189	2.119	0.462	-	1.108	5.494
Δ43	50.68	24.32	30.93	14.84	46.91	37.78	26.96	-63.63	2.40	-4.96	31.19	-45.49	0.532	2.616	0.077	0.334	0.665	1.204
Δ44	49.93	26.89	30.66	14.49	49.93	26.89	17.76	-38.69	10.04	-11.00	34.12	-40.00	0.356	1.439	0.327	0.759	0.683	1.487
Δ45	5.75	5.37	11.25	0.00	5.75	5.37	2.03	-3.59	3.82	0.00	0.00	-2.75	0.353	0.669	0.339	-	-	0.513
Δ46	12.06	11.18	23.80	0.00	20.25	17.72	0.00	-42.49	15.94	0.00	3.58	-8.14	-	3.801	0.670	-	0.177	0.459
Δ47	26.57	25.24	52.90	0.00	89.66	74.16	0.00	-159.44	53.64	0.00	25.71	-109.25	-	6.317	1.014	-	0.287	1.473
Δ48	39.91	39.90	79.24	0.00	39.91	39.90	35.44	-135.00	55.19	0.00	27.67	-133.04	0.888	3.383	0.696	-	0.693	3.334
Δ49	77.01	72.15	153.16	0.00	77.01	72.15	76.68	-195.98	121.53	0.00	70.98	-211.52	0.996	2.716	0.793	-	0.922	2.932

Αποτίμηση 5ου ορόφου:

Αποτίμηση Υποστυλωμάτων σε ΘΛΙΨΗ							
5ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	Οπλισμός	A_s (cm^2)	N_{Rd} (kN)	N_{ed} (kN)	λ
Σ8	25	25	4Φ12	4.52	581.25	93.481	0.161
Σ9	28	28	4Φ14	5.34	738.81	202.409	0.274
Σ10	32	32	4Φ14	6.16	927.12	166.432	0.180
Σ11	29	29	4Φ16	8.04	821.39	91.9	0.112
Σ12	30	30	4Φ16	7.10	867.69	360.773	0.416
Σ13	25	25	4Φ14	5.34	614.06	305.116	0.497
Σ14	27	27	4Φ14	6.16	695.66	175.544	0.252
Σ16	25	25	4Φ12	4.52	581.25	65.206	0.112
Σ17	25	25	4Φ12	4.52	581.25	56.378	0.097
Σ18	25	25	4Φ12	4.52	581.25	144.606	0.249
Σ19	25	25	4Φ12	4.52	581.25	88.525	0.152
Σ20	29	29	4Φ16	8.04	821.39	240.975	0.293
Σ21	25	25	4Φ12	4.52	581.25	223.049	0.384
Σ22	25	25	4Φ12	4.52	581.25	247.717	0.426
Σ23	29	29	4Φ16	7.10	821.39	403.225	0.491
Σ24	28	28	4Φ14	6.16	738.81	327.616	0.443
Σ25	28	28	4Φ14	6.16	738.81	113.268	0.153
Σ26	25	25	4Φ12	4.52	581.25	185.497	0.319
Σ27	27	27	4Φ14	5.34	695.66	173.52	0.249
Σ28	29	29	4Φ14	6.16	783.54	201.064	0.257
Σ29	25	25	4Φ14	5.34	614.06	175.419	0.286

Αποτίμηση υποστυλωμάτων σε ΔΙΑΤΜΗΣΗ				
5ος όροφος				
Στοιχείο	Οπλισμός	$V_{Rd,s}$ (kN)	Ved (kN)	λ
Σ8	Φ6/200	11.19	23.02	2.057
Σ9	Φ6/200	12.65	43.09	3.405
Σ10	Φ6/200	14.61	55.89	3.826
Σ11	Φ6/200	13.14	30.57	2.326
Σ12	Φ6/200	13.63	42.01	3.082
Σ13	Φ6/200	11.19	22.70	2.029
Σ14	Φ6/200	12.17	26.47	2.176
Σ16	Φ6/200	11.19	13.57	1.213
Σ17	Φ6/200	11.19	14.39	1.286
Σ18	Φ6/200	11.19	21.35	1.908
Σ19	Φ6/200	11.19	27.29	2.439
Σ20	Φ6/200	13.14	35.14	2.673
Σ21	Φ6/200	11.19	40.61	3.630
Σ22	Φ6/200	11.19	35.96	3.214
Σ23	Φ6/200	13.14	32.38	2.464
Σ24	Φ6/200	12.65	39.32	3.107
Σ25	Φ6/200	12.65	33.01	2.608
Σ26	Φ6/200	11.19	21.88	1.955
Σ27	Φ6/200	12.17	29.98	2.464
Σ28	Φ6/200	13.14	51.00	3.880
Σ29	Φ6/200	11.19	34.13	3.050

Αποτίμηση Υποστυλωμάτων σε ΚΑΜΨΗ						
5ος Όροφος						
Στοιχείο	MRd (kN) - Πόδας	MRd (kN) - Κεφαλή	Med (kN) - Πόδας	Med (kN) - Κεφαλή	λ - Πόδας	λ - Κεφαλή
Σ8	14.84	14.66	22.4966	24.684	1.516	1.684
Σ9	28.14	27.94	71.5462	70.6525	2.543	2.529
Σ10	29.51	29.14	87.4081	97.1884	2.962	3.335
Σ11	25.91	25.61	48.2146	52.6813	1.861	2.057
Σ12	43.22	43.07	64.6912	73.9982	1.497	1.718
Σ13	26.21	26.79	35.4783	39.4315	1.354	1.472
Σ14	25.18	25	40.9508	46.4507	1.626	1.858
Σ16	13.25	13.07	19.1945	20.3862	1.449	1.560
Σ17	11.82	11.64	10.9856	13.3604	0.929	1.148
Σ18	16.99	16.83	34.1702	36.2906	2.011	2.156
Σ19	13.43	13.24	43.8888	46.1675	3.268	3.487
Σ20	36.42	36.23	51.4599	64.4844	1.413	1.780
Σ21	20.62	20.51	21.5439	28.7119	1.045	1.400
Σ22	21.15	21.04	24.126	29.3799	1.141	1.396
Σ23	41.64	41.53	46.9295	57.8978	1.127	1.394
Σ24	32.72	32.59	61.6686	68.1132	1.885	2.090
Σ25	22.33	22.05	36.077	40.8526	1.616	1.853
Σ26	19.85	19.72	31.1631	33.5005	1.570	1.699
Σ27	24.57	24.38	42.0817	45.8984	1.713	1.883
Σ28	28.45	28.22	52.2611	56.9959	1.837	2.020
Σ29	21.71	21.56	32.1273	35.3913	1.480	1.642

Αποτίμηση Δοκών σε ΚΑΜΨΗ																		
5ος Όροφος																		
Στοιχείο	Ροπή αντοχής - M_{Rd} (kN)						Αναπτυσσόμενη ροπή - M_{Ed} (kN)						Συντελεστής εξάντλησης λ					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
Δ3	50.05	47.36	98.43	0.00	50.05	47.36	10.95	-39.23	47.77	0.00	0.00	-118.66	0.219	0.828	0.485	-	-	2.505
Δ4	30.44	29.49	60.30	0.00	60.30	49.51	19.53	-52.41	12.40	0.00	11.15	-49.91	0.642	1.777	0.206	-	0.185	1.008
Δ5	108.60	99.72	37.67	0.00	37.67	36.62	24.44	-49.78	19.23	0.00	0.00	-53.98	0.225	0.499	0.511	-	-	1.474
Δ6	90.65	84.33	178.10	0.00	108.90	99.72	0.00	-67.09	55.45	0.00	12.26	-56.17	-	0.796	0.311	-	0.113	0.563
Δ7	96.58	84.80	56.44	0.00	42.85	40.63	23.60	-40.53	20.14	0.00	0.00	-34.02	0.244	0.478	0.357	-	-	0.837
Δ8	42.80	40.63	29.09	0.00	29.09	28.10	0.00	-34.02	15.33	0.00	0.00	-39.02	-	0.837	0.527	-	-	1.389
Δ9	29.00	28.10	29.00	0.00	29.00	28.10	7.13	-32.70	4.02	-3.84	13.47	-41.63	0.246	1.164	0.139	-	0.464	1.482
Δ10	29.10	28.10	29.10	0.00	60.88	56.38	15.10	-42.83	13.45	0.00	21.47	-35.35	0.519	1.524	0.462	-	0.353	0.627
Δ11	90.36	85.57	137.09	0.00	90.36	85.57	13.22	-58.05	149.52	0.00	0.00	-64.86	0.146	0.678	1.091	-	-	0.758
Δ12	36.52	32.75	17.79	0.00	17.79	16.95	0.00	-30.79	4.77	0.00	10.62	-25.74	-	0.940	0.268	-	0.597	1.519
Δ20	52.99	54.70	26.71	18.74	69.91	53.27	15.08	-21.24	8.19	0.00	0.00	-60.11	0.285	0.388	0.307	-	-	1.128
Δ21	97.37	81.49	120.95	0.00	60.98	57.98	0.00	-95.25	118.28	0.00	5.55	-97.15	-	1.169	0.978	-	0.091	1.676
Δ22	14.98	14.54	29.81	0.00	52.69	66.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	-	-	-	-	-	-
Δ23	41.92	37.10	82.93	0.00	41.92	37.10	0.00	-14.66	107.07	0.00	0.00	-19.60	-	0.395	1.291	-	-	0.528
Δ24	60.70	47.58	30.56	21.57	52.75	47.58	0.00	-58.84	50.97	0.00	0.00	-115.21	-	1.237	1.668	-	-	2.421
Δ25	52.69	47.58	60.62	0.00	75.49	47.58	0.00	-109.95	57.87	0.00	0.00	-53.31	-	2.311	0.955	-	-	1.120
Δ27	5.76	5.53	11.31	0.00	11.31	10.40	5.00	-13.18	3.42	-2.15	8.08	-13.13	0.868	2.383	0.302	-	0.714	1.262
Δ28	15.64	21.57	30.52	21.57	60.60	35.32	19.66	-36.07	36.86	0.00	10.35	-41.53	1.257	1.672	1.208	-	0.171	1.176
Δ29	20.31	18.57	40.25	0.00	20.31	18.57	0.00	-66.32	45.09	0.00	0.00	-7.27	-	3.571	1.120	-	-	0.392
Δ30	9.71	9.30	19.24	0.00	32.64	27.77	0.00	0.00	6.47	0.00	0.00	-29.58	-	-	0.336	-	-	1.065
Δ31	33.07	27.77	27.77	0.00	13.99	13.07	0.00	-36.22	17.21	0.00	4.17	-29.68	-	1.304	0.620	-	0.298	2.271
Δ32	38.92	36.62	77.29	0.00	55.63	83.67	19.56	-59.41	52.88	0.00	0.00	-103.29	0.503	1.622	0.684	-	-	1.235
Δ33	55.35	83.67	34.36	0.00	17.26	16.84	0.00	-78.72	5.69	-14.66	2.03	-2.17	-	0.941	0.165	-	0.118	0.129
Δ38	61.04	84.33	150.89	0.00	61.04	84.33	0.00	-5.67	152.38	0.00	0.00	-4.06	-	0.067	1.010	-	-	0.048
Δ39	63.93	52.20	72.24	0.00	50.52	46.99	28.75	-64.41	24.78	0.00	9.43	-51.64	0.450	1.234	0.343	-	0.187	1.099
Δ40	89.53	74.16	79.19	0.00	39.91	36.90	0.00	-121.21	55.04	0.00	0.00	-146.46	-	1.634	0.695	-	-	3.969
Δ41	50.38	64.44	124.04	0.00	50.38	64.44	0.00	-5.04	103.42	0.00	0.00	-9.02	-	0.078	0.834	-	-	0.140
Δ42	20.26	17.72	16.67	0.00	8.41	7.99	9.04	-18.42	9.75	0.00	0.00	-29.41	0.446	1.040	0.585	-	-	3.681
Δ43	50.68	24.32	30.93	14.84	46.91	37.78	0.00	-28.05	0.00	-7.55	0.00	-21.27	-	1.153	0.000	0.509	-	0.563
Δ44	49.93	26.89	30.66	14.49	49.93	26.89	5.57	-19.52	4.72	-5.33	15.78	-19.56	0.112	0.726	0.154	0.368	0.316	0.727
Δ45	5.75	5.37	11.25	0.00	5.75	5.37	1.52	-2.63	2.21	0.00	0.00	-2.24	0.265	0.491	0.197	-	-	0.417
Δ46	12.06	11.18	23.80	0.00	20.25	17.72	0.00	-28.84	7.02	0.00	1.97	-5.01	-	2.579	0.295	-	0.097	0.283
Δ47	26.57	25.24	52.90	0.00	89.66	74.16	0.00	-132.40	52.88	0.00	4.74	-38.17	-	5.245	1.000	-	0.053	0.515
Δ48	39.91	39.90	79.24	0.00	39.91	39.90	4.20	-62.31	67.67	0.00	3.34	-53.57	0.105	1.562	0.854	-	0.084	1.343
Δ49	77.01	72.15	153.16	0.00	77.01	72.15	20.60	-68.87	132.52	0.00	21.40	-86.70	0.267	0.955	0.865	-	0.278	1.202

Αποτίμηση δοκών σε Διάτμηση:

Αποτίμηση δοκών σε ΔΙΑΤΜΗΣΗ												
Στοιχείο	Οπλισμός	VRd,s (kN)	Ved (μέγιστη) (kN)					Συντελεστής εξάντλησης - λ				
			1ος	2ος	3ος	4ος	5ος	1ος	2ος	3ος	4ος	5ος
Δ1	Φ6/200	18.52	105.66	100.49	98.60	33.22	0.00	5.706	5.427	5.325	1.794	-
Δ2	Φ8/120	47.63	70.28	62.42	60.86	28.99	0.00	1.476	1.311	1.278	0.609	-
Δ3	Φ6/200	23.40	168.14	155.98	156.39	159.46	108.83	7.185	6.665	6.682	6.814	4.650
Δ4	Φ8/150	55.47	173.64	131.47	110.52	85.34	46.07	3.130	2.370	1.992	1.538	0.831
Δ5	Φ6/200	28.29	197.82	161.68	120.93	90.89	52.09	6.993	5.715	4.275	3.213	1.841
Δ6	Φ6/200	28.29	157.50	135.34	117.99	104.82	75.86	5.567	4.784	4.171	3.705	2.681
Δ7	Φ6/200	21.94	254.51	122.66	103.50	80.12	43.00	11.602	5.591	4.718	3.652	1.960
Δ8	Φ6/200	21.94	119.04	107.62	91.92	72.64	40.80	5.426	4.906	4.190	3.311	1.860
Δ9	Φ6/200	21.94	178.28	145.33	114.94	81.07	33.19	8.127	6.625	5.239	3.695	1.513
Δ10	Φ6/200	21.94	166.67	136.20	106.66	83.07	39.61	7.597	6.209	4.862	3.787	1.805
Δ11	Φ6/200	32.20	214.72	185.13	174.41	174.30	146.19	6.669	5.750	5.417	5.413	4.541
Δ12	Φ6/200	13.63	72.28	64.77	60.83	62.92	46.03	5.303	4.752	4.463	4.616	3.377
Δ13	Φ6/200	21.45	133.38	105.60	49.29	0.00	0.00	6.219	4.924	2.298	-	-
Δ14	Φ6/250	17.16	89.55	83.20	49.02	0.00	0.00	5.219	4.849	2.857	-	-
Δ15	Φ6/200	21.45	84.24	75.99	35.92	0.00	0.00	3.928	3.543	1.675	-	-
Δ16	Φ6/200	20.47	119.38	99.46	64.85	0.00	0.00	5.832	4.858	3.168	-	-
Δ17	Φ6/200	28.29	129.69	131.17	96.91	0.00	0.00	4.584	4.637	3.426	-	-
Δ18	Φ6/200	28.29	98.21	84.34	121.31	32.08	0.00	3.472	2.981	4.288	1.134	-
Δ19	Φ6/200	20.47	141.85	101.53	67.54	0.00	0.00	6.929	4.960	3.299	-	-
Δ20	Φ10/110	93.52	134.96	106.15	97.93	117.79	66.97	1.443	1.135	1.047	1.259	0.716
Δ21	Φ8/200	50.29	241.02	200.06	177.77	198.87	124.28	4.792	3.978	3.535	3.954	2.471
Δ22	Φ6/200	22.43	48.18	48.15	45.19	0.00	0.00	2.148	2.147	2.015	-	-
Δ23	Φ6/200	19.49	127.81	127.79	127.79	127.80	81.40	6.556	6.555	6.555	6.556	4.176
Δ24	Φ8/150	55.47	175.26	153.76	154.31	155.76	117.71	3.159	2.772	2.782	2.808	2.122
Δ25	Φ10/115	113.06	237.07	195.80	179.20	188.48	147.07	2.097	1.732	1.585	1.667	1.301
Δ26	Φ6/200	24.38	214.49	146.37	76.94	0.00	0.00	8.798	6.004	3.156	-	-
Δ27	Φ6/200	8.75	70.48	57.61	53.76	42.82	23.98	8.059	6.588	6.147	4.896	2.742
Δ28	Φ10/115	113.06	124.15	103.49	91.77	85.89	65.11	1.098	0.915	0.812	0.760	0.576
Δ29	Φ6/200	15.59	130.71	131.61	130.48	129.01	101.07	8.386	8.444	8.372	8.277	6.485
Δ30	Φ6/250	11.69	70.57	61.61	61.68	61.59	41.61	6.038	5.271	5.278	5.270	3.560
Δ31	Φ6/200	14.61	97.87	75.18	72.76	69.89	54.23	6.699	5.147	4.980	4.784	3.712
Δ32	Φ6/200	25.85	257.05	205.14	186.79	175.96	140.21	9.945	7.937	7.227	6.808	5.425
Δ33	Φ6/200	25.85	137.73	116.20	106.98	101.89	74.89	5.329	4.496	4.139	3.942	2.897
Δ34	Φ10/110	93.52	104.41	85.93	83.32	40.58	0.00	1.116	0.919	0.891	0.434	-
Δ35	Φ6/200	21.45	179.78	135.09	69.62	0.00	0.00	8.382	6.298	3.246	-	-
Δ36	Φ10/110	93.52	174.44	115.81	96.31	53.42	0.00	1.865	1.238	1.030	0.571	-
Δ37	Φ6/200	21.45	198.06	144.99	120.06	75.21	0.00	9.234	6.760	5.598	3.507	-
Δ38	Φ8/150	67.05	170.05	169.95	170.00	169.39	117.85	2.536	2.535	2.535	2.526	1.758
Δ39	Φ6/200	21.45	159.42	129.51	130.94	77.26	46.26	7.433	6.038	6.105	3.602	2.157
Δ40	Φ8/200	41.61	205.94	204.78	205.09	205.17	175.40	4.950	4.922	4.930	4.931	4.216
Δ41	Φ6/150	31.20	107.32	107.27	107.31	107.33	82.62	3.439	3.438	3.439	3.440	2.648
Δ42	Φ6/200	12.65	73.70	51.17	49.07	44.10	44.49	5.824	4.044	3.878	3.485	3.516
Δ43	Φ8/100	57.15	173.00	118.12	95.56	68.50	33.16	3.027	2.067	1.672	1.199	0.580
Δ44	Φ10/115	77.65	125.47	95.78	74.30	63.89	34.06	1.616	1.233	0.957	0.823	0.439
Δ45	Φ6/200	8.75	19.46	18.93	19.06	19.11	13.50	2.225	2.164	2.179	2.185	1.544
Δ46	Φ6/200	12.65	63.94	58.85	58.78	58.07	39.53	5.053	4.651	4.645	4.589	3.124
Δ47	Φ8/200	41.61	185.51	150.48	146.76	153.27	139.92	4.459	3.617	3.527	3.684	3.363
Δ48	Φ6/200	23.40	173.41	138.57	128.27	122.31	101.37	7.410	5.921	5.481	5.226	4.331
Δ49	Φ6/150	47.49	256.97	219.39	186.43	157.56	127.59	5.411	4.620	3.926	3.318	2.687

Παράρτημα Β: Πίνακες 1ης Ενίσχυσης.

1ος Όροφος: Υποστυλώματα και διάτμηση δοκών.

Υπολογισμός διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων														
1ος Όροφος														
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	N_{Ed} (kN)	$M_{ed,y}$ (kN)	$M_{ed,x}$ (kN)	$A_{s,απ}$ (cm^2)	$A_{s,min}$ (cm^2)	$A_{s,max}$ (cm^2)	Οπλισμός			$A_{s,tot}$ (cm^2)	b_l (cm)	Έλεγχος b_l
Σ1	42	42	600.36	31.41	25.93	0.01	17.64	70.56	12	Φ	18	30.54	10.67	TRUE
Σ3	52	52	733.74	92.77	67.74	0.01	27.04	108.16	12	Φ	20	37.70	14.00	TRUE
Σ4	40	40	404.84	18.55	35.05	0.01	16	64	12	Φ	18	30.54	10.00	TRUE
Σ5	44	44	704.57	32.71	45.80	0.01	19.36	77.44	12	Φ	18	30.54	11.33	TRUE
Σ6	44	44	586.31	32.58	50.17	0.01	19.36	77.44	12	Φ	18	30.54	11.33	TRUE
Σ8	49	49	1106.09	36.86	80.27	0.01	24.01	96.04	12	Φ	18	30.54	13.00	TRUE
Σ9	58	58	1304.47	77.85	79.03	0.01	33.64	134.56	12	Φ	20	37.70	16.00	TRUE
Σ10	58	58	1163.03	81.59	102.73	0.01	33.64	134.56	12	Φ	20	37.70	16.00	TRUE
Σ11	62	62	986.63	69.53	125.54	0.01	38.44	153.76	12	Φ	22	45.62	17.33	TRUE
Σ15	49	49	578.35	55.82	115.63	2.21	24.01	96.04	12	Φ	20	37.70	13.00	TRUE
Σ16	44	44	565.37	12.71	21.64	0.01	19.36	77.44	12	Φ	18	30.54	11.33	TRUE
Σ23	62	155	2570.24	175.63	1287.83	58.56	96.1	384.4	26	Φ	22	98.83	14.50	TRUE
Σ21	55	151.5	2082.31	133.52	1098.17	66.17	83.325	333.3	24	Φ	22	91.23	15.72	TRUE
Σ25	57	57	1260.70	57.59	112.95	0.01	32.49	129.96	12	Φ	20	37.70	15.67	TRUE
Σ26	57	57	1265.16	70.41	92.52	0.01	32.49	129.96	12	Φ	20	37.70	15.67	TRUE
Σ29	53	53	1133.17	47.83	93.20	0.01	28.09	112.36	12	Φ	18	30.54	14.33	TRUE
Σ30	40	40	577.60	18.84	33.04	0.01	16	64	8	Φ	20	25.13	15.00	TRUE
Σ31	40	40	837.87	26.05	35.47	0.01	16	64	8	Φ	20	25.13	15.00	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
1ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Σ1	42	42	11.352	33.3	21.8	369.906	TRUE
Σ3	52	52	31.837	42.3	21.8	538.692	TRUE
Σ4	40	40	12.503	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ5	44	44	16.238	35.1	21.8	401.587	TRUE
Σ6	44	44	17.744	35.1	21.8	401.587	TRUE
Σ8	49	49	28.019	39.6	21.8	485.222	TRUE
Σ9	58	58	28.004	47.7	21.8	652.254	TRUE
Σ10	58	58	33.042	47.7	21.8	652.254	TRUE
Σ11	62	62	44.212	51.3	21.8	733.079	TRUE
Σ15	49	49	38.503	39.6	21.8	485.222	TRUE
Σ16	44	44	4.557	35.1	21.8	401.587	TRUE
Σ23	62	155	272.842	135	21.8	2537.537	TRUE
Σ21	55	151.5	242.983	131.85	21.8	2256.328	TRUE
Σ25	57	57	40.705	46.8	21.8	632.667	TRUE
Σ26	57	57	30.12	46.8	21.8	632.667	TRUE
Σ29	53	53	33.472	43.2	21.8	556.976	TRUE
Σ30	40	40	11.947	31.5	21.8	443.150	TRUE
Σ31	40	40	12.529	31.5	21.8	443.150	TRUE

Υπολογισμός συνδετήρων ΜΗ κρίσιμων περιοχών											
1ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	42	42	11.352	33.3	21.8	360	8	200	2.011	334.792	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	52	52	31.837	42.3	21.8	400	8	200	2.011	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	12.503	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	44	44	16.238	35.1	21.8	360	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	44	44	17.744	35.1	21.8	360	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	49	49	28.019	39.6	21.8	360	8	200	2.011	398.131	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	58	58	28.004	47.7	21.8	400	8	200	2.011	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	58	58	33.042	47.7	21.8	400	8	200	2.011	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	62	62	44.212	51.3	21.8	400	8	200	2.011	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	49	49	38.503	39.6	21.8	400	8	200	2.011	398.131	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	44	44	4.557	35.1	21.8	360	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	62	155	272.842	51.3	21.8	400	8	110	5.027	2344.367	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	55	151.5	242.983	45	21.8	400	8	110	4.524	1850.816	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	57	57	40.705	46.8	21.8	400	8	200	2.011	470.518	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	57	57	30.12	46.8	21.8	400	8	200	2.011	470.518	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	53	53	33.472	43.2	21.8	360	8	200	2.011	434.325	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ30	40	40	11.947	31.5	21.8	400	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ31	40	40	12.529	31.5	21.8	400	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών											
1ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	42	42	11.352	33.3	21.8	144	8	120	2.011	557.987	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	52	52	31.837	42.3	21.8	160	8	120	2.011	708.794	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	12.503	31.5	21.8	144	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	44	44	16.238	35.1	21.8	144	8	120	2.011	588.148	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	44	44	17.744	35.1	21.8	144	8	120	2.011	588.148	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	49	49	28.019	39.6	21.8	144	8	120	2.011	663.552	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	58	58	28.004	47.7	21.8	160	8	120	2.011	799.278	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	58	58	33.042	47.7	21.8	160	8	120	2.011	799.278	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	62	62	44.212	51.3	21.8	175	8	120	2.011	859.601	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	49	49	38.503	39.6	21.8	160	8	120	2.011	663.552	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	44	44	4.557	35.1	21.8	144	8	120	2.011	588.148	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	62	155	272.842	51.3	21.8	175	8	110	5.027	2344.367	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	55	151.5	242.983	45	21.8	175	8	110	4.524	1850.816	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	57	57	40.705	46.8	21.8	160	8	120	2.011	784.197	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	57	57	30.12	46.8	21.8	160	8	120	2.011	784.197	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	53	53	33.472	43.2	21.8	144	8	120	2.011	723.875	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ30	40	40	11.947	31.5	21.8	160	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ31	40	40	12.529	31.5	21.8	160	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης κρίσιμων περιοχών												
1ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	μφ	vd	εsy,d	bc (cm)	bo (cm)	ho (cm)	ωwd	α	Έλεγχος αωνd	Έλεγχος ωνd
Σ1	42	42	5.211	0.266	0.00217	42	35.2	35.2	0.324	0.562	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ3	52	52	5.211	0.229	0.00217	52	45.2	45.2	0.272	0.608	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ4	40	40	5.211	0.194	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ5	44	44	5.211	0.290	0.00217	44	37.2	37.2	0.312	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ6	44	44	5.211	0.241	0.00217	44	37.2	37.2	0.312	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ8	49	49	5.211	0.381	0.00217	49	42.2	42.2	0.286	0.596	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ9	58	58	5.211	0.340	0.00217	58	51.2	51.2	0.250	0.627	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ10	58	58	5.211	0.303	0.00217	58	51.2	51.2	0.250	0.627	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ11	62	62	5.211	0.230	0.00217	62	55.2	55.2	0.237	0.638	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ15	49	49	5.211	0.199	0.00217	49	42.2	42.2	0.286	0.596	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ16	44	44	5.211	0.232	0.00217	44	37.2	37.2	0.312	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ23	62	155	5.211	0.183	0.00217	155	55.2	148.2	0.196	0.770	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ21	55	151.5	5.211	0.166	0.00217	151.5	48.2	144.7	0.219	0.731	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ25	57	57	5.211	0.338	0.00217	57	50.2	50.2	0.253	0.624	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ26	57	57	5.211	0.340	0.00217	57	50.2	50.2	0.253	0.624	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ29	53	53	5.211	0.343	0.00217	53	46.2	46.2	0.268	0.611	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ30	40	40	5.211	0.212	0.00217	40	33.2	33.2	0.258	0.397	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ31	40	40	5.211	0.308	0.00217	40	33.2	33.2	0.258	0.397	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
1ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	110.71	42.3	21.8	331.552	TRUE
Δ2	33	47	60.52	37.8	21.8	296.281	TRUE
Δ3	33	62	222.50	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ4	33	62	93.59	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ5	33	72	188.90	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ6	33	72	251.55	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ7	33	59	95.01	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ8	33	59	106.07	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ10	33	59	127.38	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ11	33	80	198.16	67.5	21.8	529.073	TRUE
Δ13	33	58	184.53	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ15	33	58	112.96	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ14	33	58	68.98	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ16	33	72	232.30	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ17	33	72	78.07	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ18	33	56	130.36	45.9	21.8	359.770	TRUE
Δ19	26	52	98.04	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ20	33	72	133.34	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ21	26	60	92.18	49.5	21.8	305.687	TRUE
Δ22	26	54	125.24	44.1	21.8	272.339	TRUE
Δ23	26	62	137.19	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ24	26	64	182.36	53.1	21.8	327.918	TRUE
Δ25	26	32	29.84	24.3	21.8	150.064	TRUE
Δ26	33	46	94.12	36.9	21.8	289.227	TRUE
Δ27	33	44	73.68	35.1	21.8	275.118	TRUE
Δ28	26	44	67.38	35.1	21.8	216.760	TRUE
Δ29	26	67	199.35	55.8	21.8	344.592	TRUE
Δ30	26	67	188.56	55.8	21.8	344.592	TRUE
Δ31	26	52	101.13	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ32	33	58	128.59	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ33	26	52	127.42	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ34	33	58	132.97	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ35	33	72	74.20	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ36	26	58	101.60	47.7	21.8	294.571	TRUE
Δ37	33	72	169.79	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ38	33	58	93.98	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ39	33	62	180.99	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ40	26	62	126.40	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ41	26	40	43.46	31.5	21.8	194.528	TRUE
Δ42	26	32	53.64	24.3	21.8	150.064	TRUE
Δ43	33	40	75.72	31.5	21.8	246.901	TRUE
Δ44	26	62	148.83	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ45	26	62	123.51	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ46	26	87	192.48	73.8	21.8	455.751	TRUE
Δ48	33	62	304.10	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ49	26	47	0.00	37.8	21.8	233.433	TRUE
Δ50	33	47	0.00	37.8	21.8	296.281	TRUE

Αντοχή σχεδιασμού χωρίς οπλισμό διάτμησης																	
1ος Όροφος																	
Παράμετροι						Αριστερή στήριξη				Μέσο				Δεξιά στήριξη			
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	z (cm)	k	vmin (kPa)	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	42.3	1.688	0.345	101.90	0.0039	53.568	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	61.63	0.0039	53.568	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	110.71	0.0052	53.568	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ2	33	47	37.8	1.727	0.358	54.36	0.0033	49.572	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	21.42	0.0044	49.572	ΧΩΡΙΣ	60.52	0.0073	49.572	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ3	33	62	51.3	1.624	0.326	222.50	0.0053	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	199.19	0.0032	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	221.83	0.0073	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ4	33	62	51.3	1.624	0.326	87.61	0.0032	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	49.88	0.0032	61.350	ΧΩΡΙΣ	93.59	0.0032	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ5	33	72	60.3	1.576	0.312	183.23	0.0057	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	139.61	0.0028	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	188.90	0.0057	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ6	33	72	60.3	1.576	0.312	251.55	0.0071	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	212.66	0.0028	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	249.95	0.0071	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ7	33	59	48.6	1.642	0.331	95.01	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	53.14	0.0043	59.041	ΧΩΡΙΣ	90.19	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ8	33	59	48.6	1.642	0.331	106.07	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	62.04	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	103.90	0.0057	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ10	33	59	48.6	1.642	0.331	127.38	0.0057	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	90.45	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	111.75	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ11	33	80	67.5	1.544	0.302	198.16	0.0063	74.830	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	99.26	0.0025	74.830	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	186.84	0.0051	74.830	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ13	33	58	47.7	1.648	0.333	180.24	0.0044	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	161.89	0.0029	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	184.53	0.0044	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ15	33	58	47.7	1.648	0.333	100.52	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	72.16	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	112.96	0.0057	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ14	33	58	47.7	1.648	0.333	68.98	0.0046	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	30.37	0.0029	58.267	ΧΩΡΙΣ	56.63	0.0034	58.267	ΧΩΡΙΣ
Δ16	33	72	60.3	1.576	0.312	232.30	0.0057	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	195.75	0.0035	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	219.37	0.0036	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ17	33	72	60.3	1.576	0.312	78.07	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	31.07	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	76.66	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ18	33	56	45.9	1.660	0.337	130.36	0.0048	56.712	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	98.10	0.0036	56.712	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	121.21	0.0036	56.712	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ19	26	52	42.3	1.688	0.345	86.11	0.0049	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	49.96	0.0049	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	98.04	0.0066	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ20	33	72	60.3	1.576	0.312	133.34	0.0036	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	80.74	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	128.73	0.0036	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ21	26	60	49.5	1.636	0.330	83.80	0.0032	47.126	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	61.36	0.0032	47.126	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	92.18	0.0032	47.126	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ22	26	54	44.1	1.673	0.341	125.24	0.0060	43.448	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	13.86	0.0040	43.448	ΧΩΡΙΣ	118.70	0.0060	43.448	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ23	26	62	51.3	1.624	0.326	103.20	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	96.30	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	137.19	0.0068	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ24	26	64	53.1	1.614	0.323	182.36	0.0050	49.540	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	152.79	0.0033	49.540	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	123.22	0.0050	49.540	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ25	26	32	24.3	1.907	0.415	29.84	0.0057	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	4.29	0.0057	29.129	ΧΩΡΙΣ	22.62	0.0057	29.129	ΧΩΡΙΣ
Δ26	33	46	36.9	1.736	0.360	90.62	0.0045	48.763	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	28.20	0.0045	48.763	ΧΩΡΙΣ	94.12	0.0045	48.763	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ27	33	44	35.1	1.755	0.366	25.08	0.0024	45.865	ΧΩΡΙΣ	62.00	0.0036	47.133	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	73.68	0.0048	47.133	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ28	26	44	35.1	1.755	0.366	67.38	0.0061	37.135	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	28.55	0.0046	37.135	ΧΩΡΙΣ	60.55	0.0046	37.135	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ29	26	67	55.8	1.599	0.318	199.35	0.0081	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	162.44	0.0037	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	125.54	0.0062	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ30	26	67	55.8	1.599	0.318	188.56	0.0062	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	163.82	0.0037	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	184.81	0.0050	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ31	26	52	42.3	1.688	0.345	101.13	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	77.99	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	96.54	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ32	33	58	47.7	1.648	0.333	128.59	0.0046	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	105.31	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	121.89	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ33	26	52	42.3	1.688	0.345	127.42	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	104.28	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	122.61	0.0062	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ34	33	58	47.7	1.648	0.333	130.84	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	109.69	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	132.97	0.0046	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ35	33	72	60.3	1.576	0.312	54.63	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	30.32	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	74.20	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ36	26	58	47.7	1.648	0.333	99.02	0.0058	45.908	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	74.85	0.0044	45.908	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	101.60	0.0044	45.908	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ37	33	72	60.3	1.576	0.312	127.90	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	150.38	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	169.79	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ38	33	58	47.7	1.648	0.333	86.82	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	65.44	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	93.98	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ39	33	62	51.3	1.624	0.326	173.60	0.0081	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	113.44	0.0027	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	180.99	0.0081	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ40	26	62	51.3	1.624	0.326	81.24	0.0031	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	24.49	0.0031	48.336	ΧΩΡΙΣ	126.40	0.0042	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ41	26	40	31.5	1.797	0.379	40.29	0.0051	34.529	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	21.22	0.0051	34.529	ΧΩΡΙΣ	43.46	0.0068	34.529	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ42	26	32	24.3	1.907	0.415	53.64	0.0066	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	41.90	0.0044	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	43.58	0.0066	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ43	33	40	31.5	1.797	0.379	72.76	0.0053	43.825	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	55.92	0.0040	43.825	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	75.72	0.0053	43.825	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ44	26	62	51.3	1.624	0.326	148.83	0.0069	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	65.19	0.0052	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	144.36	0.0069	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ45	26	62	51.3	1.624	0.326	123.51	0.0054	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	40.79	0.0041	48.336	ΧΩΡΙΣ	105.88	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ46	26	87	73.8	1.521	0.295	192.48	0.0060	62.978	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	115.96	0.0036	62.978	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	177.92	0.0036	62.978	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ48	33	62	51.3	1.624	0.326	304.10	0.0041	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	287.87	0.0041	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	302.11	0.0041	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ49	26	47	37.8	1.727	0.358	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ
Δ50	33	47	37.8	1.727	0.358	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών												
1ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	lcr (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	$V_{Rd,s}$ (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	52	110.71	42.3	21.8	128	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ2	33	47	47	60.52	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ3	33	62	62	222.50	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ4	33	62	62	93.59	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ5	33	72	72	188.90	60.3	21.8	160	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ6	33	72	72	251.55	60.3	21.8	160	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ7	33	59	59	95.01	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ8	33	59	59	106.07	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ10	33	59	59	127.38	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ11	33	80	80	198.16	67.5	21.8	160	8	100	1.005	678.632	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ13	33	58	58	184.53	47.7	21.8	144	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ15	33	58	58	112.96	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ14	33	58	58	68.98	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ16	33	72	72	232.30	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ17	33	72	72	78.07	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ18	33	56	56	130.36	45.9	21.8	128	8	100	1.005	461.470	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ19	26	52	52	98.04	42.3	21.8	128	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ20	33	72	72	133.34	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ21	26	60	60	92.18	49.5	21.8	112	8	100	1.005	497.664	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ22	26	54	54	125.24	44.1	21.8	135	8	100	1.005	443.373	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ23	26	62	62	137.19	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ24	26	64	64	182.36	53.1	21.8	144	8	100	1.005	533.858	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ25	26	32	32	29.84	24.3	21.8	80	8	70	1.005	349.011	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ26	33	46	46	94.12	36.9	21.8	115	8	100	1.005	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ27	33	44	44	73.68	35.1	21.8	110	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ28	26	44	44	67.38	35.1	21.8	110	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ29	26	67	67	199.35	55.8	21.8	128	8	100	1.005	561.003	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ30	26	67	67	188.56	55.8	21.8	128	8	100	1.005	561.003	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ31	26	52	52	101.13	42.3	21.8	130	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ32	33	58	58	128.59	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ33	26	52	52	127.42	42.3	21.8	130	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ34	33	58	58	132.97	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ35	33	72	72	74.20	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ36	26	58	58	101.60	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ37	33	72	72	169.79	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ38	33	58	58	93.98	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ39	33	62	62	180.99	51.3	21.8	144	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ40	26	62	62	126.40	51.3	21.8	112	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ41	26	40	40	43.46	31.5	21.8	100	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ42	26	32	32	53.64	24.3	21.8	80	8	70	1.005	349.011	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ43	33	40	40	75.72	31.5	21.8	100	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ44	26	62	62	148.83	51.3	21.8	144	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ45	26	62	62	123.51	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ46	26	87	87	192.48	73.8	21.8	144	8	100	1.005	741.971	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ48	33	62	62	304.10	51.3	21.8	144	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ49	26	47	47	0.00	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ50	33	47	47	0.00	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων μη κρίσιμων περιοχών												
1ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	ρw,min	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	$V_{Rd,s}$ (kN)	Έλεγχος	Έλεγχος ρ
Δ1	33	52	61.63	42.3	21.8	0.000720	8	150	1.005	283.518	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ2	33	47	21.42	37.8	21.8	0.000720	8	150	1.005	253.356	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ3	33	62	199.19	51.3	21.8	0.000720	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ4	33	62	49.88	51.3	21.8	0.000720	8	130	1.005	396.739	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ5	33	72	139.61	60.3	21.8	0.000720	8	150	1.005	404.163	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ6	33	72	212.66	60.3	21.8	0.000720	8	150	1.005	404.163	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ7	33	59	53.14	48.6	21.8	0.000720	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ8	33	59	62.04	48.6	21.8	0.000720	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ10	33	59	90.45	48.6	21.8	0.000720	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ11	33	80	99.26	67.5	21.8	0.000720	8	200	1.005	339.316	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ13	33	58	161.89	47.7	21.8	0.000720	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ15	33	58	72.16	47.7	21.8	0.000720	8	130	1.005	368.898	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ14	33	58	30.37	47.7	21.8	0.000720	8	150	1.005	319.711	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ16	33	72	195.75	60.3	21.8	0.000720	8	150	1.005	404.163	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ17	33	72	31.07	60.3	21.8	0.000720	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ18	33	56	98.10	45.9	21.8	0.000720	8	100	1.005	461.470	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ19	26	52	49.96	42.3	21.8	0.000720	8	150	1.005	283.518	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ20	33	72	80.74	60.3	21.8	0.000720	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ21	26	60	61.36	49.5	21.8	0.000720	8	150	1.005	331.776	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ22	26	54	13.86	44.1	21.8	0.000720	8	200	1.005	221.687	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ23	26	62	96.30	51.3	21.8	0.000720	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ24	26	64	152.79	53.1	21.8	0.000720	8	100	1.005	533.858	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ25	26	32	4.29	24.3	21.8	0.000720	8	100	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ26	33	46	28.20	36.9	21.8	0.000720	8	200	1.005	185.493	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ27	33	44	62.00	35.1	21.8	0.000720	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ28	26	44	28.55	35.1	21.8	0.000720	8	200	1.005	176.444	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ29	26	67	162.44	55.8	21.8	0.000720	8	150	1.005	374.002	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ30	26	67	163.82	55.8	21.8	0.000720	8	150	1.005	374.002	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ31	26	52	77.99	42.3	21.8	0.000720	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ32	33	58	105.31	47.7	21.8	0.000720	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ33	26	52	104.28	42.3	21.8	0.000720	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ34	33	58	109.69	47.7	21.8	0.000720	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ35	33	72	30.32	60.3	21.8	0.000720	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ36	26	58	74.85	47.7	21.8	0.000720	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ37	33	72	150.38	60.3	21.8	0.000720	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ38	33	58	65.44	47.7	21.8	0.000720	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ39	33	62	113.44	51.3	21.8	0.000720	8	150	1.005	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ40	26	62	24.49	51.3	21.8	0.000720	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ41	26	40	21.22	31.5	21.8	0.000720	8	150	1.005	211.130	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ42	26	32	41.90	24.3	21.8	0.000720	8	100	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ43	33	40	55.92	31.5	21.8	0.000720	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ44	26	62	65.19	51.3	21.8	0.000720	8	150	1.005	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ45	26	62	40.79	51.3	21.8	0.000720	8	150	1.005	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ46	26	87	115.96	73.8	21.8	0.000720	8	150	1.005	494.648	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ48	33	62	287.87	51.3	21.8	0.000720	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ49	26	47	0.00	37.8	21.8	0.000720	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ50	33	47	0.00	37.8	21.8	0.000720	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

2ος Όροφος: Υποστυλώματα και διάτμηση δοκών.

