



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΗ ΚΑΙ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ
ΑΝΑΒΑΘΜΙΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ
ΚΑΙ ΔΕΙΦΟΡΟΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗ»**

**ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΑΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ
ΣΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ Ω.Σ.**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΓΕΩΡΓΙΟΣ Δ. ΠΑΝΤΑΖΗΣ

**ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΔΡ. ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΡΕΠΑΠΗΣ**

ΑΘΗΝΑ 2018



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING

POSTGRADUATE PROGRAM

«SEISMIC AND ENERGY
RETROFIT OF STRUCTURES
AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT»

**INFLUENCE OF THE IRREGULARITY TYPE ON
THE SEISMIC RESPONSE OF R.C. STRUCTURES**

MASTER THESIS

GEORGIOS D. PANTAZIS

SUPERVISOR
DR. CONSTANTINOS REPAPIS

ATHENS 2018

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Αντικείμενο της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι ο έλεγχος της σεισμικής απόκρισης κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος, με μη κανονικότητες σε κάτοψη και όψη λόγω γεωμετρίας και κατανομής των τοιχοπληρώσεων, όπως αυτές ορίζονται με βάση τον Ευρωκώδικα 8 (EC8). Αρχικά, γίνεται μία σύντομη βιβλιογραφική ανασκόπηση σε παλαιότερες εργασίες πάνω σε κτίρια με διαφόρων ειδών ακανονικότητες και αναφέρονται τα συμπεράσματα αυτών. Στη συνέχεια, παρατίθενται τα κριτήρια που υιοθετεί ο κανονισμός με βάση τα οποία γίνεται ο διαχωρισμός μεταξύ κανονικών και μη κανονικών κτιρίων, και αποσαφηνίζονται έννοιες και ορισμοί που αναφέρονται στην παρούσα εργασία. Στο 3^ο κεφάλαιο αναφέρεται η γεωμετρία και τα χαρακτηριστικά των κτιρίων που εξετάστηκαν, και γίνεται μία σύντομη αναφορά στις παραδοχές της μελέτης διαστασιολόγησης και αποτίμησης αυτών. Στο 4^ο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα αποτελέσματα των αναλύσεων για τις 121 περιπτώσεις κτιρίων που εξετάστηκαν και γίνεται σχολιασμός αυτών. Στο 5^ο κεφάλαιο συνοψίζονται τα συμπεράσματα από τα αποτελέσματα των ανελαστικών αναλύσεων που πραγματοποιήθηκαν. Στο παράρτημα της εργασίας παρουσιάζονται οι πίνακες με τα μεγέθη που προέκυψαν κατά την αποτίμηση της σεισμικής απόκρισης των κτιρίων.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την εκπόνηση της παρούσας μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας, ολοκληρώνεται ένας ακόμα κύκλος σπουδών, και πραγματοποιείται ένα ακόμα βήμα στην ακαδημαϊκή μου πορεία.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ιδιαίτερα τον κ. Ρεπαπή Κωνσταντίνο, Δρ Πολιτικό Μηχανικό Ε.Μ.Π., Επίκουρο Καθηγητή του τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε με την ανάθεση της διπλωματικής εργασίας, για την πολύτιμη καθοδήγησή του καθ' όλη τη διάρκεια της, αλλά και για τις πολύτιμες γνώσεις και συμβουλές που μου έδωσε από τα πρώτα χρόνια της ακαδημαϊκής μου πορείας.

Επίσης ευχαριστώ την LH Λογισμική, και τις κ.κ. Σοφία Λιβιεράτου και Εύα Τσίτου, για τη δωρεάν παραχώρηση του λογισμικού Fespa, αλλά και την τεχνική υποστήριξη σε περιπτώσεις όπου χρειάστηκε.

Τέλος, ευχαριστώ την οικογένειά μου και τους φίλους μου, που έδειχναν υπομονή και με στήριζαν καθ' όλη τη διάρκεια της φοίτησής στο μεταπτυχιακό.

*στη Μίνα,
στους γονείς μου*

*Για να δεις τον κόσμο σε ένα κόκκο άμμου
Και τον παράδεισο σε ένα αγριολούλουδο
Κράτησε το άπειρο στην παλάμη του χεριού σου
Και την αιωνιότητα σε μία ώρα*

William Blake - Auguries of Innocence

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1	15
<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	<u>15</u>
1.1 Γενικά – Στόχοι Εργασίας.....	15
Κεφάλαιο 2	17
<u>ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΑΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ Ω.Σ.</u>	<u>17</u>
2.1 Βιβλιογραφική Ανασκόπηση.....	17
2.1.1 Μη κανονικότητες σε κάτοψη.....	17
2.1.2 Μη κανονικότητες σε όψη	