Υπολογισμός διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων														
2ος Όροφος														
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	N_{Ed} (kN)	$M_{ed,y}$ (kN)	$M_{ed,x}$ (kN)	$A_{s,απ}$ (cm^2)	$A_{s,min}$ (cm^2)	$A_{s,max}$ (cm^2)	Οπλισμός			$A_{s,tot}$ (cm^2)	b_i (cm)	Έλεγχος b_i
Σ1	40	40	434.819	71.97	44.28	3.26	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ3	47	47	433.157	119.40	77.42	8.59	22.09	88.36	12	Φ	18	30.54	12.33	TRUE
Σ4	40	40	253.894	43.81	91.35	9.95	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ5	40	40	501.615	71.92	98.27	11.01	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ6	40	40	426.095	69.89	110.73	13.94	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ8	45	45	797.371	65.98	169.55	12.81	20.25	81	12	Φ	18	30.54	11.67	TRUE
Σ9	53	53	998.381	160.71	88.82	1.23	28.09	112.36	12	Φ	18	30.54	14.33	TRUE
Σ10	54	54	855.154	196.72	164.53	14.04	29.16	116.64	12	Φ	18	30.54	14.67	TRUE
Σ11	58	58	728.628	99.09	213.26	7.89	33.64	134.56	12	Φ	20	37.70	16.00	TRUE
Σ15	44	44	349.047	120.31	236.40	36.94	19.36	77.44	12	Φ	20	37.70	11.33	TRUE
Σ16	43	43	434.81	1.51	2.79	0.01	18.49	73.96	12	Φ	18	30.54	11.00	TRUE
Σ23	58	153	1985.751	199.66	322.69	0.01	88.74	354.96	26	Φ	22	98.83	14.30	TRUE
Σ21	51	149.5	1588.307	183.92	334.64	0.01	76.245	304.98	24	Φ	22	91.23	15.50	TRUE
Σ25	53	53	925.8	102.38	227.54	12.38	28.09	112.36	12	Φ	18	30.54	14.33	TRUE
Σ26	53	53	963.612	159.40	132.84	5.17	28.09	112.36	12	Φ	18	30.54	14.33	TRUE
Σ29	50	50	865.815	117.59	230.01	19.85	25	100	12	Φ	18	30.54	13.33	TRUE
Σ30	40	40	428.973	56.91	97.93	7.68	16	64	8	Φ	18	20.36	15.00	TRUE
Σ31	40	40	581.153	77.10	115.32	10.88	16	64	8	Φ	18	20.36	15.00	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
2ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	41.834	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ3	47	47	71.586	37.8	21.8	451.135	TRUE
Σ4	40	40	52.73	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ5	40	40	58.675	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ6	40	40	66.388	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ8	45	45	99.136	36	21.8	417.827	TRUE
Σ9	53	53	94.299	43.2	21.8	556.976	TRUE
Σ10	54	54	116.302	44.1	21.8	575.399	TRUE
Σ11	58	58	123.873	47.7	21.8	652.254	TRUE
Σ15	44	44	141.334	35.1	21.8	401.587	TRUE
Σ16	43	43	2.7878	34.2	21.8	385.673	TRUE
Σ23	58	153	183.579	133.2	21.8	2377.497	TRUE
Σ21	51	149.5	194.778	130.05	21.8	2094.771	TRUE
Σ25	53	53	132.459	43.2	21.8	556.976	TRUE
Σ26	53	53	92.741	43.2	21.8	556.976	TRUE
Σ29	50	50	133.145	40.5	21.8	502.816	TRUE
Σ30	40	40	58.524	31.5	21.8	443.150	TRUE
Σ31	40	40	69.139	31.5	21.8	443.150	TRUE

Υπολογισμός συνδετήρων ΜΗ κρίσιμων περιοχών											
2ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	41.834	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	47	47	71.586	37.8	21.8	360	8	200	2.011	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	52.73	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	58.675	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	66.388	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	45	45	99.136	36	21.8	360	8	200	2.011	361.937	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	53	53	94.299	43.2	21.8	360	8	200	2.011	434.325	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	54	54	116.302	44.1	21.8	360	8	200	2.011	443.373	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	58	58	123.873	47.7	21.8	400	8	200	2.011	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	44	44	141.334	35.1	21.8	400	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	43	43	2.7878	34.2	21.8	360	8	200	2.011	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	58	153	183.579	47.7	21.8	400	8	200	5.027	1198.917	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	51	149.5	194.778	41.4	21.8	400	8	200	4.524	936.513	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	53	53	132.459	43.2	21.8	360	8	200	2.011	434.325	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	53	53	92.741	43.2	21.8	360	8	200	2.011	434.325	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	50	50	133.145	40.5	21.8	360	8	200	2.011	407.179	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ30	40	40	58.524	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ31	40	40	69.139	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών											
2ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	41.834	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	47	47	71.586	37.8	21.8	144	8	120	2.011	633.390	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	52.73	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	58.675	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	66.388	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	45	45	99.136	36	21.8	144	8	120	2.011	603.229	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	53	53	94.299	43.2	21.8	144	8	120	2.011	723.875	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	54	54	116.302	44.1	21.8	144	8	120	2.011	738.955	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	58	58	123.873	47.7	21.8	160	8	120	2.011	799.278	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	44	44	141.334	35.1	21.8	160	8	120	2.011	588.148	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	43	43	2.7878	34.2	21.8	144	8	120	2.011	573.067	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	58	153	183.579	47.7	21.8	175	8	110	5.027	2179.850	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	51	149.5	194.778	41.4	21.8	175	8	110	4.524	1702.750	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	53	53	132.459	43.2	21.8	144	8	120	2.011	723.875	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	53	53	92.741	43.2	21.8	144	8	120	2.011	723.875	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	50	50	133.145	40.5	21.8	144	8	120	2.011	678.632	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ30	40	40	58.524	31.5	21.8	144	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ31	40	40	69.139	31.5	21.8	144	8	110	2.011	575.809	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης κρίσιμων περιοχών												
2ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	μφ	vd	εsy,d	bc (cm)	bo (cm)	ho (cm)	ωwd	α	Έλεγχος αωvd	Έλεγχος ωvd
Σ1	40	40	5.210526	0.209	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ3	47	47	5.210526	0.160	0.00217	47	29	40.2	0.409	0.499	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ4	40	40	5.210526	0.122	0.00217	40	22	33.2	0.509	0.433	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ5	40	40	5.210526	0.241	0.00217	40	22	33.2	0.509	0.433	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ6	40	40	5.210526	0.205	0.00217	40	22	33.2	0.509	0.433	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ8	45	45	5.210526	0.316	0.00217	45	27	38.2	0.433	0.483	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ9	53	53	5.210526	0.302	0.00217	53	35	46.2	0.354	0.538	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ10	54	54	5.210526	0.251	0.00217	54	36	47.2	0.347	0.543	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ11	58	58	5.210526	0.190	0.00217	58	40	51.2	0.320	0.563	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ15	44	44	5.210526	0.143	0.00217	44	26	37.2	0.446	0.474	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ16	43	43	5.210526	0.186	0.00217	43	25	36.2	0.460	0.464	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ23	58	153	5.210526	0.150	0.00217	153	41	146.2	0.261	0.710	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ21	51	149.5	5.210526	0.136	0.00217	149.5	34	142.7	0.306	0.646	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ25	53	53	5.210526	0.280	0.00217	53	35	46.2	0.354	0.538	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ26	53	53	5.210526	0.292	0.00217	53	35	46.2	0.354	0.538	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ29	50	50	5.210526	0.289	0.00217	50	32	43.2	0.379	0.520	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ30	40	40	5.210526	0.158	0.00217	40	22	33.2	0.390	0.229	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ31	40	40	5.210526	0.214	0.00217	40	23	33.2	0.407	0.261	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
2ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	119.64	42.3	21.8	331.552	TRUE
Δ2	33	47	65.05	37.8	21.8	296.281	TRUE
Δ3	33	62	221.46	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ4	33	62	97.62	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ5	33	72	192.90	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ6	33	72	256.88	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ7	33	59	115.93	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ8	33	59	119.30	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ10	33	59	149.47	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ11	33	80	205.46	67.5	21.8	529.073	TRUE
Δ13	33	58	202.32	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ15	33	58	124.86	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ14	33	58	77.05	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ16	33	72	229.64	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ17	33	72	86.65	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ18	33	56	138.15	45.9	21.8	359.770	TRUE
Δ19	26	52	101.30	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ20	33	72	148.69	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ21	26	60	111.81	49.5	21.8	305.687	TRUE
Δ22	26	54	122.24	44.1	21.8	272.339	TRUE
Δ23	26	62	135.18	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ24	26	64	212.37	53.1	21.8	327.918	TRUE
Δ25	26	32	29.75	24.3	21.8	150.064	TRUE
Δ26	33	46	92.45	36.9	21.8	289.227	TRUE
Δ27	33	44	72.45	35.1	21.8	275.118	TRUE
Δ28	26	44	71.74	35.1	21.8	216.760	TRUE
Δ29	26	67	226.51	55.8	21.8	344.592	TRUE
Δ30	26	67	210.35	55.8	21.8	344.592	TRUE
Δ31	26	52	113.05	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ32	33	58	138.31	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ33	26	52	139.17	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ34	33	58	151.92	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ35	33	72	79.53	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ36	26	58	118.90	47.7	21.8	294.571	TRUE
Δ37	33	72	207.70	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ38	33	58	109.81	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ39	33	62	178.13	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ40	26	62	126.06	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ41	26	40	43.61	31.5	21.8	194.528	TRUE
Δ42	26	32	54.78	24.3	21.8	150.064	TRUE
Δ43	33	40	80.43	31.5	21.8	246.901	TRUE
Δ44	26	62	148.12	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ45	26	62	120.63	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ46	26	87	187.23	73.8	21.8	455.751	TRUE
Δ48	33	62	315.66	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ49	26	47	0.00	37.8	21.8	233.433	TRUE
Δ50	33	47	0.00	37.8	21.8	296.281	TRUE

Αντοχή σχεδιασμού χωρίς οπλισμό διάτμησης																	
2ος Όροφος																	
Παράμετροι						Αριστερή στήριξη				Μέσο				Δεξιά στήριξη			
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	z (cm)	k	vmin (kPa)	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	42.3	1.688	0.345	113.31	0.0039	53.568	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	70.56	0.0039	53.568	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	119.64	0.0052	53.568	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ2	33	47	37.8	1.727	0.358	62.10	0.0033	49.572	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	25.95	0.0044	49.572	ΧΩΡΙΣ	65.05	0.0073	49.572	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ3	33	62	51.3	1.624	0.326	211.38	0.0053	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	198.15	0.0032	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	221.46	0.0073	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ4	33	62	51.3	1.624	0.326	97.62	0.0032	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	53.92	0.0032	61.350	ΧΩΡΙΣ	94.05	0.0032	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ5	33	72	60.3	1.576	0.312	186.61	0.0057	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	143.61	0.0028	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	192.90	0.0057	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ6	33	72	60.3	1.576	0.312	254.73	0.0071	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	217.99	0.0028	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	256.88	0.0071	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ7	33	59	48.6	1.642	0.331	115.93	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	74.06	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	101.26	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ8	33	59	48.6	1.642	0.331	118.64	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	75.27	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	119.30	0.0057	59.041	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ10	33	59	48.6	1.642	0.331	149.47	0.0057	59.041	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	112.54	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	128.04	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ11	33	80	67.5	1.544	0.302	205.46	0.0063	74.830	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	106.56	0.0025	74.830	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	200.25	0.0051	74.830	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ13	33	58	47.7	1.648	0.333	196.15	0.0044	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	179.68	0.0029	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	202.32	0.0044	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ15	33	58	47.7	1.648	0.333	112.18	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	84.06	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	124.86	0.0057	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ14	33	58	47.7	1.648	0.333	77.05	0.0046	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	40.28	0.0029	58.267	ΧΩΡΙΣ	68.66	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ16	33	72	60.3	1.576	0.312	229.64	0.0057	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	193.09	0.0035	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	209.04	0.0036	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ17	33	72	60.3	1.576	0.312	86.65	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	39.66	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	83.97	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ18	33	56	45.9	1.660	0.337	129.08	0.0048	56.712	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	105.89	0.0036	56.712	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	138.15	0.0036	56.712	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ19	26	52	42.3	1.688	0.345	97.88	0.0049	42.205	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	53.22	0.0049	42.205	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	101.30	0.0066	42.205	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ20	33	72	60.3	1.576	0.312	148.69	0.0036	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	91.56	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	65.07	0.0036	68.909	ΧΩΡΙΣ
Δ21	26	60	49.5	1.636	0.330	99.37	0.0032	47.126	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	80.98	0.0032	47.126	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	111.81	0.0032	47.126	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ22	26	54	44.1	1.673	0.341	122.24	0.0060	43.448	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	15.81	0.0040	43.448	ΧΩΡΙΣ	121.70	0.0060	43.448	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ23	26	62	51.3	1.624	0.326	110.43	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	100.77	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	135.18	0.0068	48.336	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ24	26	64	53.1	1.614	0.323	212.37	0.0050	49.540	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	182.80	0.0033	49.540	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	200.21	0.0050	49.540	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ25	26	32	24.3	1.907	0.415	29.75	0.0057	29.129	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	4.23	0.0057	29.129	ΧΩΡΙΣ	22.70	0.0057	29.129	ΧΩΡΙΣ
Δ26	33	46	36.9	1.736	0.360	92.29	0.0045	48.763	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	30.94	0.0045	48.763	ΧΩΡΙΣ	92.45	0.0045	48.763	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ27	33	44	35.1	1.755	0.366	27.10	0.0024	45.865	ΧΩΡΙΣ	60.78	0.0036	47.133	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	72.45	0.0048	47.133	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ28	26	44	35.1	1.755	0.366	71.74	0.0061	37.135	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	32.92	0.0046	37.135	ΧΩΡΙΣ	64.40	0.0046	37.135	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ29	26	67	55.8	1.599	0.318	226.51	0.0081	51.333	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	189.60	0.0037	51.333	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	198.36	0.0062	51.333	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ30	26	67	55.8	1.599	0.318	210.35	0.0062	51.333	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	185.60	0.0037	51.333	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	208.02	0.0050	51.333	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ31	26	52	42.3	1.688	0.345	113.05	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	89.91	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	97.94	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ32	33	58	47.7	1.648	0.333	138.31	0.0046	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	115.03	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	123.73	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ33	26	52	42.3	1.688	0.345	139.17	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	116.03	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	133.33	0.0062	42.205	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ34	33	58	47.7	1.648	0.333	151.30	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	138.64	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	151.92	0.0046	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ35	33	72	60.3	1.576	0.312	65.25	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	38.28	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	79.53	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ36	26	58	47.7	1.648	0.333	111.45	0.0058	45.908	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	92.15	0.0044	45.908	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	118.90	0.0044	45.908	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ37	33	72	60.3	1.576	0.312	168.89	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	188.29	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	207.70	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ38	33	58	47.7	1.648	0.333	96.85	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	81.27	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	109.81	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ39	33	62	51.3	1.624	0.326	169.28	0.0081	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	110.58	0.0027	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	178.13	0.0081	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ40	26	62	51.3	1.624	0.326	81.57	0.0031	48.336	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	24.67	0.0031	48.336	ΧΩΡΙΣ	126.06	0.0042	48.336	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ41	26	40	31.5	1.797	0.379	39.70	0.0051	34.529	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	21.37	0.0051	34.529	ΧΩΡΙΣ	43.61	0.0068	34.529	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ42	26	32	24.3	1.907	0.415	54.78	0.0066	29.129	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	43.04	0.0044	29.129	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	42.62	0.0066	29.129	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ43	33	40	31.5	1.797	0.379	75.38	0.0053	43.825	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	60.63	0.0040	43.825	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	80.43	0.0053	43.825	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ44	26	62	51.3	1.624	0.326	148.12	0.0069	48.336	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	64.49	0.0052	48.336	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	146.65	0.0069	48.336	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ45	26	62	51.3	1.624	0.326	120.63	0.0054	48.336	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	42.60	0.0041	48.336	ΧΩΡΙΣ	108.76	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ46	26	87	73.8	1.521	0.295	187.23	0.0060	62.978	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	110.72	0.0036	62.978	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	175.69	0.0036	62.978	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ48	33	62	51.3	1.624	0.326	315.66	0.0041	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	299.43	0.0041	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ	306.16	0.0041	61.350	ΠΡΟΣΟΗΚΗ
Δ49	26	47	37.8	1.727	0.358	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ
Δ50	33	47	37.8	1.727	0.358	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών												
2ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	lcr (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	$V_{Rd,s}$ (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	52	119.64	42.3	21.8	128	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ2	33	47	47	65.05	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ3	33	62	62	221.46	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ4	33	62	62	97.62	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ5	33	72	72	192.90	60.3	21.8	160	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ6	33	72	72	256.88	60.3	21.8	160	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ7	33	59	59	115.93	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ8	33	59	59	119.30	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ10	33	59	59	149.47	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ11	33	80	80	205.46	67.5	21.8	160	8	100	1.005	678.632	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ13	33	58	58	202.32	47.7	21.8	144	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ15	33	58	58	124.86	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ14	33	58	58	77.05	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ16	33	72	72	229.64	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ17	33	72	72	86.65	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ18	33	56	56	138.15	45.9	21.8	128	8	100	1.005	461.470	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ19	26	52	52	101.30	42.3	21.8	128	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ20	33	72	72	148.69	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ21	26	60	60	111.81	49.5	21.8	112	8	100	1.005	497.664	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ22	26	54	54	122.24	44.1	21.8	135	8	100	1.005	443.373	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ23	26	62	62	135.18	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ24	26	64	64	212.37	53.1	21.8	144	8	100	1.005	533.858	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ25	26	32	32	29.75	24.3	21.8	80	8	70	1.005	349.011	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ26	33	46	46	92.45	36.9	21.8	115	8	100	1.005	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ27	33	44	44	72.45	35.1	21.8	110	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ28	26	44	44	71.74	35.1	21.8	110	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ29	26	67	67	226.51	55.8	21.8	128	8	100	1.005	561.003	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ30	26	67	67	210.35	55.8	21.8	128	8	100	1.005	561.003	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ31	26	52	52	113.05	42.3	21.8	130	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ32	33	58	58	138.31	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ33	26	52	52	139.17	42.3	21.8	130	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ34	33	58	58	151.92	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ35	33	72	72	79.53	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ36	26	58	58	118.90	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ37	33	72	72	207.70	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ38	33	58	58	109.81	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ39	33	62	62	178.13	51.3	21.8	144	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ40	26	62	62	126.06	51.3	21.8	112	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ41	26	40	40	43.61	31.5	21.8	100	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ42	26	32	32	54.78	24.3	21.8	80	8	70	1.005	349.011	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ43	33	40	40	80.43	31.5	21.8	100	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ44	26	62	62	148.12	51.3	21.8	144	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ45	26	62	62	120.63	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ46	26	87	87	187.23	73.8	21.8	144	8	100	1.005	741.971	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ48	33	62	62	315.66	51.3	21.8	144	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ49	26	47	47	0.00	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ50	33	47	47	0.00	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων μη κρίσιμων περιοχών												
2ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	$ρ_{w,min}$	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	$V_{Rd,s}$ (kN)	Έλεγχος	Έλεγχος ρ
Δ1	33	52	70.56	42.3	21.8	0.0007202	8	150	1.005	283.518	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ2	33	47	25.95	37.8	21.8	0.0007202	8	150	1.005	253.356	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ3	33	62	198.15	51.3	21.8	0.0007202	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ4	33	62	53.92	51.3	21.8	0.0007202	8	130	1.005	396.739	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ5	33	72	143.61	60.3	21.8	0.0007202	8	150	1.005	404.163	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ6	33	72	217.99	60.3	21.8	0.0007202	8	150	1.005	404.163	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ7	33	59	74.06	48.6	21.8	0.0007202	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ8	33	59	75.27	48.6	21.8	0.0007202	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ10	33	59	112.54	48.6	21.8	0.0007202	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ11	33	80	106.56	67.5	21.8	0.0007202	8	200	1.005	339.316	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ13	33	58	179.68	47.7	21.8	0.0007202	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ15	33	58	84.06	47.7	21.8	0.0007202	8	130	1.005	368.898	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ14	33	58	40.28	47.7	21.8	0.0007202	8	150	1.005	319.711	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ16	33	72	193.09	60.3	21.8	0.0007202	8	150	1.005	404.163	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ17	33	72	39.66	60.3	21.8	0.0007202	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ18	33	56	105.89	45.9	21.8	0.0007202	8	100	1.005	461.470	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ19	26	52	53.22	42.3	21.8	0.0007202	8	150	1.005	283.518	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ20	33	72	91.56	60.3	21.8	0.0007202	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ21	26	60	80.98	49.5	21.8	0.0007202	8	150	1.005	331.776	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ22	26	54	15.81	44.1	21.8	0.0007202	8	200	1.005	221.687	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ23	26	62	100.77	51.3	21.8	0.0007202	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ24	26	64	182.80	53.1	21.8	0.0007202	8	100	1.005	533.858	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ25	26	32	4.23	24.3	21.8	0.0007202	8	100	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ26	33	46	30.94	36.9	21.8	0.0007202	8	200	1.005	185.493	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ27	33	44	60.78	35.1	21.8	0.0007202	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ28	26	44	32.92	35.1	21.8	0.0007202	8	200	1.005	176.444	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ29	26	67	189.60	55.8	21.8	0.0007202	8	150	1.005	374.002	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ30	26	67	185.60	55.8	21.8	0.0007202	8	150	1.005	374.002	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ31	26	52	89.91	42.3	21.8	0.0007202	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ32	33	58	115.03	47.7	21.8	0.0007202	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ33	26	52	116.03	42.3	21.8	0.0007202	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ34	33	58	138.64	47.7	21.8	0.0007202	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ35	33	72	38.28	60.3	21.8	0.0007202	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ36	26	58	92.15	47.7	21.8	0.0007202	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ37	33	72	188.29	60.3	21.8	0.0007202	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ38	33	58	81.27	47.7	21.8	0.0007202	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ39	33	62	110.58	51.3	21.8	0.0007202	8	150	1.005	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ40	26	62	24.67	51.3	21.8	0.0007202	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ41	26	40	21.37	31.5	21.8	0.0007202	8	150	1.005	211.130	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ42	26	32	43.04	24.3	21.8	0.0007202	8	100	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ43	33	40	60.63	31.5	21.8	0.0007202	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ44	26	62	64.49	51.3	21.8	0.0007202	8	150	1.005	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ45	26	62	42.60	51.3	21.8	0.0007202	8	150	1.005	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ46	26	87	110.72	73.8	21.8	0.0007202	8	150	1.005	494.648	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ48	33	62	299.43	51.3	21.8	0.0007202	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ49	26	47	0.00	37.8	21.8	0.0007202	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ50	33	47	0.00	37.8	21.8	0.0007202	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

3ος Όροφος: Υποστυλώματα και διάτμηση δοκών.

Υπολογισμός διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων														
3ος Όροφος														
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	N_{Ed} (kN)	$M_{ed,y}$ (kN)	$M_{ed,x}$ (kN)	$A_{s,απ}$ (cm^2)	$A_{s,min}$ (cm^2)	$A_{s,max}$ (cm^2)	Οπλισμός			$A_{s,tot}$ (cm^2)	b_i (cm)	Έλεγχος b_i
Σ1	40	40	266.127	61.26	38.32	4.12	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ3	41	41	171.931	82.78	60.61	11.07	16.81	67.24	12	Φ	16	24.13	10.33	TRUE
Σ4	40	40	100.69	47.85	89.92	12.99	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ5	40	40	319.435	70.92	86.20	11.23	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ6	40	40	306.036	68.00	96.48	12.77	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ8	42	42	515.752	50.55	111.50	7.92	17.64	70.56	12	Φ	16	24.13	10.67	TRUE
Σ9	51	51	726.578	139.29	67.10	2.29	26.01	104.04	12	Φ	18	30.54	13.67	TRUE
Σ10	52	52	592.68	159.58	124.64	11.2	27.04	108.16	12	Φ	18	30.54	14.00	TRUE
Σ11	55	55	486.55	88.18	166.83	8.22	30.25	121	12	Φ	20	37.70	15.00	TRUE
Σ15	40	40	123.064	112.38	174.00	35.68	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ16	40	40	318.586	1.09	2.64	0.01	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ23	55	151.5	1473.212	177.38	331.19	0.01	83.325	333.3	26	Φ	22	98.83	14.15	TRUE
Σ21	49	148.5	1131.286	163.86	332.23	10.67	72.765	291.06	24	Φ	22	91.23	15.39	TRUE
Σ25	51	51	603.912	94.78	165.06	9.92	26.01	104.04	12	Φ	18	30.54	13.67	TRUE
Σ26	52	52	695.666	152.33	107.28	7.02	27.04	108.16	12	Φ	18	30.54	14.00	TRUE
Σ29	50	50	612.153	93.88	173.10	11.81	25	100	12	Φ	18	30.54	13.33	TRUE
Σ30	40	40	322.146	53.98	91.87	8.4	16	64	8	Φ	18	20.36	15.00	TRUE
Σ31	40	40	382.103	66.73	108.07	11.36	16	64	8	Φ	18	20.36	15.00	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
3ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	37.213	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ3	41	41	48.884	32.4	21.8	354.454	TRUE
Σ4	40	40	51.463	31.5	21.8	309.762	TRUE
Σ5	40	40	51.794	31.5	21.8	309.762	TRUE
Σ6	40	40	58.244	31.5	21.8	309.762	TRUE
Σ8	42	42	66.98	33.3	21.8	369.906	TRUE
Σ9	51	51	83.183	41.4	21.8	520.557	TRUE
Σ10	52	52	96.231	42.3	21.8	538.692	TRUE
Σ11	55	55	94.115	45	21.8	594.242	TRUE
Σ15	40	40	102.568	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ16	40	40	0.889	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ23	55	151.5	160.055	131.85	21.8	2256.328	TRUE
Σ21	49	148.5	167.752	129.15	21.8	2013.533	TRUE
Σ25	51	51	96.745	41.4	21.8	520.557	TRUE
Σ26	52	52	90.469	42.3	21.8	538.692	TRUE
Σ29	50	50	103.45	40.5	21.8	502.816	TRUE
Σ30	40	40	55.04	31.5	21.8	443.150	TRUE
Σ31	40	40	64.946	31.5	21.8	443.150	TRUE

Υπολογισμός συνδετήρων ΜΗ κρίσιμων περιοχών											
3ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	37.213	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	41	41	48.884	32.4	21.8	320	8	200	2.011	325.744	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	51.463	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	51.794	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	58.244	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	42	42	66.98	33.3	21.8	320	8	200	2.011	334.792	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	51	51	83.183	41.4	21.8	360	8	200	2.011	416.228	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	52	52	96.231	42.3	21.8	360	8	200	2.011	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	55	55	94.115	45	21.8	400	8	200	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	40	40	102.568	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	0.889	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	55	151.5	160.055	45	21.8	400	8	200	5.027	1131.054	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	49	148.5	167.752	39.6	21.8	400	8	200	4.524	895.795	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	51	51	96.745	41.4	21.8	360	8	200	2.011	416.228	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	52	52	90.469	42.3	21.8	360	8	200	2.011	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	50	50	103.45	40.5	21.8	360	8	200	2.011	407.179	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ30	40	40	55.04	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ31	40	40	64.946	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών											
3ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	37.213	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	41	41	48.884	32.4	21.8	128	8	120	2.011	542.906	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	51.463	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	51.794	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	58.244	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	42	42	66.98	33.3	21.8	128	8	120	2.011	557.987	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	51	51	83.183	41.4	21.8	144	8	140	2.011	594.611	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	52	52	96.231	42.3	21.8	144	8	140	2.011	607.538	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	55	55	94.115	45	21.8	160	8	150	2.011	603.229	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	40	40	102.568	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	0.889	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	55	151.5	160.055	45	21.8	175	8	110	5.027	2056.462	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	49	148.5	167.752	39.6	21.8	175	8	110	4.524	1628.718	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	51	51	96.745	41.4	21.8	144	8	140	2.011	594.611	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	52	52	90.469	42.3	21.8	144	8	140	2.011	607.538	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	50	50	103.45	40.5	21.8	144	8	140	2.011	581.685	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ30	40	40	55.04	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ31	40	40	64.946	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης κρίσιμων περιοχών												
3ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	μφ	vd	εsy,d	bc (cm)	bo (cm)	ho (cm)	ωwd	α	Έλεγχος αωvd	Έλεγχος ωvd
Σ1	40	40	5.210526	0.128	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ3	41	41	5.210526	0.079	0.00217	41	34.2	34.2	0.330	0.556	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ4	40	40	5.210526	0.053	0.00217	40	33.2	33.2	0.369	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ5	40	40	5.210526	0.168	0.00217	40	33.2	33.2	0.369	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ6	40	40	5.210526	0.161	0.00217	40	33.2	33.2	0.369	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ8	42	42	5.210526	0.229	0.00217	42	35.2	35.2	0.324	0.562	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ9	51	51	5.210526	0.234	0.00217	51	44.2	44.2	0.237	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ10	52	52	5.210526	0.185	0.00217	52	45.2	45.2	0.233	0.577	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ11	55	55	5.210526	0.139	0.00217	55	48.2	48.2	0.208	0.575	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ15	40	40	5.210526	0.059	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ16	40	40	5.210526	0.153	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ23	55	151.5	5.210526	0.118	0.00217	151.5	48.2	144.7	0.219	0.746	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ21	49	148.5	5.210526	0.101	0.00217	148.5	42.2	141.7	0.245	0.703	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ25	51	51	5.210526	0.195	0.00217	51	44.2	44.2	0.237	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ26	52	52	5.210526	0.217	0.00217	52	45.2	45.2	0.233	0.577	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ29	50	50	5.210526	0.204	0.00217	50	43.2	43.2	0.241	0.568	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ30	40	40	5.210526	0.118	0.00217	40	33.2	33.2	0.221	0.369	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ31	40	40	5.210526	0.140	0.00217	40	33.2	33.2	0.221	0.369	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
3ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	132.10	42.3	21.8	331.552	TRUE
Δ2	33	47	63.56	37.8	21.8	296.281	TRUE
Δ3	33	62	177.31	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ4	33	62	90.07	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ5	33	72	163.33	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ6	33	72	202.03	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ7	33	59	106.69	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ8	33	59	116.50	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ10	33	59	150.75	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ11	33	80	197.65	67.5	21.8	529.073	TRUE
Δ13	33	58	132.78	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ15	33	58	78.02	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ14	33	58	34.58	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ16	33	72	166.55	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ17	33	72	119.28	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ18	33	56	105.42	45.9	21.8	359.770	TRUE
Δ19	26	52	97.09	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ20	33	72	144.09	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ21	26	60	77.52	49.5	21.8	305.687	TRUE
Δ22	26	54	124.76	44.1	21.8	272.339	TRUE
Δ23	26	62	137.02	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ24	26	64	154.03	53.1	21.8	327.918	TRUE
Δ25	26	32	36.80	24.3	21.8	150.064	TRUE
Δ26	33	46	92.86	36.9	21.8	289.227	TRUE
Δ27	33	44	69.72	35.1	21.8	275.118	TRUE
Δ28	26	44	71.22	35.1	21.8	216.760	TRUE
Δ29	26	67	224.84	55.8	21.8	344.592	TRUE
Δ30	26	67	198.56	55.8	21.8	344.592	TRUE
Δ31	26	52	139.23	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ32	33	58	89.74	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ33	26	52	117.88	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ34	33	58	145.40	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ35	33	72	76.81	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ36	26	58	109.90	47.7	21.8	294.571	TRUE
Δ37	33	72	171.03	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ38	33	58	104.31	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ39	33	62	168.13	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ40	26	62	126.04	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ41	26	40	42.83	31.5	21.8	194.528	TRUE
Δ42	26	32	52.81	24.3	21.8	150.064	TRUE
Δ43	33	40	77.49	31.5	21.8	246.901	TRUE
Δ44	26	62	139.29	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ45	26	62	120.54	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ46	26	87	176.53	73.8	21.8	455.751	TRUE
Δ48	33	62	204.71	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ49	26	47	0.00	37.8	21.8	233.433	TRUE
Δ50	33	47	0.00	37.8	21.8	296.281	TRUE

Αντοχή σχεδιασμού χωρίς οπλισμό διάτμησης																	
3ος Όροφος																	
Παράμετροι						Αριστερή στήριξη				Μέσο				Δεξιά στήριξη			
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	z (cm)	k	vmin (kPa)	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	42.3	1.688	0.345	119.48	0.0039	53.568	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	83.02	0.0039	53.568	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	132.10	0.0052	53.568	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ2	33	47	37.8	1.727	0.358	61.35	0.0033	49.572	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	24.47	0.0044	49.572	ΧΩΡΙΣ	63.56	0.0073	49.572	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ3	33	62	51.3	1.624	0.326	162.83	0.0053	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	153.99	0.0032	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	177.31	0.0073	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ4	33	62	51.3	1.624	0.326	90.07	0.0032	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	46.36	0.0032	61.350	ΧΩΡΙΣ	89.13	0.0032	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ5	33	72	60.3	1.576	0.312	152.15	0.0057	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	114.03	0.0028	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	163.33	0.0057	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ6	33	72	60.3	1.576	0.312	202.03	0.0071	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	163.14	0.0028	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	199.81	0.0071	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ7	33	59	48.6	1.642	0.331	106.69	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	64.83	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	91.27	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ8	33	59	48.6	1.642	0.331	114.17	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	72.46	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	116.50	0.0057	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ10	33	59	48.6	1.642	0.331	150.75	0.0057	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	113.83	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	122.69	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ11	33	80	67.5	1.544	0.302	197.65	0.0063	74.830	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	98.75	0.0025	74.830	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	191.98	0.0051	74.830	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ13	33	58	47.7	1.648	0.333	128.23	0.0044	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	123.39	0.0029	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	132.78	0.0044	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ15	33	58	47.7	1.648	0.333	67.96	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	58.51	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	78.02	0.0057	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ14	33	58	47.7	1.648	0.333	34.58	0.0046	58.267	ΧΩΡΙΣ	14.31	0.0029	58.267	ΧΩΡΙΣ	32.33	0.0034	58.267	ΧΩΡΙΣ
Δ16	33	72	60.3	1.576	0.312	166.55	0.0057	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	146.28	0.0035	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	137.93	0.0036	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ17	33	72	60.3	1.576	0.312	119.28	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	42.85	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	116.74	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ18	33	56	45.9	1.660	0.337	95.71	0.0048	56.712	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	79.96	0.0036	56.712	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	105.42	0.0036	56.712	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ19	26	52	42.3	1.688	0.345	93.28	0.0049	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	49.00	0.0049	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	97.09	0.0066	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ20	33	72	60.3	1.576	0.312	144.09	0.0036	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	87.44	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	135.43	0.0036	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ21	26	60	49.5	1.636	0.330	68.12	0.0032	47.126	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	53.55	0.0032	47.126	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	77.52	0.0032	47.126	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ22	26	54	44.1	1.673	0.341	124.76	0.0060	43.448	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	16.82	0.0040	43.448	ΧΩΡΙΣ	119.18	0.0060	43.448	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ23	26	62	51.3	1.624	0.326	111.72	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	103.36	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	137.02	0.0068	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ24	26	64	53.1	1.614	0.323	154.03	0.0050	49.540	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	131.46	0.0033	49.540	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	142.39	0.0050	49.540	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ25	26	32	24.3	1.907	0.415	36.80	0.0057	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	5.05	0.0057	29.129	ΧΩΡΙΣ	28.62	0.0057	29.129	ΧΩΡΙΣ
Δ26	33	46	36.9	1.736	0.360	92.86	0.0045	48.763	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	29.98	0.0045	48.763	ΧΩΡΙΣ	91.87	0.0045	48.763	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ27	33	44	35.1	1.755	0.366	25.45	0.0024	45.865	ΧΩΡΙΣ	58.04	0.0036	47.133	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	69.72	0.0048	47.133	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ28	26	44	35.1	1.755	0.366	71.22	0.0061	37.135	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	32.40	0.0046	37.135	ΧΩΡΙΣ	62.77	0.0046	37.135	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ29	26	67	55.8	1.599	0.318	224.84	0.0081	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	188.95	0.0037	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	192.33	0.0062	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ30	26	67	55.8	1.599	0.318	198.56	0.0062	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	173.81	0.0037	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	195.32	0.0050	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ31	26	52	42.3	1.688	0.345	139.23	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	111.07	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	111.29	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ32	33	58	47.7	1.648	0.333	89.74	0.0046	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	71.76	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	80.35	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ33	26	52	42.3	1.688	0.345	117.88	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	94.74	0.0042	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	104.92	0.0062	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ34	33	58	47.7	1.648	0.333	145.40	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	116.74	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	144.69	0.0046	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ35	33	72	60.3	1.576	0.312	65.55	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	35.56	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	76.81	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ36	26	58	47.7	1.648	0.333	98.11	0.0058	45.908	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	77.03	0.0044	45.908	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	109.90	0.0044	45.908	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ37	33	72	60.3	1.576	0.312	132.22	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	151.62	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	171.03	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ38	33	58	47.7	1.648	0.333	91.78	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	69.51	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	104.31	0.0034	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ39	33	62	51.3	1.624	0.326	157.31	0.0081	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	100.58	0.0027	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	168.13	0.0081	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ40	26	62	51.3	1.624	0.326	81.59	0.0031	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	24.05	0.0031	48.336	ΧΩΡΙΣ	126.04	0.0042	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ41	26	40	31.5	1.797	0.379	38.35	0.0051	34.529	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	20.59	0.0051	34.529	ΧΩΡΙΣ	42.83	0.0068	34.529	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ42	26	32	24.3	1.907	0.415	52.81	0.0066	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	41.07	0.0044	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	40.00	0.0066	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ43	33	40	31.5	1.797	0.379	75.20	0.0053	43.825	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	57.70	0.0040	43.825	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	77.49	0.0053	43.825	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ44	26	62	51.3	1.624	0.326	139.29	0.0069	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	55.65	0.0052	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	133.77	0.0069	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ45	26	62	51.3	1.624	0.326	120.54	0.0054	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	38.25	0.0041	48.336	ΧΩΡΙΣ	108.85	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ46	26	87	73.8	1.521	0.295	176.53	0.0060	62.978	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	100.02	0.0036	62.978	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	167.51	0.0036	62.978	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ48	33	62	51.3	1.624	0.326	204.71	0.0041	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	198.27	0.0041	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	197.08	0.0041	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ49	26	47	37.8	1.727	0.358	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ
Δ50	33	47	37.8	1.727	0.358	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών												
3ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	lcr (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	52	132.10	42.3	21.8	128	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ2	33	47	47	63.56	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ3	33	62	62	177.31	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ4	33	62	62	90.07	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ5	33	72	72	163.33	60.3	21.8	160	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ6	33	72	72	202.03	60.3	21.8	160	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ7	33	59	59	106.69	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ8	33	59	59	116.50	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ10	33	59	59	150.75	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ11	33	80	80	197.65	67.5	21.8	160	8	100	1.005	678.632	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ13	33	58	58	132.78	47.7	21.8	144	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ15	33	58	58	78.02	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ14	33	58	58	34.58	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ16	33	72	72	166.55	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ17	33	72	72	119.28	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ18	33	56	56	105.42	45.9	21.8	128	8	100	1.005	461.470	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ19	26	52	52	97.09	42.3	21.8	128	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ20	33	72	72	144.09	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ21	26	60	60	77.52	49.5	21.8	112	8	100	1.005	497.664	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ22	26	54	54	124.76	44.1	21.8	135	8	100	1.005	443.373	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ23	26	62	62	137.02	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ24	26	64	64	154.03	53.1	21.8	144	8	100	1.005	533.858	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ25	26	32	32	36.80	24.3	21.8	80	8	70	1.005	349.011	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ26	33	46	46	92.86	36.9	21.8	115	8	100	1.005	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ27	33	44	44	69.72	35.1	21.8	110	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ28	26	44	44	71.22	35.1	21.8	110	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ29	26	67	67	224.84	55.8	21.8	128	8	100	1.005	561.003	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ30	26	67	67	198.56	55.8	21.8	128	8	100	1.005	561.003	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ31	26	52	52	139.23	42.3	21.8	130	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ32	33	58	58	89.74	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ33	26	52	52	117.88	42.3	21.8	130	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ34	33	58	58	145.40	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ35	33	72	72	76.81	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ36	26	58	58	109.90	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ37	33	72	72	171.03	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ38	33	58	58	104.31	47.7	21.8	128	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ39	33	62	62	168.13	51.3	21.8	144	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ40	26	62	62	126.04	51.3	21.8	112	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ41	26	40	40	42.83	31.5	21.8	100	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ42	26	32	32	52.81	24.3	21.8	80	8	70	1.005	349.011	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ43	33	40	40	77.49	31.5	21.8	100	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ44	26	62	62	139.29	51.3	21.8	144	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ45	26	62	62	120.54	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ46	26	87	87	176.53	73.8	21.8	144	8	100	1.005	741.971	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ48	33	62	62	204.71	51.3	21.8	144	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ49	26	47	47	0.00	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ50	33	47	47	0.00	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων μη κρίσιμων περιοχών												
3ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	ρw,min	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος	Έλεγχος ρ
Δ1	33	52	83.02	42.3	21.8	0.00072	8	150	1.005	283.518	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ2	33	47	24.47	37.8	21.8	0.00072	8	150	1.005	253.356	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ3	33	62	153.99	51.3	21.8	0.00072	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ4	33	62	46.36	51.3	21.8	0.00072	8	130	1.005	396.739	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ5	33	72	114.03	60.3	21.8	0.00072	8	150	1.005	404.163	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ6	33	72	163.14	60.3	21.8	0.00072	8	150	1.005	404.163	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ7	33	59	64.83	48.6	21.8	0.00072	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ8	33	59	72.46	48.6	21.8	0.00072	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ10	33	59	113.83	48.6	21.8	0.00072	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ11	33	80	98.75	67.5	21.8	0.00072	8	200	1.005	339.316	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ13	33	58	123.39	47.7	21.8	0.00072	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ15	33	58	58.51	47.7	21.8	0.00072	8	130	1.005	368.898	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ14	33	58	14.31	47.7	21.8	0.00072	8	150	1.005	319.711	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ16	33	72	146.28	60.3	21.8	0.00072	8	150	1.005	404.163	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ17	33	72	42.85	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ18	33	56	79.96	45.9	21.8	0.00072	8	100	1.005	461.470	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ19	26	52	49.00	42.3	21.8	0.00072	8	150	1.005	283.518	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ20	33	72	87.44	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ21	26	60	53.55	49.5	21.8	0.00072	8	150	1.005	331.776	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ22	26	54	16.82	44.1	21.8	0.00072	8	200	1.005	221.687	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ23	26	62	103.36	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ24	26	64	131.46	53.1	21.8	0.00072	8	100	1.005	533.858	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ25	26	32	5.05	24.3	21.8	0.00072	8	100	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ26	33	46	29.98	36.9	21.8	0.00072	8	200	1.005	185.493	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ27	33	44	58.04	35.1	21.8	0.00072	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ28	26	44	32.40	35.1	21.8	0.00072	8	200	1.005	176.444	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ29	26	67	188.95	55.8	21.8	0.00072	8	150	1.005	374.002	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ30	26	67	173.81	55.8	21.8	0.00072	8	150	1.005	374.002	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ31	26	52	111.07	42.3	21.8	0.00072	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ32	33	58	71.76	47.7	21.8	0.00072	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ33	26	52	94.74	42.3	21.8	0.00072	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ34	33	58	116.74	47.7	21.8	0.00072	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ35	33	72	35.56	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ36	26	58	77.03	47.7	21.8	0.00072	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ37	33	72	151.62	60.3	21.8	0.00072	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ38	33	58	69.51	47.7	21.8	0.00072	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ39	33	62	100.58	51.3	21.8	0.00072	8	150	1.005	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ40	26	62	24.05	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ41	26	40	20.59	31.5	21.8	0.00072	8	150	1.005	211.130	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ42	26	32	41.07	24.3	21.8	0.00072	8	100	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ43	33	40	57.70	31.5	21.8	0.00072	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ44	26	62	55.65	51.3	21.8	0.00072	8	150	1.005	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ45	26	62	38.25	51.3	21.8	0.00072	8	150	1.005	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ46	26	87	100.02	73.8	21.8	0.00072	8	150	1.005	494.648	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ48	33	62	198.27	51.3	21.8	0.00072	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ49	26	47	0.00	37.8	21.8	0.00072	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ50	33	47	0.00	37.8	21.8	0.00072	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

4ος Όροφος: Υποστυλώματα και διάτμηση δοκών.

Υπολογισμός διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων														
4ος Όροφος														
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	N_{Ed} (kN)	$M_{ed,y}$ (kN)	$M_{ed,x}$ (kN)	$A_{s,απ}$ (cm^2)	$A_{s,min}$ (cm^2)	$A_{s,max}$ (cm^2)	Οπλισμός			$A_{s,tot}$ (cm^2)	b_i (cm)	Έλεγχος b_i
Σ1	40	40	90.695	71.92	45.63	10.15	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ2	40	40	119.032	87.60	89.31	17.47	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ5	40	40	112.313	83.58	88.18	16.81	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ6	40	40	133.864	81.60	87.27	16.02	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ8	42	42	283.43	55.36	96.98	9.86	17.64	70.56	12	Φ	16	24.13	10.67	TRUE
Σ9	46	46	462.963	127.29	54.83	8.12	21.16	84.64	12	Φ	16	24.13	12.00	TRUE
Σ10	52	52	315.856	158.11	127.19	15.91	27.04	108.16	12	Φ	18	30.54	14.00	TRUE
Σ11	45	45	278.423	59.78	90.70	7.36	20.25	81	12	Φ	16	24.13	11.67	TRUE
Σ16	40	40	190.14	1.20	3.10	0.01	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ23	51	149.5	959.429	168.47	291.21	8	76.245	304.98	26	Φ	20	81.68	13.95	TRUE
Σ21	45	146.5	697.206	134.50	304.68	20.88	65.925	263.7	24	Φ	20	75.40	15.17	TRUE
Σ25	45	45	339.669	69.28	99.40	8.25	20.25	81	12	Φ	16	24.13	11.67	TRUE
Σ26	46	46	433.889	116.42	82.44	9.53	21.16	84.64	12	Φ	16	24.13	12.00	TRUE
Σ29	48	48	367.367	105.16	193.36	21.67	23.04	92.16	12	Φ	16	24.13	12.67	TRUE
Σ30	35	35	199.708	17.81	55.58	4.94	12.25	49	8	Φ	16	16.08	12.50	TRUE
Σ31	35	35	228.416	51.74	65.13	9.9	12.25	49	8	Φ	16	16.08	12.50	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
4ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	43.145	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ2	40	40	49.757	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ5	40	40	52.35	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ6	40	40	52.674	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ8	42	42	58.064	33.3	21.8	369.906	TRUE
Σ9	46	46	75.161	36.9	21.8	434.407	TRUE
Σ10	52	52	91.651	42.3	21.8	538.692	TRUE
Σ11	45	45	52.983	36	21.8	417.827	TRUE
Σ16	40	40	3.089	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ23	51	149.5	128.285	130.05	21.8	2094.771	TRUE
Σ21	45	146.5	150.315	127.35	21.8	1850.265	TRUE
Σ25	45	45	59.28	36	21.8	417.827	TRUE
Σ26	46	46	68.435	36.9	21.8	434.407	TRUE
Σ29	48	48	112.533	38.7	21.8	468.001	TRUE
Σ30	35	35	33.457	27	21.8	332.362	TRUE
Σ31	35	35	39.189	27	21.8	332.362	TRUE

Υπολογισμός συνδετήρων MH κρίσιμων περιοχών											
4ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	43.145	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ2	40	40	49.757	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	52.35	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	52.674	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	42	42	58.064	33.3	21.8	320	8	200	2.011	334.792	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	46	46	75.161	36.9	21.8	320	8	200	2.011	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	52	52	91.651	42.3	21.8	360	8	200	2.011	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	45	45	52.983	36	21.8	320	8	200	2.011	361.937	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	3.089	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	51	149.5	128.285	41.4	21.8	400	8	200	5.027	1040.570	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	45	146.5	150.315	36	21.8	400	8	200	4.524	814.359	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	45	45	59.28	36	21.8	320	8	200	2.011	361.937	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	46	46	68.435	36.9	21.8	320	8	200	2.011	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	48	48	112.533	38.7	21.8	320	8	200	2.011	389.083	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ30	35	35	33.457	27	21.8	320	8	200	2.011	271.453	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ31	35	35	39.189	27	21.8	320	8	200	2.011	271.453	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών											
4ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	43.145	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ2	40	40	49.757	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	52.35	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	52.674	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	42	42	58.064	33.3	21.8	128	8	120	2.011	557.987	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	46	46	75.161	36.9	21.8	128	8	120	2.011	618.310	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	52	52	91.651	42.3	21.8	144	8	140	2.011	607.538	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	45	45	52.983	36	21.8	128	8	120	2.011	603.229	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	3.089	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	51	149.5	128.285	41.4	21.8	160	8	120	5.027	1734.283	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	45	146.5	150.315	36	21.8	160	8	120	4.524	1357.265	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	45	45	59.28	36	21.8	128	8	120	2.011	603.229	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	46	46	68.435	36.9	21.8	128	8	120	2.011	618.310	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	48	48	112.533	38.7	21.8	128	8	120	2.011	648.471	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ30	35	35	33.457	27	21.8	128	8	120	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ31	35	35	39.189	27	21.8	128	8	120	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης κρίσιμων περιοχών												
4ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	μφ	vd	εsy,d	bc (cm)	bo (cm)	ho (cm)	ωwd	α	Έλεγχος αωνd	Έλεγχος ωνd
Σ1	40	40	5.211	0.044	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ2	40	40	5.211	0.057	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ5	40	40	5.211	0.054	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ6	40	40	5.211	0.064	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ8	42	42	5.211	0.126	0.00217	42	35.2	35.2	0.324	0.562	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ9	46	46	5.211	0.177	0.00217	46	39.2	39.2	0.300	0.583	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ10	52	52	5.211	0.099	0.00217	52	45.2	45.2	0.233	0.577	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ11	45	45	5.211	0.110	0.00217	45	38.2	38.2	0.306	0.578	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ16	40	40	5.211	0.091	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ23	51	149.5	5.211	0.082	0.00217	149.5	44.2	142.7	0.216	0.717	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ21	45	146.5	5.211	0.068	0.00217	146.5	38.2	139.7	0.244	0.668	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ25	45	45	5.211	0.135	0.00217	45	38.2	38.2	0.306	0.578	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ26	46	46	5.211	0.166	0.00217	46	39.2	39.2	0.300	0.583	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ29	48	48	5.211	0.131	0.00217	48	41.2	41.2	0.290	0.592	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ30	35	35	5.211	0.096	0.00217	35	28.2	28.2	0.304	0.376	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ31	35	35	5.211	0.110	0.00217	35	28.2	28.2	0.304	0.376	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
4ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	58.44	42.3	21.8	331.552	TRUE
Δ2	33	47	34.47	37.8	21.8	296.281	TRUE
Δ3	33	62	147.97	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ4	33	62	85.34	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ5	33	72	134.46	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ6	33	72	153.69	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ7	33	59	91.81	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ8	33	59	105.88	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ10	33	59	136.89	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ11	33	80	183.06	67.5	21.8	529.073	TRUE
Δ17	33	72	48.30	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ19	26	52	105.22	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ20	33	72	164.61	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ22	26	54	126.80	44.1	21.8	272.339	TRUE
Δ23	26	62	138.14	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ25	26	32	25.91	24.3	21.8	150.064	TRUE
Δ26	33	46	94.10	36.9	21.8	289.227	TRUE
Δ27	33	44	66.63	35.1	21.8	275.118	TRUE
Δ28	26	44	70.31	35.1	21.8	216.760	TRUE
Δ29	26	67	212.24	55.8	21.8	344.592	TRUE
Δ30	26	67	184.65	55.8	21.8	344.592	TRUE
Δ31	26	52	67.82	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ33	26	52	74.55	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ34	33	58	108.15	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ35	33	72	69.62	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ36	26	58	86.37	47.7	21.8	294.571	TRUE
Δ37	33	72	154.89	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ38	33	58	82.39	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ39	33	62	152.83	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ40	26	62	126.14	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ41	26	40	42.06	31.5	21.8	194.528	TRUE
Δ42	26	32	50.03	24.3	21.8	150.064	TRUE
Δ43	33	40	73.96	31.5	21.8	246.901	TRUE
Δ44	26	62	139.53	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ45	26	62	119.35	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ46	26	87	164.19	73.8	21.8	455.751	TRUE
Δ49	26	47	0.00	37.8	21.8	233.433	TRUE
Δ50	33	47	0.00	37.8	21.8	296.281	TRUE

Αντοχή σχεδιασμού χωρίς οπλισμό διάτμησης																	
4ος Όροφος																	
Παράμετροι						Αριστερή στήριξη				Μέσο				Δεξιά στήριξη			
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	z (cm)	k	vmin (kPa)	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	42.3	1.688	0.345	56.41	0.0030	53.568	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	41.96	0.0030	53.568	ΧΩΡΙΣ	58.44	0.0030	53.568	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ2	33	47	37.8	1.727	0.358	33.81	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ	17.14	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ	34.47	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ
Δ3	33	62	51.3	1.624	0.326	118.87	0.0025	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	124.66	0.0025	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	147.97	0.0049	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ4	33	62	51.3	1.624	0.326	83.47	0.0032	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	41.63	0.0032	61.350	ΧΩΡΙΣ	85.34	0.0043	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ5	33	72	60.3	1.576	0.312	119.14	0.0035	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	85.17	0.0035	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	134.46	0.0046	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ6	33	72	60.3	1.576	0.312	153.69	0.0036	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	114.80	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	146.14	0.0036	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ7	33	59	48.6	1.642	0.331	91.81	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	49.94	0.0029	59.041	ΧΩΡΙΣ	75.68	0.0029	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ8	33	59	48.6	1.642	0.331	101.37	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	61.84	0.0029	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	105.88	0.0057	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ10	33	59	48.6	1.642	0.331	136.89	0.0057	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	99.96	0.0029	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	104.07	0.0043	59.041	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ11	33	80	67.5	1.544	0.302	183.06	0.0051	74.830	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	84.16	0.0031	74.830	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	171.93	0.0041	74.830	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ17	33	72	60.3	1.576	0.312	48.30	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	26.16	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	47.08	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ
Δ19	26	52	42.3	1.688	0.345	97.45	0.0049	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	47.09	0.0049	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	105.22	0.0049	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ20	33	72	60.3	1.576	0.312	164.61	0.0041	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	97.90	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	158.86	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ22	26	54	44.1	1.673	0.341	126.80	0.0063	43.448	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	18.45	0.0047	43.448	ΧΩΡΙΣ	117.14	0.0063	43.448	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ23	26	62	51.3	1.624	0.326	113.08	0.0054	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	104.48	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	138.14	0.0069	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ25	26	32	24.3	1.907	0.415	25.91	0.0066	29.129	ΧΩΡΙΣ	3.44	0.0066	29.129	ΧΩΡΙΣ	20.15	0.0066	29.129	ΧΩΡΙΣ
Δ26	33	46	36.9	1.736	0.360	94.10	0.0046	48.763	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	28.74	0.0034	48.763	ΧΩΡΙΣ	90.63	0.0046	48.763	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ27	33	44	35.1	1.755	0.366	24.69	0.0036	47.133	ΧΩΡΙΣ	54.95	0.0036	47.133	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	66.63	0.0048	47.133	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ28	26	44	35.1	1.755	0.366	70.31	0.0061	37.135	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	31.48	0.0046	37.135	ΧΩΡΙΣ	61.10	0.0061	37.135	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ29	26	67	55.8	1.599	0.318	212.24	0.0078	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	175.33	0.0039	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	177.87	0.0078	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ30	26	67	55.8	1.599	0.318	184.65	0.0058	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	159.90	0.0039	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	178.40	0.0058	51.333	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ31	26	52	42.3	1.688	0.345	67.82	0.0038	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	55.48	0.0038	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	56.10	0.0038	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ33	26	52	42.3	1.688	0.345	74.55	0.0038	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	56.47	0.0038	42.205	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	38.38	0.0038	42.205	ΧΩΡΙΣ
Δ34	33	58	47.7	1.648	0.333	108.15	0.0026	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	100.15	0.0026	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	100.21	0.0035	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ35	33	72	60.3	1.576	0.312	59.96	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	28.65	0.0027	68.909	ΧΩΡΙΣ	69.62	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ36	26	58	47.7	1.648	0.333	69.19	0.0045	45.908	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	64.41	0.0034	45.908	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	86.37	0.0034	45.908	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ37	33	72	60.3	1.576	0.312	116.37	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	135.63	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	154.89	0.0027	68.909	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ38	33	58	47.7	1.648	0.333	65.73	0.0026	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	58.88	0.0026	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	82.39	0.0026	58.267	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ39	33	62	51.3	1.624	0.326	140.87	0.0050	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	85.28	0.0033	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	152.83	0.0067	61.350	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ40	26	62	51.3	1.624	0.326	81.49	0.0031	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	23.63	0.0031	48.336	ΧΩΡΙΣ	126.14	0.0042	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ41	26	40	31.5	1.797	0.379	36.58	0.0051	34.529	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	19.82	0.0034	34.529	ΧΩΡΙΣ	42.06	0.0051	34.529	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ42	26	32	24.3	1.907	0.415	50.03	0.0044	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	38.30	0.0044	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	37.23	0.0044	29.129	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ43	33	40	31.5	1.797	0.379	72.61	0.0040	43.825	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	54.17	0.0040	43.825	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	73.96	0.0040	43.825	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ44	26	62	51.3	1.624	0.326	139.53	0.0052	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	44.96	0.0034	48.336	ΧΩΡΙΣ	124.91	0.0052	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ45	26	62	51.3	1.624	0.326	119.35	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	34.01	0.0027	48.336	ΧΩΡΙΣ	110.04	0.0041	48.336	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ46	26	87	73.8	1.521	0.295	164.19	0.0044	62.978	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	87.68	0.0029	62.978	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	160.12	0.0044	62.978	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ49	26	47	37.8	1.727	0.358	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0028	39.057	ΧΩΡΙΣ
Δ50	33	47	37.8	1.727	0.358	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0033	49.572	ΧΩΡΙΣ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών												
4ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	lcr (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$s_{w,τελ}$ (cm^2)	$V_{Rd,s}$ (kN)	Έλεγχος
Δ1	33	52	52	58.44	42.3	21.8	112	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ2	33	47	47	34.47	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ3	33	62	62	147.97	51.3	21.8	112	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ4	33	62	62	85.34	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ5	33	72	72	134.46	60.3	21.8	144	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ6	33	72	72	153.69	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ7	33	59	59	91.81	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ8	33	59	59	105.88	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ10	33	59	59	136.89	48.6	21.8	144	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ11	33	80	80	183.06	67.5	21.8	144	8	100	1.005	678.632	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ17	33	72	72	48.30	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ19	26	52	52	105.22	42.3	21.8	128	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ20	33	72	72	164.61	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ22	26	54	54	126.80	44.1	21.8	128	8	100	1.005	443.373	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ23	26	62	62	138.14	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ25	26	32	32	25.91	24.3	21.8	80	8	70	1.005	349.011	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ26	33	46	46	94.10	36.9	21.8	112	8	100	1.005	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ27	33	44	44	66.63	35.1	21.8	110	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ28	26	44	44	70.31	35.1	21.8	110	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ29	26	67	67	212.24	55.8	21.8	160	8	100	1.005	561.003	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ30	26	67	67	184.65	55.8	21.8	160	8	100	1.005	561.003	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ31	26	52	52	67.82	42.3	21.8	112	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ33	26	52	52	74.55	42.3	21.8	112	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ34	33	58	58	108.15	47.7	21.8	112	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ35	33	72	72	69.62	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ36	26	58	58	86.37	47.7	21.8	112	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ37	33	72	72	154.89	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ38	33	58	58	82.39	47.7	21.8	112	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ39	33	62	62	152.83	51.3	21.8	155	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ40	26	62	62	126.14	51.3	21.8	112	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ41	26	40	40	42.06	31.5	21.8	100	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ42	26	32	32	50.03	24.3	21.8	80	8	70	1.005	349.011	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ43	33	40	40	73.96	31.5	21.8	100	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ44	26	62	62	139.53	51.3	21.8	144	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ45	26	62	62	119.35	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ46	26	87	87	164.19	73.8	21.8	160	8	100	1.005	741.971	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ49	26	47	47	0.00	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ50	33	47	47	0.00	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων μη κρίσιμων περιοχών												
4ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	ρw,min	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	$V_{Rd,s}$ (kN)	Έλεγχος	Έλεγχος ρ
Δ1	33	52	41.96	42.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	212.638	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ2	33	47	17.14	37.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	190.017	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ3	33	62	124.66	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ4	33	62	41.63	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ5	33	72	85.17	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ6	33	72	114.80	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ7	33	59	49.94	48.6	21.8	0.00072	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ8	33	59	61.84	48.6	21.8	0.00072	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ10	33	59	99.96	48.6	21.8	0.00072	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ11	33	80	84.16	67.5	21.8	0.00072	8	200	1.005	339.316	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ17	33	72	26.16	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ19	26	52	47.09	42.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	212.638	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ20	33	72	97.90	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ22	26	54	18.45	44.1	21.8	0.00072	8	200	1.005	221.687	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ23	26	62	104.48	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ25	26	32	3.44	24.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	122.154	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ26	33	46	28.74	36.9	21.8	0.00072	8	200	1.005	185.493	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ27	33	44	54.95	35.1	21.8	0.00072	8	200	1.005	176.444	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ28	26	44	31.48	35.1	21.8	0.00072	8	200	1.005	176.444	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ29	26	67	175.33	55.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	280.501	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ30	26	67	159.90	55.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	280.501	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ31	26	52	55.48	42.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	212.638	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ33	26	52	56.47	42.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	212.638	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ34	33	58	100.15	47.7	21.8	0.00072	8	200	1.005	239.783	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ35	33	72	28.65	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ36	26	58	64.41	47.7	21.8	0.00072	8	200	1.005	239.783	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ37	33	72	135.63	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ38	33	58	58.88	47.7	21.8	0.00072	8	200	1.005	239.783	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ39	33	62	85.28	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ40	26	62	23.63	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ41	26	40	19.82	31.5	21.8	0.00072	8	200	1.005	158.348	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ42	26	32	38.30	24.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	122.154	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ43	33	40	54.17	31.5	21.8	0.00072	8	200	1.005	158.348	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ44	26	62	44.96	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ45	26	62	34.01	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ46	26	87	87.68	73.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ49	26	47	0.00	37.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	190.017	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ50	33	47	0.00	37.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	190.017	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

5ος Όροφος: Υποστυλώματα και διάτμηση δοκών.

Υπολογισμός διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων														
5ος Όροφος														
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	N_{Ed} (kN)	$M_{ed,y}$ (kN)	$M_{ed,x}$ (kN)	$A_{s,απ}$ (cm^2)	$A_{s,min}$ (cm^2)	$A_{s,max}$ (cm^2)	Οπλισμός			$A_{s,tot}$ (cm^2)	b_i (cm)	Έλεγχος b_i
Σ8	40	40	103	55.28	65.37	9.86	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ9	43	43	175.529	121.87	14.20	12.84	18.49	73.96	12	Φ	16	24.13	11.00	TRUE
Σ10	47	47	123.361	125.90	75.60	15.12	22.09	88.36	12	Φ	16	24.13	12.33	TRUE
Σ11	44	44	109.53	71.46	90.52	12.39	19.36	77.44	12	Φ	16	24.13	11.33	TRUE
Σ16	40	40	82.696	1.11	2.36	0.01	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ23	44	146	448.602	177.16	260.26	21.82	64.24	256.96	26	Φ	18	66.16	13.60	TRUE
Σ21	40	144	295.462	162.20	329.99	34.85	57.6	230.4	24	Φ	18	61.07	14.89	TRUE
Σ25	43	43	131.611	72.46	80.00	11.34	18.49	73.96	12	Φ	16	24.13	11.00	TRUE
Σ26	40	40	184.745	88.56	64.91	13.04	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ29	44	44	151.768	70.28	100.90	12.93	19.36	77.44	12	Φ	16	24.13	11.33	TRUE
Σ30	35	35	88.503	4.93	53.97	6.67	12.25	49	8	Φ	16	16.08	12.50	TRUE
Σ31	35	35	95.312	61.25	62.65	13.5	12.25	49	8	Φ	16	16.08	12.50	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
5ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Σ8	40	40	39.065	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ9	43	43	72.051	34.2	21.8	385.673	TRUE
Σ10	47	47	71.572	37.8	21.8	451.135	TRUE
Σ11	44	44	52.283	35.1	21.8	401.587	TRUE
Σ16	40	40	0.836	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ23	44	146	101.041	126.9	21.8	1807.337	TRUE
Σ21	40	144	146.756	125.1	21.8	1619.728	TRUE
Σ25	43	43	46.662	34.2	21.8	385.673	TRUE
Σ26	40	40	51.343	31.5	21.8	339.305	TRUE
Σ29	44	44	55.564	35.1	21.8	401.587	TRUE
Σ30	35	35	32.365	27	21.8	332.362	TRUE
Σ31	35	35	37.698	27	21.8	332.362	TRUE

Υπολογισμός συνδετήρων ΜΗ κρίσιμων περιοχών											
5ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ8	40	40	39.065	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	43	43	72.051	34.2	21.8	320	8	200	2.011	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	47	47	71.572	37.8	21.8	320	8	200	2.011	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	44	44	52.283	35.1	21.8	320	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	0.836	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	44	146	101.041	35.1	21.8	360	8	200	5.027	882.222	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	40	144	146.756	31.5	21.8	360	8	200	4.524	712.564	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	43	43	46.662	34.2	21.8	320	8	200	2.011	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	40	40	51.343	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	44	44	55.564	35.1	21.8	320	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ30	35	35	32.365	27	21.8	320	8	200	2.011	271.453	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ31	35	35	37.698	27	21.8	320	8	200	2.011	271.453	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών											
5ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ8	40	40	39.065	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	43	43	72.051	34.2	21.8	128	8	120	2.011	573.067	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	47	47	71.572	37.8	21.8	128	8	120	2.011	633.390	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	44	44	52.283	35.1	21.8	128	8	120	2.011	588.148	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	0.836	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	44	146	101.041	35.1	21.8	144	8	120	5.027	1470.370	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	40	144	146.756	31.5	21.8	144	8	120	4.524	1187.607	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	43	43	46.662	34.2	21.8	128	8	120	2.011	573.067	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	40	40	51.343	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	44	44	55.564	35.1	21.8	128	8	120	2.011	588.148	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ30	35	35	32.365	27	21.8	128	8	120	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ31	35	35	37.698	27	21.8	128	8	120	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης κρίσιμων περιοχών												
5ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	μφ	νd	εsy,d	bc (cm)	bo (cm)	ho (cm)	ωwd	α	Έλεγχος αωνd	Έλεγχος ωνd
Σ8	40	40	5.211	0.049	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ9	43	43	5.211	0.075	0.00217	43	36.2	36.2	0.318	0.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ10	47	47	5.211	0.045	0.00217	47	40.2	40.2	0.295	0.588	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ11	44	44	5.211	0.045	0.00217	44	37.2	37.2	0.312	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ16	40	40	5.211	0.040	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ23	44	146	5.211	0.045	0.00217	146	37.2	139.2	0.250	0.678	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ21	40	144	5.211	0.033	0.00217	144	33.2	137.2	0.280	0.631	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ25	43	43	5.211	0.056	0.00217	43	36.2	36.2	0.318	0.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ26	40	40	5.211	0.089	0.00217	40	33.2	33.2	0.337	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ29	44	44	5.211	0.062	0.00217	44	37.2	37.2	0.312	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ30	35	35	5.211	0.042	0.00217	35	28.2	28.2	0.304	0.376	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ31	35	35	5.211	0.046	0.00217	35	28.2	28.2	0.304	0.376	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
5ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Δ3	33	62	98.34	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ4	33	62	53.14	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ5	33	72	89.97	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ6	33	72	96.27	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ7	33	59	49.48	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ8	33	59	75.15	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ10	33	59	85.13	48.6	21.8	380.933	TRUE
Δ11	33	80	156.27	67.5	21.8	529.073	TRUE
Δ19	26	52	59.45	42.3	21.8	261.223	TRUE
Δ20	33	72	99.71	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ22	26	54	85.72	44.1	21.8	272.339	TRUE
Δ23	26	62	107.96	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ25	26	32	18.04	24.3	21.8	150.064	TRUE
Δ26	33	46	80.04	36.9	21.8	289.227	TRUE
Δ27	33	44	47.90	35.1	21.8	275.118	TRUE
Δ28	26	44	54.12	35.1	21.8	216.760	TRUE
Δ29	26	67	149.05	55.8	21.8	344.592	TRUE
Δ30	26	67	125.29	55.8	21.8	344.592	TRUE
Δ35	33	72	54.75	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ36	26	58	61.46	47.7	21.8	294.571	TRUE
Δ37	33	72	88.82	60.3	21.8	472.639	TRUE
Δ38	33	58	52.48	47.7	21.8	373.878	TRUE
Δ39	33	62	122.94	51.3	21.8	402.096	TRUE
Δ40	26	62	97.61	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ41	26	40	40.92	31.5	21.8	194.528	TRUE
Δ42	26	32	37.72	24.3	21.8	150.064	TRUE
Δ43	33	40	52.83	31.5	21.8	246.901	TRUE
Δ44	26	62	129.40	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ45	26	62	103.09	51.3	21.8	316.803	TRUE
Δ46	26	87	119.84	73.8	21.8	455.751	TRUE
Δ49	26	47	0.00	37.8	21.8	233.433	TRUE
Δ50	33	47	0.00	37.8	21.8	296.281	TRUE

Αντοχή σχεδιασμού χωρίς οπλισμό διάτμησης																	
5ος Όροφος																	
Παράμετροι						Αριστερή στήριξη				Μέσο				Δεξιά στήριξη			
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	z (cm)	k	vmin (kPa)	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος	V_{Ed} (kN)	ρl	VRd,c (kN)	Έλεγχος
Δ3	33	62	51.3	1.624	0.397	69.27	0.0025	62.589	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	82.21	0.0025	62.589	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	98.34	0.0033	74.654	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ4	33	62	51.3	1.624	0.397	47.11	0.0025	62.589	ΧΩΡΙΣ	23.15	0.0025	62.589	ΧΩΡΙΣ	53.14	0.0025	71.339	ΧΩΡΙΣ
Δ5	33	72	60.3	1.576	0.379	75.57	0.0027	73.927	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	56.00	0.0027	73.927	ΧΩΡΙΣ	89.97	0.0027	83.852	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ6	33	72	60.3	1.576	0.379	96.27	0.0027	73.927	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	68.57	0.0027	73.927	ΧΩΡΙΣ	86.00	0.0027	83.852	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ7	33	59	48.6	1.642	0.403	49.48	0.0026	61.009	ΧΩΡΙΣ	21.33	0.0026	61.009	ΧΩΡΙΣ	39.05	0.0026	69.538	ΧΩΡΙΣ
Δ8	33	59	48.6	1.642	0.403	67.84	0.0026	61.009	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	46.08	0.0026	61.009	ΧΩΡΙΣ	75.15	0.0035	71.845	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ10	33	59	48.6	1.642	0.403	85.13	0.0045	71.845	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	61.21	0.0034	66.690	ΧΩΡΙΣ	58.32	0.0034	71.845	ΧΩΡΙΣ
Δ11	33	80	67.5	1.544	0.368	156.27	0.0041	91.057	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	54.21	0.0024	78.103	ΧΩΡΙΣ	117.67	0.0031	91.057	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ19	26	52	42.3	1.688	0.420	51.41	0.0038	48.776	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	27.47	0.0025	42.610	ΧΩΡΙΣ	59.45	0.0050	51.358	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ20	33	72	60.3	1.576	0.379	99.71	0.0028	74.437	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	59.42	0.0028	74.437	ΧΩΡΙΣ	84.84	0.0028	83.852	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ22	26	54	44.1	1.673	0.415	85.72	0.0036	49.728	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	13.23	0.0036	49.728	ΧΩΡΙΣ	76.38	0.0036	52.870	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ23	26	62	51.3	1.624	0.397	85.51	0.0031	53.392	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	84.08	0.0031	53.392	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	107.96	0.0062	58.818	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ25	26	32	24.3	1.907	0.505	18.04	0.0044	33.277	ΧΩΡΙΣ	2.46	0.0044	33.277	ΧΩΡΙΣ	14.03	0.0044	35.446	ΧΩΡΙΣ
Δ26	33	46	36.9	1.736	0.439	76.32	0.0034	53.705	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	16.78	0.0034	53.705	ΧΩΡΙΣ	80.04	0.0034	59.338	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ27	33	44	35.1	1.755	0.446	17.23	0.0036	52.502	ΧΩΡΙΣ	40.93	0.0036	52.502	ΧΩΡΙΣ	47.90	0.0036	57.355	ΧΩΡΙΣ
Δ28	26	44	35.1	1.755	0.446	54.12	0.0046	44.787	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	22.64	0.0046	44.787	ΧΩΡΙΣ	41.07	0.0046	45.188	ΧΩΡΙΣ
Δ29	26	67	55.8	1.599	0.388	149.05	0.0050	62.465	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	120.95	0.0037	60.751	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	117.53	0.0050	62.465	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ30	26	67	55.8	1.599	0.388	125.29	0.0050	62.465	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	108.06	0.0037	60.751	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	121.70	0.0037	62.465	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ35	33	72	60.3	1.576	0.379	53.06	0.0027	73.927	ΧΩΡΙΣ	22.19	0.0027	73.927	ΧΩΡΙΣ	54.75	0.0027	83.852	ΧΩΡΙΣ
Δ36	26	58	47.7	1.648	0.405	51.83	0.0034	51.588	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	46.59	0.0034	51.588	ΧΩΡΙΣ	61.46	0.0034	55.863	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ37	33	72	60.3	1.576	0.379	57.14	0.0027	73.927	ΧΩΡΙΣ	70.37	0.0027	73.927	ΧΩΡΙΣ	88.82	0.0027	83.852	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ38	33	58	47.7	1.648	0.405	43.12	0.0026	60.475	ΧΩΡΙΣ	36.22	0.0026	60.475	ΧΩΡΙΣ	52.48	0.0026	68.929	ΧΩΡΙΣ
Δ39	33	62	51.3	1.624	0.397	109.72	0.0043	74.654	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	69.30	0.0032	68.417	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	122.94	0.0053	74.654	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ40	26	62	51.3	1.624	0.397	66.84	0.0031	53.392	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	16.06	0.0031	53.392	ΧΩΡΙΣ	97.61	0.0031	58.818	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ41	26	40	31.5	1.797	0.462	33.94	0.0051	42.017	ΧΩΡΙΣ	13.26	0.0051	42.017	ΧΩΡΙΣ	40.92	0.0051	42.017	ΧΩΡΙΣ
Δ42	26	32	24.3	1.907	0.505	37.72	0.0044	33.277	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	30.19	0.0044	33.277	ΧΩΡΙΣ	29.16	0.0044	35.446	ΧΩΡΙΣ
Δ43	33	40	31.5	1.797	0.462	52.83	0.0040	50.016	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	52.83	0.0040	50.016	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	36.42	0.0040	53.329	ΧΩΡΙΣ
Δ44	26	62	51.3	1.624	0.397	129.40	0.0041	58.363	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	30.99	0.0027	50.984	ΧΩΡΙΣ	98.52	0.0027	58.112	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ45	26	62	51.3	1.624	0.397	103.09	0.0031	53.392	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	22.72	0.0031	53.392	ΧΩΡΙΣ	89.79	0.0031	58.818	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ46	26	87	73.8	1.521	0.359	119.84	0.0038	76.629	ΠΡΟΣΘΗΚΗ	58.20	0.0028	69.622	ΧΩΡΙΣ	114.66	0.0028	76.635	ΠΡΟΣΘΗΚΗ
Δ49	26	47	37.8	1.727	0.435	0.00	0.0028	40.463	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0028	40.463	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0028	46.120	ΧΩΡΙΣ
Δ50	33	47	37.8	1.727	0.435	0.00	0.0033	54.298	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0033	54.298	ΧΩΡΙΣ	0.00	0.0033	60.322	ΧΩΡΙΣ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών												
5ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	lcr (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	$V_{Rd,s}$ (kN)	Έλεγχος
Δ3	33	62	62	98.34	51.3	21.8	112	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ4	33	62	62	53.14	51.3	21.8	112	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ5	33	72	72	89.97	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ6	33	72	72	96.27	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ7	33	59	59	49.48	48.6	21.8	112	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ8	33	59	59	75.15	48.6	21.8	112	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ10	33	59	59	85.13	48.6	21.8	128	8	100	1.005	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ11	33	80	80	156.27	67.5	21.8	128	8	100	1.005	678.632	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ19	26	52	52	59.45	42.3	21.8	112	8	100	1.005	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ20	33	72	72	99.71	60.3	21.8	112	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ22	26	54	54	85.72	44.1	21.8	112	8	100	1.005	443.373	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ23	26	62	62	107.96	51.3	21.8	112	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ25	26	32	32	18.04	24.3	21.8	80	8	70	1.005	349.011	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ26	33	46	46	80.04	36.9	21.8	112	8	100	1.005	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ27	33	44	44	47.90	35.1	21.8	110	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ28	26	44	44	54.12	35.1	21.8	110	8	100	1.005	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ29	26	67	67	149.05	55.8	21.8	128	8	100	1.005	561.003	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ30	26	67	67	125.29	55.8	21.8	128	8	100	1.005	561.003	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ35	33	72	72	54.75	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ36	26	58	58	61.46	47.7	21.8	112	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ37	33	72	72	88.82	60.3	21.8	128	8	100	1.005	606.245	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ38	33	58	58	52.48	47.7	21.8	112	8	100	1.005	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ39	33	62	62	122.94	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ40	26	62	62	97.61	51.3	21.8	112	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ41	26	40	40	40.92	31.5	21.8	100	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ42	26	32	32	37.72	24.3	21.8	80	8	70	1.005	349.011	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ43	33	40	40	52.83	31.5	21.8	100	8	100	1.005	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ44	26	62	62	129.40	51.3	21.8	128	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ45	26	62	62	103.09	51.3	21.8	112	8	100	1.005	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ46	26	87	87	119.84	73.8	21.8	128	8	100	1.005	741.971	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ49	26	47	47	0.00	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δ50	33	47	47	0.00	37.8	21.8	112	8	100	1.005	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων μη κρίσιμων περιοχών												
5ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	$ρ_{w,min}$	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	$V_{Rd,s}$ (kN)	Έλεγχος	Έλεγχος ρ
Δ3	33	62	82.205	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ4	33	62	23.152	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ5	33	72	56	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ6	33	72	68.566	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ7	33	59	21.33	48.6	21.8	0.00072	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ8	33	59	46.084	48.6	21.8	0.00072	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ10	33	59	61.21	48.6	21.8	0.00072	8	200	1.005	244.308	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ11	33	80	54.208	67.5	21.8	0.00072	8	200	1.005	339.316	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ19	26	52	27.47	42.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	212.638	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ20	33	72	59.415	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ22	26	54	13.228	44.1	21.8	0.00072	8	200	1.005	221.687	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ23	26	62	84.082	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ25	26	32	2.459	24.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	122.154	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ26	33	46	16.783	36.9	21.8	0.00072	8	200	1.005	185.493	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ27	33	44	40.928	35.1	21.8	0.00072	8	200	1.005	176.444	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ28	26	44	22.64	35.1	21.8	0.00072	8	200	1.005	176.444	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ29	26	67	120.954	55.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	280.501	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ30	26	67	108.058	55.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	280.501	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ35	33	72	22.192	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ36	26	58	46.585	47.7	21.8	0.00072	8	200	1.005	239.783	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ37	33	72	70.372	60.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	303.122	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ38	33	58	36.224	47.7	21.8	0.00072	8	200	1.005	239.783	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ39	33	62	69.295	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ40	26	62	16.055	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ41	26	40	13.257	31.5	21.8	0.00072	8	200	1.005	158.348	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ42	26	32	30.189	24.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	122.154	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ43	33	40	52.829	31.5	21.8	0.00072	8	200	1.005	158.348	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ44	26	62	30.994	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ45	26	62	22.719	51.3	21.8	0.00072	8	200	1.005	257.880	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ46	26	87	58.197	73.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ49	26	47	0	37.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	190.017	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Δ50	33	47	0	37.8	21.8	0.00072	8	200	1.005	190.017	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

$1^{ος}$, $2^{ος}$, $3^{ος}$, $4^{ος}$ και $5^{ος}$ όροφος: Κάμψη δοκών:

Διαμήκεις οπλισμοί ΔΟΚΩΝ - 1ος, 2ος και 3ος Όροφος												
Δοκός	Ίνα	Αριστερή στήριξη			Μέσο			Δέξια στήριξη			Όρια	
		As,απ (cm2)	Οπλισμός	As,tot (cm2)	As,απ (cm2)	Οπλισμός	As,tot (cm2)	As,απ (cm2)	Οπλισμός	As,tot (cm2)	As,min (cm2)	As,max (cm2)
Δ1	Άνω	5.45	3Φ16	6.03	1.36	3Φ16	6.03	7.23	4Φ16	8.04	3.78	13.94
	Κάτω	3.44	3Φ16	6.03	2.27	3Φ16	6.03	3.51	3Φ16	6.03		
Δ2	Άνω	3.8	3Φ16	6.03	0	3Φ16	6.03	3.37	5Φ16	10.05	3.41	11.73
	Κάτω	1.5	3Φ16	6.03	1.29	3Φ16	6.03	0	3Φ16	6.03		
Δ3	Άνω	9.87	5Φ16	10.05	1.23	3Φ16	6.03	12.88	3Φ16 + 3Φ18	13.66	4.5	17.41
	Κάτω	7.99	4Φ16	8.04	1.13	3Φ16	6.03	10.61	6Φ16	12.06		
Δ4	Άνω	6.02	3Φ16	6.03	0..62	3Φ16	6.03	4.64	3Φ16	6.03	4.5	15.22
	Κάτω	3.39	3Φ16	6.03	1.21	3Φ16	6.03	1.18	3Φ16	6.03		
Δ5	Άνω	12.43	4Φ20	12.57	0.38	2Φ20	6.28	12.95	4Φ20	12.57	5.23	20.18
	Κάτω	9.41	3Φ20	9.42	1.63	2Φ20	6.28	8.95	3Φ20	9.42		
Δ6	Άνω	14.45	5Φ20	15.71	1.3	2Φ20	6.28	13.06	5Φ20	15.71	5.23	23.56
	Κάτω	11.71	4Φ20	12.57	2.03	2Φ20	6.28	10.75	4Φ20	12.57		
Δ7	Άνω	6.42	3Φ18	7.63	0	3Φ18	7.63	5.09	3Φ18	7.63	4.28	16.58
	Κάτω	3.16	3Φ18	7.63	1.01	3Φ18	7.63	2.78	3Φ18	7.63		
Δ8	Άνω	7.37	3Φ18	7.63	0	3Φ18	7.63	7.48	4Φ18	10.18	4.28	16.58
	Κάτω	3.9	3Φ18	7.63	1.17	3Φ18	7.63	4.4	3Φ18	7.63		
Δ10	Άνω	8.81	4Φ18	10.18	0	3Φ18	7.63	7.34	3Φ18	7.63	4.28	16.58
	Κάτω	4.99	3Φ18	7.63	1.09	3Φ18	7.63	6.27	3Φ18	7.63		
Δ11	Άνω	13.43	5Φ20	15.71	0	2Φ20	6.28	10.69	4Φ20	12.57	5.81	21.22
	Κάτω	5.78	3Φ20	9.42	2.93	2Φ20	6.28	5.54	3Φ20	9.42		
Δ13	Άνω	12.56	4Φ18	10.18	1.91	2Φ18	5.09	7.67	4Φ18	10.18	4.21	16.45
	Κάτω	10.89	3Φ18	7.63	2.25	2Φ18	5.09	6.17	3Φ18	7.63		
Δ15	Άνω	5.92	3Φ16	6.03	0.21	3Φ16	6.03	8.99	5Φ16	10.05	4.21	14.7
	Κάτω	4.53	3Φ16	6.03	1.56	3Φ16	6.03	4.95	3Φ16	6.03		
Δ14	Άνω	1.39	4Φ16	8.04	0.44	3Φ16	6.03	2.67	3Φ16	6.03	4.21	16.45
	Κάτω	0	3Φ18	7.63	1.41	2Φ18	5.09	2.1	3Φ18	7.63		
Δ16	Άνω	12.24	4Φ20	12.57	1.63	3Φ18	7.63	7.43	4Φ16	8.04	5.23	20.99
	Κάτω	9.44	4Φ18	10.18	1.86	3Φ18	7.63	6.35	3Φ18	7.63		
Δ17	Άνω	3.77	3Φ16	6.03	0	3Φ16	6.03	3.61	3Φ16	6.03	5.23	16.54
	Κάτω	1.66	3Φ16	6.03	1.74	3Φ16	6.03	1.76	3Φ16	6.03		
Δ18	Άνω	8.04	4Φ16	8.04	0.92	3Φ16	6.03	5.55	3Φ16	6.03	4.07	14.44
	Κάτω	5.33	3Φ16	6.03	1.26	3Φ16	6.03	4.27	3Φ16	6.03		
Δ19	Άνω	5.01	3Φ16	6.03	0	3Φ16	6.03	6.07	4Φ16	8.04	2.97	12.39
	Κάτω	2.61	3Φ16	6.03	0.74	3Φ16	6.03	1.55	3Φ16	6.03		
Δ20	Άνω	7.42	4Φ16	8.04	0	3Φ16	6.03	6.94	4Φ16	8.04	5.23	16.54
	Κάτω	1.36	3Φ16	6.03	2.31	3Φ16	6.03	1.73	4Φ16	8.04		
Δ21	Άνω	3.42	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	3.94	3Φ14	4.62	3.43	11.64
	Κάτω	2.98	3Φ14	4.62	0.94	3Φ14	4.62	2.53	3Φ14	4.62		
Δ22	Άνω	6.51	3Φ18	7.63	0	2Φ18	5.09	5.45	3Φ18	7.63	3.09	11.55
	Κάτω	0	2Φ18	5.09	3.48	2Φ18	5.09	0	2Φ18	5.09		
Δ23	Άνω	5.43	3Φ16	6.03	0	3Φ16	6.03	8.44	5Φ16	10.05	3.55	13.38
	Κάτω	1.32	3Φ16	6.03	2.52	3Φ16	6.03	0.8	3Φ16	6.03		
Δ24	Άνω	10.16	3Φ18	7.63	0.4	2Φ18	5.09	7.49	3Φ18	7.63	3.66	15.32
	Κάτω	7.52	3Φ18	7.63	1.02	2Φ18	5.09	6.79	3Φ18	7.63		
Δ25	Άνω	-	2Φ16	4.02	-	2Φ16	4.02	-	2Φ16	4.02	1.83	8.29
	Κάτω	-	2Φ16	4.02	-	2Φ16	4.02	-	2Φ16	4.02		
Δ26	Άνω	4.76	3Φ16	6.03	0	3Φ16	6.03	5	3Φ16	6.03	3.34	13.19
	Κάτω	1.02	3Φ16	6.03	1.7	3Φ16	6.03	0.21	3Φ16	6.03		
Δ27	Άνω	0.3	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	4.56	4Φ14	6.16	3.19	11.35
	Κάτω	0.25	3Φ14	4.62	0.67	3Φ14	4.62	1.19	3Φ14	4.62		
Δ28	Άνω	5.72	4Φ14	6.16	0	3Φ16	6.03	3.76	3Φ14	4.62	2.52	10.05
	Κάτω	0.56	3Φ14	4.62	0.98	3Φ16	6.03	1.69	3Φ14	4.62		
Δ29	Άνω	12.45	4Φ16 + 2Φ18	13.13	0.68	3Φ16	6.03	9	5Φ16	10.05	3.83	16.06
	Κάτω	7.37	4Φ16	8.04	1.11	3Φ16	6.03	8.07	5Φ16	10.05		
Δ30	Άνω	8.91	5Φ16	10.05	0.92	3Φ16	6.03	7.38	4Φ16	8.04	3.83	16.06
	Κάτω	7.29	4Φ16	8.04	1.26	3Φ16	6.03	6.33	4Φ16	8.04		
Δ31	Άνω	4.99	2Φ18	5.09	0.7	2Φ18	5.09	3.77	2Φ18	5.09	2.97	11.35
	Κάτω	3.7	2Φ18	5.09	1.07	2Φ18	5.09	3.08	2Φ18	5.09		
Δ32	Άνω	6.48	4Φ16	8.04	0.83	3Φ16	6.03	3.82	3Φ16	6.03	4.21	14.7
	Κάτω	5.05	3Φ16	6.03	1.18	3Φ16	6.03	3.29	3Φ16	6.03		
Δ33	Άνω	4.68	2Φ18	5.09	1.45	2Φ18	5.09	7.45	3Φ18	7.63	2.97	11.35
	Κάτω	3.39	2Φ18	5.09	1.74	2Φ18	5.09	6.21	3Φ18	7.63		
Δ34	Άνω	3.97	3Φ16	6.03	1.26	3Φ16	6.03	7.15	4Φ16	8.04	4.21	14.07
	Κάτω	3.14	3Φ16	6.03	1.45	3Φ16	6.03	5.74	3Φ16	6.03		
Δ35	Άνω	0.23	3Φ16	6.03	0.31	3Φ16	6.03	3.13	3Φ16	6.03	5.23	16.54
	Κάτω	0.24	3Φ16	6.03	1.6	3Φ16	6.03	1.22	3Φ16	6.03		
Δ36	Άνω	5.44	4Φ16	8.04	0.76	3Φ16	6.03	3.85	3Φ16	6.03	3.32	12.98
	Κάτω	4.3	3Φ16	6.03	1.21	3Φ16	6.03	2.6	3Φ16	6.03		
Δ37	Άνω	2.4	3Φ16	6.03	1.81	3Φ16	6.03	6.82	3Φ16	6.03	5.23	16.54
	Κάτω	2.39	3Φ16	6.03	1.11	3Φ16	6.03	4.05	3Φ16	6.03		
Δ38	Άνω	3.62	3Φ16	6.03	0.32	3Φ16	6.03	4.43	3Φ16	6.03	4.21	14.7
	Κάτω	3.04	3Φ16	6.03	0.95	3Φ16	6.03	3.01	3Φ16	6.03		
Δ39	Άνω	12.89	6Φ18	15.27	0	2Φ18	5.09	13.68	6Φ18	15.27	4.5	19.73
	Κάτω	8.09	4Φ18	10.18	2.03	2Φ18	5.09	7.36	4Φ18	10.18		
Δ40	Άνω	0.32	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	5.56	4Φ14	6.16	3.55	11.84
	Κάτω	0	3Φ14	4.62	2.99	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62		
Δ41	Άνω	2.6	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	3.15	4Φ14	6.16	2.29	9.68
	Κάτω	1.29	3Φ14	4.62	0.59	3Φ14	4.62	1.1	4Φ14	6.16		
Δ42	Άνω	4.08	3Φ14	4.62	1.02	2Φ14	3.08	1	3Φ14	4.62	1.83	9.99
	Κάτω	2.64	3Φ14	4.62	1.12	2Φ14	3.08	1.04	3Φ14	4.62		
Δ43	Άνω	4.65	4Φ14	6.16	0	3Φ14	4.62	4.64	4Φ14	6.16	2.9	12.62
	Κάτω	2.28	4Φ14	6.16	1.02	3Φ14	4.62	2.98	3Φ14	4.62		
Δ44	Άνω	9.82	4Φ18	10.18	0	3Φ18	7.63	9.38	4Φ18	10.18	3.55	15.13
	Κάτω	3.07	3Φ18	7.63	2.13	3Φ18	7.63	3.58	3Φ18	7.63		
Δ45	Άνω	6.61	4Φ16	8.04	0	3Φ16	6.03	4.94	3Φ16	6.03	3.55	13.38
	Κάτω	0.79	3Φ16	6.03	2.09	3Φ16	6.03	1.55	3Φ16	6.03		
Δ46	Άνω	11.76	5Φ18	12.72	0.55	3Φ18	7.63	6.37	3Φ18	7.63	4.98	17.67
	Κάτω	7.17	3Φ18	7.63	3.04	3Φ18	7.63	4.51	3Φ18	7.63		
Δ48	Άνω	9.51	3Φ18	7.63	2.88	3Φ18	7.63	15.3	4Φ18	10.18	4.5	16.96
	Κάτω	8.3	3Φ18	7.63	2.8	3Φ18	7.63	13.4	4Φ18	10.18		
Δ49	Άνω	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	2.69	8.62
	Κάτω	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08		
Δ50	Άνω	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	3.41	11.73
	Κάτω	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62		

Διαμήκεις οπλισμοί ΔΟΚΩΝ - 4ος Όροφος												
Δοκός	Ίνα	Αριστερή στήριξη			Μέσο			Δέξια στήριξη			Όρια	
		As,απ (cm2)	Οπλισμός	As,tot (cm2)	As,απ (cm2)	Οπλισμός	As,tot (cm2)	As,απ (cm2)	Οπλισμός	As,tot (cm2)	As,min (cm2)	As,max (cm2)
Δ1	Άνω	3.71	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	3.97	3Φ14	4.62	3.78	12.21
	Κάτω	3.05	3Φ14	4.62	0.25	3Φ14	4.62	2.95	3Φ14	4.62		
Δ2	Άνω	2.6	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	2.42	3Φ14	4.62	3.41	11.55
	Κάτω	1.43	3Φ14	4.62	0.58	3Φ14	4.62	1.11	3Φ14	4.62		
Δ3	Άνω	4.47	3Φ14	4.62	0.69	3Φ14	4.62	7.76	6Φ14	9.24	4.5	13.55
	Κάτω	4.5	3Φ14	4.62	0.81	3Φ14	4.62	4.92	4Φ14	8.04		
Δ4	Άνω	5.34	3Φ16	6.03	0.35	3Φ16	6.03	4.02	4Φ16	8.04	4.5	15.05
	Κάτω	2.66	3Φ16	6.03	1.15	3Φ16	6.03	1.15	3Φ16	6.03		
Δ5	Άνω	6.31	3Φ18	7.63	0	3Φ18	7.63	8.39	4Φ18	10.18	5.23	18.08
	Κάτω	4.88	3Φ18	7.63	1.17	3Φ18	7.63	4.41	3Φ18	7.63		
Δ6	Άνω	7.86	4Φ16	8.04	0.54	3Φ16	6.03	6.3	4Φ16	8.04	5.23	16.39
	Κάτω	5.73	3Φ16	6.03	1.31	3Φ16	6.03	5.16	3Φ16	6.03		
Δ7	Άνω	6.19	3Φ18	7.63	0	2Φ18	5.09	3.61	2Φ18	5.09	4.28	13.65
	Κάτω	3.87	2Φ18	5.09	1.09	2Φ18	5.09	2.45	2Φ18	5.09		
Δ8	Άνω	6.49	3Φ18	7.63	0	2Φ18	5.09	7.94	4Φ18	10.18	4.28	13.65
	Κάτω	3.87	2Φ18	5.09	1.32	2Φ18	5.09	4.3	3Φ18	7.63		
Δ10	Άνω	9.9	4Φ18	10.18	0.14	2Φ18	5.09	6.52	3Φ18	7.63	4.28	16.35
	Κάτω	4.47	3Φ18	7.63	1.07	2Φ18	5.09	6.91	3Φ18	7.63		
Δ11	Άνω	11.76	5Φ18	12.72	0	3Φ18	7.63	9.08	4Φ18	10.18	5.81	19.16
	Κάτω	4.48	3Φ18	7.63	2.93	3Φ18	7.63	4.19	3Φ18	7.63		
Δ17	Άνω	2.88	3Φ16	6.03	0	3Φ16	6.03	2.8	3Φ16	6.03	5.23	16.39
	Κάτω	1.6	2Φ16	6.03	0.55	3Φ16	6.03	1.74	3Φ16	6.03		
Δ19	Άνω	5.66	3Φ16	6.03	0	3Φ16	6.03	5.9	3Φ16	6.03	2.97	12.19
	Κάτω	2.28	3Φ16	6.03	0.94	3Φ16	6.03	1.21	3Φ16	6.03		
Δ20	Άνω	8.44	3Φ16 + 2Φ14	9.11	0	3Φ16	6.03	9.59	3Φ16	6.03	5.23	16.39
	Κάτω	1.77	3Φ16	6.03	3	3Φ16	6.03	3.04	3Φ16	6.03		
Δ22	Άνω	6.94	4Φ16	8.04	0	3Φ16	6.03	5.84	4Φ16	8.04	3.09	12.39
	Κάτω	0	3Φ16	6.03	2.93	3Φ16	6.03	0	3Φ16	6.03		
Δ23	Άνω	6.44	4Φ16	8.04	0	3Φ16	6.03	9.62	4Φ18	10.18	3.55	13.21
	Κάτω	1.93	3Φ16	6.03	0.25	3Φ16	6.03	1.83	3Φ16	6.03		
Δ25	Άνω	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	1.83	8.71
	Κάτω	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62		
Δ26	Άνω	5.17	4Φ14	6.16	0	3Φ14	4.62	4.83	4Φ14	6.16	3.34	11.42
	Κάτω	0.95	3Φ14	4.62	0.4	3Φ14	4.62	0.98	3Φ14	4.62		
Δ27	Άνω	0.31	3Φ14	4.62	0.2	3Φ14	4.62	2.81	4Φ14	6.16	3.19	11.16
	Κάτω	0.23	3Φ14	4.62	0.6	3Φ14	4.62	0.86	4Φ14	6.16		
Δ28	Άνω	4.73	4Φ14	6.16	0	3Φ14	4.62	3.83	4Φ14	6.16	2.52	11.53
	Κάτω	0.6	4Φ14	6.16	1.05	3Φ14	4.62	1.98	4Φ14	6.16		
Δ29	Άνω	10.28	4Φ20	12.57	0.14	2Φ20	6.28	9.23	4Φ20	12.57	3.83	17.32
	Κάτω	6.16	3Φ20	9.42	0.8	2Φ20	6.28	8.96	3Φ20	9.42		
Δ30	Άνω	8.79	3Φ20	9.42	1.22	2Φ20	6.28	6.98	3Φ20	9.42	3.83	17.32
	Κάτω	7.05	3Φ20	9.42	1.51	2Φ20	6.28	6.07	3Φ20	9.42		
Δ31	Άνω	3.54	3Φ14	4.62	0.33	3Φ14	4.62	2.17	3Φ14	4.62	2.97	10.67
	Κάτω	2.21	3Φ14	4.62	0.36	3Φ14	4.62	2.11	3Φ14	4.62		
Δ33	Άνω	2.38	3Φ14	4.62	0.43	3Φ14	4.62	3.05	3Φ14	4.62	2.97	10.67
	Κάτω	1.21	3Φ14	4.62	0.94	3Φ14	4.62	3.3	3Φ14	4.62		
Δ34	Άνω	3.97	3Φ14	4.62	0.53	3Φ14	4.62	5.06	4Φ14	6.16	4.21	13.01
	Κάτω	3.36	3Φ14	4.62	0.78	3Φ14	4.62	5.06	4Φ14	6.16		
Δ35	Άνω	0.18	3Φ16	6.03	0.23	3Φ16	6.03	2.95	3Φ16	6.03	5.23	16.39
	Κάτω	0.23	3Φ16	6.03	1.95	3Φ16	6.03	1.89	3Φ16	6.03		
Δ36	Άνω	3.5	4Φ14	6.16	0.5	3Φ14	4.62	3.02	3Φ14	4.62	3.32	12.93
	Κάτω	3.97	4Φ14	6.16	1.31	3Φ14	4.62	1.69	3Φ14	4.62		
Δ37	Άνω	0.13	3Φ16	6.03	1.95	3Φ16	6.03	6.46	3Φ16	6.03	5.23	16.39
	Κάτω	2.02	3Φ16	6.03	0.82	3Φ16	6.03	0.94	3Φ16	6.03		
Δ38	Άνω	2.75	3Φ14	4.62	0.35	3Φ14	4.62	3.88	3Φ14	4.62	4.21	13.01
	Κάτω	2.83	3Φ14	4.62	0.81	3Φ14	4.62	2.09	3Φ14	4.62		
Δ39	Άνω	9.22	3Φ20	9.42	0	2Φ20	6.28	10.44	4Φ20	12.57	4.5	15.32
	Κάτω	5.56	2Φ20	6.28	1.37	2Φ20	6.28	4.43	3Φ20	9.42		
Δ40	Άνω	0.29	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	5.5	4Φ14	6.16	3.55	11.72
	Κάτω	0	3Φ14	4.62	3.02	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62		
Δ41	Άνω	2.27	3Φ14	4.62	0	2Φ14	3.08	2.96	3Φ14	4.62	2.29	7.77
	Κάτω	1.15	2Φ14	3.08	0.56	2Φ14	3.08	0.67	2Φ14	3.08		
Δ42	Άνω	3.68	2Φ14	3.08	0.94	2Φ14	3.08	0.83	2Φ14	3.08	1.83	6.98
	Κάτω	2.07	2Φ14	3.08	0.93	2Φ14	3.08	0.96	2Φ14	3.08		
Δ43	Άνω	4.58	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	4.56	3Φ14	4.62	2.9	10.65
	Κάτω	2.07	3Φ14	4.62	1.02	3Φ14	4.62	2.86	3Φ14	4.62		
Δ44	Άνω	7.49	3Φ18	7.63	0	2Φ18	5.09	6.06	3Φ18	7.63	3.55	12.22
	Κάτω	0.78	2Φ18	5.09	2.16	2Φ18	5.09	1.6	2Φ18	5.09		
Δ45	Άνω	5.83	3Φ16	6.03	0	2Φ16	4.02	4.67	3Φ16	6.03	3.55	11.08
	Κάτω	0.71	2Φ16	4.02	2.17	2Φ16	4.02	0.94	2Φ16	4.02		
Δ46	Άνω	9.08	3Φ20	9.42	0.21	2Φ20	6.28	5.32	3Φ20	9.42	4.98	16.12
	Κάτω	5.78	2Φ20	6.28	2.82	2Φ20	6.28	3	2Φ20	6.28		
Δ49	Άνω	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	2.69	8.5
	Κάτω	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08		
Δ50	Άνω	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	3.41	11.55
	Κάτω	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62		

Διαμήκεις οπλισμοί ΔΟΚΩΝ - 5ος Όροφος												
Δοκός	Ίνα	Αριστερή στήριξη			Μέσο			Δέξια στήριξη			Όρια	
		As,απ (cm2)	Οπλισμός	As,tot (cm2)	As,απ (cm2)	Οπλισμός	As,tot (cm2)	As,απ (cm2)	Οπλισμός	As,tot (cm2)	As,min (cm2)	As,max (cm2)
Δ3	Άνω	2.13	3Φ14	4.62	0.86	3Φ14	4.62	5.43	4Φ14	6.16	4.5	13.55
	Κάτω	2.71	3Φ14	4.62	0.82	3Φ14	4.62	3	4Φ14	6.16		
Δ4	Άνω	2.96	3Φ14	4.62	0.53	3Φ14	4.62	2.46	3Φ14	4.62	4.5	13.55
	Κάτω	1,58	3Φ14	4.62	1.07	3Φ14	4.62	0.16	3Φ14	4.62		
Δ5	Άνω	3.24	3Φ16	6.03	0.21	3Φ16	6.03	5.92	3Φ16	6.03	5.23	16.39
	Κάτω	2.68	3Φ16	6.03	1.17	3Φ16	6.03	3.02	3Φ16	6.03		
Δ6	Άνω	5.25	3Φ16	6.03	0.58	3Φ16	6.03	2.81	3Φ16	6.03	5.23	16.39
	Κάτω	3.6	3Φ16	6.03	1.17	3Φ16	6.03	2.41	3Φ16	6.03		
Δ7	Άνω	3.25	3Φ14	4.62	0.27	3Φ14	4.62	0.87	3Φ14	4.62	4.28	13.15
	Κάτω	0.94	3Φ14	4.62	1.2	3Φ14	4.62	0.37	3Φ14	4.62		
Δ8	Άνω	3.62	3Φ14	4.62	0.37	3Φ14	4.62	6.16	4Φ14	6.16	4.28	13.15
	Κάτω	2.5	3Φ14	4.62	1.32	3Φ14	4.62	3.51	3Φ14	4.62		
Δ10	Άνω	7	4Φ16	8.04	0.8	3Φ16	6.03	2.5	3Φ16	6.03	4.28	14.65
	Κάτω	2.95	3Φ16	6.03	1.16	3Φ16	6.03	3.1	3Φ16	6.03		
Δ11	Άνω	8.59	4Φ18	10.18	0	3Φ18	7.63	3.18	3Φ18	7.63	5.81	17.48
	Κάτω	2.48	3Φ16	6.03	3.22	3Φ16	6.03	1.55	3Φ16	6.03		
Δ19	Άνω	2.82	3Φ14	4.62	0	2Φ14	3.08	3.26	4Φ14	6.16	2.97	9.02
	Κάτω	1.37	2Φ14	3.08	0.63	2Φ14	3.08	0.46	4Φ14	6.16		
Δ20	Άνω	4.34	4Φ14	6.16	0	4Φ14	6.16	4.56	4Φ14	6.16	5.23	16.53
	Κάτω	0.75	4Φ14	6.16	2.46	4Φ14	6.16	1.49	4Φ14	6.16		
Δ22	Άνω	4.28	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	3.28	3Φ14	4.62	3.09	10.88
	Κάτω	0	3Φ14	4.62	1.88	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62		
Δ23	Άνω	2.78	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	7.88	6Φ14	9.24	3.55	11.72
	Κάτω	1.64	3Φ14	4.62	2.24	3Φ14	4.62	2.11	4Φ14	6.16		
Δ25	Άνω	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	1.83	6.98
	Κάτω	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08		
Δ26	Άνω	3.16	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	3.03	3Φ14	4.62	3.34	11.42
	Κάτω	0.48	3Φ14	4.62	1.63	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62		
Δ27	Άνω	0.22	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	2.01	3Φ14	4.62	3.19	11.16
	Κάτω	0.17	3Φ14	4.62	0.34	3Φ14	4.62	0.73	3Φ14	4.62		
Δ28	Άνω	3.24	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	2.38	3Φ14	4.62	2.52	9.86
	Κάτω	0.35	3Φ14	4.62	0.82	3Φ14	4.62	1.48	3Φ14	4.62		
Δ29	Άνω	6.05	4Φ16	8.06	0.68	3Φ16	6.03	6.4	4Φ16	8.04	3.83	13.74
	Κάτω	3.17	3Φ16	6.03	1.22	3Φ16	6.03	6.75	4Φ16	8.04		
Δ30	Άνω	6.28	4Φ16	8.06	0.87	3Φ16	6.03	4.16	3Φ16	6.03	3.83	13.74
	Κάτω	5.16	3Φ16	6.03	0.95	3Φ16	6.03	3.57	3Φ16	6.03		
Δ35	Άνω	0.21	3Φ16	6.03	0.1	3Φ16	6.03	2.21	3Φ16	6.03	5.23	16.39
	Κάτω	0.24	3Φ16	6.03	1.78	3Φ16	6.03	2.01	3Φ16	6.03		
Δ36	Άνω	2.86	3Φ14	4.62	0.66	3Φ14	4.62	1.84	3Φ14	4.62	3.32	11.3
	Κάτω	3.17	3Φ14	4.62	1.31	3Φ14	4.62	1.18	3Φ14	4.62		
Δ37	Άνω	0.13	3Φ16	6.03	1.59	3Φ16	6.03	3.8	3Φ16	6.03	5.23	16.39
	Κάτω	1.53	3Φ16	6.03	0.75	3Φ16	6.03	0	3Φ16	6.03		
Δ38	Άνω	1.79	3Φ14	4.62	0.25	3Φ14	4.62	2.02	3Φ14	4.62	4.21	13.01
	Κάτω	1.91	3Φ14	4.62	0.72	3Φ14	4.62	1.11	3Φ14	4.62		
Δ39	Άνω	7.02	4Φ16	8.04	0	3Φ16	6.03	8.14	5Φ16	10.05	4.5	15.05
	Κάτω	4.65	3Φ16	6.03	1.38	3Φ16	6.03	3.26	3Φ16	6.03		
Δ40	Άνω	0.22	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	3.74	3Φ14	4.62	3.55	11.72
	Κάτω	0	3Φ14	4.62	2.64	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62		
Δ41	Άνω	1.67	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	2.24	3Φ14	4.62	2.29	9.46
	Κάτω	0.49	3Φ14	4.62	0.57	3Φ14	4.62	0.17	3Φ14	4.62		
Δ42	Άνω	2.8	2Φ14	3.08	0.75	2Φ14	3.08	0.71	2Φ14	3.08	1.83	6.98
	Κάτω	1.33	2Φ14	3.08	0.55	2Φ14	3.08	0.6	2Φ14	3.08		
Δ43	Άνω	3.28	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	3.19	3Φ14	4.62	2.9	10.65
	Κάτω	1.5	3Φ14	4.62	0.71	3Φ14	4.62	2.14	4Φ14	6.16		
Δ44	Άνω	5.46	3Φ16	6.03	0	2Φ16	4.02	2.73	2Φ16	4.02	3.55	11.08
	Κάτω	0	2Φ16	4.02	2.16	2Φ16	4.02	0.69	2Φ16	4.02		
Δ45	Άνω	3.96	3Φ14	4.62	0	3Φ14	4.62	2.67	3Φ14	4.62	3.55	11.72
	Κάτω	0.13	3Φ14	4.62	2.13	3Φ14	4.62	0.47	3Φ14	4.62		
Δ46	Άνω	6.43	4Φ16	8.04	0.31	3Φ16	6.03	2.62	3Φ16	6.03	4.98	15.86
	Κάτω	4.32	3Φ16	6.03	2.87	3Φ16	6.03	1.47	3Φ16	6.03		
Δ49	Άνω	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	2.69	8.5
	Κάτω	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08	-	2Φ14	3.08		
Δ50	Άνω	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	3.41	11.55
	Κάτω	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62	-	3Φ14	4.62		

1ος, 2ος, 3ος, 4ος και 5ος όροφος: Τοιχώματα.

Τοίχωμα 1	fcd	16042.33333	kPa	fyd	434782.6087	kPa	tw	2.5	m

Βασικοί έλεγχοι

Ελάχιστο πάχος κορμού

Όροφος	Ύψος ορόφου (m)	Ελάχιστο πλάτος (cm)	Πάχος (cm)	Έλεγχος
1ος	5.30	26.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	-	-	-	-
5ος	-	-	-	-

Διαστάσεις κρίσιμων περιοχών

Όροφος	Αριστερή κρυφοκολώνα bc (cm)	lc (cm)	$l_{c,min}$ (cm)	$b_{w,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα bc (cm)	lc (cm)	$l_{c,min}$ (cm)	$b_{w,min}$ (cm)
1ος	46.000	52.500	52.500	35.333	35.000	52.500	52.500	35.333
2ος	40.000	52.500	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000
3ος	40.000	52.500	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000
4ος	-	-	-	-	-	-	-	-
5ος	-	-	-	-	-	-	-	-

Έλεγχος αξονικού

Όροφος	Ac (cm2)	Αξονικό - Nmax (kN)	vd	Έλεγχος
1ος	9327.500	-1362.127	0.091	OK
2ος	9012.500	-875.656	0.061	OK
3ος	9012.500	-455.803	0.032	OK
4ος	-	-	-	-
5ος	-	-	-	-

Φορτία υπολογισμών

Max/Min Ροπές και αξονικά τοιχίου

Στοιχείο	Θέση	N (Kn) Max	N (Kn) Min	M2 (kNm) Max	M3 (kNm) Max
1ος	Πόδας	-569.912	-1362.127	68.772	2189.709
	Κεφαλή	-429.542	-1189.854	32.696	277.958
2ος	Πόδας	-353.445	-875.656	63.411	658.215
	Κεφαλή	-268.347	-771.217	61.184	435.849
3ος	Πόδας	-155.583	-455.803	40.371	519.028
	Κεφαλή	-70.945	-373.165	47.111	808.353
4ος	Πόδας	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-
5ος	Πόδας	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-

Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού

Στοιχείο	Θέση	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής αύξησης	M3 (kNm) Max	M3 (kNm) Τελική
1ος	Πόδας	7.000	0.000	2189.709	2189.709
	Κεφαλή	0.888	5.073	1865.854	1865.854
2ος	Πόδας	2.104	3.857	1864.806	1865.854
	Κεφαλή	1.393	3.343	1481.917	1481.917
3ος	Πόδας	1.659	3.077	1481.779	1481.917
	Κεφαλή	2.584	0.928	1098.565	1098.565
4ος	Πόδας	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-
5ος	Πόδας	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-

Διαστασιολόγηση σε κάμψη

Εύρεση οπλισμού κορμού

Όροφος	Οπλισμός	As,min (cm2)	As,max (cm2)	smax (mm)	s (mm)	Τοποθετούμενο	Ράβδοι (Δκ)	Ράβδοι	As,prov (cm2)	Έλεγχος
1ος	Κατακόρυφος	10.150	203.000	400.000	120.000	Φ10	12.083	13	10.210	OK
	Οριζόντιος	18.550	-	400.000	230.000		23.043	24	18.850	OK
2ος	Κατακόρυφος	10.150	203.000	400.000	120.000	Φ10	12.083	13	10.210	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
3ος	Κατακόρυφος	10.150	203.000	400.000	120.000	Φ10	12.083	13	10.210	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
4ος	Κατακόρυφος	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Οριζόντιος	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5ος	Κατακόρυφος	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Οριζόντιος	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Εύρεση καμπτικού οπλισμού κρυφοκολώνων

Όροφος	Φορτίο Τοιχίου	min	max	Αριστερή κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	hi (cm)
1ος	Αξονικό	-1362.127	-569.912	17.365	12.075	96.600	12Φ18	30.536	12	17.365	9.188	73.500	12Φ18	30.536	12.5	11.875
	Ροπή 2	68.772														
	Ροπή 3	2189.709														
2ος	Αξονικό	-875.656	-353.445	15.890	4.200	84.000	12Φ18	30.536	10	15.890	3.675	73.500	12Φ18	30.536	12.5	11.875
	Ροπή 2	63.411														
	Ροπή 3	1865.854														
3ος	Αξονικό	-455.803	-155.583	13.655	4.200	84.000	12Φ18	30.536	10	13.655	3.675	73.500	12Φ18	30.536	12.5	11.875
	Ροπή 2	47.111														
	Ροπή 3	1481.917														
4ος	Αξονικό	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ροπή 2	-														
	Ροπή 3	-														
5ος	Αξονικό	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ροπή 4	-														
	Ροπή 5	-														

Διαστασιολόγηση σε διάτμηση

Περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού

Hw	3.967	Τέμνουσα Ανάλυσης Ved' (kN)	Αύξηση με ε Ved (kN)	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής Αυξησης	Τέμνουσα σχ. Ved,n (kN)	Τελική Ved,x (kN)
Όροφος	Θέση						
1ος	Πόδας	437.723	656.585	7.000	0.000	656.585	656.585
	Κεφαλή	437.723	656.585	7.000	0.000	656.585	
2ος	Πόδας	301.299	451.949	4.818	5.681	656.585	656.585
	Κεφαλή	301.299	451.949	4.818	5.124	621.703	
3ος	Πόδας	391.181	586.772	6.255	3.687	621.731	621.731
	Κεφαλή	391.181	586.772	6.255	0.000	586.772	
4ος	Πόδας	-	-	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-	-	
5ος	Πόδας	-	-	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-	-	

Έλεγχος επάρκειας οριζόντιου οπλισμού κορμού

Όροφος	Ved,x	Asw	s (mm)	z (m)	fywd (MPa)	cotθ (21.8)	VRd,s	Έλεγχος
1ος	656.585	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	656.585	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	621.731	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	-	-	-	-	-	-	-	-
5ος	-	-	-	-	-	-	-	-

Έλεγχος έναντι θραύσης των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος (Κορμός)

Περιοχή	σcp	αcw	bw	z	v1	fcd	θ	Ved	VRd,max	Έλεγχος
				Έλεγχος Κρίσιμης περιοχής						
Ισόγειο - 1ος Όροφος	1.460	1.091	0.350	2.000	0.600	16.042	21.800	656.585	2534.738	ΕΠΑΡΚΕΙ
				Έλεγχος ΜΗ Κρίσιμης περιοχής						
2ος όροφος	0.972	1.061	0.350	2.000	0.600	16.042	21.800	656.585	2463.960	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος όροφος	0.506	1.032	0.350	2.000	0.600	16.042	21.800	621.731	2396.494	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος όροφος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5ος όροφος										

Έλεγχος περίσφιξης στις ακραίες περιοχές

Κρυφοκολώνα	s (mm)	smax (mm)	Φ (mm)	bc (m)	lc (m)	c (m)	bo (m)	ho (m)	vd	μφ	ωv	α	ωvd	Έλεγχος
Αριστερή	150.000	160.000	8.000	0.460	0.525	0.050	0.352	0.417	0.091	5.167	0.030	0.519	0.206	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δεξιά	120.000	121.000	8.000	0.350	0.525	0.050	0.242	0.467	0.091	5.167	0.030	0.486	0.167	ΕΠΑΡΚΕΙ

Τοίχωμα 3	fcd	15022.33333	kPa	fyd	434782.6087	kPa	tw	2.6	m

Βασικοί έλεγχοι

Ελάχιστο πάχος κορμού

Όροφος	Ύψος ορόφου (m)	Ελάχιστο πλάτος (cm)	Πάχος (cm)	Έλεγχος
1ος	5.30	26.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ

Διαστάσεις κρίσιμων περιοχών

Όροφος	Αριστερή κρυφοκολώνα bc (cm)	lc (cm)	$l_{c,min}$ (cm)	$b_{w,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα bc (cm)	lc (cm)	$l_{c,min}$ (cm)	$b_{w,min}$ (cm)
1ος	62.000	62.000	52.500	35.333	35.000	52.500	52.500	35.333
2ος	58.000	58.000	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000
3ος	55.000	55.000	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000
4ος	49.000	52.500	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000
5ος	44.000	52.500	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000

Έλεγχος αξονικού

Όροφος	Ac (cm2)	Αξονικό - Nmax (kN)	vd	Έλεγχος
1ος	10774.000	-1952.178	0.121	OK
2ος	10434.000	-1491.046	0.095	OK
3ος	10200.000	-1111.652	0.073	OK
4ος	9835.000	-728.780	0.049	OK
5ος	9572.500	-347.743	0.024	OK

Φορτία υπολογισμών

Max/Min Ροπές και αξονικά τοιχίου

Στοιχείο	Θέση	N (Kn) Max	N (Kn) Min	M2 (kNm) Max	M3 (kNm) Max
1ος	Πόδας	-1146.923	-1952.178	50.703	3353.180
	Κεφαλή	-982.639	-1750.558	19.335	553.372
2ος	Πόδας	-880.197	-1491.046	60.234	758.058
	Κεφαλή	-781.870	-1470.372	43.477	882.563
3ος	Πόδας	-676.724	-1111.652	43.747	481.320
	Κεφαλή	-581.205	-994.423	44.308	1049.735
4ος	Πόδας	-453.697	-728.780	42.878	310.124
	Κεφαλή	-365.855	-620.975	43.559	885.000
5ος	Πόδας	-223.846	-347.743	43.024	332.115
	Κεφαλή	-136.582	-240.646	54.586	487.695

Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού

Στοιχείο	Θέση	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής αύξησης	M3 (kNm) Max	M3 (kNm) Τελική
1ος	Πόδας	7.000	0.000	3353.180	3353.180
	Κεφαλή	1.090	5.029	3106.242	3106.614
2ος	Πόδας	1.493	4.626	3106.614	3106.614
	Κεφαλή	1.738	3.303	2559.889	2559.889
3ος	Πόδας	0.948	4.093	2559.474	2559.889
	Κεφαλή	2.068	1.896	2012.009	2015.147
4ος	Πόδας	0.610	3.354	2015.147	2015.147
	Κεφαλή	1.743	1.143	1465.506	1465.726
5ος	Πόδας	0.654	2.232	1465.726	1465.726
	Κεφαλή	0.960	0.849	918.949	918.949

Διαστασιολόγηση σε κάμψη

Εύρεση οπλισμού κορμού

Όροφος	Οπλισμός	As,min (cm2)	As,max (cm2)	smax (mm)	s (mm)	Τοποθετούμενο	Ράβδοι (Δκ)	Ράβδοι	As,prov (cm2)	Έλεγχος
1ος	Κατακόρυφος	10.185	203.700	400.000	100.000	Φ10	14.550	15	11.781	OK
	Οριζόντιος	18.550	-	400.000	230.000		23.043	24	18.850	OK
2ος	Κατακόρυφος	10.465	209.300	400.000	100.000	Φ10	14.950	15	11.781	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
3ος	Κατακόρυφος	10.675	213.500	400.000	100.000	Φ10	15.250	16	12.566	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
4ος	Κατακόρυφος	10.850	217.000	400.000	110.000	Φ10	14.091	15	11.781	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
5ος	Κατακόρυφος	10.850	217.000	400.000	110.000	Φ10	14.091	15	11.781	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK

Εύρεση καμπτικού οπλισμού κρυφοκολώνων

Όροφος	Φορτίο Τοιχίου	min	max	Αριστερή κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	hi (cm)
1ος	Αξονικό	-1952.178	-1146.923	24.256	19.220	153.760	12Φ18	30.536	17.33333333	24.256	9.188	73.500	12Φ18	30.536	12.5	11.875
	Ροπή 2	50.703														
	Ροπή 3	3353.180														
2ος	Αξονικό	-1491.046	-880.197	23.966	6.728	134.560	12Φ18	30.536	16	23.966	3.675	73.500	12Φ18	30.536	12.5	11.875
	Ροπή 2	60.234														
	Ροπή 3	3106.614														
3ος	Αξονικό	-1111.652	-676.724	19.118	6.050	121.000	12Φ18	30.536	15	19.118	3.675	73.500	12Φ18	30.536	12.5	11.875
	Ροπή 2	44.308														
	Ροπή 3	2559.889														
4ος	Αξονικό	-728.780	-453.697	15.376	5.145	102.900	12Φ18	30.536	13	15.376	3.675	73.500	12Φ18	30.536	12.5	11.875
	Ροπή 2	43.559														
	Ροπή 3	2015.147														
5ος	Αξονικό	-347.743	-223.846	12.142	4.620	92.400	12Φ18	30.536	11.33333333	12.142	3.675	73.500	12Φ18	30.536	12.5	11.875
	Ροπή 4	54.586														
	Ροπή 5	1465.726														

Διαστασιολόγηση σε διάτμηση

Περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού

Hw	6.167	Τέμνουσα Ανάλυσης Ved' (kN)	Αύξηση με ε Ved (kN)	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής Αυξησης	Τέμνουσα σχ. Ved,n (kN)	Τελική Ved,x (kN)
Όροφος	Θέση						
1ος	Πόδας	732.446	1098.669	7.000	0.000	1098.669	1098.669
	Κεφαλή	732.446	1098.669	7.000	0.000	1098.669	
2ος	Πόδας	474.577	711.866	4.535	5.965	1098.800	1098.800
	Κεφαλή	474.577	711.866	4.535	4.931	990.542	
3ος	Πόδας	437.250	655.875	4.178	5.288	990.615	990.615
	Κεφαλή	437.250	655.875	4.178	3.884	843.763	
4ος	Πόδας	264.062	396.093	2.523	5.539	843.816	843.816
	Κεφαλή	264.062	396.093	2.523	4.136	696.965	
5ος	Πόδας	123.372	185.058	1.179	5.480	696.827	696.827
	Κεφαλή	123.372	185.058	1.179	2.752	550.000	

Έλεγχος επάρκειας οριζόντιου οπλισμού κορμού

Όροφος	Ved,x	Asw	s (mm)	z (m)	fywd (MPa)	cotθ (21.8)	VRd,s	Έλεγχος
1ος	1098.669	1.571	230.000	2.080	400.000	2.500	1420.648	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	1098.800	1.571	230.000	2.080	400.000	2.500	1420.648	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	990.615	1.571	230.000	2.080	400.000	2.500	1420.648	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	843.816	1.571	230.000	2.080	400.000	2.500	1420.648	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	696.827	1.571	230.000	2.080	400.000	2.500	1420.648	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος έναντι θραύσης των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος (Κορμός)

Περιοχή	σcp	αcw	bw	z	v1	fcd	θ	Ved	VRd,max	Έλεγχος
				Έλεγχος Κρίσιμης περιοχής						
Ισόγειο - 1ος Όροφος	1.812	1.121	0.350	2.080	0.600	15.022	21.800	1098.669	2535.458	ΕΠΑΡΚΕΙ
				Έλεγχος ΜΗ Κρίσιμης περιοχής						
2ος όροφος	1.429	1.095	0.350	2.080	0.600	15.022	21.800	1098.800	2477.787	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος όροφος	1.090	1.073	0.350	2.080	0.600	15.022	21.800	990.615	2426.704	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος όροφος	0.741	1.049	0.350	2.080	0.600	15.022	21.800	843.816	2374.162	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος όροφος	0.363	1.024	0.350	2.080	0.600	15.022	21.800	696.827	2317.271	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης στις ακραίες περιοχές

Κρυφοκολώνα	s (mm)	smax (mm)	Φ (mm)	bc (m)	lc (m)	c (m)	bo (m)	ho (m)	vd	μφ	ωv	α	ωvd	Έλεγχος
Αριστερή	150.000	160.000	8.000	0.620	0.620	0.050	0.512	0.512	0.121	5.167	0.032	0.562	0.152	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δεξιά	120.000	121.000	8.000	0.350	0.525	0.050	0.242	0.467	0.121	5.167	0.032	0.486	0.178	ΕΠΑΡΚΕΙ

Τοίχωμα 4	fcd	12999.33333	kPa	fyd	434782.6087	kPa	lw	3.68	m

Βασικοί έλεγχοι

Ελάχιστο πάχος κορμού

Όροφος	Ύψος ορόφου (m)	Ελάχιστο πλάτος (cm)	Πάχος (cm)	Έλεγχος
1ος	5.30	26.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ

Διαστάσεις κρίσιμων περιοχών

Όροφος	Αριστερή κρυφοκολώνα bc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα lc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα bc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα lc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)
1ος	56.000	56.000	55.200	35.333	60.000	60.000	55.200	35.333
2ος	54.000	54.000	55.200	22.000	56.000	56.000	55.200	22.000
3ος	52.000	52.500	55.200	22.000	54.000	54.000	55.200	22.000
4ος	48.000	52.500	55.200	22.000	48.000	52.500	55.200	22.000
5ος	42.000	52.500	55.200	22.000	44.000	52.500	55.200	22.000

Έλεγχος αξονικού

Όροφος	Ac (cm2)	Αξονικό - Nmax (kN)	vd	Έλεγχος
1ος	15556.000	-2694.773	0.133	OK
2ος	15082.000	-2067.822	0.105	OK
3ος	14798.500	-1538.473	0.080	OK
4ος	14245.000	-1004.055	0.054	OK
5ος	13720.000	-468.661	0.026	OK

Φορτία υπολογισμών

Max/Min Ροπές και αξονικά τοιχίου

Στοιχείο	Θέση	N (Kn) Max	N (Kn) Min	M2 (kNm) Max	M3 (kNm) Max
1ος	Πόδας	-1298.508	-2694.773	130.192	5260.067
	Κεφαλή	-1077.244	-2423.222	95.305	1131.829
2ος	Πόδας	-982.824	-2067.822	215.482	1907.858
	Κεφαλή	-851.163	-1906.237	185.266	479.801
3ος	Πόδας	-752.453	-1538.473	131.219	962.806
	Κεφαλή	-623.703	-1380.462	147.289	770.337
4ος	Πόδας	-508.452	-1004.055	143.265	462.670
	Κεφαλή	-387.500	-855.615	149.138	945.587
5ος	Πόδας	-252.029	-468.661	127.006	471.316
	Κεφαλή	-134.448	-324.357	147.472	435.423

Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού

Στοιχείο	Θέση	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής αύξησης	M3 (kNm) Max	M3 (kNm) Τελική
1ος	Πόδας	7.000	0.000	5260.067	5260.067
	Κεφαλή	1.506	4.932	4838.231	4839.329
2ος	Πόδας	2.538	3.900	4839.329	4839.329
	Κεφαλή	0.638	4.654	3980.089	3980.089
3ος	Πόδας	1.281	4.011	3977.795	3980.089
	Κεφαλή	1.025	3.122	3116.672	3119.827
4ος	Πόδας	0.615	3.532	3119.827	3119.827
	Κεφαλή	1.258	1.744	2256.180	2256.301
5ος	Πόδας	0.627	2.375	2256.301	2256.301
	Κεφαλή	0.579	1.277	1395.985	1395.985

Διαστασιολόγηση σε κάμψη

Εύρεση οπλισμού κορμού

Όροφος	Οπλισμός	As,min (cm2)	As,max (cm2)	smax (mm)	s (mm)	Τοποθετούμενο	Ράβδοι (Απ)	Ράβδοι	As,prov (cm2)	Έλεγχος
1ος	Κατακόρυφος	17.640	352.800	400.000	110.000	Φ10	22.909	23	18.064	OK
	Οριζόντιος	18.550	-	400.000	230.000		23.043	24	18.850	OK
2ος	Κατακόρυφος	18.060	361.200	400.000	110.000	Φ10	23.455	24	18.850	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
3ος	Κατακόρυφος	18.305	366.100	400.000	110.000	Φ10	23.773	24	18.850	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
4ος	Κατακόρυφος	18.410	368.200	400.000	110.000	Φ10	23.909	24	18.850	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
5ος	Κατακόρυφος	18.410	368.200	400.000	110.000	Φ10	23.909	24	18.850	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK

Εύρεση καμπτικού οπλισμού κρυφοκολώνων

Όροφος	Φορτίο Τοιχίου	min	max	Αριστερή κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	hi (cm)
1ος	Αξονικό	-2694.773	-1298.508	26.008	15.680	125.440	12Φ18	30.536	15.33333333	26.008	18.000	144.000	12Φ18	30.536	16.66666667	16.66667
	Ροπή 2	130.192														
	Ροπή 3	5260.067														
2ος	Αξονικό	-2067.822	-982.824	28.185	5.832	116.640	12Φ18	30.536	14.66666667	28.185	6.272	125.440	12Φ18	30.536	15.33333333	15.33333
	Ροπή 2	215.482														
	Ροπή 3	4839.329														
3ος	Αξονικό	-1538.473	-752.453	21.843	5.460	109.200	12Φ18	30.536	14	21.843	5.832	116.640	12Φ18	30.536	14.66666667	14.66667
	Ροπή 2	147.289														
	Ροπή 3	3980.089														
4ος	Αξονικό	-1004.055	-508.452	17.805	5.040	100.800	12Φ18	30.536	12.66666667	17.805	5.040	100.800	12Φ18	30.536	12.66666667	14.16667
	Ροπή 2	149.138														
	Ροπή 3	3119.827														
5ος	Αξονικό	-468.661	-252.029	14.407	4.410	88.200	12Φ18	30.536	10.66666667	14.407	4.620	92.400	12Φ18	30.536	11.33333333	14.16667
	Ροπή 4	147.472														
	Ροπή 5	2256.301														

Διαστασιολόγηση σε διάτμηση

Περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού

Hw	6.167						
Όροφος	Θέση	Τέμνουσα Ανάλυσης Ved' (kN)	Αύξηση με ε Ved (kN)	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής Αύξησης	Τέμνουσα σχ, Ved,n (kN)	Τελική Ved,x (kN)
1ος	Πόδας	749.654	1124.481	7.000	0.000	1124.481	1124.481
	Κεφαλή	749.654	1124.481	7.000	0.000	1124.481	
2ος	Πόδας	514.969	772.454	4.808	5.692	1124.620	1124.620
	Κεφαλή	514.969	772.454	4.808	4.661	1014.215	
3ος	Πόδας	430.819	646.229	4.022	5.447	1014.299	1014.299
	Κεφαλή	430.819	646.229	4.022	4.049	864.552	
4ος	Πόδας	308.894	463.341	2.884	5.187	864.475	864.475
	Κεφαλή	308.894	463.341	2.884	3.789	714.730	
5ος	Πόδας	140.014	210.021	1.307	5.366	714.864	714.864
	Κεφαλή	140.014	210.021	1.307	2.752	565.000	

Έλεγχος επάρκειας οριζόντιου οπλισμού κορμού

Όροφος	Ved,x	Asw	s (mm)	z (m)	fywd (MPa)	cotθ (21.8)	VRd,s	Έλεγχος
1ος	1124.481	1.571	230.000	2.944	400.000	2.500	2010.763	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	1124.620	1.571	230.000	2.944	400.000	2.500	2010.763	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	1014.299	1.571	230.000	2.944	400.000	2.500	2010.763	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	864.475	1.571	230.000	2.944	400.000	2.500	2010.763	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	714.864	1.571	230.000	2.944	400.000	2.500	2010.763	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος έναντι θραύσης των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος (Κορμός)

Περιοχή	ocp	acw	bw	z	v1	fcd	θ	Ved	VRd,max	Έλεγχος
Έλεγχος Κρίσιμης περιοχής										
Ισόγειο - 1ος Όροφος	1.732	1.133	0.350	2.944	0.600	12.999	21.800	1124.481	3140.420	ΕΠΑΡΚΕΙ
Έλεγχος ΜΗ Κρίσιμης περιοχής										
2ος όροφος	1.371	1.105	0.350	2.944	0.600	12.999	21.800	1124.620	3063.410	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος όροφος	1.040	1.080	0.350	2.944	0.600	12.999	21.800	1014.299	2992.755	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος όροφος	0.705	1.054	0.350	2.944	0.600	12.999	21.800	864.475	2921.391	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος όροφος	0.342	1.026	0.350	2.944	0.600	12.999	21.800	714.864	2843.954	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης στις ακραίες περιοχές

Κρυφοκολώνα	s (mm)	smax (mm)	Φ (mm)	bc (m)	lc (m)	c (m)	bo (m)	ho (m)	vd	μφ	ων	α	ωνd	Έλεγχος
Αριστερή	150.000	160.000	8.000	0.560	0.560	0.050	0.452	0.452	0.133	5.167	0.039	0.536	0.198	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δεξιά	120.000	160.000	8.000	0.600	0.600	0.050	0.492	0.542	0.133	5.167	0.039	0.618	0.153	ΕΠΑΡΚΕΙ

Τοίχωμα 5	fcd	13163.66667	kPa	fyd	434782.6087	kPa	lw	2.5	m

Βασικοί έλεγχοι

Ελάχιστο πάχος κορμού

Όροφος	Ύψος ορόφου (m)	Ελάχιστο πλάτος (cm)	Πάχος (cm)	Έλεγχος
1ος	5.30	26.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ

Διαστάσεις κρίσιμων περιοχών

Όροφος	Αριστερή κρυφοκολώνα bc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα lc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα bc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα lc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)
1ος	40.000	52.500	52.500	35.333	55.000	55.000	52.500	35.333
2ος	40.000	52.500	52.500	22.000	51.000	52.500	52.500	22.000
3ος	40.000	52.500	52.500	22.000	49.000	52.500	52.500	22.000
4ος	40.000	52.500	52.500	22.000	44.000	52.500	52.500	22.000
5ος	40.000	52.500	52.500	22.000	40.000	52.500	52.500	22.000

Έλεγχος αξονικού

Όροφος	Ac (cm2)	Αξονικό - Nmax (kN)	vd	Έλεγχος
1ος	10112.500	-2156.424	0.133	OK
2ος	9852.500	-1641.857	0.104	OK
3ος	9747.500	-1209.128	0.077	OK
4ος	9485.000	-791.126	0.052	OK
5ος	9275.000	-383.221	0.026	OK

Φορτία υπολογισμών

Max/Min Ροπές και αξονικά τοιχίου

Στοιχείο	Θέση	N (Kn) Max	N (Kn) Min	M2 (kNm) Max	M3 (kNm) Max
1ος	Πόδας	-1074.503	-2156.424	43.393	3147.522
	Κεφαλή	-930.817	-1980.083	16.545	582.127
2ος	Πόδας	-881.375	-1641.857	45.476	820.237
	Κεφαλή	-794.451	-1535.177	34.565	893.653
3ος	Πόδας	-655.930	-1209.128	32.682	562.427
	Κεφαλή	-570.197	-1103.989	34.448	892.869
4ος	Πόδας	-353.955	-791.126	32.091	590.219
	Κεφαλή	-270.365	-688.538	31.888	785.046
5ος	Πόδας	-185.646	-383.221	28.449	377.932
	Κεφαλή	-104.358	-283.458	39.195	459.340

Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού

Στοιχείο	Θέση	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής αύξησης	M3 (kNm) Max	M3 (kNm) Τελική
1ος	Πόδας	7.000	0.000	3147.522	3147.522
	Κεφαλή	1.294	4.801	2741.979	2741.979
2ος	Πόδας	1.824	4.271	2740.913	2741.979
	Κεφαλή	1.987	3.042	2261.566	2262.532
3ος	Πόδας	1.250	3.779	2262.532	2262.532
	Κεφαλή	1.985	1.977	1782.139	1782.353
4ος	Πόδας	1.312	2.650	1782.353	1782.353
	Κεφαλή	1.745	1.151	1302.636	1302.739
5ος	Πόδας	0.840	2.056	1302.739	1302.739
	Κεφαλή	1.021	0.808	822.853	822.853

Διαστασιολόγηση σε κάμψη

Εύρεση οπλισμού κορμού

Όροφος	Οπλισμός	As,min (cm2)	As,max (cm2)	smax (mm)	s (mm)	Τοποθετούμενο	Ράβδοι (Απ)	Ράβδοι	As,prov (cm2)	Έλεγχος
1ος	Κατακόρυφος	9.975	199.500	400.000	110.000	Φ10	12.955	13	10.210	OK
	Οριζόντιος	18.550	-	400.000	230.000		23.043	24	18.850	OK
2ος	Κατακόρυφος	10.150	203.000	400.000	110.000	Φ10	13.182	14	10.996	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
3ος	Κατακόρυφος	10.150	203.000	400.000	110.000	Φ10	13.182	14	10.996	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
4ος	Κατακόρυφος	10.150	203.000	400.000	110.000	Φ10	13.182	14	10.996	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
5ος	Κατακόρυφος	10.150	203.000	400.000	110.000	Φ10	13.182	14	10.996	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK

Εύρεση καμπτικού οπλισμού κρυφοκολώνων

Όροφος	Φορτίο Τοιχίου	min	max	Αριστερή κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	hi (cm)
1ος	Αξονικό	-2156.424	-1074.503	25.394	10.500	84.000	12Φ18	30.536	10	25.394	9.625	77.000	12Φ18	30.536	15	15
	Ροπή 2	43.393														
	Ροπή 3	3147.522														
2ος	Αξονικό	-1641.857	-881.375	21.737	4.200	84.000	12Φ18	30.536	10	21.737	3.675	73.500	12Φ18	30.536	13.666667	14.1666667
	Ροπή 2	45.476														
	Ροπή 3	2741.979														
3ος	Αξονικό	-1209.128	-655.930	17.518	4.200	84.000	12Φ18	30.536	10	17.518	3.675	73.500	12Φ18	30.536	13	14.1666667
	Ροπή 2	34.448														
	Ροπή 3	2262.532														
4ος	Αξονικό	-791.126	-353.955	15.030	4.200	110.250	12Φ18	30.536	10	15.030	4.620	92.400	12Φ18	30.536	11.333333	14.1666667
	Ροπή 2	32.091														
	Ροπή 3	1782.353														
5ος	Αξονικό	-383.221	-185.646	11.512	4.200	110.250	12Φ18	30.536	10	11.512	4.200	84.000	12Φ18	30.536	10	10.625
	Ροπή 4	39.195														
	Ροπή 5	1302.739														

Διαστασιολόγηση σε διάτμηση

Περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού

Hw	6.167						
Όροφος	Θέση	Τέμνουσα Ανάλυσης Ved' (kN)	Αύξηση με ε Ved (kN)	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής Αύξησης	Τέμνουσα σχ. Ved,n (kN)	Τελική Ved,x (kN)
1ος	Πόδας	696.596	1044.894	7.000	0.000	1044.894	1044.894
	Κεφαλή	696.596	1044.894	7.000	0.000	1044.894	
2ος	Πόδας	504.604	756.906	5.070	5.421	1044.142	1044.142
	Κεφαλή	504.604	756.906	5.070	4.117	914.358	
3ος	Πόδας	407.609	611.414	4.096	5.091	914.234	914.234
	Κεφαλή	407.609	611.414	4.096	3.787	784.468	
4ος	Πόδας	356.082	534.123	3.578	4.305	784.515	784.515
	Κεφαλή	356.082	534.123	3.578	3.001	654.741	
5ος	Πόδας	161.597	242.396	1.623	4.956	655.050	655.050
	Κεφαλή	161.597	242.396	1.623	2.752	525.000	

Έλεγχος επάρκειας οριζόντιου οπλισμού κορμού

Όροφος	Ved,x	Asw	s (mm)	z (m)	fywd (MPa)	cotθ (21.8)	VRd,s	Έλεγχος
1ος	1044.894	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	1044.142	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	914.234	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	784.515	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	655.050	1.571	230.000	2.000	400.000	2.500	1366.007	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος έναντι θραύσης των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος (Κορμός)

Περιοχή	ocp	acw	bw	z	v1	fcd	θ	Ved	VRd,max	Έλεγχος
Έλεγχος Κρίσιμης περιοχής										
Ισόγειο - 1ος Όροφος	2.132	1.162	0.350	2.000	0.600	13.164	21.800	1044.894	2215.183	ΕΠΑΡΚΕΙ
Έλεγχος ΜΗ Κρίσιμης περιοχής										
2ος όροφος	1.666	1.127	0.350	2.000	0.600	13.164	21.800	1044.142	2147.697	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος όροφος	1.240	1.094	0.350	2.000	0.600	13.164	21.800	914.234	2086.006	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος όροφος	0.834	1.063	0.350	2.000	0.600	13.164	21.800	784.515	2027.155	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος όροφος	0.413	1.031	0.350	2.000	0.600	13.164	21.800	655.050	1966.200	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης στις ακραίες περιοχές

Κρυφοκολώνα	s (mm)	smax (mm)	Φ (mm)	bc (m)	lc (m)	c (m)	bo (m)	ho (m)	vd	μφ	ων	α	ωνd	Έλεγχος
Αριστερή	150.000	146.000	8.000	0.400	0.525	0.050	0.292	0.417	0.133	5.167	0.033	0.509	0.303	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δεξιά	120.000	160.000	8.000	0.550	0.550	0.050	0.442	0.492	0.133	5.167	0.033	0.602	0.169	ΕΠΑΡΚΕΙ

Τοίχωμα 6

fcd	13282.66667	kPa	fyd	434782.6087	kPa	tw	2.63	m

Βασικοί έλεγχοι

Ελάχιστο πάχος κορμού

Όροφος	Ύψος ορόφου (m)	Ελάχιστο πλάτος (cm)	Πάχος (cm)	Έλεγχος
1ος	5.30	26.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	-	-	-	-
5ος	-	-	-	-

Διαστάσεις κρίσιμων περιοχών

Όροφος	Αριστερή κρυφοκολώνα bc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα lc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα bc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα lc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)
1ος	46.000	52.500	52.500	35.333	35.000	52.500	52.500	35.333
2ος	40.000	52.500	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000
3ος	40.000	52.500	52.500	22.000	35.000	52.500	52.500	22.000
4ος	-	-	-	-	-	-	-	-
5ος	-	-	-	-	-	-	-	-

Έλεγχος αξονικού

Όροφος	Ac (cm2)	Αξονικό - Nmax (kN)	vd	Έλεγχος
1ος	9782.500	-1141.515	0.078	OK
2ος	9467.500	-720.369	0.051	OK
3ος	9467.500	-312.652	0.022	OK
4ος	-	-	-	-
5ος	-	-	-	-

Φορτία υπολογισμών

Max/Min Ροπές και αξονικά τοιχίου

Στοιχείο	Θέση	N (Kn) Max	N (Kn) Min	M2 (kNm) Max	M3 (kNm) Max
1ος	Πλάδας	-279.830	-1141.515	66.887	3612.637
	Κεφαλή	-130.550	-992.236	48.112	392.028
2ος	Πλάδας	-126.287	-720.369	123.961	576.996
	Κεφαλή	-37.372	-631.454	104.094	661.789
3ος	Πλάδας	-59.408	-312.652	116.826	470.425
	Κεφαλή	-27.443	-225.801	137.431	678.422
4ος	Πλάδας	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-
5ος	Πλάδας	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-

Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού

Στοιχείο	Θέση	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής αύξησης	M3 (kNm) Max	M3 (kNm) Τελική
1ος	Πλάδας	7.000	0.000	3612.637	3612.637
	Κεφαλή	0.759	4.965	2956.582	2956.582
2ος	Πλάδας	1.118	4.606	2954.239	2956.582
	Κεφαλή	1.282	2.865	2140.954	2141.648
3ος	Πλάδας	0.911	3.236	2141.648	2141.648
	Κεφαλή	1.314	1.257	1327.261	1327.261
4ος	Πλάδας	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-
5ος	Πλάδας	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-

Διαστασιολόγηση σε κάμψη

Εύρεση οπλισμού κορμού

Όροφος	Οπλισμός	As,min (cm2)	As,max (cm2)	smax (mm)	s (mm)	Τοποθετούμενο	Ράβδοι (Απ)	Ράβδοι	As,prov (cm2)	Έλεγχος
1ος	Κατακόρυφος	11.060	203.000	400.000	100.000	Φ10	14.500	15	11.781	OK
	Οριζόντιος	18.550	-	400.000	220.000		24.091	25	19.635	OK
2ος	Κατακόρυφος	11.060	203.000	400.000	100.000	Φ10	14.500	15	11.781	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	220.000		15.000	15	11.781	OK
3ος	Κατακόρυφος	11.060	203.000	400.000	100.000	Φ10	14.500	15	11.781	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	220.000		15.000	15	11.781	OK
4ος	Κατακόρυφος	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Οριζόντιος	-	-	-	-		-	-	-	-
5ος	Κατακόρυφος	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Οριζόντιος	-	-	-	-		-	-	-	-

Εύρεση καμπτικού οπλισμού κρυφοκολώνων

Όροφος	Φορτίο Τοιχίου	min	max	Αριστερή κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	hi (cm)
1ος	Αξονικό	-1141.515	-279.830	37.283	12.075	96.600	12Φ20	37.699	12	37.283	9.188	73.500	12Φ20	37.699	12.5	11.875
	Ροπή 2	66.887														
	Ροπή 3	3612.637														
2ος	Αξονικό	-720.369	-126.287	32.104	4.200	84.000	12Φ20	37.699	10	32.104	3.675	73.500	12Φ20	37.699	12.5	11.875
	Ροπή 2	123.961														
	Ροπή 3	2956.582														
3ος	Αξονικό	-312.652	-59.408	23.482	4.200	84.000	12Φ20	37.699	10	23.482	3.675	73.500	12Φ20	37.699	12.5	11.875
	Ροπή 2	137.431														
	Ροπή 3	2141.648														
4ος	Αξονικό	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ροπή 2	-														
	Ροπή 3	-														
5ος	Αξονικό	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Ροπή 4	-														
	Ροπή 5	-														

Διαστασιολόγηση σε διάτμηση

Περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού

Hw	3.967	Τέμνουσα Ανάλυσης	Αύξηση με ε	Συντελεστής	Συντελεστής	Τέμνουσα σχ.	Τελική
Όροφος	Θέση	Ved' (kN)	Ved (kN)	Κλίμακας	Αύξησης	Ved,n (kN)	Ved,x (kN)
1ος	Πλάδας	744.250	1116.375	7.000	0.000	1116.375	1116.375
	Κεφαλή	744.250	1116.375	7.000	0.000	1116.375	
2ος	Πλάδας	346.067	519.101	3.254	7.246	1116.688	1116.688
	Κεφαλή	346.067	519.101	3.254	4.630	838.420	
3ος	Πλάδας	323.315	484.973	3.040	4.844	838.439	838.439
	Κεφαλή	323.315	484.973	3.768	3.832	560.000	
4ος	Πλάδας	-	-	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-	-	
5ος	Πλάδας	-	-	-	-	-	-
	Κεφαλή	-	-	-	-	-	

Έλεγχος επάρκειας οριζόντιου οπλισμού κορμού

Όροφος	Ved,x	Asw	s (mm)	z (m)	fywd (MPa)	cotθ (21.8)	VRd,s	Έλεγχος
1ος	1116.375	1.571	220.000	2.104	400.000	2.500	1502.360	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	1116.688	1.571	220.000	2.104	400.000	2.500	1502.360	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	838.439	1.571	220.000	2.104	400.000	2.500	1502.360	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	-	-	-	-	-	-	-	-
5ος	-	-	-	-	-	-	-	-

Έλεγχος έναντι θραύσης των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος (Κορμός)

Περιοχή	αcp	αcw	bw	z	v1	fcd	θ	Ved	VRd,max	Έλεγχος
Έλεγχος Κρίσιμης περιοχής										
Ισόγειο - 1ος Όροφος	1.167	1.088	0.350	2.104	0.600	13.283	21.800	1116.375	2201.402	ΕΠΑΡΚΕΙ
Έλεγχος ΜΗ Κρίσιμης περιοχής										
2ος όροφος	0.761	1.057	0.350	2.104	0.600	13.283	21.800	1116.688	2139.546	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος όροφος	0.330	1.025	0.350	2.104	0.600	13.283	21.800	838.439	2073.936	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος όροφος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5ος όροφος	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Έλεγχος περίσφιξης στις ακραίες περιοχές

Κρυφοκολώνα	s (mm)	smax (mm)	Φ (mm)	bc (m)	lc (m)	c (m)	bo (m)	ho (m)	vd	μφ	ων	α	ωvd	Έλεγχος
Αριστερή	150.000	160.000	8.000	0.460	0.525	0.050	0.352	0.417	0.078	5.167	0.039	0.519	0.249	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δεξιά	120.000	121.000	8.000	0.350	0.525	0.050	0.242	0.467	0.078	5.167	0.039	0.486	0.202	ΕΠΑΡΚΕΙ

Τοίχωμα 7

fcd	12381.66667	kPa	fyd	434782.6087	kPa	tw	1.995	m

Βασικοί έλεγχοι

Ελάχιστο πάχος κορμού

Όροφος	Ύψος ορόφου (m)	Ελάχιστο πλάτος (cm)	Πάχος (cm)	Έλεγχος
1ος	5.30	26.50	39.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	3.30	16.50	39.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	3.30	16.50	39.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	3.30	16.50	39.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	3.30	16.50	39.00	ΕΠΑΡΚΕΙ

Διαστάσεις κρίσιμων περιοχών

Όροφος	Αριστερή κρυφοκολώνα bc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα lc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα bc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα lc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)
1ος	39.000	58.500	58.500	35.333	39.000	58.500	58.500	35.333
2ος	39.000	58.500	58.500	22.000	39.000	58.500	58.500	22.000
3ος	39.000	58.500	58.500	22.000	39.000	58.500	58.500	22.000
4ος	39.000	58.500	58.500	22.000	39.000	58.500	58.500	22.000
5ος	39.000	58.500	58.500	22.000	39.000	58.500	58.500	22.000

Έλεγχος αξονικού

Όροφος	Ac (cm2)	Αξονικό - Nmax (kN)	vd	Έλεγχος
1ος	7780.500	-2364.218	0.202	OK
2ος	7780.500	-1828.968	0.156	OK
3ος	7780.500	-1349.460	0.115	OK
4ος	7780.500	-873.627	0.075	OK
5ος	7780.500	-397.634	0.034	OK

Φορτία υπολογισμών

Max/Min Ροπές και αξονικά τοιχίου

Στοιχείο	Θέση	N (Kn) Max	N (Kn) Min	M2 (kNm) Max	M3 (kNm) Max
1ος	Πλάδας	-1226.779	-2364.218	69.426	999.198
	Κεφαλή	-1125.039	-2239.356	51.924	147.627
2ος	Πλάδας	-943.115	-1828.968	124.228	608.285
	Κεφαλή	-879.768	-1751.224	111.924	367.073
3ος	Πλάδας	-706.917	-1349.460	84.476	485.102
	Κεφαλή	-643.570	-1271.716	92.121	437.352
4ος	Πλάδας	-461.438	-873.627	80.969	380.897
	Κεφαλή	-398.091	-795.883	85.751	446.772
5ος	Πλάδας	-207.481	-397.634	70.904	307.527
	Κεφαλή	-144.134	-319.890	83.201	534.303

Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού

Στοιχείο	Θέση	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής αύξησης	M3 (kNm) Max	M3 (kNm) Τελική
1ος	Πλάδας	7.000	0.000	999.198	999.198
	Κεφαλή	1.038	5.380	912.797	916.225
2ος	Πλάδας	4.261	2.157	916.225	916.225
	Κεφαλή	2.571	3.266	833.403	833.403
3ος	Πλάδας	3.398	2.439	833.324	833.403
	Κεφαλή	3.063	2.193	750.510	750.510
4ος	Πλάδας	2.668	2.588	750.400	750.510
	Κεφαλή	3.129	1.546	667.545	667.545
5ος	Πλάδας	2.154	2.521	667.478	667.545
	Κεφαλή	3.743	0.351	584.435	584.435

Διαστασιολόγηση σε κάμψη

Εύρεση οπλισμού κορμού

Όροφος	Οπλισμός	As,min (cm2)	As,max (cm2)	smax (mm)	s (mm)	Τοποθετούμενο	Ράβδοι (Απ)	Ράβδοι	As,prov (cm2)	Έλεγχος
1ος	Κατακόρυφος	6.435	223.080	400.000	160.000	Φ10	8.938	9	7.069	OK
	Οριζόντιος	20.670	-	400.000	200.000		26.500	27	21.206	OK
2ος	Κατακόρυφος	6.435	223.080	400.000	160.000	Φ10	8.938	9	7.069	OK
	Οριζόντιος	12.870	-	400.000	200.000		16.500	17	13.352	OK
3ος	Κατακόρυφος	6.435	223.080	400.000	160.000	Φ10	8.938	9	7.069	OK
	Οριζόντιος	12.870	-	400.000	200.000		16.500	17	13.352	OK
4ος	Κατακόρυφος	6.435	223.080	400.000	160.000	Φ10	8.938	9	7.069	OK
	Οριζόντιος	12.870	-	400.000	200.000		16.500	17	13.352	OK
5ος	Κατακόρυφος	6.435	223.080	400.000	160.000	Φ10	8.938	9	7.069	OK
	Οριζόντιος	12.870	-	400.000	200.000		16.500	17	13.352	OK

Εύρεση καμπτικού οπλισμού κρυφοκολώνων

Όροφος	Φορτίο Τοιχίου	min	max	Αριστερή κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα As,απαιτ	As,min	As,max	Τοποθετούμενο	As,prov	bi (cm)	hi (cm)
1ος	Αξονικό	-2364.218	-1226.779	0.042	11.408	91.260	12Φ18	30.536	9.666666667	0.042	11.408	91.260	12Φ18	30.536	14.5	13.375
	Ροπή 2	69.426														
	Ροπή 3	999.198														
2ος	Αξονικό	-1828.968	-943.115	3.380	4.563	91.260	12Φ18	30.536	9.666666667	3.380	4.563	91.260	12Φ18	30.536	14.5	13.375
	Ροπή 2	124.228														
	Ροπή 3	916.225														
3ος	Αξονικό	-1349.460	-706.917	3.745	4.563	91.260	12Φ18	30.536	9.666666667	3.745	4.563	91.260	12Φ18	30.536	14.5	13.375
	Ροπή 2	92.121														
	Ροπή 3	833.403														
4ος	Αξονικό	-873.627	-461.438	5.256	4.563	91.260	12Φ18	30.536	9.666666667	5.256	4.563	91.260	12Φ18	30.536	14.5	13.375
	Ροπή 2	85.751														
	Ροπή 3	750.510														
5ος	Αξονικό	-397.634	-207.481	7.000	4.563	91.260	12Φ18	30.536	9.666666667	7.000	4.563	91.260	12Φ18	30.536	14.5	13.375
	Ροπή 4	83.201														
	Ροπή 5	667.545														

Διαστασιολόγηση σε διάτμηση

Περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού

Hw	6.167	Τέμνουσα Ανάλυσης	Αύξηση με ε	Συντελεστής	Συντελεστής	Τέμνουσα σχ.	Τελική
Όροφος	Θέση	Ved' (kN)	Ved (kN)	Κλίμακας	Αύξησης	Ved,n (kN)	Ved,x (kN)
1ος	Πλάδας	206.813	310.219	7.000	0.000	310.219	310.219
	Κεφαλή	206.813	310.219	7.000	0.000	310.219	
2ος	Πλάδας	286.544	429.816	4.699	-	-	429.816
	Κεφαλή	286.544	429.816	4.699	-	-	
3ος	Πλάδας	272.675	409.013	3.768	-	-	409.013
	Κεφαλή	272.675	409.013	3.768	-	-	
4ος	Πλάδας	246.021	369.032	3.248	-	-	369.032
	Κεφαλή	246.021	369.032	3.248	-	-	
5ος	Πλάδας	254.947	382.421	1.509	-	-	382.421
	Κεφαλή	254.947	382.421	1.509	-	-	

Έλεγχος επάρκειας οριζόντιου οπλισμού κορμού

Όροφος	Ved,x	Asw	s (mm)	z (m)	fywd (MPa)	cotθ (21.8)	VRd,s	Έλεγχος
1ος	310.219	1.571	200.000	1.596	400.000	2.500	1253.585	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	429.816	1.571	200.000	1.596	400.000	2.500	1253.585	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	409.013	1.571	200.000	1.596	400.000	2.500	1253.585	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	369.032	1.571	200.000	1.596	400.000	2.500	1253.585	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	382.421	1.571	200.000	1.596	400.000	2.500	1253.585	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος έναντι θραύσης των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος (Κορμός)

Περιοχή	αcp	αcw	bw	z	v1	fcd	θ	Ved	VRd,max	Έλεγχος
Έλεγχος Κρίσιμης περιοχής										
Ισόγειο - 1ος Όροφος	3.039	1.245	0.390	1.596	0.600	12.382	21.800	310.219	1985.736	ΕΠΑΡΚΕΙ
Έλεγχος ΜΗ Κρίσιμης περιοχής										
2ος όροφος	2.351	1.190	0.390	1.596	0.600	12.382	21.800	429.816	1897.147	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος όροφος	1.734	1.140	0.390	1.596	0.600	12.382	21.800	409.013	1817.785	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος όροφος	1.123	1.091	0.390	1.596	0.600	12.382	21.800	369.032	1739.030	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος όροφος	0.511	1.041	0.390	1.596	0.600	12.382	21.800	382.421	1660.249	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης στις ακραίες περιοχές

Κρυφοκολώνα	s (mm)	smax (mm)	Φ (mm)	bc (m)	lc (m)	c (m)	bo (m)	ho (m)	vd	μφ	ων	α	ωvd	Έλεγχος
Αριστερή	130.000	141.000	8.000	0.390	0.585	0.050	0.282	0.527	0.202	5.167	0.032	0.503	0.170	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δεξιά	130.000	141.000	8.000	0.390	0.585	0.050	0.282	0.527	0.202	5.167	0.032	0.503	0.170	ΕΠΑΡΚΕΙ

Τοίχωμα 8-1

fcd	13566	kPa	fyd	434782.6087	kPa	tw	4.24	m

Βασικοί έλεγχοι

Ελάχιστο πάχος κορμού

Όροφος	Ύψος ορόφου (m)	Ελάχιστο πλάτος (cm)	Πάχος (cm)	Έλεγχος
1ος	5.30	26.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ

Διαστάσεις κρίσιμων περιοχών

Όροφος	Αριστερή κρυφοκολώνα bc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα lc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα bc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα lc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)
1ος	58.000	63.600	63.600	35.333	60.000	63.600	63.600	35.333
2ος	53.000	63.600	63.600	22.000	56.000	63.600	63.600	22.000
3ος	52.000	63.600	63.600	22.000	53.000	63.600	63.600	22.000
4ος	48.000	63.600	63.600	22.000	52.000	63.600	63.600	22.000
5ος	40.000	63.600	63.600	22.000	42.000	63.600	63.600	22.000

Έλεγχος αξονικού

Όροφος	Ac (cm2)	Αξονικό - Nmax (kN)	vd	Έλεγχος
1ος	17892.800	-3317.271	0.143	OK
2ος	17320.400	-2550.909	0.113	OK
3ος	17066.000	-1872.370	0.084	OK
4ος	16748.000	-1173.484	0.054	OK
5ος	15803.200	-545.546	0.027	OK

Φορτία υπολογισμών

Max/Min Ροπές και αξονικά τοιχίου

Στοιχείο	Θέση	N (Kn) Max	N (Kn) Min	M2 (kNm) Max	M3 (kNm) Max
1ος	Πόδας	-1693.410	-3317.271	141.008	7211.766
	Κεφαλή	-1435.881	-3001.213	88.741	1859.386
2ος	Πόδας	-1311.558	-2550.909	203.619	2436.850
	Κεφαλή	-1159.039	-2363.726	185.156	773.292
3ος	Πόδας	-1025.176	-1872.370	140.150	1246.446
	Κεφαλή	-876.743	-1690.203	152.681	755.734
4ος	Πόδας	-647.936	-1173.484	139.408	958.527
	Κεφαλή	-502.456	-994.940	144.968	620.921
5ος	Πόδας	-324.398	-545.546	121.388	431.162
	Κεφαλή	-190.968	-381.791	147.263	401.373

Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού

Στοιχείο	Θέση	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής αύξησης	M3 (kNm) Max	M3 (kNm) Τελική
1ος	Πόδας	7.000	0.000	7211.766	7211.766
	Κεφαλή	1.806	4.815	6816.926	6822.357
2ος	Πόδας	2.365	4.256	6822.357	6822.357
	Κεφαλή	0.751	4.691	5603.433	5610.449
3ος	Πόδας	1.209	4.233	5610.449	5610.449
	Κεφαλή	0.733	3.530	4394.908	4394.908
4ος	Πόδας	0.930	3.333	4393.454	4394.908
	Κεφαλή	0.602	2.481	3180.310	3180.488
5ος	Πόδας	0.418	2.665	3180.488	3180.488
	Κεφαλή	0.389	1.515	1964.765	1964.765

Διαστασιολόγηση σε κάμψη

Εύρεση οπλισμού κορμού

Όροφος	Οπλισμός	As,min (cm2)	As,max (cm2)	smax (mm)	s (mm)	Τοποθετούμενο	Ράβδοι (Απ)	Ράβδοι	As,prov (cm2)	Έλεγχος
1ος	Κατακόρυφος	20.776	337.120	400.000	90.000	Φ10	26.756	27	21.206	OK
	Οριζόντιος	18.550	-	400.000	220.000		24.091	25	19.635	OK
2ος	Κατακόρυφος	20.776	337.120	400.000	90.000	Φ10	26.756	27	21.206	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	220.000		15.000	15	11.781	OK
3ος	Κατακόρυφος	20.776	337.120	400.000	90.000	Φ10	26.756	27	21.206	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	220.000		15.000	15	11.781	OK
4ος	Κατακόρυφος	20.776	337.120	400.000	90.000	Φ10	26.756	27	21.206	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	220.000		15.000	15	11.781	OK
5ος	Κατακόρυφος	20.776	337.120	400.000	90.000	Φ10	26.756	27	21.206	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	220.000		15.000	15	11.781	OK

Εύρεση καμπτικού οπλισμού κρυφοκολώνων

Όροφος	Φορτίο Τοιχίου min	Φορτίο Τοιχίου max	Αριστερή κρυφοκολώνα As,απαιτ	Αριστερή κρυφοκολώνα As,min	Αριστερή κρυφοκολώνα As,max	Αριστερή κρυφοκολώνα Τοποθετούμενο	Αριστερή κρυφοκολώνα As,prov	Αριστερή κρυφοκολώνα bi (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα As,απαιτ	Δεξιά κρυφοκολώνα As,min	Δεξιά κρυφοκολώνα As,max	Δεξιά κρυφοκολώνα Τοποθετούμενο	Δεξιά κρυφοκολώνα As,prov	Δεξιά κρυφοκολώνα bi (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα hi (cm)
1ος	Αξονικό -3317.271	-1693.410	28.538	18.444	147.552	12Φ20	37.699	16	28.538	19.080	152.640	12Φ20	37.699	16.66666667	17.86667
	Ροπή 2 141.008														
	Ροπή 3 7211.766														
2ος	Αξονικό -2550.909	-1311.558	31.263	16.854	134.832	12Φ20	37.699	14.33333333	31.263	17.808	142.464	12Φ20	37.699	15.33333333	17.86667
	Ροπή 2 203.619														
	Ροπή 3 6822.357														
3ος	Αξονικό -1872.370	-1025.176	24.791	6.614	132.288	12Φ20	37.699	14	24.791	8.090	161.798	12Φ20	37.699	14.33333333	17.86667
	Ροπή 2 152.681														
	Ροπή 3 5610.449														
4ος	Αξονικό -1173.484	-647.936	20.551	6.106	122.112	12Φ20	37.699	12.66666667	20.551	6.614	132.288	12Φ20	37.699	14	17.86667
	Ροπή 2 144.968														
	Ροπή 3 4394.908														
5ος	Αξονικό -545.546	-324.398	16.564	5.088	101.760	12Φ20	37.699	10	16.564	5.342	106.848	12Φ20	37.699	10.66666667	17.86667
	Ροπή 4 147.263														
	Ροπή 5 3180.488														

Διαστασιολόγηση σε διάτμηση

Περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού

Hw 6.167

Όροφος	Θέση	Τέμνουσα Ανάλυσης Ved' (kN)	Αύξηση με ε Ved (kN)	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής Άυξησης	Τέμνουσα σχ. Ved,n (kN)	Τελική Ved,x (kN)
1ος	Πόδας	1046.168	1569.252	7.000	0.000	1569.252	1569.252
	Κεφαλή	1046.168	1569.252	7.000	0.000	1569.252	
2ος	Πόδας	676.334	1014.501	4.525	5.945	1564.895	1564.895
	Κεφαλή	676.334	1014.501	4.525	4.916	1411.035	
3ος	Πόδας	371.493	557.240	2.485	6.956	1411.300	1411.300
	Κεφαλή	371.493	557.240	2.485	5.559	1202.591	
4ος	Πόδας	380.310	570.465	2.544	5.500	1202.581	1202.581
	Κεφαλή	380.310	570.465	2.544	4.104	993.859	
5ος	Πόδας	182.658	273.987	1.218	5.430	997.001	997.001
	Κεφαλή	182.658	273.987	1.218	2.752	785.000	

Έλεγχος επάρκειας οριζόντιου οπλισμού κορμού

Όροφος	Ved,x	Asw	s (mm)	z (m)	fywd (MPa)	cotθ (21.8)	VRd,s	Έλεγχος
1ος	1569.252	1.571	220.000	2.944	400.000	2.500	2102.161	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	1564.895	1.571	220.000	2.944	400.000	2.500	2102.161	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	1411.300	1.571	220.000	2.944	400.000	2.500	2102.161	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	1202.581	1.571	220.000	2.944	400.000	2.500	2102.161	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	997.001	1.571	220.000	2.944	400.000	2.500	2102.161	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος έναντι θραύσης των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος (Κορμός)

Περιοχή	ocp	αcw	bw	z	v1	fcd	θ	Ved	VRd,max	Έλεγχος
Έλεγχος Κρίσιμης περιοχής										
Ισόγειο - 1ος Όροφος	1.854	1.137	0.350	3.392	0.600	13.566	21.800	1569.252	3787.374	ΕΠΑΡΚΕΙ
Έλεγχος ΜΗ Κρίσιμης περιοχής										
2ος όροφος	1.473	1.109	0.350	3.392	0.600	13.566	21.800	1564.895	3693.748	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος όροφος	1.097	1.081	0.350	3.392	0.600	13.566	21.800	1411.300	3601.484	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος όροφος	0.701	1.052	0.350	3.392	0.600	13.566	21.800	1202.581	3504.107	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος όροφος	0.350	1.026	0.350	3.392	0.600	13.566	21.800	997.001	3417.888	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης στις ακραίες περιοχές

Κρυφοκολώνα	s (mm)	smax (mm)	Φ (mm)	bc (m)	lc (m)	c (m)	bo (m)	ho (m)	vd	μφ	ωv	α	ωvd	Έλεγχος
Αριστερή	150.000	160.000	8.000	0.580	0.636	0.050	0.472	0.528	0.143	5.167	0.038	0.573	0.182	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δεξιά	150.000	160.000	8.000	0.600	0.636	0.050	0.492	0.578	0.143	5.167	0.038	0.583	0.110	ΕΠΑΡΚΕΙ

Τοίχωμα 8-2

fcd	15583.33333	kPa	fyd	434782.6087	kPa	tw	4.105	m

Βασικοί έλεγχοι

Ελάχιστο πάχος κορμού

Όροφος	Ύψος ορόφου (m)	Ελάχιστο πλάτος (cm)	Πάχος (cm)	Έλεγχος
1ος	5.30	26.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	3.30	16.50	35.00	ΕΠΑΡΚΕΙ

Διαστάσεις κρίσιμων περιοχών

Όροφος	Αριστερή κρυφοκολώνα bc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα lc (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Αριστερή κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα bc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα lc (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $l_{c,min}$ (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα $b_{w,min}$ (cm)
1ος	48.000	61.575	61.575	35.333	42.000	61.575	61.575	35.333
2ος	46.000	61.575	55.200	22.000	40.000	61.575	61.575	22.000
3ος	44.000	61.575	55.200	22.000	40.000	61.575	61.575	22.000
4ος	40.000	61.575	55.200	22.000	40.000	61.575	61.575	22.000
5ος	40.000	61.575	55.200	22.000	40.000	61.575	61.575	22.000

Έλεγχος αξονικού

Όροφος	Ac (cm2)	Αξονικό - Nmax (kN)	vd	Έλεγχος
1ος	15660.575	-2045.312	0.100	OK
2ος	15352.700	-1545.832	0.077	OK
3ος	15229.550	-1151.534	0.058	OK
4ος	14983.250	-756.854	0.039	OK
5ος	14983.250	-364.532	0.019	OK

Φορτία υπολογισμών

Max/Min Ροπές και αξονικά τοιχίου

Στοιχείο	Θέση	N (Kn) Max	N (Kn) Min	M2 (kNm) Max	M3 (kNm) Max
1ος	Πόδας	-1207.118	-2045.312	113.073	6337.981
	Κεφαλή	-983.538	-1770.918	44.611	2014.744
2ος	Πόδας	-897.729	-1545.832	73.520	2003.770
	Κεφαλή	-761.828	-1379.044	69.566	873.038
3ος	Πόδας	-669.636	-1151.534	46.841	850.375
	Κεφαλή	-534.973	-986.265	62.118	586.872
4ος	Πόδας	-441.557	-756.854	47.633	512.974
	Κεφαλή	-309.356	-594.608	62.465	578.498
5ος	Πόδας	-212.415	-364.532	35.300	450.461
	Κεφαλή	-80.214	-202.285	59.291	123.834

Περιβάλλουσα ροπών σχεδιασμού

Στοιχείο	Θέση	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής αύξησης	M3 (kNm) Max	M3 (kNm) Τελική
1ος	Πόδας	7.000	0.000	6337.981	6337.981
	Κεφαλή	2.225	4.332	5937.020	5937.020
2ος	Πόδας	2.213	4.344	5936.701	5937.020
	Κεφαλή	0.964	4.368	4829.062	4829.062
3ος	Πόδας	0.939	4.393	4828.935	4829.062
	Κεφαλή	0.648	3.460	3720.296	3722.956
4ος	Πόδας	0.566	3.542	3722.956	3722.956
	Κεφαλή	0.638	2.246	2614.573	2614.573
5ος	Πόδας	0.497	2.387	2613.491	2614.573
	Κεφαλή	0.136	1.523	1510.687	1510.687

Διαστασιολόγηση σε κάμψη

Εύρεση οπλισμού κορμού

Όροφος	Οπλισμός	As,min (cm2)	As,max (cm2)	smax (mm)	s (mm)	Τοποθετούμενο	Ράβδοι (Απ)	Ράβδοι	As,prov (cm2)	Έλεγχος
1ος	Κατακόρυφος	20.115	342.790	400.000	90.000	Φ10	27.206	28	21.991	OK
	Οριζόντιος	18.550	-	400.000	230.000		23.043	24	18.850	OK
2ος	Κατακόρυφος	20.115	342.790	400.000	90.000	Φ10	27.206	28	21.991	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
3ος	Κατακόρυφος	20.115	342.790	400.000	90.000	Φ10	27.206	28	21.991	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
4ος	Κατακόρυφος	20.115	342.790	400.000	90.000	Φ10	27.206	28	21.991	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK
5ος	Κατακόρυφος	20.115	342.790	400.000	90.000	Φ10	27.206	28	21.991	OK
	Οριζόντιος	11.550	-	400.000	230.000		14.348	15	11.781	OK

Εύρεση καμπτικού οπλισμού κρυφοκολώνων

Όροφος	Φορτίο Τοιχίου min	Φορτίο Τοιχίου max	Αριστερή κρυφοκολώνα As,απαιτ	Αριστερή κρυφοκολώνα As,min	Αριστερή κρυφοκολώνα As,max	Αριστερή κρυφοκολώνα Τοποθετούμενο	Αριστερή κρυφοκολώνα As,prov	Αριστερή κρυφοκολώνα bi (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα As,απαιτ	Δεξιά κρυφοκολώνα As,min	Δεξιά κρυφοκολώνα As,max	Δεξιά κρυφοκολώνα Τοποθετούμενο	Δεξιά κρυφοκολώνα As,prov	Δεξιά κρυφοκολώνα bi (cm)	Δεξιά κρυφοκολώνα hi (cm)
1ος	Αξονικό -2045.312	-1207.118	27.966	15.086	120.687	12Φ18	30.536	13	27.966	12.931	103.446	12Φ18	30.536	10.66666667	17.19167
	Ροπή 2 113.073														
	Ροπή 3 6337.981														
2ος	Αξονικό -1545.832	-897.729	27.931	5.665	113.298	12Φ18	30.536	12	27.931	4.926	98.520	12Φ18	30.536	10	17.19167
	Ροπή 2 73.520														
	Ροπή 3 5937.020														
3ος	Αξονικό -1151.534	-669.636	22.612	5.419	108.372	12Φ18	30.536	11.33333333	22.612	4.926	98.520	12Φ18	30.536	10	17.19167
	Ροπή 2 62.118														
	Ροπή 3 4829.062														
4ος	Αξονικό -756.854	-441.557	17.898	4.926	98.520	12Φ18	30.536	10	17.898	4.926	98.520	12Φ18	30.536	10	17.19167
	Ροπή 2 62.465														
	Ροπή 3 3722.956														
5ος	Αξονικό -364.532	-212.415	13.436	4.926	98.520	12Φ18	30.536	10	13.436	4.926	98.520	12Φ18	30.536	10	17.19167
	Ροπή 4 59.291														
	Ροπή 5 2614.573														

Διαστασιολόγηση σε διάτμηση

Περιβάλλουσα τεμνουσών σχεδιασμού

Hw 6.167

Όροφος	Θέση	Τέμνουσα Ανάλυσης Ved' (kN)	Αύξηση με ε Ved (kN)	Συντελεστής Κλίμακας	Συντελεστής Άυξησης	Τέμνουσα σχ. Ved,n (kN)	Τελική Ved,x (kN)
1ος	Πόδας	833.820	1250.730	7.000	0.000	1250.730	1250.730
	Κεφαλή	833.820	1250.730	7.000	0.000	1250.730	
2ος	Πόδας	416.963	625.445	3.500	7.000	1250.889	1250.889
	Κεφαλή	416.963	625.445	3.500	5.972	1128.397	
3ος	Πόδας	214.628	321.942	1.801	7.671	1128.769	1128.769
	Κεφαλή	214.628	321.942	1.801	6.276	962.573	
4ος	Πόδας	190.570	285.855	1.599	6.478	962.647	962.647
	Κεφαλή	190.570	285.855	1.599	5.084	796.437	
5ος	Πόδας	138.477	207.716	1.162	5.521	796.374	796.374
	Κεφαλή	138.477	207.716	1.162	2.752	630.000	

Έλεγχος επάρκειας οριζόντιου οπλισμού κορμού

Όροφος	Ved,x	Asw	s (mm)	z (m)	fywd (MPa)	cotθ (21.8)	VRd,s	Έλεγχος
1ος	1250.730	1.571	230.000	3.284	400.000	2.500	2242.984	ΕΠΑΡΚΕΙ
2ος	1250.889	1.571	230.000	3.284	400.000	2.500	2242.984	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος	1128.769	1.571	230.000	3.284	400.000	2.500	2242.984	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος	962.647	1.571	230.000	3.284	400.000	2.500	2242.984	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος	796.374	1.571	230.000	3.284	400.000	2.500	2242.984	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος έναντι θραύσης των λοξών θλιπτήρων σκυροδέματος (Κορμός)

Περιοχή	ocp	αcw	bw	z	v1	fcd	θ	Ved	VRd,max	Έλεγχος
Έλεγχος Κρίσιμης περιοχής										
Ισόγειο - 1ος Όροφος	1.306	1.084	0.350	3.284	0.600	15.583	21.800	1250.730	4016.199	ΕΠΑΡΚΕΙ
Έλεγχος ΜΗ Κρίσιμης περιοχής										
2ος όροφος	1.007	1.065	0.350	3.284	0.600	15.583	21.800	1250.889	3945.063	ΕΠΑΡΚΕΙ
3ος όροφος	0.756	1.049	0.350	3.284	0.600	15.583	21.800	1128.769	3885.434	ΕΠΑΡΚΕΙ
4ος όροφος	0.505	1.032	0.350	3.284	0.600	15.583	21.800	962.647	3825.751	ΕΠΑΡΚΕΙ
5ος όροφος	0.243	1.016	0.350	3.284	0.600	15.583	21.800	796.374	3763.486	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης στις ακραίες περιοχές

Κρυφοκολώνα	s (mm)	smax (mm)	Φ (mm)	bc (m)	lc (m)	c (m)	bo (m)	ho (m)	vd	μφ	ωv	α	ωvd	Έλεγχος
Αριστερή	150.000	160.000	8.000	0.490	0.616	0.050	0.382	0.508	0.100	5.167	0.039	0.519	0.196	ΕΠΑΡΚΕΙ
Δεξιά	150.000	156.000	8.000	0.420	0.616	0.050	0.312	0.508	0.100	5.167	0.039	0.455	0.119	ΕΠΑΡΚΕΙ

Παράρτημα Γ: Πίνακες 2ης Ενίσχυσης.

1ος Όροφος: Υποστυλώματα και κάμψη δοκών.

Υπολογισμός διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων														
1ος Όροφος														
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	N_{Ed} (kN)	$M_{ed,y}$ (kN)	$M_{ed,x}$ (kN)	$A_{s,απ}$ (cm^2)	$A_{s,min}$ (cm^2)	$A_{s,max}$ (cm^2)	Οπλισμός			$A_{s,tot}$ (cm^2)	b_i (cm)	Έλεγχος b_i
Σ1	42	42	221.185	64.98	66.21	6.72	17.64	70.56	12	Φ	18	30.54	10.67	TRUE
Σ2	46	46	243.207	105.87	89.27	11.13	21.16	84.64	12	Φ	18	30.54	12.00	TRUE
Σ3	52	52	107.257	164.48	152.59	21.15	27.04	108.16	12	Φ	18	30.54	14.00	TRUE
Σ4	40	40	30.388	58.82	61.32	10.54	16	64	12	Φ	18	30.54	10.00	TRUE
Σ5	44	44	320.787	85.53	90.99	8.8	19.36	77.44	12	Φ	18	30.54	11.33	TRUE
Σ6	44	44	287.685	86.76	111.25	12.23	19.36	77.44	12	Φ	18	30.54	11.33	TRUE
Σ7	46	46	194.317	90.06	109.10	12.57	21.16	84.64	12	Φ	20	37.70	12.00	TRUE
Σ8	49	49	564.356	103.59	132.40	7.25	24.01	96.04	12	Φ	18	30.54	13.00	TRUE
Σ9	58	58	598.447	220.94	195.05	16.1	33.64	134.56	12	Φ	20	37.70	16.00	TRUE
Σ10	58	58	776.452	230.21	240.07	18.25	33.64	134.56	12	Φ	20	37.70	16.00	TRUE
Σ11	62	62	167.141	234.19	329.25	32.72	38.44	153.76	12	Φ	22	45.62	17.33	TRUE
Σ12	62	62	1388.482	250.13	285.73	10.85	38.44	153.76	12	Φ	22	45.62	17.33	TRUE
Σ13	58	58	916.407	218.73	178.97	9.38	33.64	134.56	12	Φ	20	37.70	16.00	TRUE
Σ14	60	60	619.984	262.56	266.13	23.67	36	144	12	Φ	20	37.70	16.67	TRUE
Σ15	49	49	92.234	116.62	140.34	19.01	24.01	96.04	12	Φ	18	30.54	13.00	TRUE
Σ16	44	44	264.084	86.55	98.56	13.26	19.36	77.44	12	Φ	18	30.54	11.33	TRUE
Σ17	40	40	108.705	59.03	69.57	8.53	16	64	12	Φ	18	30.54	10.00	TRUE
Σ18	49	49	292.719	122.65	101.83	11.5	24.01	96.04	12	Φ	18	30.54	13.00	TRUE
Σ19	42	42	13.621	88.17	70.08	14.29	17.64	70.56	12	Φ	18	30.54	10.67	TRUE
Σ20	62	62	888.81	254.24	361.60	24.46	38.44	153.76	12	Φ	22	45.62	17.33	TRUE
Σ21	55	55	667.07	160.33	203.23	13.18	30.25	121	12	Φ	20	37.70	15.00	TRUE
Σ22	55	55	728.155	159.37	213.62	12.69	30.25	121	12	Φ	20	37.70	15.00	TRUE
Σ23	62	62	1225.179	275.13	292.75	16.56	38.44	153.76	12	Φ	22	45.62	17.33	TRUE
Σ24	58	58	1079.162	236.65	200.19	10.64	33.64	134.56	12	Φ	20	37.70	16.00	TRUE
Σ25	57	57	377.412	235.11	243.00	26.58	32.49	129.96	12	Φ	20	37.70	15.67	TRUE
Σ26	57	57	655.207	254.70	209.38	20.91	32.49	129.96	12	Φ	20	37.70	15.67	TRUE
Σ27	56	56	579.333	244.51	176.57	19.4	31.36	125.44	12	Φ	20	37.70	15.33	TRUE
Σ28	60	60	616.105	311.35	262.53	27.91	36	144	12	Φ	20	37.70	16.67	TRUE
Σ29	53	53	431.454	187.35	185.11	19.97	28.09	112.36	12	Φ	20	37.70	14.33	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
1ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Σ1	42	42	21.68	33.3	21.8	466.153	TRUE
Σ2	46	46	38.469	36.9	21.8	542.859	TRUE
Σ3	52	52	56.714	42.3	21.8	665.822	TRUE
Σ4	40	40	21.027	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ5	44	44	33.359	35.1	21.8	504.066	TRUE
Σ6	44	44	39.862	35.1	21.8	504.066	TRUE
Σ7	46	46	38.291	36.9	21.8	542.859	TRUE
Σ8	49	49	44.686	39.6	21.8	603.286	TRUE
Σ9	58	58	76.505	47.7	21.8	798.209	TRUE
Σ10	58	58	81.725	47.7	21.8	798.209	TRUE
Σ11	62	62	101.853	51.3	21.8	891.553	TRUE
Σ12	62	62	87.39	51.3	21.8	891.553	TRUE
Σ13	58	58	75.378	47.7	21.8	798.209	TRUE
Σ14	60	60	93.765	49.5	21.8	844.358	TRUE
Σ15	49	49	50.531	39.6	21.8	603.286	TRUE
Σ16	44	44	35.645	35.1	21.8	504.066	TRUE
Σ17	40	40	25.387	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ18	49	49	42.809	39.6	21.8	603.286	TRUE
Σ19	42	42	31.235	33.3	22.8	482.953	TRUE
Σ20	62	62	119.621	51.3	21.8	891.553	TRUE
Σ21	55	55	72.019	45	24.8	807.131	TRUE
Σ22	55	55	74.788	45	25.8	830.613	TRUE
Σ23	62	62	91.501	51.3	26.8	1040.582	TRUE
Σ24	58	58	77.96	47.7	27.8	955.038	TRUE
Σ25	57	57	76.779	46.8	28.8	949.582	TRUE
Σ26	57	57	81.643	46.8	29.8	970.035	TRUE
Σ27	56	56	79.972	45.9	30.8	960.561	TRUE
Σ28	60	60	100.953	49.5	31.8	1096.694	TRUE
Σ29	53	53	64.989	43.2	32.8	907.791	TRUE

Υπολογισμός συνδετήρων ΜΗ κρίσιμων περιοχών											
1ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	42	42	21.68	33.3	21.8	360	8	200	2.011	334.792	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ2	46	46	38.469	36.9	21.8	360	8	200	2.011	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	52	52	56.714	42.3	21.8	360	8	200	2.011	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	21.027	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	44	44	33.359	35.1	21.8	360	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	44	44	39.862	35.1	21.8	360	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ7	46	46	38.291	36.9	21.8	400	8	200	2.011	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	49	49	44.686	39.6	21.8	360	8	200	2.011	398.131	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	58	58	76.505	47.7	21.8	400	8	200	2.011	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	58	58	81.725	47.7	21.8	400	8	200	2.011	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	62	62	101.853	51.3	21.8	400	8	200	2.011	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ12	62	62	87.39	51.3	21.8	400	8	200	2.011	515.761	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ13	58	58	75.378	47.7	21.8	400	8	200	2.011	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ14	60	60	93.765	49.5	21.8	400	8	200	2.011	497.664	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	49	49	50.531	39.6	21.8	360	8	200	2.011	398.131	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	44	44	35.645	35.1	21.8	360	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ17	40	40	25.387	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ18	49	49	42.809	39.6	21.8	360	8	200	2.011	398.131	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ19	42	42	31.235	33.3	22.8	360	8	200	2.011	318.553	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ20	62	62	119.621	51.3	23.8	400	8	200	2.011	467.721	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	55	55	72.019	45	24.8	400	8	200	2.011	391.624	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ22	55	55	74.788	45	25.8	400	8	200	2.011	374.325	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	62	62	91.501	51.3	26.8	400	8	200	2.011	408.384	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ24	58	58	77.96	47.7	27.8	400	8	200	2.011	363.806	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	57	57	76.779	46.8	28.8	400	8	200	2.011	342.324	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	57	57	81.643	46.8	29.8	400	8	200	2.011	328.605	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ27	56	56	79.972	45.9	30.8	400	8	200	2.011	309.627	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ28	60	60	100.953	49.5	31.8	400	8	200	2.011	321.037	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	53	53	64.989	43.2	32.8	400	8	200	2.011	269.557	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών											
1ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	42	42	21.68	33.3	21.8	144	8	140	2.011	478.274	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ2	46	46	38.469	36.9	21.8	144	8	140	2.011	529.980	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	52	52	56.714	42.3	21.8	144	8	140	2.011	607.538	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	21.027	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	44	44	33.359	35.1	21.8	144	8	140	2.011	504.127	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	44	44	39.862	35.1	21.8	144	8	140	2.011	504.127	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ7	46	46	38.291	36.9	21.8	160	8	150	2.011	494.648	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	49	49	44.686	39.6	21.8	144	8	140	2.011	568.759	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	58	58	76.505	47.7	21.8	160	8	150	2.011	639.423	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	58	58	81.725	47.7	21.8	160	8	150	2.011	639.423	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	62	62	101.853	51.3	21.8	175	8	150	2.011	687.681	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ12	62	62	87.39	51.3	21.8	175	8	150	2.011	687.681	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ13	58	58	75.378	47.7	21.8	160	8	150	2.011	639.423	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ14	60	60	93.765	49.5	21.8	160	8	150	2.011	663.552	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	49	49	50.531	39.6	21.8	144	8	140	2.011	568.759	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	44	44	35.645	35.1	21.8	144	8	140	2.011	504.127	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ17	40	40	25.387	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ18	49	49	42.809	39.6	21.8	144	8	140	2.011	568.759	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ19	42	42	31.235	33.3	21.8	144	8	140	2.011	478.274	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ20	62	62	119.621	51.3	21.8	175	8	150	2.011	687.681	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	55	55	72.019	45	21.8	160	8	150	2.011	603.229	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ22	55	55	74.788	45	21.8	160	8	150	2.011	603.229	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	62	62	91.501	51.3	21.8	175	8	150	2.011	687.681	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ24	58	58	77.96	47.7	21.8	160	8	150	2.011	639.423	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	57	57	76.779	46.8	21.8	160	8	150	2.011	627.358	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	57	57	81.643	46.8	21.8	160	8	150	2.011	627.358	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ27	56	56	79.972	45.9	21.8	160	8	150	2.011	615.293	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ28	60	60	100.953	49.5	21.8	160	8	150	2.011	663.552	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	53	53	64.989	43.2	21.8	160	8	150	2.011	579.100	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης κρίσιμων περιοχών												
1ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	μφ	νd	εsy,d	bc (cm)	bo (cm)	ho (cm)	ωwd	α	Έλεγχος αωνd	Έλεγχος ωνd
Σ1	42	42	5.9	0.078	0.00217	42	35.2	35.2	0.220	0.524	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ2	46	46	5.9	0.074	0.00217	46	39.2	39.2	0.206	0.548	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ3	52	52	5.9	0.027	0.00217	52	45.2	45.2	0.189	0.577	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ4	40	40	5.9	0.012	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ5	44	44	5.9	0.105	0.00217	44	37.2	37.2	0.213	0.537	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ6	44	44	5.9	0.094	0.00217	44	37.2	37.2	0.213	0.537	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ7	46	46	5.9	0.059	0.00217	46	39.2	39.2	0.192	0.531	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ8	49	49	5.9	0.156	0.00217	49	42.2	42.2	0.197	0.564	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ9	58	58	5.9	0.128	0.00217	58	51.2	51.2	0.163	0.586	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ10	58	58	5.9	0.166	0.00217	58	51.2	51.2	0.163	0.586	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ11	62	62	5.9	0.032	0.00217	62	55.2	55.2	0.156	0.599	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ12	62	62	5.9	0.267	0.00217	62	55.2	55.2	0.156	0.599	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ13	58	58	5.9	0.195	0.00217	58	51.2	51.2	0.163	0.586	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ14	60	60	5.9	0.125	0.00217	60	53.2	53.2	0.159	0.593	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ15	49	49	5.9	0.026	0.00217	49	42.2	42.2	0.197	0.564	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ16	44	44	5.9	0.086	0.00217	44	37.2	37.2	0.213	0.537	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ17	40	40	5.9	0.041	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ18	49	49	5.9	0.081	0.00217	49	42.2	42.2	0.197	0.564	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ19	42	42	5.9	0.005	0.00217	42	35.2	35.2	0.220	0.524	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ20	62	62	5.9	0.171	0.00217	62	55.2	55.2	0.156	0.599	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ21	55	55	5.9	0.154	0.00217	55	48.2	48.2	0.169	0.575	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ22	55	55	5.9	0.169	0.00217	55	48.2	48.2	0.169	0.575	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ23	62	62	5.9	0.235	0.00217	62	55.2	55.2	0.156	0.599	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ24	58	58	5.9	0.230	0.00217	58	51.2	51.2	0.163	0.586	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ25	57	57	5.9	0.083	0.00217	57	50.2	50.2	0.165	0.583	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ26	57	57	5.9	0.143	0.00217	57	50.2	50.2	0.165	0.583	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ27	56	56	5.9	0.130	0.00217	56	49.2	49.2	0.167	0.579	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ28	60	60	5.9	0.125	0.00217	60	53.2	53.2	0.159	0.593	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ29	53	53	5.9	0.106	0.00217	53	46.2	46.2	0.174	0.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

Ενίσχυση δοκών με FRP - ΚΑΜΨΗ																		
1ος Όροφος																		
Στοιχείο	Αναπτυσσόμενη ροπή - M_{Ed} (kN)						Τελική ροπή αντοχής - M_{Rd} (kN)						Συντελεστής εξάντλησης λ - Τελικής ροπής αντοχής					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
Δ1	46.51	-84.47	17.12	0.00	21.57	-94.62	70.47	81.87	70.47	81.87	93.12	102.97	0.660	1.032	0.243	-	0.232	0.919
Δ2	32.47	-75.01	13.14	0.00	20.49	-81.62	74.24	80.92	102.78	69.08	74.24	80.92	0.437	0.927	0.128	-	0.276	1.009
Δ3	60.95	-180.63	70.19	0.00	33.07	-233.39	108.46	136.06	131.59	100.28	108.46	136.06	0.562	1.328	0.533	-	0.305	1.715
Δ4	106.69	-165.58	24.02	0.00	102.04	-159.85	128.44	117.31	154.30	99.25	157.37	141.74	0.831	1.411	0.156	-	0.648	1.128
Δ5	263.61	-331.62	20.44	0.00	243.40	-316.36	156.17	146.22	154.82	116.35	226.12	216.30	1.688	2.268	0.132	-	1.076	1.463
Δ6	139.11	-274.80	42.59	0.00	160.04	-276.41	226.12	216.30	286.45	121.49	208.31	198.15	0.615	1.270	0.149	-	0.768	1.395
Δ7	150.84	-198.91	29.65	0.00	135.57	-193.99	151.41	165.93	109.25	93.00	97.69	120.36	0.996	1.199	0.271	-	1.388	1.612
Δ8	105.36	-164.88	14.98	0.00	101.90	-164.35	97.69	120.36	83.52	67.38	84.23	107.22	1.079	1.370	0.179	-	1.210	1.533
Δ9	172.40	-202.97	7.59	0.00	176.76	-213.95	83.92	107.22	83.82	89.42	83.92	107.22	2.054	1.893	0.091	-	2.106	1.995
Δ10	156.26	-201.84	29.19	0.00	159.06	-200.82	84.31	107.22	83.52	67.38	115.45	137.88	1.853	1.882	0.349	-	1.378	1.456
Δ11	127.13	-303.35	76.52	0.00	137.86	-295.04	170.45	214.54	212.94	137.73	170.45	214.54	0.746	1.414	0.359	-	0.809	1.375
Δ12	24.94	-47.07	10.09	-4.10	25.76	-63.14	52.37	64.32	50.67	50.78	84.53	85.45	0.476	0.732	0.199	0.081	0.305	0.739
Δ13	112.78	-157.95	27.06	-36.70	112.95	-110.55	110.29	127.51	79.65	87.34	81.59	103.74	1.023	1.239	0.340	0.420	1.384	1.066
Δ14	12.22	-116.19	44.00	0.00	13.63	-114.97	124.54	143.59	89.37	99.76	103.15	118.00	0.098	0.809	0.492	-	0.132	0.974
Δ15	62.93	-98.87	13.85	0.00	43.54	-113.18	103.50	124.59	121.41	91.77	124.54	143.59	0.608	0.794	0.114	-	0.350	0.788
Δ16	76.46	-128.30	20.06	-12.81	84.30	-103.37	77.82	96.38	100.40	86.78	77.82	96.38	0.983	1.331	0.200	0.148	1.083	1.073
Δ17	52.17	-157.15	44.48	0.00	54.09	-175.07	107.74	145.49	140.58	120.04	107.74	145.49	0.484	1.080	0.316	-	0.502	1.203
Δ18	99.59	-151.09	38.04	0.00	96.22	-154.58	108.83	145.49	143.42	120.12	108.83	145.49	0.915	1.038	0.265	-	0.884	1.062
Δ19	86.68	-129.91	18.75	-15.11	91.47	-113.64	114.72	113.79	97.03	58.48	72.79	72.57	0.756	1.142	0.193	0.258	1.257	1.566
Δ20	60.93	-97.27	13.79	0.00	37.29	-116.99	89.04	87.95	66.09	61.61	103.84	98.66	0.684	1.106	0.209	-	0.359	1.186
Δ21	74.37	-277.15	94.86	0.00	66.09	-281.61	167.50	196.89	188.62	121.00	132.08	168.73	0.444	1.408	0.503	-	0.500	1.669
Δ22	0.00	0.00	26.96	0.00	0.00	0.00	66.05	69.16	86.01	91.46	102.72	112.59	-	-	0.313	-	-	-
Δ23	0.00	-21.87	151.74	0.00	0.00	-28.86	96.76	83.17	153.91	55.90	96.76	83.17	-	0.263	0.986	-	-	0.347
Δ24	29.59	-153.81	55.30	0.00	-10.26	-177.09	112.59	111.99	83.44	82.81	104.92	108.87	0.263	1.373	0.663	-	0.098	1.627
Δ26	157.46	-182.82	30.09	-23.64	148.87	-180.97	138.33	151.38	121.77	103.41	138.33	151.38	1.138	1.208	0.247	0.229	1.076	1.195
Δ30	2.77	-3.10	18.15	-58.18	6.40	-58.18	43.01	36.58	51.55	40.27	65.08	58.28	0.064	0.085	0.352	1.445	0.098	0.998
Δ31	25.90	-80.21	15.04	0.00	27.19	-80.42	65.72	58.24	60.42	41.52	47.56	40.49	0.394	1.377	0.249	-	0.572	1.986
Δ32	135.29	-235.98	36.58	0.00	88.15	-259.36	97.17	99.47	133.41	73.85	113.90	133.97	1.392	2.372	0.274	-	0.774	1.936
Δ33	50.95	-146.71	46.22	-40.20	5.82	-5.90	113.48	133.97	91.74	72.13	75.85	82.88	0.449	1.095	0.504	0.557	0.077	0.071
Δ34	91.22	-103.77	11.48	-6.51	69.48	-89.62	87.93	82.63	65.27	61.61	87.93	82.63	1.037	1.256	0.176	0.106	0.790	1.085
Δ35	164.02	-186.68	31.19	-26.77	111.45	-123.56	103.50	124.59	121.41	91.77	124.54	143.59	1.585	1.498	0.257	0.292	0.895	0.860
Δ36	86.81	-112.01	32.35	-28.85	128.74	-136.71	87.93	82.63	65.27	61.61	87.93	82.63	0.987	1.356	0.496	0.468	1.464	1.654
Δ37	102.77	-127.75	39.00	-40.86	166.92	-186.93	124.54	143.59	81.52	87.34	103.50	124.59	0.825	0.890	0.478	0.468	1.613	1.500
Δ38	0.00	-7.29	204.41	0.00	0.00	-21.63	132.40	186.47	217.69	121.32	132.40	186.47	-	0.039	0.939	-	-	0.116
Δ39	42.90	-166.59	50.98	0.00	43.13	-170.71	104.25	124.58	124.06	91.76	117.23	135.70	0.412	1.337	0.411	-	0.368	1.258
Δ40	27.16	-200.70	48.40	0.00	11.79	-232.22	92.68	96.57	129.89	66.97	139.47	142.57	0.293	2.078	0.373	-	0.085	1.629
Δ41	0.00	-6.54	122.72	0.00	0.00	-9.32	102.87	113.11	172.62	67.08	102.87	113.11	-	0.058	0.711	-	-	0.082
Δ42	31.84	-52.82	9.75	-3.88	26.83	-52.96	37.52	29.61	50.56	34.70	48.70	40.55	0.849	1.784	0.193	0.112	0.551	1.306
Δ43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Δ44	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Δ45	2.89	-6.90	3.79	0.00	1.13	-2.44	25.71	18.24	29.92	21.40	25.71	18.24	0.112	0.378	0.127	-	0.044	0.134
Δ46	1.01	-45.84	16.52	0.00	4.06	-7.99	48.69	40.55	51.52	35.93	40.92	32.95	0.021	1.130	0.321	-	0.099	0.242
Δ47	68.10	-218.57	37.45	0.00	86.36	-202.68	139.62	142.57	105.51	66.65	79.95	81.25	0.488	1.533	0.355	-	1.080	2.495
Δ48	71.67	-181.60	35.77	0.00	69.13	-181.47	92.74	96.57	130.04	66.92	92.74	96.57	0.773	1.881	0.275	-	0.745	1.879
Δ49	175.60	-342.03	71.18	0.00	173.43	-350.29	156.88	168.69	229.66	101.85	156.88	168.69	1.119	2.028	0.310	-	1.105	2.077

2ος Όροφος: Υποστυλώματα και κάμψη δοκών.

Υπολογισμός διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων															
2ος Όροφος															
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	fck (Mpa)	N_{Ed} (kN)	$M_{ed,y}$ (kN)	$M_{ed,x}$ (kN)	$A_{s,απ}$ (cm^2)	$A_{s,min}$ (cm^2)	$A_{s,max}$ (cm^2)	Οπλισμός			$A_{s,tot}$ (cm^2)	b_i (cm)	Έλεγχος b_i
Σ1	40	40	29.06	159.991	40.06	38.27	2.95	16	64	12	Φ	18	30.54	10.00	TRUE
Σ2	40	40	29.06	161.995	80.59	45.81	9.3	16	64	12	Φ	18	30.54	10.00	TRUE
Σ3	47	47	27.02	80.194	122.56	87.58	15.7	22.09	88.36	12	Φ	18	30.54	12.33	TRUE
Σ4	40	40	29.06	29.227	52.28	51.00	8.61	16	64	12	Φ	18	30.54	10.00	TRUE
Σ5	40	40	29.06	250.036	70.73	93.47	12.07	16	64	12	Φ	18	30.54	10.00	TRUE
Σ6	40	40	29.06	195.063	72.70	128.56	19.17	16	64	12	Φ	18	30.54	10.00	TRUE
Σ7	40	40	29.06	128.524	46.54	70.20	8.54	16	64	12	Φ	20	37.70	10.00	TRUE
Σ8	45	45	27.56	441.002	48.24	103.30	4.16	20.25	81	12	Φ	18	30.54	11.67	TRUE
Σ9	53	53	25.61	502.613	146.06	58.81	4.66	28.09	112.36	12	Φ	20	37.70	14.33	TRUE
Σ10	54	54	25.4	600.886	183.50	166.69	13.8	29.16	116.64	12	Φ	20	37.70	14.67	TRUE
Σ11	58	58	24.61	169.132	74.46	163.55	12	33.64	134.56	12	Φ	20	37.70	16.00	TRUE
Σ12	59	59	24.43	1084.224	125.67	126.34	0.01	34.81	139.24	12	Φ	20	37.70	4.90	TRUE
Σ13	53	53	25.61	737.076	157.65	42.34	1.46	28.09	112.36	12	Φ	20	37.70	4.78	TRUE
Σ14	56	56	24.99	511.565	248.87	171.92	21.15	31.36	125.44	12	Φ	20	37.70	15.33	TRUE
Σ15	44	44	27.84	32.131	85.96	109.26	17.48	19.36	77.44	12	Φ	18	30.54	11.33	TRUE
Σ16	43	43	28.13	228.397	119.49	124.33	11.4	18.49	73.96	12	Φ	18	30.54	11.00	TRUE
Σ17	40	40	29.06	17.605	80.94	91.45	9.88	16	64	12	Φ	18	30.54	10.00	TRUE
Σ18	46	46	27.28	250.677	118.49	34.80	9.44	21.16	84.64	12	Φ	18	30.54	12.00	TRUE
Σ19	40	40	29.06	65.675	133.33	54.60	20.57	16	64	12	Φ	18	30.54	10.00	TRUE
Σ20	58	58	24.61	699.922	89.98	262.07	13.39	33.64	134.56	12	Φ	20	37.70	16.00	TRUE
Σ21	51	51	26.05	543.391	37.96	172.81	7.47	26.01	104.04	12	Φ	20	37.70	13.67	TRUE
Σ22	51	51	26.05	574.935	42.43	162.89	5.48	26.01	104.04	12	Φ	20	37.70	13.67	TRUE
Σ23	58	58	24.61	974.649	114.91	145.15	0.01	33.64	134.56	12	Φ	20	37.70	16.00	TRUE
Σ24	54	54	25.4	854.816	152.21	85.52	0.06	29.16	116.64	12	Φ	20	37.70	14.67	TRUE
Σ25	53	53	25.61	312.799	91.77	138.96	9.6	28.09	112.36	12	Φ	20	37.70	14.33	TRUE
Σ26	53	53	25.61	525.643	140.16	97.64	6.09	28.09	112.36	12	Φ	20	37.70	14.33	TRUE
Σ27	54	54	25.4	469.49	171.69	89.98	9.69	29.16	116.64	12	Φ	20	37.70	14.67	TRUE
Σ28	56	56	24.99	498.323	182.28	169.15	12.25	31.36	125.44	12	Φ	20	37.70	15.33	TRUE
Σ29	50	50	26.28	361.365	101.11	148.53	12.05	25	100	12	Φ	20	37.70	13.33	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
2ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	21.75	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ2	40	40	46.766	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ3	47	47	68.972	37.8	21.8	562.773	TRUE
Σ4	40	40	30.742	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ5	40	40	54.737	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ6	40	40	75.077	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ7	40	40	40.456	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ8	45	45	59.225	36	21.8	523.423	TRUE
Σ9	53	53	82.84	43.2	21.8	687.429	TRUE
Σ10	54	54	105.777	44.1	21.8	709.128	TRUE
Σ11	58	58	83.932	47.7	21.8	798.209	TRUE
Σ12	59	59	67.022	48.6	21.8	821.240	TRUE
Σ13	53	53	91.813	43.2	21.8	687.429	TRUE
Σ14	56	56	92.657	45.9	21.8	753.053	TRUE
Σ15	44	44	62.082	35.1	21.8	504.066	TRUE
Σ16	43	43	66.863	34.2	21.8	484.979	TRUE
Σ17	40	40	51.707	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ18	46	46	68.021	36.9	21.8	542.859	TRUE
Σ19	40	40	76.857	31.5	22.8	444.734	TRUE
Σ20	58	58	150.283	47.7	23.8	854.734	TRUE
Σ21	51	51	101.417	41.4	24.8	712.064	TRUE
Σ22	51	51	93.59	41.4	25.8	732.780	TRUE
Σ23	58	58	75.027	47.7	26.8	931.634	TRUE
Σ24	54	54	85.712	44.1	27.8	848.455	TRUE
Σ25	53	53	74.419	43.2	28.8	841.646	TRUE
Σ26	53	53	80.531	43.2	29.8	859.774	TRUE
Σ27	54	54	100.706	44.1	30.8	904.533	TRUE
Σ28	56	56	104.253	45.9	31.8	978.102	TRUE
Σ29	50	50	85.773	40.5	32.8	823.885	TRUE

Υπολογισμός συνδετήρων ΜΗ κρίσιμων περιοχών											
2ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	21.75	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ2	40	40	46.766	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	47	47	68.972	37.8	21.8	360	8	200	2.011	380.034	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	30.742	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	54.737	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	75.077	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ7	40	40	40.456	31.5	21.8	400	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	45	45	59.225	36	21.8	360	8	200	2.011	361.937	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	53	53	82.84	43.2	21.8	400	8	200	2.011	434.325	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	54	54	105.777	44.1	21.8	400	8	200	2.011	443.373	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	58	58	83.932	47.7	21.8	400	8	200	2.011	479.567	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ12	59	59	67.022	48.6	21.8	400	8	200	2.011	488.615	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ13	53	53	91.813	43.2	21.8	400	8	200	2.011	434.325	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ14	56	56	92.657	45.9	21.8	400	8	200	2.011	461.470	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	44	44	62.082	35.1	21.8	360	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	43	43	66.863	34.2	21.8	360	8	200	2.011	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ17	40	40	51.707	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ18	46	46	68.021	36.9	21.8	360	8	200	2.011	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ19	40	40	76.857	31.5	22.8	360	8	200	2.011	301.334	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ20	58	58	150.283	47.7	23.8	400	8	200	2.011	434.898	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	51	51	101.417	41.4	24.8	400	8	200	2.011	360.294	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ22	51	51	93.59	41.4	25.8	400	8	200	2.011	344.379	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	58	58	75.027	47.7	26.8	400	8	200	2.011	379.725	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ24	54	54	85.712	44.1	27.8	400	8	200	2.011	336.349	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	53	53	74.419	43.2	28.8	400	8	200	2.011	315.991	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	53	53	80.531	43.2	29.8	400	8	200	2.011	303.328	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ27	54	54	100.706	44.1	30.8	400	8	200	2.011	297.485	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ28	56	56	104.253	45.9	31.8	400	8	200	2.011	297.689	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	50	50	85.773	40.5	32.8	400	8	200	2.011	252.710	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών											
2ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	21.75	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ2	40	40	46.766	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	47	47	68.972	37.8	21.8	144	8	140	2.011	542.906	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	30.742	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	54.737	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	75.077	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ7	40	40	40.456	31.5	21.8	160	8	150	2.011	422.260	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	45	45	59.225	36	21.8	144	8	140	2.011	517.053	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	53	53	82.84	43.2	21.8	160	8	150	2.011	579.100	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	54	54	105.777	44.1	21.8	160	8	150	2.011	591.164	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	58	58	83.932	47.7	21.8	160	8	150	2.011	639.423	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ12	59	59	67.022	48.6	21.8	160	8	150	2.011	651.487	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ13	53	53	91.813	43.2	21.8	160	8	150	2.011	579.100	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ14	56	56	92.657	45.9	21.8	160	8	150	2.011	615.293	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	44	44	62.082	35.1	21.8	144	8	140	2.011	504.127	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	43	43	66.863	34.2	21.8	144	8	140	2.011	491.201	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ17	40	40	51.707	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ18	46	46	68.021	36.9	21.8	144	8	140	2.011	529.980	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ19	40	40	76.857	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ20	58	58	150.283	47.7	21.8	160	8	150	2.011	639.423	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	51	51	101.417	41.4	21.8	160	8	150	2.011	554.971	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ22	51	51	93.59	41.4	21.8	160	8	150	2.011	554.971	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	58	58	75.027	47.7	21.8	160	8	150	2.011	639.423	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ24	54	54	85.712	44.1	21.8	160	8	150	2.011	591.164	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	53	53	74.419	43.2	21.8	160	8	150	2.011	579.100	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	53	53	80.531	43.2	21.8	160	8	150	2.011	579.100	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ27	54	54	100.706	44.1	21.8	160	8	150	2.011	591.164	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ28	56	56	104.253	45.9	21.8	160	8	150	2.011	615.293	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	50	50	85.773	40.5	21.8	160	8	150	2.011	542.906	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης κρίσιμων περιοχών											
2ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	μφ	vd	εsy,d	bc (cm)	bo (cm)	ho (cm)	ωwd	α	Έλεγχος αωνd	Έλεγχος ωνd
Σ1	40	40	5.9	0.061	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ2	40	40	5.9	0.061	0.00217	40	20	33.2	0.379	0.358	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ3	47	47	5.9	0.024	0.00217	47	27	40.2	0.302	0.440	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ4	40	40	5.9	0.011	0.00217	40	20	33.2	0.379	0.358	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ5	40	40	5.9	0.095	0.00217	40	20	33.2	0.379	0.358	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ6	40	40	5.9	0.074	0.00217	40	20	33.2	0.379	0.358	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ7	40	40	5.9	0.049	0.00217	40	19	33.2	0.373	0.320	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ8	45	45	5.9	0.139	0.00217	45	25	38.2	0.320	0.420	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ9	53	53	5.9	0.123	0.00217	53	32	46.2	0.251	0.463	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ10	54	54	5.9	0.143	0.00217	54	33	47.2	0.245	0.470	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ11	58	58	5.9	0.036	0.00217	58	37	51.2	0.226	0.497	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ12	59	59	5.9	0.225	0.00217	59	38	52.2	0.222	0.671	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ13	53	53	5.9	0.181	0.00217	53	32	46.2	0.251	0.622	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ14	56	56	5.9	0.115	0.00217	56	35	49.2	0.235	0.484	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ15	44	44	5.9	0.011	0.00217	44	24	37.2	0.330	0.410	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ16	43	43	5.9	0.077	0.00217	43	23	36.2	0.341	0.398	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ17	40	40	5.9	0.007	0.00217	40	20	33.2	0.379	0.358	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ18	46	46	5.9	0.077	0.00217	46	26	39.2	0.311	0.431	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ19	40	40	5.9	0.025	0.00217	40	20	33.2	0.379	0.358	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ20	58	58	5.9	0.149	0.00217	58	37	51.2	0.226	0.497	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ21	51	51	5.9	0.142	0.00217	51	30	44.2	0.263	0.447	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ22	51	51	5.9	0.150	0.00217	51	30	44.2	0.263	0.447	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ23	58	58	5.9	0.208	0.00217	58	37	51.2	0.226	0.497	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ24	54	54	5.9	0.204	0.00217	54	33	47.2	0.245	0.470	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ25	53	53	5.9	0.077	0.00217	53	32	46.2	0.251	0.463	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ26	53	53	5.9	0.129	0.00217	53	32	46.2	0.251	0.463	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ27	54	54	5.9	0.112	0.00217	54	33	47.2	0.245	0.470	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ28	56	56	5.9	0.112	0.00217	56	35	49.2	0.235	0.484	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ29	50	50	5.9	0.097	0.00217	50	29	43.2	0.270	0.439	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

Ενίσχυση δοκών με FRP - ΚΑΜΨΗ																		
2ος Όροφος																		
Στοιχείο	Αναπτυσσόμενη ροπή - M_{Ed} (kN)						Τελική ροπή αντοχής - M_{Rd} (kN)						Συντελεστής εξάντλησης λ - Τελικής ροπής αντοχής					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
Δ1	21.20	-66.56	16.96	0.00	6.54	-72.80	70.47	81.87	70.47	81.87	93.12	102.97	0.301	0.813	0.241	-	0.070	0.707
Δ2	16.34	-64.41	12.95	0.00	10.97	-66.89	74.24	80.92	102.78	69.08	74.24	80.92	0.220	0.796	0.126	-	0.148	0.827
Δ3	30.65	-153.11	72.72	0.00	1.08	-198.12	108.46	136.06	131.59	100.28	108.46	136.06	0.283	1.125	0.553	-	0.010	1.456
Δ4	51.36	-122.50	18.65	-2.25	63.32	-108.10	128.44	117.31	154.30	99.25	157.37	141.74	0.400	1.044	0.121	0.023	0.402	0.763
Δ5	183.96	-264.97	16.27	0.00	187.87	-246.93	156.17	146.22	154.82	116.35	226.12	216.30	1.178	1.812	0.105	-	0.831	1.142
Δ6	100.38	-229.44	39.82	0.00	104.47	-231.95	226.12	216.30	286.45	121.49	208.31	198.15	0.444	1.061	0.139	-	0.502	1.171
Δ7	98.74	-152.38	24.05	-6.41	94.95	-148.39	151.41	165.93	109.25	93.00	97.69	120.36	0.652	0.918	0.220	0.069	0.972	1.233
Δ8	80.47	-137.32	14.97	0.00	76.23	-141.29	97.69	120.36	83.52	67.38	84.23	107.22	0.824	1.141	0.179	-	0.905	1.318
Δ9	133.39	-162.98	6.17	0.00	133.90	-170.24	83.92	107.22	83.82	89.42	83.92	107.22	1.589	1.520	0.074	-	1.596	1.588
Δ10	113.88	-157.87	23.83	-9.16	112.60	-157.32	84.31	107.22	83.52	67.38	115.45	137.88	1.351	1.472	0.285	0.136	0.975	1.141
Δ11	67.40	-245.93	68.82	0.00	71.92	-244.90	170.45	214.54	212.94	137.73	170.45	214.54	0.395	1.146	0.323	-	0.422	1.142
Δ12	18.83	-47.63	9.40	-2.38	22.57	-51.16	52.37	64.32	50.67	50.78	84.53	85.45	0.359	0.740	0.185	0.047	0.267	0.599
Δ13	98.86	-121.98	21.03	-28.69	76.02	-121.98	110.29	127.51	79.65	87.34	81.59	103.74	0.896	0.957	0.264	0.328	0.932	1.176
Δ14	0.00	-99.82	44.14	0.00	0.00	-99.57	124.54	143.59	89.37	99.76	103.15	118.00	-	0.695	0.494	-	-	0.844
Δ15	43.40	-86.55	13.49	0.00	28.38	-91.02	103.50	124.59	121.41	91.77	124.54	143.59	0.419	0.695	0.111	-	0.228	0.634
Δ16	48.83	-94.64	15.53	-8.28	60.08	-85.09	77.82	96.38	100.40	86.78	77.82	96.38	0.628	0.982	0.155	0.095	0.772	0.883
Δ17	24.90	-126.38	44.23	0.00	18.39	-141.48	107.74	145.49	140.58	120.04	107.74	145.49	0.231	0.869	0.315	-	0.171	0.972
Δ18	61.97	-124.16	29.24	0.00	58.01	-128.18	108.83	145.49	143.42	120.12	108.83	145.49	0.569	0.853	0.204	-	0.533	0.881
Δ19	60.50	-86.23	14.71	-8.71	51.42	-86.31	114.72	113.79	97.03	58.48	72.79	72.57	0.527	0.758	0.152	0.149	0.706	1.189
Δ20	29.72	-70.78	14.41	0.00	14.41	-86.74	89.04	87.95	66.09	61.61	103.84	98.66	0.334	0.805	0.218	-	0.139	0.879
Δ21	19.63	-227.54	107.89	0.00	14.52	-232.94	167.50	196.89	188.62	121.00	132.08	168.73	0.117	1.156	0.572	-	0.110	1.381
Δ22	0.00	0.00	27.00	0.00	0.00	0.00	66.05	69.16	86.01	91.46	102.72	112.59	-	-	0.314	-	-	-
Δ23	0.00	-21.91	151.73	0.00	0.00	-28.82	96.76	83.17	153.91	55.90	96.76	83.17	-	0.263	0.986	-	-	0.347
Δ24	3.46	-130.57	55.78	0.00	0.00	-153.84	112.59	111.99	83.44	82.81	104.92	108.87	0.031	1.166	0.668	-	-	1.413
Δ26	118.25	-128.94	23.21	-16.09	94.60	-139.95	138.33	151.38	121.77	103.41	138.33	151.38	0.855	0.852	0.191	0.156	0.684	0.924
Δ30	0.00	-2.32	12.98	-7.96	0.00	-46.41	43.01	36.58	51.55	40.27	65.08	58.28	-	0.063	0.252	0.198	-	0.796
Δ31	7.41	-60.42	13.05	0.00	6.83	-61.17	65.72	58.24	60.42	41.52	47.56	40.49	0.113	1.037	0.216	-	0.144	1.511
Δ32	77.35	-181.53	73.56	-30.83	39.98	-210.05	97.17	99.47	133.41	73.85	113.90	133.97	0.796	1.825	0.551	0.418	0.351	1.568
Δ33	33.55	-118.10	39.67	-29.22	4.02	-4.51	113.48	133.97	91.74	72.13	75.85	82.88	0.296	0.882	0.432	0.405	0.053	0.054
Δ34	64.12	-78.18	5.08	0.00	55.79	-75.38	87.93	82.63	65.27	61.61	87.93	82.63	0.729	0.946	0.078	-	0.635	0.912
Δ35	113.85	-142.69	15.00	-12.36	96.21	-105.72	103.50	124.59	121.41	91.77	124.54	143.59	1.100	1.145	0.124	0.135	0.773	0.736
Δ36	63.71	-91.08	9.96	-79.27	89.81	-94.83	87.93	82.63	65.27	61.61	87.93	82.63	0.725	1.102	0.153	1.287	1.021	1.148
Δ37	77.53	-113.51	18.42	-14.67	128.51	-128.41	124.54	143.59	81.52	87.34	103.50	124.59	0.623	0.790	0.226	0.168	1.242	1.031
Δ38	0.00	-6.46	204.42	0.00	0.00	-18.54	132.40	186.47	217.69	121.32	132.40	186.47	-	0.035	0.939	-	-	0.099
Δ39	16.40	-140.01	50.32	0.00	15.09	-143.89	104.25	124.58	124.06	91.76	117.23	135.70	0.157	1.124	0.406	-	0.129	1.060
Δ40	0.00	-169.83	49.06	0.00	0.00	-200.80	92.68	96.57	129.89	66.97	139.47	142.57	-	1.759	0.378	-	-	1.408
Δ41	0.00	-6.51	122.77	0.00	0.00	-9.23	102.87	113.11	172.62	67.08	102.87	113.11	-	0.058	0.711	-	-	0.082
Δ42	16.48	-36.16	6.19	0.00	12.14	-39.01	37.52	29.61	50.56	34.70	48.70	40.55	0.439	1.221	0.123	-	0.249	0.962
Δ45	1.71	-6.27	3.47	0.00	0.00	0.00	25.71	18.24	29.92	21.40	25.71	18.24	0.066	0.344	0.116	-	-	-
Δ46	0.00	-39.71	13.81	0.00	2.62	-5.92	48.69	40.55	51.52	35.93	40.92	32.95	-	0.979	0.268	-	0.064	0.180
Δ47	32.67	-172.32	36.90	0.00	38.70	-165.99	139.62	142.57	105.51	66.65	79.95	81.25	0.234	1.209	0.350	-	0.484	2.043
Δ48	33.34	-140.71	33.73	0.00	27.34	-147.27	92.74	96.57	130.04	66.92	92.74	96.57	0.360	1.457	0.259	-	0.295	1.525
Δ49	102.02	-280.42	63.22	0.00	93.56	-282.87	156.88	168.69	229.66	101.85	156.88	168.69	0.650	1.662	0.275	-	0.596	1.677

3ος Όροφος: Υποστυλώματα και κάμψη δοκών.

Υπολογισμός διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων														
3ος Όροφος														
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	fck (Mpa)	N_{Ed} (kN)	$M_{ed,y}$ (kN)	$M_{ed,x}$ (kN)	$A_{s,απ}$ (cm^2)	$A_{s,min}$ (cm^2)	$A_{s,max}$ (cm^2)	Οπλισμός	$A_{s,tot}$ (cm^2)	b_i (cm)	Έλεγχος b_i
Σ1	40	40	29.06	94.987	31.68	32.77	3.01	16	64	12 Φ 18	30.54	10.00	TRUE
Σ2	40	40	29.06	78.055	55.10	38.26	6.75	16	64	12 Φ 18	30.54	10.00	TRUE
Σ3	41	41	28.74	37.065	83.30	72.82	14.22	16.81	67.24	12 Φ 18	30.54	10.33	TRUE
Σ4	40	40	29.06	13.528	41.39	45.72	7.21	16	64	12 Φ 18	30.54	10.00	TRUE
Σ5	40	40	29.06	176.359	65.46	61.34	8.28	16	64	12 Φ 18	30.54	10.00	TRUE
Σ6	40	40	29.06	102.183	67.28	87.01	13.55	16	64	12 Φ 18	30.54	10.00	TRUE
Σ7	40	40	29.06	43.409	53.99	68.67	10.74	16	64	12 Φ 18	30.54	10.00	TRUE
Σ8	42	42	28.43	316.629	34.52	70.26	2.65	17.64	70.56	12 Φ 18	30.54	10.67	TRUE
Σ9	51	51	26.05	402.048	122.08	51.30	4.61	26.01	104.04	12 Φ 20	37.70	13.67	TRUE
Σ10	52	52	25.82	437.943	130.04	124.39	9.05	27.04	108.16	12 Φ 20	37.70	14.00	TRUE
Σ11	55	55	25.19	156.394	72.18	137.60	10.82	30.25	121	12 Φ 20	37.70	15.00	TRUE
Σ12	56	56	24.99	793.072	102.57	96.59	0.01	31.36	125.44	12 Φ 20	37.70	4.60	TRUE
Σ13	51	51	26.05	565.532	110.28	27.33	0.01	26.01	104.04	12 Φ 20	37.70	4.56	TRUE
Σ14	53	53	25.61	392.002	168.84	130.71	13.97	28.09	112.36	12 Φ 20	37.70	14.33	TRUE
Σ15	40	40	29.06	14.591	67.20	74.67	14.13	16	64	12 Φ 18	30.54	10.00	TRUE
Σ16	40	40	29.06	170.752	68.38	66.10	6.82	16	64	12 Φ 18	30.54	10.00	TRUE
Σ17	40	40	29.06	45.114	52.71	61.54	5.8	16	64	12 Φ 18	30.54	10.00	TRUE
Σ18	44	44	27.84	209.461	86.78	30.06	6.62	19.36	77.44	12 Φ 18	30.54	11.33	TRUE
Σ19	40	40	29.06	98.127	93.93	34.73	12.11	16	64	12 Φ 18	30.54	10.00	TRUE
Σ20	55	55	25.19	524.381	80.21	193.49	8.8	30.25	121	12 Φ 20	37.70	15.00	TRUE
Σ21	49	49	26.52	415.98	36.80	129.54	5.64	24.01	96.04	12 Φ 18	30.54	13.00	TRUE
Σ22	49	49	26.52	429.613	38.99	127.56	4.99	24.01	96.04	12 Φ 18	30.54	13.00	TRUE
Σ23	55	55	25.19	733.375	95.18	115.68	0.01	30.25	121	12 Φ 20	37.70	15.00	TRUE
Σ24	52	52	25.82	636.247	117.77	74.17	0.12	27.04	108.16	12 Φ 18	30.54	14.00	TRUE
Σ25	51	51	26.05	242.531	83.68	119.53	9.33	26.01	104.04	12 Φ 18	30.54	13.67	TRUE
Σ26	52	52	25.82	396.545	115.21	90.33	5.97	27.04	108.16	12 Φ 18	30.54	14.00	TRUE
Σ27	52	52	25.82	354.423	127.24	78.07	7.42	27.04	108.16	12 Φ 18	30.54	14.00	TRUE
Σ28	54	54	25.4	382.783	141.00	140.70	11.68	29.16	116.64	12 Φ 18	30.54	14.67	TRUE
Σ29	48	48	26.77	285.298	79.45	115.81	9.35	23.04	92.16	12 Φ 18	30.54	12.67	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
3ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	17.849	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ2	40	40	32.384	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ3	41	41	45.438	32.4	21.8	447.584	TRUE
Σ4	40	40	24.825	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ5	40	40	36.161	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ6	40	40	51.34	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ7	40	40	38.327	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ8	42	42	39.51	33.3	21.8	466.153	TRUE
Σ9	51	51	67.42	41.4	21.8	644.817	TRUE
Σ10	52	52	73.942	42.3	21.8	665.822	TRUE
Σ11	55	55	72.479	45	21.8	730.907	TRUE
Σ12	56	56	55.789	45.9	21.8	753.053	TRUE
Σ13	51	51	63.53	41.4	21.8	644.817	TRUE
Σ14	53	53	95.714	43.2	21.8	687.429	TRUE
Σ15	40	40	41.6	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ16	40	40	35.887	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ17	40	40	34.241	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ18	44	44	48.162	35.1	21.8	504.066	TRUE
Σ19	40	40	54.492	31.5	22.8	444.734	TRUE
Σ20	55	55	105.265	45	23.8	782.666	TRUE
Σ21	49	49	72.513	39.6	24.8	666.201	TRUE
Σ22	49	49	71.534	39.6	25.8	685.583	TRUE
Σ23	55	55	61.824	45	26.8	853.082	TRUE
Σ24	52	52	64.799	42.3	27.8	796.641	TRUE
Σ25	51	51	64.372	41.4	28.8	789.475	TRUE
Σ26	52	52	64.825	42.3	29.8	832.750	TRUE
Σ27	52	52	71.646	42.3	30.8	849.294	TRUE
Σ28	54	54	78.639	44.1	31.8	921.050	TRUE
Σ29	48	48	64.87	38.7	32.8	769.869	TRUE

Υπολογισμός συνδετήρων ΜΗ κρίσιμων περιοχών											
3ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	17.849	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ2	40	40	32.384	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	41	41	45.438	32.4	21.8	360	8	200	2.011	325.744	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	24.825	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	36.161	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	51.34	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ7	40	40	38.327	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	42	42	39.51	33.3	21.8	360	8	200	2.011	334.792	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	51	51	67.42	41.4	21.8	400	8	200	2.011	416.228	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	52	52	73.942	42.3	21.8	400	8	200	2.011	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	55	55	72.479	45	21.8	400	8	200	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ12	56	56	55.789	45.9	21.8	400	8	200	2.011	461.470	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ13	51	51	63.53	41.4	21.8	400	8	200	2.011	416.228	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ14	53	53	95.714	43.2	21.8	400	8	200	2.011	434.325	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	40	40	41.6	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	35.887	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ17	40	40	34.241	31.5	21.8	360	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ18	44	44	48.162	35.1	21.8	360	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ19	40	40	54.492	31.5	22.8	360	8	200	2.011	301.334	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ20	55	55	105.265	45	23.8	400	8	200	2.011	410.282	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	49	49	72.513	39.6	24.8	360	8	200	2.011	344.629	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ22	49	49	71.534	39.6	25.8	360	8	200	2.011	329.406	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	55	55	61.824	45	26.8	400	8	200	2.011	358.231	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ24	52	52	64.799	42.3	27.8	360	8	200	2.011	322.620	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	51	51	64.372	41.4	28.8	360	8	200	2.011	302.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	52	52	64.825	42.3	29.8	360	8	200	2.011	297.009	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ27	52	52	71.646	42.3	30.8	360	8	200	2.011	285.343	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ28	54	54	78.639	44.1	31.8	360	8	200	2.011	286.015	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	48	48	64.87	38.7	32.8	360	8	200	2.011	241.478	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών											
3ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	Asw,τελ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	17.849	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ2	40	40	32.384	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ3	41	41	45.438	32.4	21.8	144	8	140	2.011	465.348	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ4	40	40	24.825	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	36.161	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	51.34	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ7	40	40	38.327	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	42	42	39.51	33.3	21.8	144	8	140	2.011	478.274	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	51	51	67.42	41.4	21.8	160	8	150	2.011	554.971	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ10	52	52	73.942	42.3	21.8	160	8	150	2.011	567.035	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	55	55	72.479	45	21.8	160	8	150	2.011	603.229	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ12	56	56	55.789	45.9	21.8	160	8	150	2.011	615.293	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ13	51	51	63.53	41.4	21.8	160	8	150	2.011	554.971	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ14	53	53	95.714	43.2	21.8	160	8	150	2.011	579.100	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ15	40	40	41.6	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	35.887	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ17	40	40	34.241	31.5	21.8	144	8	140	2.011	452.422	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ18	44	44	48.162	35.1	21.8	144	8	140	2.011	504.127	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ19	40	40	54.492	31.5	22.8	144	8	140	2.011	430.477	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ20	55	55	105.265	45	23.8	160	8	150	2.011	547.042	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	49	49	72.513	39.6	24.8	144	8	140	2.011	492.327	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ22	49	49	71.534	39.6	25.8	144	8	140	2.011	470.580	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	55	55	61.824	45	26.8	160	8	150	2.011	477.642	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ24	52	52	64.799	42.3	27.8	144	8	140	2.011	460.886	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	51	51	64.372	41.4	28.8	144	8	140	2.011	432.607	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	52	52	64.825	42.3	29.8	144	8	140	2.011	424.298	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ27	52	52	71.646	42.3	30.8	144	8	140	2.011	407.632	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ28	54	54	78.639	44.1	31.8	144	8	140	2.011	408.592	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	48	48	64.87	38.7	32.8	144	8	140	2.011	344.969	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης κρίσιμων περιοχών												
3ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	μφ	νd	εsy,d	bc (cm)	bo (cm)	ho (cm)	ωwd	α	Έλεγχος αωνd	Έλεγχος ωνd
Σ1	40	40	5.9	0.036	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ2	40	40	5.9	0.030	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ3	41	41	5.9	0.014	0.00217	41	34.2	34.2	0.224	0.517	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ4	40	40	5.9	0.005	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ5	40	40	5.9	0.067	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ6	40	40	5.9	0.039	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ7	40	40	5.9	0.016	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ8	42	42	5.9	0.111	0.00217	42	35.2	35.2	0.220	0.524	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ9	51	51	5.9	0.105	0.00217	51	44.2	44.2	0.179	0.558	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ10	52	52	5.9	0.111	0.00217	52	45.2	45.2	0.176	0.562	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ11	55	55	5.9	0.036	0.00217	55	48.2	48.2	0.169	0.575	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ12	56	56	5.9	0.179	0.00217	56	49.2	49.2	0.167	0.706	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ13	51	51	5.9	0.147	0.00217	51	44.2	44.2	0.179	0.675	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ14	53	53	5.9	0.096	0.00217	53	46.2	46.2	0.174	0.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ15	40	40	5.9	0.006	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ16	40	40	5.9	0.065	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ17	40	40	5.9	0.017	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ18	44	44	5.9	0.069	0.00217	44	37.2	37.2	0.213	0.537	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ19	40	40	5.9	0.037	0.00217	40	33.2	33.2	0.228	0.510	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ20	55	55	5.9	0.121	0.00217	55	48.2	48.2	0.169	0.575	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ21	49	49	5.9	0.115	0.00217	49	42.2	42.2	0.197	0.564	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ22	49	49	5.9	0.119	0.00217	49	42.2	42.2	0.197	0.564	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ23	55	55	5.9	0.170	0.00217	55	48.2	48.2	0.169	0.575	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ24	52	52	5.9	0.161	0.00217	52	45.2	45.2	0.189	0.577	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ25	51	51	5.9	0.063	0.00217	51	44.2	44.2	0.191	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ26	52	52	5.9	0.100	0.00217	52	45.2	45.2	0.189	0.577	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ27	52	52	5.9	0.090	0.00217	52	45.2	45.2	0.189	0.577	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ28	54	54	5.9	0.091	0.00217	54	47.2	47.2	0.184	0.585	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ29	48	48	5.9	0.082	0.00217	48	41.2	41.2	0.200	0.559	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

Ενίσχυση δοκών με FRP - ΚΑΜΨΗ																		
3ος Όροφος																		
Στοιχείο	Αναπτυσσόμενη ροπή - M_{Ed} (kN)						Τελική ροπή αντοχής - M_{Rd} (kN)						Συντελεστής εξάντλησης λ - Τελικής ροπής αντοχής					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
Δ1	12.08	-58.07	17.71	0.00	0.00	-61.70	70.47	81.87	70.47	81.87	93.12	102.97	0.171	0.709	0.251	-	-	0.599
Δ2	8.62	-56.56	13.08	0.00	2.55	-57.65	74.24	80.92	102.78	69.08	74.24	80.92	0.116	0.699	0.127	-	0.034	0.712
Δ3	7.26	-129.54	65.97	-129.54	0.00	-172.99	108.46	136.06	131.59	100.28	108.46	136.06	0.067	0.952	0.501	1.292	-	1.271
Δ4	32.27	-103.75	16.73	0.00	44.47	-87.42	128.44	117.31	154.30	99.25	157.37	141.74	0.251	0.884	0.108	-	0.283	0.617
Δ5	122.31	-198.01	17.06	0.00	120.58	-192.65	156.17	146.22	154.82	116.35	226.12	216.30	0.783	1.354	0.110	-	0.533	0.891
Δ6	56.56	-183.95	40.56	0.00	65.20	-187.50	226.12	216.30	286.45	121.49	208.31	198.15	0.250	0.850	0.142	-	0.313	0.946
Δ7	71.39	-124.13	20.99	-2.55	66.56	-119.30	151.41	165.93	109.25	93.00	97.69	120.36	0.471	0.748	0.192	0.027	0.681	0.991
Δ8	54.58	-111.92	15.17	0.00	50.97	-114.71	97.69	120.36	83.52	67.38	84.23	107.22	0.559	0.930	0.182	-	0.605	1.070
Δ9	93.17	-124.55	5.77	0.00	94.66	-129.79	83.92	107.22	83.82	89.42	83.92	107.22	1.110	1.162	0.069	-	1.128	1.211
Δ10	80.35	-125.63	20.38	-4.85	82.68	-124.37	84.31	107.22	83.52	67.38	115.45	137.88	0.953	1.172	0.244	0.072	0.716	0.902
Δ11	32.10	-201.76	75.91	0.00	36.21	-201.64	170.45	214.54	212.94	137.73	170.45	214.54	0.188	0.940	0.356	-	0.212	0.940
Δ12	13.02	-41.12	8.02	0.00	14.12	-44.08	52.37	64.32	50.67	50.78	84.53	85.45	0.249	0.639	0.158	-	0.167	0.516
Δ13	27.02	-59.01	8.98	-16.51	60.16	-50.16	110.29	127.51	79.65	87.34	81.59	103.74	0.245	0.463	0.113	0.189	0.737	0.483
Δ14	2.66	-49.90	33.50	0.00	0.00	-50.00	124.54	143.59	89.37	99.76	103.15	118.00	0.021	0.348	0.375	-	-	0.424
Δ15	28.83	-45.32	6.70	0.00	18.23	-46.83	103.50	124.59	121.41	91.77	124.54	143.59	0.279	0.364	0.055	-	0.146	0.326
Δ16	11.82	-44.17	6.93	-3.65	28.95	-40.97	77.82	96.38	100.40	86.78	77.82	96.38	0.152	0.458	0.069	0.042	0.372	0.425
Δ17	13.52	-80.59	36.87	0.00	7.52	-71.04	107.74	145.49	140.58	120.04	107.74	145.49	0.126	0.554	0.262	-	0.070	0.488
Δ18	25.51	-118.36	60.48	0.00	21.09	-122.63	108.83	145.49	143.42	120.12	108.83	145.49	0.234	0.814	0.422	-	0.194	0.843
Δ19	38.34	-56.52	10.66	-4.57	27.57	-52.57	114.72	113.79	97.03	58.48	72.79	72.57	0.334	0.497	0.110	0.078	0.379	0.724
Δ20	19.02	-56.97	13.75	0.00	0.00	-75.26	89.04	87.95	66.09	61.61	103.84	98.66	0.214	0.648	0.208	-	-	0.763
Δ21	0.00	-185.42	110.23	0.00	0.00	-199.40	167.50	196.89	188.62	121.00	132.08	168.73	-	0.942	0.584	-	-	1.182
Δ22	0.00	0.00	25.58	0.00	0.00	0.00	66.05	69.16	86.01	91.46	102.72	112.59	-	-	0.297	-	-	-
Δ23	0.00	-21.85	151.79	0.00	0.00	-28.76	96.76	83.17	153.91	55.90	96.76	83.17	-	0.263	0.986	-	-	0.346
Δ24	0.00	-114.77	56.60	0.00	0.00	-140.06	112.59	111.99	83.44	82.81	104.92	108.87	-	1.025	0.678	-	-	1.287
Δ26	63.90	-69.67	15.86	-6.28	39.37	-66.94	138.33	151.38	121.77	103.41	138.33	151.38	0.462	0.460	0.130	0.061	0.285	0.442
Δ30	0.00	0.00	11.00	0.00	0.00	-41.98	43.01	36.58	51.55	40.27	65.08	58.28	-	-	0.213	-	-	0.720
Δ31	0.00	-55.33	13.48	0.00	2.51	-55.34	65.72	58.24	60.42	41.52	47.56	40.49	-	0.950	0.223	-	0.053	1.367
Δ32	49.94	-151.12	61.49	-16.68	10.90	-179.36	97.17	99.47	133.41	73.85	113.90	133.97	0.514	1.519	0.461	0.226	0.096	1.339
Δ33	13.35	-101.91	30.38	-22.36	3.25	-3.63	113.48	133.97	91.74	72.13	75.85	82.88	0.118	0.761	0.331	0.310	0.043	0.044
Δ34	46.86	-64.12	6.19	0.00	38.95	-60.94	87.93	82.63	65.27	61.61	87.93	82.63	0.533	0.776	0.095	-	0.443	0.737
Δ35	55.71	-72.85	4.93	0.00	60.07	-66.86	103.50	124.59	121.41	91.77	124.54	143.59	0.538	0.585	0.041	-	0.482	0.466
Δ36	41.16	-75.23	8.20	-3.63	70.41	-69.48	87.93	82.63	65.27	61.61	87.93	82.63	0.468	0.910	0.126	0.059	0.801	0.841
Δ37	49.56	-94.30	12.88	-10.28	92.87	-97.03	124.54	143.59	81.52	87.34	103.50	124.59	0.398	0.657	0.158	0.118	0.897	0.779
Δ38	0.00	-5.96	204.58	0.00	0.00	-18.35	132.40	186.47	217.69	121.32	132.40	186.47	-	0.032	0.940	-	-	0.098
Δ39	0.00	-130.98	57.68	0.00	0.00	-133.86	104.25	124.58	124.06	91.76	117.23	135.70	-	1.051	0.465	-	-	0.986
Δ40	0.00	-151.02	50.27	0.00	0.00	-179.61	92.68	96.57	129.89	66.97	139.47	142.57	-	1.564	0.387	-	-	1.260
Δ41	0.00	-6.50	122.74	0.00	0.00	-9.31	102.87	113.11	172.62	67.08	102.87	113.11	-	0.057	0.711	-	-	0.082
Δ42	12.93	-30.85	6.26	0.00	6.65	-35.05	37.52	29.61	50.56	34.70	48.70	40.55	0.345	1.042	0.124	-	0.137	0.864
Δ45	0.00	-5.80	3.42	-5.80	0.00	0.00	25.71	18.24	29.92	21.40	25.71	18.24	-	0.318	0.114	0.271	-	-
Δ46	0.00	-36.69	12.97	0.00	0.00	-5.32	48.69	40.55	51.52	35.93	40.92	32.95	-	0.905	0.252	-	-	0.161
Δ47	8.53	-148.95	37.88	0.00	17.96	-142.06	139.62	142.57	105.51	66.65	79.95	81.25	0.061	1.045	0.359	-	0.225	1.748
Δ48	17.96	-120.33	35.93	0.00	9.31	-128.84	92.74	96.57	130.04	66.92	92.74	96.57	0.194	1.246	0.276	-	0.100	1.334
Δ49	58.82	-224.65	71.57	0.00	50.68	-233.52	156.88	168.69	229.66	101.85	156.88	168.69	0.375	1.332	0.312	-	0.323	1.384

4ος Όροφος: Υποστυλώματα και κάμψη δοκών.

Υπολογισμός διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων															
4ος Όροφος															
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	fck (Mpa)	N_{Ed} (kN)	$M_{ed,y}$ (kN)	$M_{ed,x}$ (kN)	$A_{s,απ}$ (cm^2)	$A_{s,min}$ (cm^2)	$A_{s,max}$ (cm^2)	Οπλισμός			$A_{s,tot}$ (cm^2)	b_i (cm)	Έλεγχος b_i
Σ1	40	40	29.06	24.871	33.39	31.63	4.68	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ2	40	40	29.06	12.779	32.51	30.91	5.06	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ5	40	40	29.06	56.917	55.71	61.56	9.66	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ6	40	40	29.06	24.68	57.96	68.51	11.82	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ8	42	42	28.43	187.632	35.95	71.45	5.76	17.64	70.56	12	Φ	16	24.13	10.67	TRUE
Σ9	46	46	27.28	283.609	75.51	34.88	2.72	21.16	84.64	12	Φ	18	30.54	12.00	TRUE
Σ10	52	52	25.82	245.235	121.86	113.24	11.14	27.04	108.16	12	Φ	18	30.54	14.00	TRUE
Σ11	45	45	27.56	116.262	47.31	78.88	7.79	20.25	81	12	Φ	18	30.54	11.67	TRUE
Σ12	52	52	25.82	500.417	85.72	80.51	0.11	27.04	108.16	12	Φ	18	30.54	4.20	TRUE
Σ13	48	48	26.77	374.518	91.23	18.68	2.19	23.04	92.16	12	Φ	18	30.54	4.22	TRUE
Σ14	49	49	26.52	222.517	116.17	95.25	11.61	24.01	96.04	12	Φ	18	30.54	13.00	TRUE
Σ16	40	40	29.06	96.321	54.06	54.01	5.5	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ17	40	40	29.06	39.725	23.76	40.23	3.66	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ18	40	40	29.06	148.581	59.76	24.24	5.23	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ19	40	40	29.06	82.467	77.18	28.99	9.47	16	64	12	Φ	16	24.13	10.00	TRUE
Σ20	49	49	26.52	338.318	65.65	131.59	8.09	24.01	96.04	12	Φ	18	30.54	13.00	TRUE
Σ21	45	45	27.56	273.703	28.90	107.51	7.42	20.25	81	12	Φ	18	30.54	11.67	TRUE
Σ22	44	44	27.84	279.835	31.27	101.21	6.87	19.36	77.44	12	Φ	16	24.13	11.33	TRUE
Σ23	51	51	26.05	482.083	82.75	95.40	1.84	26.01	104.04	12	Φ	18	30.54	13.67	TRUE
Σ24	48	48	26.77	410.028	94.26	58.73	2.71	23.04	92.16	12	Φ	18	30.54	12.67	TRUE
Σ25	45	45	27.56	161.591	62.32	86.10	8.65	20.25	81	12	Φ	16	24.13	11.67	TRUE
Σ26	46	46	27.28	257.499	80.99	70.36	6.48	21.16	84.64	12	Φ	18	30.54	12.00	TRUE
Σ27	48	48	26.77	230.597	98.66	66.24	7.85	23.04	92.16	12	Φ	18	30.54	12.67	TRUE
Σ28	48	48	26.77	252.261	101.89	109.36	11.53	23.04	92.16	12	Φ	18	30.54	12.67	TRUE
Σ29	44	44	27.84	194.683	63.32	97.16	10.02	19.36	77.44	12	Φ	16	24.13	11.33	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
4ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	18.547	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ2	40	40	19.214	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ5	40	40	34.309	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ6	40	40	40.75	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ8	42	42	40.133	33.3	21.8	466.153	TRUE
Σ9	46	46	42.548	36.9	21.8	542.859	TRUE
Σ10	52	52	71.029	42.3	21.8	665.822	TRUE
Σ11	45	45	41.887	36	21.8	523.423	TRUE
Σ12	52	52	48.76	42.3	21.8	665.822	TRUE
Σ13	48	48	53.012	38.7	21.8	582.987	TRUE
Σ14	49	49	67.488	39.6	21.8	603.286	TRUE
Σ16	40	40	29.532	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ17	40	40	20.414	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ18	40	40	33.734	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ19	40	40	45.003	31.5	22.8	444.734	TRUE
Σ20	49	49	72.954	39.6	23.8	646.008	TRUE
Σ21	45	45	61.74	36	24.8	578.009	TRUE
Σ22	44	44	57.958	35.1	25.8	572.828	TRUE
Σ23	51	51	51.079	41.4	26.8	752.603	TRUE
Σ24	48	48	52.306	38.7	27.8	697.530	TRUE
Σ25	45	45	46.592	36	28.8	640.847	TRUE
Σ26	46	46	45.022	36.9	29.8	678.959	TRUE
Σ27	48	48	55.555	38.7	30.8	743.633	TRUE
Σ28	48	48	61.705	38.7	31.8	757.212	TRUE
Σ29	44	44	55.743	35.1	32.8	665.649	TRUE

Υπολογισμός συνδετήρων ΜΗ κρίσιμων περιοχών											
4ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	18.547	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ2	40	40	19.214	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	34.309	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	40.75	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	42	42	40.133	33.3	21.8	320	8	200	2.011	334.792	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	46	46	42.548	36.9	21.8	360	8	200	2.011	370.986	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	45	45	41.887	36	21.8	360	8	200	2.011	361.937	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ12	52	52	48.76	42.3	21.8	360	8	200	2.011	425.276	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ13	48	48	53.012	38.7	21.8	360	8	200	2.011	389.083	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ14	49	49	67.488	39.6	21.8	360	8	200	2.011	398.131	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	29.532	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ17	40	40	20.414	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ18	40	40	33.734	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ19	40	40	45.003	31.5	22.8	320	8	200	2.011	301.334	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ20	49	49	72.954	39.6	23.8	360	8	200	2.011	361.048	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	45	45	61.74	36	24.8	360	8	200	2.011	313.299	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ22	44	44	57.958	35.1	25.8	320	8	200	2.011	291.973	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	51	51	51.079	41.4	26.8	360	8	200	2.011	329.573	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ24	48	48	52.306	38.7	27.8	360	8	200	2.011	295.163	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	45	45	46.592	36	28.8	320	8	200	2.011	263.326	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	46	46	45.022	36.9	29.8	360	8	200	2.011	259.093	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ27	48	48	55.555	38.7	30.8	360	8	200	2.011	261.058	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ28	48	48	61.705	38.7	31.8	360	8	200	2.011	250.992	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	44	44	55.743	35.1	32.8	320	8	200	2.011	219.015	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών											
4ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	VRd,s (kN)	Έλεγχος
Σ1	40	40	18.547	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ2	40	40	19.214	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ5	40	40	34.309	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ6	40	40	40.75	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ8	42	42	40.133	33.3	21.8	128	8	120	2.011	557.987	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	46	46	42.548	36.9	21.8	144	8	140	2.011	529.980	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	45	45	41.887	36	21.8	144	8	140	2.011	517.053	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ12	52	52	48.76	42.3	21.8	144	8	140	2.011	607.538	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ13	48	48	53.012	38.7	21.8	144	8	140	2.011	555.832	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ14	49	49	67.488	39.6	21.8	144	8	140	2.011	568.759	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	29.532	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ17	40	40	20.414	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ18	40	40	33.734	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ19	40	40	45.003	31.5	22.8	128	8	120	2.011	502.223	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ20	49	49	72.954	39.6	23.8	144	8	140	2.011	515.783	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	45	45	61.74	36	24.8	144	8	140	2.011	447.570	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ22	44	44	57.958	35.1	25.8	128	8	120	2.011	486.622	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	51	51	51.079	41.4	26.8	144	8	140	2.011	470.819	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ24	48	48	52.306	38.7	27.8	144	8	140	2.011	421.662	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	45	45	46.592	36	28.8	128	8	120	2.011	438.876	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	46	46	45.022	36.9	29.8	144	8	140	2.011	370.132	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ27	48	48	55.555	38.7	30.8	144	8	140	2.011	372.940	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ28	48	48	61.705	38.7	31.8	144	8	140	2.011	358.561	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	44	44	55.743	35.1	32.8	128	8	120	2.011	365.025	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης κρίσιμων περιοχών												
4ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	μφ	vd	εsy,d	bc (cm)	bo (cm)	ho (cm)	ωwd	α	Έλεγχος αωνd	Έλεγχος ωνd
Σ1	40	40	5.9	0.009	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ2	40	40	5.9	0.005	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ5	40	40	5.9	0.022	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ6	40	40	5.9	0.009	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ8	42	42	5.9	0.066	0.00217	42	35.2	35.2	0.257	0.562	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ9	46	46	5.9	0.087	0.00217	46	39.2	39.2	0.206	0.548	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ11	45	45	5.9	0.037	0.00217	45	38.2	38.2	0.209	0.543	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ12	52	52	5.9	0.126	0.00217	52	45.2	45.2	0.189	0.702	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ13	48	48	5.9	0.107	0.00217	48	41.2	41.2	0.200	0.675	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ14	49	49	5.9	0.062	0.00217	49	42.2	42.2	0.197	0.564	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ16	40	40	5.9	0.037	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ17	40	40	5.9	0.015	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ18	40	40	5.9	0.056	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ19	40	40	5.9	0.031	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ20	49	49	5.9	0.094	0.00217	49	42.2	42.2	0.197	0.564	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ21	45	45	5.9	0.087	0.00217	45	38.2	38.2	0.209	0.543	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ22	44	44	5.9	0.092	0.00217	44	37.2	37.2	0.248	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ23	51	51	5.9	0.126	0.00217	51	44.2	44.2	0.191	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ24	48	48	5.9	0.117	0.00217	48	41.2	41.2	0.200	0.559	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ25	45	45	5.9	0.051	0.00217	45	38.2	38.2	0.244	0.578	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ26	46	46	5.9	0.079	0.00217	46	39.2	39.2	0.206	0.548	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ27	48	48	5.9	0.066	0.00217	48	41.2	41.2	0.200	0.559	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ28	48	48	5.9	0.072	0.00217	48	41.2	41.2	0.200	0.559	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ29	44	44	5.9	0.064	0.00217	44	37.2	37.2	0.248	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

Ενίσχυση δοκών με FRP - ΚΑΜΨΗ																		
4ος Όροφος																		
Στοιχείο	Αναπτυσσόμενη ροπή - M_{Ed} (kN)						Τελική ροπή αντοχής - M_{Rd} (kN)						Συντελεστής εξάντλησης λ - Τελικής ροπής αντοχής					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
Δ1	15.15	-32.52	7.06	0.00	21.34	-30.74	70.47	81.87	70.47	81.87	93.12	102.97	0.215	0.397	0.100	-	0.229	0.299
Δ2	12.47	-31.58	5.25	0.00	9.31	-32.71	74.24	80.92	102.78	69.08	74.24	80.92	0.168	0.390	0.051	-	0.125	0.404
Δ3	0.00	-107.59	64.20	0.00	0.00	-147.54	108.46	136.06	131.59	100.28	108.46	136.06	-	0.791	0.488	-	0.000	1.084
Δ4	9.11	-76.56	14.35	0.00	20.52	-65.62	128.44	117.31	154.30	99.25	157.37	141.74	0.071	0.653	0.093	-	0.130	0.463
Δ5	55.97	-127.00	18.44	0.00	56.22	-119.64	156.17	146.22	154.82	116.35	226.12	216.30	0.358	0.869	0.119	-	0.249	0.553
Δ6	13.53	-139.22	41.38	0.00	21.55	-139.92	226.12	216.30	286.45	121.49	208.31	198.15	0.060	0.644	0.144	-	0.103	0.706
Δ7	34.61	-84.87	16.91	0.00	28.56	-81.78	151.41	165.93	109.25	93.00	97.69	120.36	0.229	0.511	0.155	-	0.292	0.679
Δ8	24.86	-79.98	15.84	0.00	21.29	-85.48	97.69	120.36	83.52	67.38	84.23	107.22	0.254	0.665	0.190	-	0.253	0.797
Δ9	51.15	-83.00	5.40	0.00	51.38	-86.16	83.92	107.22	83.82	89.42	83.92	107.22	0.609	0.774	0.064	-	0.612	0.804
Δ10	43.20	-86.53	16.36	0.00	45.51	-87.31	84.31	107.22	83.52	67.38	115.45	137.88	0.512	0.807	0.196	-	0.394	0.633
Δ11	0.00	-161.51	78.97	0.00	2.78	-162.78	170.45	214.54	212.94	137.73	170.45	214.54	-	0.753	0.371	-	0.016	0.759
Δ12	10.93	-43.60	7.36	0.00	11.71	-38.18	52.37	64.32	50.67	50.78	84.53	85.45	0.209	0.678	0.145	-	0.139	0.447
Δ18	24.66	-49.91	8.08	0.00	22.21	-52.50	108.83	145.49	143.42	120.12	108.83	145.49	0.227	0.343	0.056	-	0.204	0.361
Δ20	3.33	-50.05	16.91	0.00	0.00	-69.47	89.04	87.95	66.09	61.61	103.84	98.66	0.037	0.569	0.256	-	-	0.704
Δ21	0.00	-165.06	122.25	0.00	0.00	-193.14	167.50	196.89	188.62	121.00	132.08	168.73	-	0.838	0.648	-	-	1.145
Δ23	0.00	-21.76	152.14	0.00	0.00	-28.71	96.76	83.17	153.91	55.90	96.76	83.17	-	0.262	0.989	-	-	0.345
Δ24	0.00	-97.30	57.36	0.00	0.00	-140.01	112.59	111.99	83.44	82.81	104.92	108.87	-	0.869	0.687	-	-	1.286
Δ30	0.00	0.00	9.21	0.00	0.00	-36.47	43.01	36.58	51.55	40.27	65.08	58.28	-	-	0.179	-	-	0.626
Δ31	0.00	-45.66	13.74	0.00	0.00	-45.17	65.72	58.24	60.42	41.52	47.56	40.49	-	0.784	0.227	-	-	1.116
Δ32	16.53	-114.20	48.16	0.00	0.00	-144.71	97.17	99.47	133.41	73.85	113.90	133.97	0.170	1.148	0.361	-	-	1.080
Δ33	0.00	-83.20	21.56	-47.36	2.20	-2.54	113.48	133.97	91.74	72.13	75.85	82.88	-	0.621	0.235	0.657	0.029	0.031
Δ34	25.19	-30.82	2.17	0.00	17.21	-31.82	87.93	82.63	65.27	61.61	87.93	82.63	0.286	0.373	0.033	-	0.196	0.385
Δ36	16.06	-44.97	5.34	0.00	39.07	-32.06	87.93	82.63	65.27	61.61	87.93	82.63	0.183	0.544	0.082	-	0.444	0.388
Δ37	40.96	-68.40	7.63	0.00	76.52	-50.79	124.54	143.59	81.52	87.34	103.50	124.59	0.329	0.476	0.094	-	0.739	0.408
Δ38	0.00	-5.83	203.55	0.00	0.00	-18.70	132.40	186.47	217.69	121.32	132.40	186.47	-	0.031	0.935	-	-	0.100
Δ39	7.74	-77.74	18.84	0.00	6.86	-77.82	104.25	124.58	124.06	91.76	117.23	135.70	0.074	0.624	0.152	-	0.058	0.573
Δ40	0.00	-137.97	52.09	0.00	0.00	-168.29	92.68	96.57	129.89	66.97	139.47	142.57	-	1.429	0.401	-	-	1.180
Δ41	0.00	-6.54	122.74	0.00	0.00	-9.25	102.87	113.11	172.62	67.08	102.87	113.11	-	0.058	0.711	-	-	0.082
Δ42	6.44	-24.03	6.22	0.00	0.00	-28.75	37.52	29.61	50.56	34.70	48.70	40.55	0.172	0.812	0.123	-	-	0.709
Δ45	0.00	-5.29	3.10	0.00	0.00	0.00	25.71	18.24	29.92	21.40	25.71	18.24	-	0.290	0.104	-	-	-
Δ46	0.00	-34.39	12.23	0.00	0.00	-4.43	48.69	40.55	51.52	35.93	40.92	32.95	-	0.848	0.237	-	-	0.135
Δ47	0.00	-122.99	39.33	0.00	0.00	-109.58	139.62	142.57	105.51	66.65	79.95	81.25	-	0.863	0.373	-	-	1.349
Δ48	0.00	-98.57	36.37	0.00	0.00	-106.27	92.74	96.57	130.04	66.92	92.74	96.57	-	1.021	0.280	-	-	1.100
Δ49	15.57	-176.46	74.48	0.00	7.05	-185.02	156.88	168.69	229.66	101.85	156.88	168.69	0.099	1.046	0.324	-	0.045	1.097

5ος Όροφος: Υποστυλώματα και κάμψη δοκών.

Υπολογισμός διαμήκων οπλισμών υποστυλωμάτων															
5ος Όροφος															
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	fck (Mpa)	N_{Ed} (kN)	$M_{ed,y}$ (kN)	$M_{ed,x}$ (kN)	$A_{s,απ}$ (cm^2)	$A_{s,min}$ (cm^2)	$A_{s,max}$ (cm^2)	Οπλισμός	$A_{s,tot}$ (cm^2)	b_i (cm)	Έλεγχος b_i
Σ8	40	40	29.06	63.771	26.54	53.83	6.23	16	64	12 Φ 16	24.13	10.00	TRUE
Σ9	43	43	28.13	115.369	74.25	7.83	7.03	18.49	73.96	12 Φ 16	24.13	11.00	TRUE
Σ10	47	47	27.02	97.102	98.34	52.48	10.13	22.09	88.36	12 Φ 16	24.13	12.33	TRUE
Σ11	44	44	27.84	54.308	40.98	60.10	6.9	19.36	77.44	12 Φ 16	24.13	11.33	TRUE
Σ12	45	45	27.56	205.09	58.00	46.03	3.42	20.25	81	12 Φ 16	24.13	11.67	TRUE
Σ13	40	40	29.06	167.671	42.11	14.76	2.03	16	64	12 Φ 16	24.13	10.00	TRUE
Σ14	42	42	28.43	108.315	65.37	51.78	7.86	17.64	70.56	12 Φ 16	24.13	10.67	TRUE
Σ16	40	40	29.06	37.641	33.66	30.24	3.2	16	64	12 Φ 16	24.13	10.00	TRUE
Σ17	40	40	29.06	27.44	22.49	23.32	2.36	16	64	12 Φ 16	24.13	10.00	TRUE
Σ18	40	40	29.06	70.309	43.27	16.66	4.2	16	64	12 Φ 16	24.13	10.00	TRUE
Σ19	40	40	29.06	43.831	59.98	14.24	6.85	16	64	12 Φ 16	24.13	10.00	TRUE
Σ20	44	44	27.84	143.726	77.64	80.26	10.59	19.36	77.44	12 Φ 16	24.13	11.33	TRUE
Σ21	40	40	29.06	118.921	18.95	83.12	9.21	16	64	12 Φ 16	24.13	10.00	TRUE
Σ22	40	40	29.06	123.334	27.88	85.68	9.81	16	64	12 Φ 16	24.13	10.00	TRUE
Σ23	44	44	27.84	220.089	52.36	55.85	3.51	19.36	77.44	12 Φ 16	24.13	11.33	TRUE
Σ24	43	43	28.13	178.432	61.38	55.09	5.59	18.49	73.96	12 Φ 16	24.13	11.00	TRUE
Σ25	43	43	28.13	69.513	40.06	70.34	8.07	18.49	73.96	12 Φ 16	24.13	11.00	TRUE
Σ26	40	40	29.06	110.184	40.82	56.56	6.43	16	64	12 Φ 16	24.13	10.00	TRUE
Σ27	42	42	28.43	98.932	53.18	63.30	7.79	17.64	70.56	12 Φ 16	24.13	10.67	TRUE
Σ28	44	44	27.84	111.591	54.82	95.79	11.01	19.36	77.44	12 Φ 16	24.13	11.33	TRUE
Σ29	40	40	29.06	88.417	39.11	80.99	10.48	16	64	12 Φ 16	24.13	10.00	TRUE

Έλεγχος αντοχής σχεδιασμού λοξού θλιπτήρα VRd,max							
5ος Όροφος							
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	VRd,max (kN)	Έλεγχος
Σ8	40	40	29.908	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ9	43	43	44.759	34.2	21.8	484.979	TRUE
Σ10	47	47	56.633	37.8	21.8	562.773	TRUE
Σ11	44	44	32.44	35.1	21.8	504.066	TRUE
Σ12	45	45	31.323	36	21.8	523.423	TRUE
Σ13	40	40	24.523	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ14	42	42	35.911	33.3	21.8	466.153	TRUE
Σ16	40	40	16.462	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ17	40	40	11.279	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ18	40	40	24.02	31.5	21.8	429.264	TRUE
Σ19	40	40	32.713	31.5	22.8	444.734	TRUE
Σ20	44	44	42.984	35.1	23.8	539.762	TRUE
Σ21	40	40	45.772	31.5	24.8	474.031	TRUE
Σ22	40	40	47.436	31.5	25.8	487.822	TRUE
Σ23	44	44	28.601	35.1	26.8	588.324	TRUE
Σ24	43	43	32.647	34.2	27.8	580.266	TRUE
Σ25	43	43	37.469	34.2	28.8	593.778	TRUE
Σ26	40	40	30.604	31.5	29.8	536.885	TRUE
Σ27	42	42	33.507	33.3	30.8	594.605	TRUE
Σ28	44	44	51.798	35.1	31.8	654.706	TRUE
Σ29	40	40	44.451	31.5	32.8	566.869	TRUE

Υπολογισμός συνδετήρων ΜΗ κρίσιμων περιοχών											
5ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	$V_{Rd,s}$ (kN)	Έλεγχος
Σ8	40	40	29.908	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	43	43	44.759	34.2	21.8	320	8	200	2.011	343.840	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	44	44	32.44	35.1	21.8	320	8	200	2.011	352.889	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ12	45	45	31.323	36	21.8	320	8	200	2.011	361.937	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ13	40	40	24.523	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ14	42	42	35.911	33.3	21.8	320	8	200	2.011	334.792	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	16.462	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ17	40	40	11.279	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ18	40	40	24.02	31.5	21.8	320	8	200	2.011	316.695	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ19	40	40	32.713	31.5	22.8	320	8	200	2.011	301.334	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ20	44	44	42.984	35.1	23.8	320	8	200	2.011	320.020	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	40	40	45.772	31.5	24.8	320	8	200	2.011	274.137	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ22	40	40	47.436	31.5	25.8	320	8	200	2.011	262.027	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	44	44	28.601	35.1	26.8	320	8	200	2.011	279.421	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ24	43	43	32.647	34.2	27.8	320	8	200	2.011	260.842	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	43	43	37.469	34.2	28.8	320	8	200	2.011	250.160	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	40	40	30.604	31.5	29.8	320	8	200	2.011	221.177	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ27	42	42	33.507	33.3	30.8	320	8	200	2.011	224.631	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ28	44	44	51.798	35.1	31.8	320	8	200	2.011	227.644	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	40	40	44.451	31.5	32.8	320	8	200	2.011	196.552	ΕΠΑΡΚΕΙ

Υπολογισμός συνδετήρων κρίσιμων περιοχών											
5ος Όροφος											
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	V_{Ed} (kN)	z (cm)	θ (°)	s_{max} (mm)	Οπλισμός (Φ)	$s_{τελ}$ (mm)	$A_{sw,τελ}$ (cm^2)	$V_{Rd,s}$ (kN)	Έλεγχος
Σ8	40	40	29.908	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ9	43	43	44.759	34.2	21.8	128	8	120	2.011	573.067	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ11	44	44	32.44	35.1	21.8	128	8	120	2.011	588.148	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ12	45	45	31.323	36	21.8	128	8	120	2.011	603.229	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ13	40	40	24.523	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ14	42	42	35.911	33.3	21.8	128	8	120	2.011	557.987	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ16	40	40	16.462	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ17	40	40	11.279	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ18	40	40	24.02	31.5	21.8	128	8	120	2.011	527.825	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ19	40	40	32.713	31.5	22.8	128	8	120	2.011	502.223	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ20	44	44	42.984	35.1	23.8	128	8	120	2.011	533.366	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ21	40	40	45.772	31.5	24.8	128	8	120	2.011	456.895	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ22	40	40	47.436	31.5	25.8	128	8	120	2.011	436.712	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ23	44	44	28.601	35.1	26.8	128	8	120	2.011	465.701	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ24	43	43	32.647	34.2	27.8	128	8	120	2.011	434.737	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ25	43	43	37.469	34.2	28.8	128	8	120	2.011	416.933	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ26	40	40	30.604	31.5	29.8	128	8	120	2.011	368.628	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ27	42	42	33.507	33.3	30.8	128	8	120	2.011	374.386	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ28	44	44	51.798	35.1	31.8	128	8	120	2.011	379.407	ΕΠΑΡΚΕΙ
Σ29	40	40	44.451	31.5	32.8	128	8	120	2.011	327.586	ΕΠΑΡΚΕΙ

Έλεγχος περίσφιξης κρίσιμων περιοχών												
5ος Όροφος												
Στοιχείο	b (cm)	h (cm)	μφ	vd	εsy,d	bc (cm)	bo (cm)	ho (cm)	ωwd	α	Έλεγχος αωvd	Έλεγχος ωvd
Σ8	40	40	5.9	0.024	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ9	43	43	5.9	0.039	0.00217	43	36.2	36.2	0.252	0.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ11	44	44	5.9	0.018	0.00217	44	37.2	37.2	0.248	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ12	45	45	5.9	0.065	0.00217	45	38.2	38.2	0.244	0.578	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ13	40	40	5.9	0.064	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ14	42	42	5.9	0.038	0.00217	42	35.2	35.2	0.257	0.562	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ16	40	40	5.9	0.014	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ17	40	40	5.9	0.010	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ18	40	40	5.9	0.027	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ19	40	40	5.9	0.017	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ20	44	44	5.9	0.047	0.00217	44	37.2	37.2	0.248	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ21	40	40	5.9	0.045	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ22	40	40	5.9	0.047	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ23	44	44	5.9	0.072	0.00217	44	37.2	37.2	0.248	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ24	43	43	5.9	0.061	0.00217	43	36.2	36.2	0.252	0.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ25	43	43	5.9	0.024	0.00217	43	36.2	36.2	0.252	0.567	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ26	40	40	5.9	0.042	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ27	42	42	5.9	0.035	0.00217	42	35.2	35.2	0.257	0.562	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ28	44	44	5.9	0.037	0.00217	44	37.2	37.2	0.248	0.573	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE
Σ29	40	40	5.9	0.034	0.00217	40	33.2	33.2	0.266	0.549	ΕΠΑΡΚΕΙ	TRUE

Ενίσχυση δοκών με FRP - ΚΑΜΨΗ																		
5ος Όροφος																		
Στοιχείο	Αναπτυσσόμενη ροπή - M_{Ed} (kN)						Τελική ροπή αντοχής - M_{Rd} (kN)						Συντελεστής εξάντλησης λ - Τελικής ροπής αντοχής					
	Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη		Αριστερή στήριξη		Μέσο		Δεξία στήριξη	
	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω	Κάτω	Πάνω
Δ3	0.00	-54.07	40.43	0.00	0.00	-99.66	108.46	136.06	131.59	100.28	108.46	136.06	-	0.397	0.307	-	-	0.732
Δ4	0.00	-40.85	8.42	0.00	0.00	-35.54	128.44	117.31	154.30	99.25	157.37	141.74	-	0.348	0.055	-	-	0.251
Δ5	20.15	-60.75	12.67	0.00	8.77	-55.56	156.17	146.22	154.82	116.35	226.12	216.30	0.129	0.415	0.082	-	0.039	0.257
Δ6	0.00	-72.52	36.68	0.00	3.38	-70.39	226.12	216.30	286.45	121.49	208.31	198.15	-	0.335	0.128	-	0.016	0.355
Δ7	11.77	-39.06	11.82	0.00	2.45	-36.66	151.41	165.93	109.25	93.00	97.69	120.36	0.078	0.235	0.108	-	0.025	0.305
Δ8	2.96	-35.84	11.47	0.00	0.00	-39.42	97.69	120.36	83.52	67.38	84.23	107.22	0.030	0.298	0.137	-	-	0.368
Δ9	12.29	-32.83	2.87	0.00	14.24	-35.96	83.92	107.22	83.82	89.42	83.92	107.22	0.147	0.306	0.034	-	0.170	0.335
Δ10	13.84	-38.68	9.32	0.00	15.67	-38.13	84.31	107.22	83.52	67.38	115.45	137.88	0.164	0.361	0.112	-	0.136	0.277
Δ11	0.00	-95.90	92.51	0.00	0.00	-81.16	170.45	214.54	212.94	137.73	170.45	214.54	-	0.447	0.434	-	-	0.378
Δ12	5.10	-23.96	6.71	0.00	0.00	-25.23	52.37	64.32	50.67	50.78	84.53	85.45	0.097	0.372	0.132	-	-	0.295
Δ20	3.26	-22.49	8.14	0.00	0.00	-43.91	89.04	87.95	66.09	61.61	103.84	98.66	0.037	0.256	0.123	-	-	0.445
Δ21	0.00	-98.45	92.61	0.00	0.00	-98.30	167.50	196.89	188.62	121.00	132.08	168.73	-	0.500	0.491	-	-	0.583
Δ23	0.00	-13.84	98.18	0.00	0.00	-18.26	96.76	83.17	153.91	55.90	96.76	83.17	-	0.166	0.638	-	-	0.220
Δ24	0.00	-60.75	46.00	0.00	0.00	-105.68	112.59	111.99	83.44	82.81	104.92	108.87	-	0.542	0.551	-	-	0.971
Δ30	0.00	0.00	5.11	0.00	0.00	-24.55	43.01	36.58	51.55	40.27	65.08	58.28	-	-	0.099	-	-	0.421
Δ31	0.00	-31.31	11.94	0.00	0.00	-28.03	65.72	58.24	60.42	41.52	47.56	40.49	-	0.538	0.198	-	-	0.692
Δ32	0.00	-52.46	38.75	0.00	0.00	-100.59	97.17	99.47	133.41	73.85	113.90	133.97	-	0.527	0.290	-	-	0.751
Δ33	0.00	-63.44	6.35	-4.44	0.00	0.00	113.48	133.97	91.74	72.13	75.85	82.88	-	0.474	0.069	0.062	-	-
Δ38	0.00	-3.63	143.09	0.00	0.00	-13.65	132.40	186.47	217.69	121.32	132.40	186.47	-	0.019	0.657	-	-	0.073
Δ39	7.04	-51.00	51.00	0.00	3.97	-46.08	104.25	124.58	124.06	91.76	117.23	135.70	0.068	0.409	0.411	-	0.034	0.340
Δ40	0.00	-110.96	47.47	0.00	0.00	-139.44	92.68	96.57	129.89	66.97	139.47	142.57	-	1.149	0.365	-	-	0.978
Δ41	0.00	-4.94	95.26	0.00	0.00	-7.57	102.87	113.11	172.62	67.08	102.87	113.11	-	0.044	0.552	-	-	0.067
Δ42	0.00	-16.03	6.95	0.00	0.00	-23.93	37.52	29.61	50.56	34.70	48.70	40.55	-	0.542	0.137	-	-	0.590
Δ45	0.00	-3.77	2.00	0.00	0.00	0.00	25.71	18.24	29.92	21.40	25.71	18.24	-	0.206	0.067	-	-	-
Δ46	0.00	-24.64	7.02	0.00	0.00	-2.80	48.69	40.55	51.52	35.93	40.92	32.95	-	0.608	0.136	-	-	0.085
Δ47	0.00	-112.76	38.24	0.00	0.00	-56.63	139.62	142.57	105.51	66.65	79.95	81.25	-	0.791	0.362	-	-	0.697
Δ48	0.00	-60.47	41.06	0.00	0.00	-63.39	92.74	96.57	130.04	66.92	92.74	96.57	-	0.626	0.316	-	-	0.656
Δ49	0.00	-83.12	86.22	0.00	0.00	-95.86	156.88	168.69	229.66	101.85	156.88	168.69	-	0.493	0.375	-	-	0.568

1ος, 2ος, 3ος, 4ος, και 5ος Όροφος: Διάτμηση δοκών.

Ενίσχυση δοκών με FRP - ΔΙΑΤΜΗΣΗ																								
EN1998 - 3 - Λωρίδες																								
Στοιχείο	$V_{Rd,s}$ (kN)	Ved (μέγιστη) (kN)					E_{FRP} (MPa)	230000	fck (MPa)	12	fctm (MPa)	1.6	θ	45	β - α	90	εj,crit	0.75						
		1ος	2ος	3ος	4ος	5ος	Πλάτος (cm)	Ύψος (cm)	beff (m)	Στρώσεις	t 1 φύλλου (mm)	tf (mm)	wf (mm)	sf (mm)	kb	fdd (Mpa)	k	τmax	Le	ffdd.e.U	Vrd,f	Vtot	Έλεγχος
Δ1	18.52	88.52	82.50	82.65	29.48	-	21	40	0.77	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	338.700	41.674	60.191	FALSE
Δ2	47.63	63.92	56.21	51.97	24.93	-	21	35	0.84	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	325.782	34.796	82.424	TRUE
Δ3	23.40	147.88	137.85	137.67	137.07	92.22	21	50	0.89	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	356.445	55.430	78.833	FALSE
Δ4	55.47	108.43	87.47	77.70	64.42	38.25	21	50	0.86	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	356.445	55.430	110.903	TRUE
Δ5	28.29	178.42	148.86	117.64	86.16	45.48	21	60	0.92	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	368.061	69.185	97.474	FALSE
Δ6	28.29	139.18	121.60	106.83	91.44	66.30	21	60	1.04	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	368.061	69.185	97.474	FALSE
Δ7	21.94	127.11	101.79	87.08	67.78	36.65	21	47	0.86	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	351.952	51.303	73.240	FALSE
Δ8	21.94	103.54	92.12	79.63	65.59	36.85	21	47	0.80	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	351.952	51.303	73.240	FALSE
Δ9	21.94	151.38	124.69	98.67	71.04	31.49	21	47	0.64	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	351.952	51.303	73.240	FALSE
Δ10	21.94	131.71	107.13	89.91	69.01	34.97	21	47	0.83	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	351.952	51.303	73.240	FALSE
Δ11	32.20	167.34	152.59	152.33	152.30	129.26	21	68	1.02	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	374.816	80.189	112.387	FALSE
Δ12	13.63	64.57	57.41	52.18	52.95	37.50	21	30	0.56	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	308.234	27.919	41.550	FALSE
Δ13	21.45	164.41	136.60	70.32	-	-	21	46	0.46	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	350.317	49.927	71.376	FALSE
Δ14	17.16	80.46	74.26	43.34	-	-	21	46	0.77	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	350.317	49.927	67.086	FALSE
Δ15	21.45	80.38	69.98	34.00	-	-	21	46	0.77	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	350.317	49.927	71.376	FALSE
Δ16	20.47	115.51	93.25	52.87	-	-	21	44	0.65	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	346.814	47.176	67.648	FALSE
Δ17	28.29	112.60	113.35	83.36	-	-	21	60	0.72	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	368.061	69.185	97.474	FALSE
Δ18	28.29	90.57	77.90	108.70	30.67	-	21	60	1.38	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	368.061	69.185	97.474	TRUE
Δ19	20.47	113.82	85.14	56.84	-	-	14	44	1.02	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	346.814	47.176	67.648	FALSE
Δ20	93.52	99.06	80.43	80.21	94.81	54.68	14	40	1.26	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	338.700	41.674	135.195	TRUE
Δ21	50.29	172.90	156.66	159.00	180.57	109.23	21	60	1.43	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	368.061	69.185	119.476	FALSE
Δ22	22.43	43.52	43.44	41.01	-	-	14	48	1.01	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	353.515	52.678	75.104	TRUE
Δ23	19.49	116.07	116.05	116.05	116.06	74.74	14	42	1.62	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	342.961	44.425	63.920	FALSE
Δ24	55.47	138.87	137.57	137.98	138.62	106.37	14	50	1.27	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	356.445	55.430	110.903	FALSE
Δ26	24.38	157.84	127.03	71.03	-	-	21	52	0.89	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	359.141	58.181	82.561	FALSE
Δ30	11.69	54.63	53.80	53.67	53.27	35.79	14	32	0.77	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	315.957	30.670	42.357	FALSE
Δ31	14.61	68.65	60.93	61.20	61.24	47.28	14	32	1.29	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	315.957	30.670	45.278	FALSE
Δ32	25.85	187.96	162.43	158.04	158.39	126.26	14	55	1.32	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	362.802	62.307	88.153	FALSE
Δ33	25.85	101.41	89.03	87.54	87.77	66.42	14	55	0.88	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	362.802	62.307	88.153	FALSE
Δ34	93.52	111.77	91.11	80.28	38.99	-	14	40	0.70	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	338.700	41.674	135.195	TRUE
Δ35	21.45	171.01	142.69	83.10	-	-	21	46	0.77	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	350.317	49.927	71.376	FALSE
Δ36	93.52	141.73	111.80	94.17	58.32	-	14	40	0.70	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	338.700	41.674	135.195	FALSE
Δ37	21.45	169.29	142.96	120.92	79.12	-	21	46	0.77	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	350.317	49.927	71.376	FALSE
Δ38	67.05	156.89	156.82	156.83	156.18	109.87	21	60	1.62	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	368.061	69.185	136.240	FALSE
Δ39	21.45	109.26	99.73	117.95	58.61	39.33	21	46	1.28	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	350.317	49.927	71.376	FALSE
Δ40	41.61	186.79	185.67	186.12	185.49	157.63	14	50	1.53	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	356.445	55.430	97.035	FALSE
Δ41	31.20	97.28	97.26	97.28	97.26	75.66	14	50	1.48	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	356.445	55.430	86.634	FALSE
Δ42	12.65	48.43	38.66	37.43	37.57	38.16	14	28	0.91	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	299.317	25.168	37.822	FALSE
Δ45	8.75	18.30	18.83	18.86	19.05	12.90	14	20	0.58	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	243.727	14.163	22.909	TRUE
Δ46	12.65	52.31	53.10	53.09	53.05	36.16	14	28	0.90	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	299.317	25.168	37.822	FALSE
Δ47	41.61	145.07	128.16	128.86	130.47	120.41	14	50	1.67	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	356.445	55.430	97.035	FALSE
Δ48	23.40	110.34	110.95	111.77	111.54	91.10	14	50	1.60	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	356.445	55.430	78.833	FALSE
Δ49	47.49	193.15	167.42	147.70	143.33	118.18	14	75	1.74	3	0.167	0.501	150	250	0.917	423.701	0.363	2.640	188.315	379.510	89.818	137.308	FALSE

Ενίσχυση δοκών με FRP - ΔΙΑΤΜΗΣΗ																									
ΚΑΝ.ΕΠΕ. - Λωρίδες																									
Στοιχείο	$V_{Rd,s}$ (kN)	Ved (μέγιστη) (kN)					E_{FRP} (MPa)	230000	fck (MPa)	12	fctm (MPa)	1.6	θ	45	β - α	90	εj,crit	0.75							
		1ος	2ος	3ος	4ος	5ος	Στρώσεις	Aj	ρj	hj,ef	fFRP,k	Le	λ	kv	βw	Bl	β	σFRP,max	σFRP,crit	σfrp,d	Vjd	Vtot	Έλεγχος
Δ1	18.52	88.52	82.50	82.65	29.48	-	3	75.15	0.00286	252.667	1725.000	189.761	1.331	0.733	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	46.644	65.161	FALSE
Δ2	47.63	63.92	56.21	51.97	24.93	-	3	75.15	0.00286	219.333	1725.000	189.761	1.156	0.689	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	40.490	88.118	TRUE
Δ3	23.40	147.88	137.85	137.67	137.07	92.22	3	75.15	0.00286	319.333	1725.000	189.761	1.683	0.821	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	58.951	82.354	FALSE
Δ4	55.47	108.43	87.47	77.70	64.42	38.25	3	75.15	0.00286	319.333	1725.000	189.761	1.683	0.821	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	58.951	114.425	TRUE
Δ5	28.29	178.42	148.86	117.64	86.16	45.48	3	75.15	0.00286	386.000	1725.000	189.761	2.034	0.909	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	71.258	99.547	FALSE
Δ6	28.29	139.18	121.60	106.83	91.44	66.30	3	75.15	0.00286	386.000	1725.000	189.761	2.034	0.909	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	71.258	99.547	FALSE
Δ7	21.94	127.11	101.79	87.08	67.78	36.65	3	75.15	0.00286	299.333	1725.000	189.761	1.577	0.794	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	55.259	77.196	FALSE
Δ8	21.94	103.54	92.12	79.63	65.59	36.85	3	75.15	0.00286	299.333	1725.000	189.761	1.577	0.794	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	55.259	77.196	FALSE
Δ9	21.94	151.38	124.69	98.67	71.04	31.49	3	75.15	0.00286	299.333	1725.000	189.761	1.577	0.794	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	55.259	77.196	FALSE
Δ10	21.94	131.71	107.13	89.91	69.01	34.97	3	75.15	0.00286	299.333	1725.000	189.761	1.577	0.794	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	55.259	77.196	FALSE
Δ11	32.20	167.34	152.59	152.33	152.30	129.26	3	75.15	0.00286	439.333	1725.000	189.761	2.315	0.979	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	81.103	113.301	FALSE
Δ12	13.63	64.57	57.41	52.18	52.95	37.50	3	75.15	0.00286	186.000	1725.000	189.761	0.980	0.645	0.935	1.000	0.935	566.661	365.522	304.601	34.062	47.693	FALSE
Δ13	21.45	164.41	136.60	70.32	-	-	3	75.15	0.00286	292.667	1725.000	189.761	1.542	0.786	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	54.028	75.477	FALSE
Δ14	17.16	80.46	74.26	43.34	-	-	3	75.15	0.00286	292.667	1725.000	189.761	1.542	0.786	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	54.028	71.187	FALSE
Δ15	21.45	80.38	69.98	34.00	-	-	3	75.15	0.00286	292.667	1725.000	189.761	1.542	0.786	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	54.028	75.477	FALSE
Δ16	20.47	115.51	93.25	52.87	-	-	3	75.15	0.00286	279.333	1725.000	189.761	1.472	0.768	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	51.567	72.038	FALSE
Δ17	28.29	112.60	113.35	83.36	-	-	3	75.15	0.00286	386.000	1725.000	189.761	2.034	0.909	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	71.258	99.547	FALSE
Δ18	28.29	90.57	77.90	108.70	30.67	-	3	75.15	0.00286	386.000	1725.000	189.761	2.034	0.909	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	71.258	99.547	TRUE
Δ19	20.47	113.82	85.14	56.84	-	-	3	75.15	0.00429	279.333	1725.000	189.761	1.472	0.768	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	51.567	72.038	FALSE
Δ20	93.52	99.06	80.43	80.21	94.81	54.68	3	75.15	0.00429	252.667	1725.000	189.761	1.331	0.733	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	46.644	140.165	TRUE
Δ21	50.29	172.90	156.66	159.00	180.57	109.23	3	75.15	0.00286	386.000	1725.000	189.761	2.034	0.909	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	71.258	121.549	FALSE
Δ22	22.43	43.52	43.44	41.01	-	-	3	75.15	0.00429	306.000	1725.000	189.761	1.613	0.803	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	56.489	78.915	TRUE
Δ23	19.49	116.07	116.05	116.05	116.06	74.74	3	75.15	0.00429	266.000	1725.000	189.761	1.402	0.750	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	49.105	68.599	FALSE
Δ24	55.47	138.87	137.57	137.98	138.62	106.37	3	75.15	0.00429	319.333	1725.000	189.761	1.683	0.821	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	58.951	114.425	FALSE
Δ26	24.38	157.84	127.03	71.03	-	-	3	75.15	0.00286	332.667	1725.000	189.761	1.753	0.838	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	61.412	85.792	FALSE
Δ30	11.69	54.63	53.80	53.67	53.27	35.79	3	75.15	0.00429	199.333	1725.000	189.761	1.050	0.663	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	36.798	48.485	FALSE
Δ31	14.61	68.65	60.93	61.20	61.24	47.28	3	75.15	0.00429	199.333	1725.000	189.761	1.050	0.663	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	36.798	51.407	FALSE
Δ32	25.85	187.96	162.43	158.04	158.39	126.26	3	75.15	0.00429	352.667	1725.000	189.761	1.858	0.865	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	65.104	90.950	FALSE
Δ33	25.85	101.41	89.03	87.54	87.77	66.42	3	75.15	0.00429	352.667	1725.000	189.761	1.858	0.865	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	65.104	90.950	FALSE
Δ34	93.52	111.77	91.11	80.28	38.99	-	3	75.15	0.00429	252.667	1725.000	189.761	1.331	0.733	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	46.644	140.165	TRUE
Δ35	21.45	171.01	142.69	83.10	-	-	3	75.15	0.00286	292.667	1725.000	189.761	1.542	0.786	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	54.028	75.477	FALSE
Δ36	93.52	141.73	111.80	94.17	58.32	-	3	75.15	0.00429	252.667	1725.000	189.761	1.331	0.733	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	46.644	140.165	FALSE
Δ37	21.45	169.29	142.96	120.92	79.12	-	3	75.15	0.00286	292.667	1725.000	189.761	1.542	0.786	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	54.028	75.477	FALSE
Δ38	67.05	156.89	156.82	156.83	156.18	109.87	3	75.15	0.00286	386.000	1725.000	189.761	2.034	0.909	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	71.258	138.313	FALSE
Δ39	21.45	109.26	99.73	117.95	58.61	39.33	3	75.15	0.00286	292.667	1725.000	189.761	1.542	0.786	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	54.028	75.477	FALSE
Δ40	41.61	186.79	185.67	186.12	185.49	157.63	3	75.15	0.00429	319.333	1725.000	189.761	1.683	0.821	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	58.951	100.556	FALSE
Δ41	31.20	97.28	97.26	97.28	97.26	75.66	3	75.15	0.00429	319.333	1725.000	189.761	1.683	0.821	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	58.951	90.155	FALSE
Δ42	12.65	48.43	38.66	37.43	37.57	38.16	3	75.15	0.00429	172.667	1725.000	189.761	0.910	0.627	0.935	0.992	0.928	562.283	352.821	294.017	30.521	43.175	FALSE
Δ45	8.75	18.30	18.83	18.86	19.05	12.90	3	75.15	0.00429	119.333	1725.000	189.761	0.629	0.557	0.935	0.862	0.807	488.798	272.366	226.972	16.284	25.029	TRUE
Δ46	12.65	52.31	53.10	53.09	53.05	36.16	3	75.15	0.00429	172.667	1725.000	189.761	0.910	0.627	0.935	0.992	0.928	562.283	352.821	294.017	30.521	43.175	FALSE
Δ47	41.61	145.07	128.16	128.86	130.47	120.41	3	75.15	0.00429	319.333	1725.000	189.761	1.683	0.821	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	58.951	100.556	FALSE
Δ48	23.40	110.34	110.95	111.77	111.54	91.10	3	75.15	0.00429	319.333	1725.000	189.761	1.683	0.821	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	58.951	82.354	FALSE
Δ49	47.49	193.15	167.42	147.70	143.33	118.18	3	75.15	0.00429	486.000	1725.000	189.761	2.561	1.040	0.935	1.000	0.935	566.884	368.474	307.062	89.718	137.208	FALSE

Ενίσχυση δοκών με FRP - ΔΙΑΤΜΗΣΗ																									
EN1998 - 3 - Συνεχή φύλλα																									
Στοιχείο	$V_{Rd,s}$ (kN)	Ved (μέγιστη) (kN)					E_{FRP} (MPa)	230000	fck (MPa)	12	fctm (MPa)	1.6	θ	45	β - α	90	εj,crit	0.75							
		1ος	2ος	3ος	4ος	5ος	Πλάτος (cm)	Ύψος (cm)	beff (m)	Στρώσεις	t 1 φύλλου (mm)	tf (mm)	wf (mm)	sf (mm)	kb	fdd (Mpa)	k	τmax	Le	ffdd.e.U	Vrd,f	Vtot	Έλεγχος
Δ1	18.52	88.52	82.50	82.65	29.48	-	21	40	0.77	3	0.167	0.501	280	280	0.628	350.805	0.363	1.809	206.958	273.461	93.464	111.981	TRUE
Δ2	47.63	63.92	56.21	51.97	24.93	-	21	35	0.84	3	0.167	0.501	230	230	0.674	363.399	0.363	1.942	203.340	272.715	80.913	128.540	TRUE
Δ3	23.40	147.88	137.85	137.67	137.07	92.22	21	50	0.89	4	0.167	0.668	380	380	0.559	286.571	0.363	1.610	246.055	227.135	130.819	154.222	TRUE
Δ4	55.47	108.43	87.47	77.70	64.42	38.25	21	50	0.86	3	0.167	0.501	380	380	0.559	330.904	0.363	1.610	213.090	271.468	117.264	172.738	TRUE
Δ5	28.29	178.42	148.86	117.64	86.16	45.48	21	60	0.92	4	0.167	0.668	480	480	0.509	273.329	0.363	1.465	251.945	225.308	156.857	185.146	TRUE
Δ6	28.29	139.18	121.60	106.83	91.44	66.30	21	60	1.04	3	0.167	0.501	480	480	0.509	315.613	0.363	1.465	218.191	267.592	139.721	168.010	TRUE
Δ7	21.94	127.11	101.79	87.08	67.78	36.65	21	47	0.86	3	0.167	0.501	350	350	0.577	336.286	0.363	1.663	211.378	272.366	110.283	132.220	TRUE
Δ8	21.94	103.54	92.12	79.63	65.59	36.85	21	47	0.80	3	0.167	0.501	350	350	0.577	336.286	0.363	1.663	211.378	272.366	110.283	132.220	TRUE
Δ9	21.94	151.38	124.69	98.67	71.04	31.49	21	47	0.64	**5**	0.167	0.835	350	350	0.577	260.486	0.363	1.663	272.888	196.566	132.652	154.589	TRUE
Δ10	21.94	131.71	107.13	89.91	69.01	34.97	21	47	0.83	4	0.167	0.668	350	350	0.577	291.232	0.363	1.663	244.078	227.312	122.721	144.658	TRUE
Δ11	32.20	167.34	152.59	152.33	152.30	129.26	21	68	1.02	3	0.167	0.501	560	560	0.477	305.581	0.363	1.373	221.744	264.065	156.930	189.128	TRUE
Δ12	13.63	64.57	57.41	52.18	52.95	37.50	21	30	0.56	3	0.167	0.501	180	180	0.732	378.637	0.363	2.108	199.206	269.483	67.802	81.434	TRUE
Δ13	21.45	164.41	136.60	70.32	-	-	21	46	0.46	**7**	0.167	1.169	340	340	0.584	221.391	0.363	1.682	321.980	155.831	143.948	165.396	TRUE
Δ14	17.16	80.46	74.26	43.34	-	-	21	46	0.77	3	0.167	0.501	340	340	0.584	338.181	0.363	1.682	210.785	272.620	107.928	125.087	TRUE
Δ15	21.45	80.38	69.98	34.00	-	-	21	46	0.77	3	0.167	0.501	340	340	0.584	338.181	0.363	1.682	210.785	272.620	107.928	129.376	TRUE
Δ16	20.47	115.51	93.25	52.87	-	-	21	44	0.65	3	0.167	0.501	320	320	0.598	342.137	0.363	1.721	209.563	273.046	103.172	123.643	TRUE
Δ17	28.29	112.60	113.35	83.36	-	-	21	60	0.72	3	0.167	0.501	480	480	0.509	315.613	0.363	1.465	218.191	267.592	139.721	168.010	TRUE
Δ18	28.29	90.57	77.90	108.70	30.67	-	21	60	1.38	3	0.167	0.501	480	480	0.509	315.613	0.363	1.465	218.191	267.592	139.721	168.010	TRUE
Δ19	20.47	113.82	85.14	56.84	-	-	14	44	1.02	3	0.167	0.501	320	320	0.598	342.137	0.363	1.721	209.563	273.046	103.172	123.643	TRUE
Δ20	93.52	99.06	80.43	80.21	94.81	54.68	14	40	1.26	3	0.167	0.501	280	280	0.628	350.805	0.363	1.809	206.958	273.461	93.464	186.985	TRUE
Δ21	50.29	172.90	156.66	159.00	180.57	109.23	21	60	1.43	3	0.167	0.501	480	480	0.509	315.613	0.363	1.465	218.191	267.592	139.721	190.012	TRUE
Δ22	22.43	43.52	43.44	41.01	-	-	14	48	1.01	3	0.167	0.501	360	360	0.571	334.444	0.363	1.645	211.960	272.087	112.624	135.050	TRUE
Δ23	19.49	116.07	116.05	116.05	116.06	74.74	14	42	1.62	3	0.167	0.501	300	300	0.612	346.336	0.363	1.764	208.289	273.338	98.352	117.846	TRUE
Δ24	55.47	138.87	137.57	137.98	138.62	106.37	14	50	1.27	3	0.167	0.501	380	380	0.559	330.904	0.363	1.610	213.090	271.468	117.264	172.738	TRUE
Δ26	24.38	157.84	127.03	71.03	-	-	21	52	0.89	4	0.167	0.668	400	400	0.548	283.661	0.363	1.577	247.314	226.898	136.138	160.519	TRUE
Δ30	11.69	54.63	53.80	53.67	53.27	35.79	14	32	0.77	3	0.167	0.501	200	200	0.707	372.162	0.363	2.036	200.932	271.184	73.121	84.808	TRUE
Δ31	14.61	68.65	60.93	61.20	61.24	47.28	14	32	1.29	3	0.167	0.501	200	200	0.707	372.162	0.363	2.036	200.932	271.184	73.121	87.730	TRUE
Δ32	25.85	187.96	162.43	158.04	158.39	126.26	14	55	1.32	**6**	0.167	1.002	430	430	0.532	228.259	0.363	1.532	305.111	175.104	167.067	192.913	TRUE
Δ33	25.85	101.41	89.03	87.54	87.77	66.42	14	55	0.88	3	0.167	0.501	430	430	0.532	322.807	0.363	1.532	215.746	269.652	128.638	154.484	TRUE
Δ34	93.52	111.77	91.11	80.28	38.99	-	14	40	0.70	3	0.167	0.501	280	280	0.628	350.805	0.363	1.809	206.958	273.461	93.464	186.985	TRUE
Δ35	21.45	171.01	142.69	83.10	-	-	21	46	0.77	**9**	0.167	1.503	340	340	0.584	195.249	0.363	1.682	365.090	129.688	154.027	175.476	TRUE
Δ36	93.52	141.73	111.80	94.17	58.32	-	14	40	0.70	3	0.167	0.501	280	280	0.628	350.805	0.363	1.809	206.958	273.461	93.464	186.985	TRUE
Δ37	21.45	169.29	142.96	120.92	79.12	-	21	46	0.77	**8**	0.167	1.336	340	340	0.584	207.093	0.363	1.682	344.211	141.532	149.416	170.865	TRUE
Δ38	67.05	156.89	156.82	156.83	156.18	109.87	21	60	1.62	3	0.167	0.501	480	480	0.509	315.613	0.363	1.465	218.191	267.592	139.721	206.776	TRUE
Δ39	21.45	109.26	99.73	117.95	58.61	39.33	21	46	1.28	3	0.167	0.501	340	340	0.584	338.181	0.363	1.682	210.785	272.620	107.928	129.376	TRUE
Δ40	41.61	186.79	185.67	186.12	185.49	157.63	14	50	1.53	**6**	0.167	1.002	380	380	0.559	233.984	0.363	1.610	301.355	174.549	150.797	192.402	TRUE
Δ41	31.20	97.28	97.26	97.28	97.26	75.66	14	50	1.48	3	0.167	0.501	380	380	0.559	330.904	0.363	1.610	213.090	271.468	117.264	148.468	TRUE
Δ42	12.65	48.43	38.66	37.43	37.57	38.16	14	28	0.91	3	0.167	0.501	160	160	0.760	385.717	0.363	2.188	197.369	267.040	62.371	75.026	TRUE
Δ45	8.75	18.30	18.83	18.86	19.05	12.90	14	20	0.58	3	0.167	0.501	80	80	0.913	422.858	0.363	2.629	188.503	243.063	39.236	47.981	TRUE
Δ46	12.65	52.31	53.10	53.09	53.05	36.16	14	28	0.90	3	0.167	0.501	160	160	0.760	385.717	0.363	2.188	197.369	267.040	62.371	75.026	TRUE
Δ47	41.61	145.07	128.16	128.86	130.47	120.41	14	50	1.67	3	0.167	0.501	380	380	0.559	330.904	0.363	1.610	213.090	271.468	117.264	158.869	TRUE
Δ48	23.40	110.34	110.95	111.77	111.54	91.10	14	50	1.60	3	0.167	0.501	380	380	0.559	330.904	0.363	1.610	213.090	271.468	117.264	140.667	TRUE
Δ49	47.49	193.15	167.42	147.70	143.33	118.18	14	75	1.74	3	0.167	0.501	630	630	0.453	297.976	0.363	1.305	224.555	260.917	171.530	219.020	TRUE

Ενίσχυση δοκών με FRP - ΔΙΑΤΜΗΣΗ																									
ΚΑΝ.ΕΠΕ. - Συνεχή φύλλα																									
Στοιχείο	$V_{Rd,s}$ (kN)	Ved (μέγιστη) (kN)					E_{FRP} (MPa)	230000	fck (MPa)	12	fctm (MPa)	1.6	θ	45	β - α	90	εj,crit	0.75						
		1ος	2ος	3ος	4ος	5ος	Στρώσεις	Aj	ρj	hj,ef	fFRP,k	Le	λ	kv	βw	Bl	β	σFRP,max	σFRP,crit	σfrp,d	Vjd	Vtot	Έλεγχος	
Δ1	18.52	88.52	82.50	82.65	29.48	-	3	75.15	0.00477	252.667	1725	189.7614	1.331	0.733	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	58.766	77.283	FALSE	
Δ2	47.63	63.92	56.21	51.97	24.93	-	3	75.15	0.00477	219.333	1725	189.7614	1.156	0.689	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	51.013	98.640	TRUE	
Δ3	23.40	147.88	137.85	137.67	137.07	92.22	3	75.15	0.00477	319.333	1725	189.7614	1.683	0.821	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	74.271	97.674	FALSE	
Δ4	55.47	108.43	87.47	77.70	64.42	38.25	3	75.15	0.00477	319.333	1725	189.7614	1.683	0.821	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	74.271	129.745	TRUE	
Δ5	28.29	178.42	148.86	117.64	86.16	45.48	3	75.15	0.00477	386	1725	189.7614	2.034	0.909	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	89.776	118.065	FALSE	
Δ6	28.29	139.18	121.60	106.83	91.44	66.30	3	75.15	0.00477	386	1725	189.7614	2.034	0.909	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	89.776	118.065	FALSE	
Δ7	21.94	127.11	101.79	87.08	67.78	36.65	3	75.15	0.00477	299.333	1725	189.7614	1.577	0.794	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	69.619	91.557	FALSE	
Δ8	21.94	103.54	92.12	79.63	65.59	36.85	3	75.15	0.00477	299.333	1725	189.7614	1.577	0.794	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	69.619	91.557	FALSE	
Δ9	21.94	151.38	124.69	98.67	71.04	31.49	3	75.15	0.00477	299.333	1725	189.7614	1.577	0.794	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	69.619	91.557	FALSE	
Δ10	21.94	131.71	107.13	89.91	69.01	34.97	3	75.15	0.00477	299.333	1725	189.7614	1.577	0.794	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	69.619	91.557	FALSE	
Δ11	32.20	167.34	152.59	152.33	152.30	129.26	3	75.15	0.00477	439.333	1725	189.7614	2.315	0.979	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	102.181	134.378	FALSE	
Δ12	13.63	64.57	57.41	52.18	52.95	37.50	3	75.15	0.00477	186	1725	189.7614	0.980	0.645	0.707	1.000	0.707	428.356	276.308	230.257	42.913	56.545	FALSE	
Δ13	21.45	164.41	136.60	70.32	-	-	3	75.15	0.00477	292.667	1725	189.7614	1.542	0.786	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	68.069	89.517	FALSE	
Δ14	17.16	80.46	74.26	43.34	-	-	3	75.15	0.00477	292.667	1725	189.7614	1.542	0.786	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	68.069	85.228	TRUE	
Δ15	21.45	80.38	69.98	34.00	-	-	3	75.15	0.00477	292.667	1725	189.7614	1.542	0.786	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	68.069	89.517	TRUE	
Δ16	20.47	115.51	93.25	52.87	-	-	3	75.15	0.00477	279.333	1725	189.7614	1.472	0.768	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	64.968	85.439	FALSE	
Δ17	28.29	112.60	113.35	83.36	-	-	3	75.15	0.00477	386	1725	189.7614	2.034	0.909	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	89.776	118.065	TRUE	
Δ18	28.29	90.57	77.90	108.70	30.67	-	3	75.15	0.00477	386	1725	189.7614	2.034	0.909	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	89.776	118.065	TRUE	
Δ19	20.47	113.82	85.14	56.84	-	-	3	75.15	0.00716	279.333	1725	189.7614	1.472	0.768	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	64.968	85.439	FALSE	
Δ20	93.52	99.06	80.43	80.21	94.81	54.68	3	75.15	0.00716	252.667	1725	189.7614	1.331	0.733	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	58.766	152.287	TRUE	
Δ21	50.29	172.90	156.66	159.00	180.57	109.23	3	75.15	0.00477	386	1725	189.7614	2.034	0.909	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	89.776	140.068	FALSE	
Δ22	22.43	43.52	43.44	41.01	-	-	3	75.15	0.00716	306	1725	189.7614	1.613	0.803	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	71.170	93.596	TRUE	
Δ23	19.49	116.07	116.05	116.05	116.06	74.74	3	75.15	0.00716	266	1725	189.7614	1.402	0.750	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	61.867	81.361	FALSE	
Δ24	55.47	138.87	137.57	137.98	138.62	106.37	3	75.15	0.00716	319.333	1725	189.7614	1.683	0.821	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	74.271	129.745	FALSE	
Δ26	24.38	157.84	127.03	71.03	-	-	3	75.15	0.00477	332.667	1725	189.7614	1.753	0.838	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	77.372	101.752	FALSE	
Δ30	11.69	54.63	53.80	53.67	53.27	35.79	3	75.15	0.00716	199.333	1725	189.7614	1.050	0.663	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	46.361	58.048	TRUE	
Δ31	14.61	68.65	60.93	61.20	61.24	47.28	3	75.15	0.00716	199.333	1725	189.7614	1.050	0.663	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	46.361	60.970	FALSE	
Δ32	25.85	187.96	162.43	158.04	158.39	126.26	3	75.15	0.00716	352.667	1725	189.7614	1.858	0.865	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	82.024	107.870	FALSE	
Δ33	25.85	101.41	89.03	87.54	87.77	66.42	3	75.15	0.00716	352.667	1725	189.7614	1.858	0.865	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	82.024	107.870	TRUE	
Δ34	93.52	111.77	91.11	80.28	38.99	-	3	75.15	0.00716	252.667	1725	189.7614	1.331	0.733	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	58.766	152.287	TRUE	
Δ35	21.45	171.01	142.69	83.10	-	-	3	75.15	0.00477	292.667	1725	189.7614	1.542	0.786	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	68.069	89.517	FALSE	
Δ36	93.52	141.73	111.80	94.17	58.32	-	3	75.15	0.00716	252.667	1725	189.7614	1.331	0.733	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	58.766	152.287	TRUE	
Δ37	21.45	169.29	142.96	120.92	79.12	-	3	75.15	0.00477	292.667	1725	189.7614	1.542	0.786	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	68.069	89.517	FALSE	
Δ38	67.05	156.89	156.82	156.83	156.18	109.87	3	75.15	0.00477	386	1725	189.7614	2.034	0.909	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	89.776	156.831	FALSE	
Δ39	21.45	109.26	99.73	117.95	58.61	39.33	3	75.15	0.00477	292.667	1725	189.7614	1.542	0.786	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	68.069	89.517	FALSE	
Δ40	41.61	186.79	185.67	186.12	185.49	157.63	3	75.15	0.00716	319.333	1725	189.7614	1.683	0.821	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	74.271	115.876	FALSE	
Δ41	31.20	97.28	97.26	97.28	97.26	75.66	3	75.15	0.00716	319.333	1725	189.7614	1.683	0.821	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	74.271	105.475	TRUE	
Δ42	12.65	48.43	38.66	37.43	37.57	38.16	3	75.15	0.00716	172.667	1725	189.7614	0.910	0.627	0.707	0.992	0.701	425.046	266.707	222.256	38.453	51.107	TRUE	
Δ45	8.75	18.30	18.83	18.86	19.05	12.90	3	75.15	0.00716	119.333	1725	189.7614	0.629	0.557	0.707	0.862	0.610	369.497	205.889	171.574	20.515	29.261	TRUE	
Δ46	12.65	52.31	53.10	53.09	53.05	36.16	3	75.15	0.00716	172.667	1725	189.7614	0.910	0.627	0.707	0.992	0.701	425.046	266.707	222.256	38.453	51.107	FALSE	
Δ47	41.61	145.07	128.16	128.86	130.47	120.41	3	75.15	0.00716	319.333	1725	189.7614	1.683	0.821	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	74.271	115.876	FALSE	
Δ48	23.40	110.34	110.95	111.77	111.54	91.10	3	75.15	0.00716	319.333	1725	189.7614	1.683	0.821	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	74.271	97.674	FALSE	
Δ49	47.49	193.15	167.42	147.70	143.33	118.18	3	75.15	0.00716	486	1725	189.7614	2.561	1.040	0.707	1.000	0.707	428.524	278.541	232.117	113.035	160.525	FALSE	

Παράρτημα Δ: Πίνακες ελέγχου κόμβων.

Υφιστάμενο κτήριο:

Διεύθυνση Χ:

Εξωτερικός κόμβος	K1	Υποστύλωμα	Σ1	Δοκός	Δ1
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	2	12	Δοκός	400	210
As2	0	0	Υποστύλωμα	270	270
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	11.576
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	14.243
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	11.576	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	400 mm	bj	270	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	56.282	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	234	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	234	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0048	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.097	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	13160	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.481	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.144	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.720	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.200	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	K2	Υποστύλωμα	Σ3	Δοκοί	Δ16 - Δ17
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω - Δεξία δοκός) As1	2	14	Δοκός	440	210
As2	0	0	Υποστύλωμα	370	370
Εφελκυόμενος (Κάτω - Αριστερή) As1	2	14	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	48.531
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	53.928
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	48.531	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	440 mm	bj	370	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	136.195	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	334	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	334	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0034	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.068	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	12813	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.189	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.234	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.629	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.372	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K3	Υποστύλωμα	Σ4	Δοκός	Δ16
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	2	14	Δοκός	440	210
As2	0	0	Υποστύλωμα	250	250
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	22.21
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	12.634
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	12.634	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	440 mm	bj	250	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	79.729	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	214	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	214	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0053	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.106	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	13268	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.760	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.199	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.804	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.247	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K4	Υποστύλωμα	Σ5	Δοκός	Δ18
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	2	14	Δοκός	600	210
As2	0	0	Υποστύλωμα	290	290
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	28.523
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	28.429
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	28.429	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	600 mm	bj	290	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	63.934	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	254	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	254	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0067	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.134	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	13603	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	2.069	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.100	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.907	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.110	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K6	Υποστύλωμα	Σ8	Δοκός	Δ20
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	2	14	Δοκός	400	140
As2	4	12	Υποστύλωμα	340	340
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	20.982
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	32.384
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	20.982	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	400 mm	bj	340	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	207.098	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	304	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	304	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0037	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.074	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	12893	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.176	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.424	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.628	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.676	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					

Εσωτερικός κόμβος	K7	Υποστύλωμα	Σ9	Δοκοί	Δ20 - Δ21
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω - Δεξία δοκός) As1	2	12	Δοκός	400	210
As2	2	18	Υποστύλωμα	430	430
Εφελκυόμενος (Κάτω - Αριστερή) As1	2	14	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	2	18	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	78.007
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	113.378
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	78.007	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	400 mm	bj	430	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	387.577	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	394	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	394	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0029	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.057	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	12689	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.930	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.633	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.558	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	1.133	-	
Καθαρή διατμητική αστοχία κόμβου					

Εσωτερικός κόμβος	K8	Υποστύλωμα	Σ10	Δοκοί	Δ21 - Δ19
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω	As1	2	14	Δοκός	400	140
- Δεξία δοκός)	As2	0	0	Υποστύλωμα	430	430
Εφελκυόμενος	As1	4	14	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	82.001
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	112.416
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	82.001	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	400	mm	bj	430	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	195.087	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	394	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	394	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0029	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.057	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	12689	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	0.930	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.318	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.558	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.570	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού						

Εξωτερικός κόμβος	K9	Υποστύλωμα	Σ11	Δοκός	Δ4
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	2	14	Δοκός	500	210
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	470	470
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	28.43
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	96.444
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	28.43	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	500	mm	bj	470	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	63.933	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	434	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	434	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0026	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.052	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	12625	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.064	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.077	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.591	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.129	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	K10	Υποστύλωμα	Σ15	Δοκός	Δ26
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	5	14	Δοκός	520	210
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	340	340
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	44.788
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	40.403
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	40.403	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	520	mm	bj	340	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	190.504	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	304	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	304	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0037	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.074	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	12893	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.529	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.300	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.726	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.413	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	K11	Υποστύλωμα	Σ25	Δοκός	Δ7
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	2	14	Δοκός	470	210
(Άνω)	As2	3	18	Υποστύλωμα	420	420
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	40.096
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	69.95
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	40.096	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	470	mm	bj	420	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	281.289	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	384	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	384	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0029	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.059	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	12707	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.119	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.400	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.608	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.658	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού						

Εσωτερικός κόμβος	K12	Υποστύλωμα	Σ26	Δοκοί	Δ7 - Δ8
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω	As1	2	14	Δοκός	470	210
- Δεξία δοκός)	As2	2	14	Υποστύλωμα	420	420
Εφελκυόμενος	As1	2	14	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	2	10	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	91.833
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	84.771
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	84.771	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	470	mm	bj	420	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	239.441	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	384	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	384	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0029	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.059	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	12707	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.119	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.340	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.608	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.560	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού						

Εξωτερικός κόμβος	K13	Υποστύλωμα	Σ29	Δοκός	Δ10
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	2	18	Δοκός	470	210
(Άνω)	As2	2	10	Υποστύλωμα	380	380
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	61.179
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	51.595
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	51.595	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	470	mm	bj	380	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	148.210	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	344	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	344	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0033	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.066	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	12789	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.237	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.232	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.641	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.362	-	
Αστοχία στη δοκό						

Διεύθυνση Y:

Εξωτερικός κόμβος	K1	Υποστύλωμα	Σ1	Δοκός	Δ2
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	18	Δοκός	350	210
(Άνω) As2	0	0	Υποστύλωμα	270	270
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	7.68
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	11.182
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	7.68	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	350 mm	bj	270	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	1
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	145.001	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	234	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	234	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0024	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.048	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	12580	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.296	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.433	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.652	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.663	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού					

Εξωτερικός κόμβος	K2	Υποστύλωμα	Σ3	Δοκός	Δ37
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	4	10	Δοκός	460	210
(Άνω) As2	2	16	Υποστύλωμα	370	370
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	44.476
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	52.285
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	44.476	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	460 mm	bj	370	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	170.409	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	334	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	334	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0034	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.068	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	12813	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.243	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.280	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.644	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.435	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K3	Υποστύλωμα	Σ4	Δοκός	Δ15
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	16	Δοκός	460	210
(Άνω) As2	2	10	Υποστύλωμα	250	250
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	17.512
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	12.462
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	12.462	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	460 mm	bj	250	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	155.299	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	214	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	214	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0053	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.106	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	13268	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.840	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.371	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.828	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.448	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	K4	Υποστύλωμα	Σ5	Δοκοί	Δ34 - Δ36
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω As1	4	12	Δοκός	400	140
- Δεξία δοκός) As2	0	0	Υποστύλωμα	290	290
Εφελκυόμενος As1	4	14	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	43.364
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	31.767
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	31.767	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	400 mm	bj	290	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	288.675	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	254	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	254	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0045	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.089	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	13069	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.379	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.688	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.688	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	1.001	-	
Καθαρή διατμητική αστοχία κόμβου					

Εσωτερικός κόμβος	K6	Υποστύλωμα	Σ8	Δοκοί	Δ2 - Δ3
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω As1	2	18	Δοκός	350	210
- Δεξία δοκός) As2	0	0	Υποστύλωμα	340	340
Εφελκυόμενος As1	2	18	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	39.41
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	34.776
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	34.776	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	350 mm	bj	340	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	1
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	270.587	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	304	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	304	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0019	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.037	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	12446	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.029	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.645	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.578	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	1.115	-	
Καθαρή διατμητική αστοχία κόμβου					

Εξωτερικός κόμβος	K7	Υποστύλωμα	Σ9	Δοκός	Δ36
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	4	12	Δοκός	400	210
(Άνω) As2	0	0	Υποστύλωμα	430	430
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	20.226
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	85.591
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200	Vcol	20.226	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	400 mm	bj	430	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	115.491	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	394	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	394	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0029	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.057	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	12689	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.930	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.188	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.558	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.338	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	Κ8	Υποστύλωμα	Σ10	Δοκοί	Δ37 - Δ39
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω	As1	2	16	Δοκός	460	210
- Δεξία δοκός)	As2	2	10	Υποστύλωμα	430	430
Εφελκυόμενος	As1	2	16	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	2	10	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	79.014
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	116.8
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	79.014	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	460	mm	bj	430	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	256.508	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	394	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	394	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0029	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.057	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	12689	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.070	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.364	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.594	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.613	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού						

Εξωτερικός κόμβος	Κ9	Υποστύλωμα	Σ11	Δοκός	Δ5
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	10	Δοκός	600	210
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	470	470
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	66.431
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	94.379
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	66.431	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	600	mm	bj	470	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	27.817	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	434	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	434	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0039	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.078	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	12938	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.277	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.027	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.656	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.042	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εσωτερικός κόμβος	Κ10	Υποστύλωμα	Σ15	Δοκοί	Δ14 - Δ13
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω	As1	2	12	Δοκός	460	210
- Δεξία δοκός)	As2	2	10	Υποστύλωμα	340	340
Εφελκυόμενος	As1	2	16	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	2	10	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	39.263
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	42.722
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	39.263	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	460	mm	bj	340	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	243.480	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	304	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	304	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0037	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.074	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	12893	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.353	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.434	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.676	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.641	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού						

Εξωτερικός κόμβος	Κ11	Υποστύλωμα	Σ25	Δοκός	Δ6
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	18	Δοκός	600	210
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	420	420
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	40.828
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	60.223
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	40.828	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	600	mm	bj	420	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	188.194	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	384	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	384	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0044	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.088	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	13060	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.429	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.207	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.702	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.294	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	Κ12	Υποστύλωμα	Σ26	Δοκός	Δ47
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	1	14	Δοκός	500	140
(Άνω)	As2	1	12	Υποστύλωμα	420	420
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	23.645
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	59.339
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	23.645	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	500	mm	bj	420	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	56.466	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	384	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	384	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0029	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.059	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	12707	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.190	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.075	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.627	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.120	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	Κ13	Υποστύλωμα	Σ29	Δοκός	Δ11
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	2	18	Δοκός	680	210
(Άνω)	As2	2	10	Υποστύλωμα	380	380
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	69.381
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	59.981
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	6	200		Vcol	59.981	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	680	mm	bj	380	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	12000	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	139.824	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	344	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	344	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0049	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.099	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	13184	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.789	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.149	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.810	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.184	-	
Αστοχία στη δοκό						

Ενίσχυση 1η:

Διεύθυνση Χ:

Εξωτερικός κόμβος	K1	Υποστύλωμα	Σ1	Δοκός	Δ1
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	16	Δοκός	520	330
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	420	420
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	27.746
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	8.438
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	8.438	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	520	mm	bj	420	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	22560	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	368.553	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	342	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	342	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0196	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.434	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	32358	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.238	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.297	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	1.021	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.291	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εσωτερικός κόμβος	K2	Υποστύλωμα	Σ3	Δοκοί	Δ16- Δ14
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	16	Δοκός	580	330
(Άνω - Δεξία δοκός)	As2	0	0	Υποστύλωμα	520	520
Εφελκυόμενος	As1	3	18	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	64.865
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	30.056
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	30.056	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	580	mm	bj	520	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	20890	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	949.728	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	442	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	442	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0152	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.363	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	28472	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.115	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.590	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.908	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.650	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού						

Εξωτερικός κόμβος	K3	Υποστύλωμα	Σ4	Δοκός	Δ14
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	18	Δοκός	580	330
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	400	400
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	20.24
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	5.755
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	5.755	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	580	mm	bj	400	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	22970	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	471.374	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	322	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	322	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0208	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.453	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	33377	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.450	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.352	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	1.132	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.311	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	K4	Υποστύλωμα	Σ5	Δοκός	Δ2
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	16	Δοκός	720	210
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	440	440
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	19.995
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	6.895
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	6.895	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	720	mm	bj	440	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	22180	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	6
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	370.096	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	362	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	362	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0278	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.626	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	36065	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.636	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.195	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	1.265	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.154	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	K6	Υποστύλωμα	Σ8	Δοκός	Δ19
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	16	Δοκός	520	260
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	490	490
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	20.666
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	8.983
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	8.983	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	520	mm	bj	490	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	21330	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	368.008	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	412	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	412	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0163	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.381	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	29464	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.061	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.266	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.902	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.295	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εσωτερικός κόμβος	K7	Υποστύλωμα	Σ9	Δοκοί	Δ19 - Δ20
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	16	Δοκός	520	260
(Άνω - Δεξία δοκός)	As2	0	0	Υποστύλωμα	580	580
Εφελκυόμενος	As1	3	16	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	60.2
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	21.098
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	21.098	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	520	mm	bj	580	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	21330	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	858.548	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	502	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	502	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0134	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.313	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	28005	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	0.897	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.538	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.817	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.658	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού						

Εσωτερικός κόμβος	K8	Υποστύλωμα	Σ10	Δοκοί	Δ20 - Δ18
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	16	Δοκός	560	330
(Άνω - Δεξία δοκός)	As2	0	0	Υποστύλωμα	580	580
Εφελκυόμενος	As1	4	16	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	75.772
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	23.389
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	23.389	kN

Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	560	mm	bj	580	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	20110	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	981.921	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	502	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	502	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0134	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.332	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	26785	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	0.966	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.584	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.824	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.709	-	

Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού

Εξωτερικός κόμβος	K9	Υποστύλωμα	Σ11	Δοκός	Δ4
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	16	Δοκός	620	330
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	620	620
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	31.085
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	15.901
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	15.901	kN

Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	620	mm	bj	620	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	19660	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	5
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	361.090	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	542	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	542	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0155	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.393	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	27388	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.000	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.179	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.847	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.212	-	

Αστοχία στη δοκό

Εξωτερικός κόμβος	K10	Υποστύλωμα	Σ15	Δοκός	Δ24
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	18	Δοκός	640	260
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	490	490
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	67.888
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	18.42
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	18.42	kN

Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	640	mm	bj	490	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	21330	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	5
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	458.709	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	412	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	412	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0203	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.477	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	31497	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.306	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.261	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	1.036	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.252	-	

Αστοχία στη δοκό

Εξωτερικός κόμβος	K11	Υποστύλωμα	Σ25	Δοκός	Δ7
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	18	Δοκός	590	210
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	570	570
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	30.426
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	12.365
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	12.365	kN

Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	590	mm	bj	570	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	20230	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	464.764	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	492	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	492	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0136	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.337	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	27041	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.035	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.266	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.854	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.311	-	

Αστοχία στη δοκό

Εσωτερικός κόμβος	K12	Υποστύλωμα	Σ26	Δοκοί	Δ7 - Δ8
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	18	Δοκός	590	330
(Άνω - Δεξία δοκός)	As2	0	0	Υποστύλωμα	570	570
Εφελκυόμενος	As1	3	18	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	83.325
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	23.632
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	23.632	kN

Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	590	mm	bj	570	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	20230	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	930.627	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	492	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	492	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0136	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.337	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	27041	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.035	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.532	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.854	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.623	-	

Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού

Εξωτερικός κόμβος	K13	Υποστύλωμα	Σ29	Δοκός	Δ10
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	18	Δοκός	590	330
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	530	530
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	61.553
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	15.307
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	15.307	kN

Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	590	mm	bj	530	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	20750	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	461.822	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	452	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	452	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0148	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.357	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	28164	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.113	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.278	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.902	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.308	-	

Αστοχία στη δοκό

Διεύθυνση Y:

Εξωτερικός κόμβος	K1	Υποστύλωμα	Σ1	Δοκός	Δ2
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	3	14	Δοκός	470	330
As2	0	0	Υποστύλωμα	420	420
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	11.234
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	6.246
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	6.246	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 470	mm	bj	420	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	22560	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	500000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	282.388	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	342	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	342	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0147	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.326	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	29909	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.119	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.262	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.932	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.281	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K2	Υποστύλωμα	Σ3	Δοκός	Δ32
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	4	16	Δοκός	580	260
As2	0	0	Υποστύλωμα	520	520
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	36.923
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	23.475
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	23.475	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 580	mm	bj	520	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	20890	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	479.180	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	442	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	442	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0152	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.363	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	28472	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.115	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.298	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.908	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.328	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K3	Υποστύλωμα	Σ4	Δοκός	Δ15
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	3	16	Δοκός	580	330
As2	0	0	Υποστύλωμα	400	400
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	41.578
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	11.135
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	11.135	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 580	mm	bj	400	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	22970	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	365.856	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	322	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	322	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0208	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.453	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	33377	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.450	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.273	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	1.132	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.241	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	K4	Υποστύλωμα	Σ5	Δοκοί	Δ31 - Δ33
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω - Δεξία δοκός) As1	2	18	Δοκός	520	260
As2	0	0	Υποστύλωμα	440	440
Εφελκυόμενος (Κάτω - Αριστερή) As1	2	18	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	54.484
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	16.5
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	16.5	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 520	mm	bj	440	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	22180	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	619.673	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	362	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	362	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0185	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.417	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	31437	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.182	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.483	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.982	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.492	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	K6	Υποστύλωμα	Σ8	Δοκοί	Δ2 - Δ3
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω - Δεξία δοκός) As1	5	16	Δοκός	470	210
As2	0	0	Υποστύλωμα	490	490
Εφελκυόμενος (Κάτω - Αριστερή) As1	3	16	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	85.067
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	26.184
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	26.184	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 470	mm	bj	490	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	21330	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	500000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	979.126	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	412	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	412	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0122	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.286	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	27430	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.959	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.812	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.832	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.976	-	
Μικτή αστοχία κόμβου δοκού με έμφαση στον κόμβο					

Εξωτερικός κόμβος	K7	Υποστύλωμα	Σ9	Δοκός	Δ33
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	3	18	Δοκός	520	260
As2	0	0	Υποστύλωμα	580	580
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	48.133
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	24.998
Συνδετήρες δοκού	8	120	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120	Vcol	24.998	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 520	mm	bj	580	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	20110	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	452.131	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	502	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	502	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0134	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.332	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	26785	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.897	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.290	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.799	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.362	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	K8	Υποστύλωμα	Σ10	Δοκοί	Δ34 - Δ36
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	16	Δοκός	580	260
(Άνω - Δεξία δοκός)	As2	0	0	Υποστύλωμα	580	580
Εφελκυόμενος	As1	3	16	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	101.348
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	35.366
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	35.366	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	580	mm	bj	580	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	20110	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	844.280	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	502	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	502	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0134	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.332	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	26785	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.000	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.485	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.837	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.579	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού						

Εξωτερικός κόμβος	K9	Υποστύλωμα	Σ11	Δοκός	Δ5
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	20	Δοκός	720	330
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	620	620
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	101.52
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	41.625
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	41.625	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	720	mm	bj	620	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	19660	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	6
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	743.773	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	542	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	542	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0185	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.472	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	28934	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.161	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.310	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.934	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.332	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εσωτερικός κόμβος	K10	Υποστύλωμα	Σ15	Δοκοί	Δ13 - Δ48
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	3	18	Δοκός	580	330
(Άνω - Δεξία δοκός)	As2	0	0	Υποστύλωμα	490	490
Εφελκυόμενος	As1	3	18	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	137.433
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	38.452
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	38.452	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	580	mm	bj	490	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	21330	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	915.807	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	412	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	412	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0163	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.381	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	29464	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.184	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.594	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.952	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.624	-	
Μικτή αστοχία κόμβου - δοκού						

Εξωτερικός κόμβος	K11	Υποστύλωμα	Σ25	Δοκός	Δ6
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	5	20	Δοκός	720	330
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	570	570
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	117.237
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	39.295
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	39.295	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	720	mm	bj	570	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	20230	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	6
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	942.453	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	492	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	492	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0204	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.505	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	30447	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.263	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.416	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	1.001	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.416	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	K12	Υποστύλωμα	Σ26	Δοκός	Δ44
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	18	Δοκός	620	260
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	570	570
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	32.484
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	21.315
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	21.315	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	620	mm	bj	570	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	20230	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	5
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	614.858	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	492	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	492	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0170	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.421	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	28744	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.088	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.325	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.902	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.360	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	K13	Υποστύλωμα	Σ29	Δοκός	Δ11
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	20	Δοκός	800	330
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	530	530
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	72.625
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	23.965
Συνδετήρες δοκού	8	120		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	120		Vcol	23.965	kN
Διαστάσεις κόμβου						Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	800	mm	bj	530	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	20750	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	500000	kPa	6
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	761.433	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	452	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	452	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0222	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.536	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	31871	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.509	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.318	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	1.132	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.281	-	
Αστοχία στη δοκό						

Ενίσχυση 2η:

Διεύθυνση Χ:

Εξωτερικός κόμβος	K1	Υποστύλωμα	Σ1	Δοκός	Δ1
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	2	12	Δοκός	400	210
As2	0	0	Υποστύλωμα	420	420
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	6.853
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	19.244
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140	Vcol	6.853	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	400 mm	bj	420	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	28430	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	61.005	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	342	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	342	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0084	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.148	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	32629	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.952	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.064	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.905	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.070	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	K2	Υποστύλωμα	Σ3	Δοκοί	Δ16 - Δ17
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω - Δεξία δοκός) As1	2	14	Δοκός	440	210
As2	0	0	Υποστύλωμα	520	520
Εφελκυόμενος (Κάτω - Αριστερή) As1	2	14	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	40.62
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	52.273
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140	Vcol	40.62	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	440 mm	bj	520	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	27280	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	144.106	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	442	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	442	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0097	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.179	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	32154	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.846	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.111	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.856	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.130	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K3	Υποστύλωμα	Σ4	Δοκός	Δ16
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	2	14	Δοκός	440	210
As2	0	0	Υποστύλωμα	400	400
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	22.817
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	19.852
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140	Vcol	19.852	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	440 mm	bj	400	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	29060	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	72.511	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	322	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	322	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0134	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.230	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	35750	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.100	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.069	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	1.011	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.068	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K4	Υποστύλωμα	Σ5	Δοκός	Δ18
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	2	14	Δοκός	600	210
As2	0	0	Υποστύλωμα	440	440
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	24.21
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	26.937
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140	Vcol	24.21	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	600 mm	bj	440	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	27840	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	68.153	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	362	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	362	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0159	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.285	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	35775	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.364	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.043	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	1.131	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.038	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K6	Υποστύλωμα	Σ8	Δοκός	Δ2
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω) As1	2	14	Δοκός	400	140
As2	4	12	Υποστύλωμα	490	490
Εφελκυόμενος (Κάτω) As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	4.561
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	30.178
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140	Vcol	4.561	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	400 mm	bj	490	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	26520	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	223.519	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	412	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	412	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0070	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.131	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	30006	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.816	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.208	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.815	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.255	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	K7	Υποστύλωμα	Σ9	Δοκοί	Δ20 - Δ21
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος (Άνω - Δεξία δοκός) As1	2	12	Δοκός	400	210
As2	2	18	Υποστύλωμα	580	580
Εφελκυόμενος (Κάτω - Αριστερή) As1	2	14	Δυνάμεις υποστυλώματων		
As2	2	18	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	34.791
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	67.188
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	34.791	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj	400 mm	bj	580	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	24610	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	430.793	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	502	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	502	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0053	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.108	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	27280	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.690	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.356	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.733	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.485	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	K8	Υποστύλωμα	Σ10	Δοκοί	Δ20 - Δ19
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	14	Δοκός	400	140
(Άνω - Δεξία δοκός) As2	0	0	Υποστύλωμα	580	580
Εφελκυόμενος As1	4	14	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	36.408
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	67.463
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	36.408	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 400	mm	bj	580	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	24610	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	240.680	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	502	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	502	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0053	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.108	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	27280	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.690	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.199	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.733	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.271	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K9	Υποστύλωμα	Σ11	Δοκός	Δ4
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	14	Δοκός	500	210
(Άνω) As2	0	0	Υποστύλωμα	620	620
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	4.66
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	68.358
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	4.66	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 500	mm	bj	620	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	23910	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	87.703	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	542	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	542	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0074	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.155	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	27620	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.806	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.054	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.778	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.069	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K10	Υποστύλωμα	Σ15	Δοκός	Δ26
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	14	Δοκός	520	210
(Άνω) As2	2	12	Υποστύλωμα	490	490
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	36.469
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	38.509
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140	Vcol	36.469	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 520	mm	bj	490	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	26520	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	123.752	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	412	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	412	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0105	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.197	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	31749	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.061	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.086	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.937	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.092	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K11	Υποστύλωμα	Σ25	Δοκός	Δ7
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	14	Δοκός	470	210
(Άνω) As2	3	18	Υποστύλωμα	570	570
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	25.232
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	68.727
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	25.232	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 470	mm	bj	570	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	24800	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	296.153	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	492	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	492	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0082	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.165	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	28887	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.825	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.206	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.803	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.256	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	K12	Υποστύλωμα	Σ26	Δοκοί	Δ7 - Δ8
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	14	Δοκός	470	210
(Άνω - Δεξία δοκός) As2	2	14	Υποστύλωμα	570	570
Εφελκυόμενος As1	2	14	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή) As2	2	10	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	77.97
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	82.809
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	77.97	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 470	mm	bj	570	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	24800	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	246.242	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	492	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	492	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0082	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.165	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	28887	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.825	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.171	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.803	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.213	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K13	Υποστύλωμα	Σ29	Δοκός	Δ10
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	18	Δοκός	470	210
(Άνω) As2	2	10	Υποστύλωμα	530	530
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	34.858
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	60.116
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	34.858	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 470	mm	bj	530	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	25610	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	164.947	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	452	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	452	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0089	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.174	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	30058	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.887	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.121	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.843	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.143	-	
Αστοχία στη δοκό					

Διεύθυνση Y:

Εξωτερικός κόμβος	K1	Υποστύλωμα	Σ1	Δοκός	Δ2
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	2	18	Δοκός	350	210
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	420	420
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	4.294
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	17.22
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140		Vcol	4.294	kN
Διαστάσεις κόμβου						
hj	350	mm	bj	420	mm	Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	28430	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	148.387	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	342	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	342	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0084	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.148	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	32629	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	0.833	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.177	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.857	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.206	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	K2	Υποστύλωμα	Σ3	Δοκός	Δ37
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	10	Δοκός	460	210
(Άνω)	As2	2	16	Υποστύλωμα	520	520
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	37.828
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	49.138
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140		Vcol	37.828	kN
Διαστάσεις κόμβου						
hj	460	mm	bj	520	mm	Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	25820	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	177.057	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	442	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	442	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0097	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.189	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	30694	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	0.885	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.134	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.851	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.157	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	K3	Υποστύλωμα	Σ4	Δοκός	Δ15
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	2	16	Δοκός	460	210
(Άνω)	As2	2	10	Υποστύλωμα	400	400
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	14.174
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	18.626
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140		Vcol	14.174	kN
Διαστάσεις κόμβου						
hj	460	mm	bj	400	mm	Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	29060	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	153.587	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	322	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	322	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0134	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.230	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	35750	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	1.150	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.140	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	1.033	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.135	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εσωτερικός κόμβος	K4	Υποστύλωμα	Σ5	Δοκοί	Δ34 - Δ36
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	12	Δοκός	400	140
(Άνω - Δεξία δοκός)	As2	0	0	Υποστύλωμα	440	440
Εφελκυόμενος	As1	4	14	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	53.013
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	33.95
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140		Vcol	33.95	kN
Διαστάσεις κόμβου						
hj	400	mm	bj	440	mm	Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	27840	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	286.492	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	362	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	362	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0079	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.143	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	31807	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	0.909	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.289	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.876	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.330	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εσωτερικός κόμβος	K6	Υποστύλωμα	Σ8	Δοκοί	Δ2 - Δ3
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	2	18	Δοκός	350	210
(Άνω - Δεξία δοκός)	As2	0	0	Υποστύλωμα	490	490
Εφελκυόμενος	As1	2	18	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	36.09
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	39.977
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140		Vcol	36.09	kN
Διαστάσεις κόμβου						
hj	350	mm	bj	490	mm	Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	26520	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	269.273	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	412	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	412	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0070	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.131	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	30006	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	0.714	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.287	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.777	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.369	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εξωτερικός κόμβος	K7	Υποστύλωμα	Σ9	Δοκός	Δ36
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος	As1	4	12	Δοκός	400	210
(Άνω)	As2	0	0	Υποστύλωμα	580	580
Εφελκυόμενος	As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω)	As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί				Άνω	Vc,up	22.929
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)		Κάτω	Vc,d	58.67
Συνδετήρες δοκού	6	200		Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150		Vcol	22.929	kN
Διαστάσεις κόμβου						
hj	400	mm	bj	580	mm	Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος			fc	24610	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα			fy	240000	kPa	2
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα			γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου			Vu	112.788	kN	
Περισφιγμένο πλάτος			bo	502	mm	
Περισφιγμένο ύψος			ho	502	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου			ρs	0.0053	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης			K	1.108	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος			fc'	27280	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου			α	0.690	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται			γcal	0.093	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου			γult	0.733	-	
Επίλυση εξίσωσης				1.000		
Λόγος τάσεων			γcal/γult	0.127	-	
Αστοχία στη δοκό						

Εσωτερικός κόμβος	K8	Υποστύλωμα	Σ10	Δοκοί	Δ37 - Δ39
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	16	Δοκός	460	210
(Άνω - Δεξία δοκός) As2	2	10	Υποστύλωμα	580	580
Εφελκυόμενος As1	2	16	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή) As2	2	10	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	50.115
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	72.809
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	50.115	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 460	mm	bj	580	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	24610	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	285.407	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	502	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	502	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0080	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.163	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	28615	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.793	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.200	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.788	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.254	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K9	Υποστύλωμα	Σ11	Δοκός	Δ5
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	4	10	Δοκός	600	210
(Άνω) As2	0	0	Υποστύλωμα	620	620
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	57.861
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	97.236
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	57.861	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 600	mm	bj	620	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	23910	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	36.387	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	542	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	542	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0099	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.207	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	28856	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.968	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.018	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.857	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.021	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εσωτερικός κόμβος	K10	Υποστύλωμα	Σ15	Δοκοί	Δ14 - Δ13
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκών			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	12	Δοκός	460	210
(Άνω - Δεξία δοκός) As2	2	10	Υποστύλωμα	490	490
Εφελκυόμενος As1	2	16	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω - Αριστερή) As2	2	10	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	41.738
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	46.265
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	140	Vcol	41.738	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 460	mm	bj	490	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	26520	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	241.005	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	412	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	412	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0105	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.197	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	31749	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.939	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.190	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.887	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.214	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K11	Υποστύλωμα	Σ25	Δοκός	Δ6
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	3	18	Δοκός	600	210
(Άνω) As2	0	0	Υποστύλωμα	570	570
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	30.626
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	67.595
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	30.626	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 600	mm	bj	570	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	24800	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	198.396	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	492	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	492	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0109	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.220	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	30249	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.053	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.105	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.911	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.116	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K12	Υποστύλωμα	Σ26	Δοκός	Δ47
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	1	14	Δοκός	500	140
(Άνω) As2	1	12	Υποστύλωμα	570	570
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	6.199
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	54.67
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	6.199	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 500	mm	bj	570	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	24800	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	3
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	73.912	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	492	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	492	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0082	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.165	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	28887	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	0.877	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.048	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	0.823	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.059	-	
Αστοχία στη δοκό					

Εξωτερικός κόμβος	K13	Υποστύλωμα	Σ29	Δοκός	Δ11
Διαμήκεις Οπλισμοί δοκού			Διαστάσεις		
Θέση	Ράβδοι	Διάμετρος (mm)	Στοιχείο	Ύψος (mm)	Πλάτος (mm)
Εφελκυόμενος As1	2	18	Δοκός	680	210
(Άνω) As2	2	10	Υποστύλωμα	530	530
Εφελκυόμενος As1	0	0	Δυνάμεις υποστυλώματων		
(Κάτω) As2	0	0	Θέση		Τιμή (kN)
Εγκάρσιοι οπλισμοί			Άνω	Vc,up	23.732
Στοιχείο	Διάμετρος (mm)	Απόσταση (mm)	Κάτω	Vc,d	52.074
Συνδετήρες δοκού	6	200	Τέμνουσα Υποστυλώματος		
Συνδετήρες υποστυλώματος	8	150	Vcol	23.732	kN
Διαστάσεις κόμβου					Αριθμός συνδετήρων στον κόμβο
hj 680	mm	bj	530	mm	
Θλιπτική αντοχή σκυροδέματος		fc	25610	kPa	
Τάση διαρροής χάλυβα		fy	240000	kPa	4
Συντελεστής επαύξησης χάλυβα		γ	1.25	-	
Ανάπτυσσόμενη δύναμη κόμβου		Vu	176.073	kN	
Περισφιγμένο πλάτος		bo	452	mm	
Περισφιγμένο ύψος		ho	452	mm	
Ποσοστό συνδετήρων κόμβου		ρs	0.0119	-	
Συντελεστής αύξησης περίσφιξης		K	1.232	-	
Αντοχή περισφιγμένου σκυροδέματος		fc'	31541	kPa	
Λόγος πλευρών κόμβου		α	1.283	-	
Διατμητικές τάσεις που αναπτύσσονται		γcal	0.087	-	
Διατμητική αντίσταση κόμβου		γult	1.027	-	
Επίλυση εξίσωσης			1.000		
Λόγος τάσεων		γcal/γult	0.085	-	
Αστοχία στη δοκό					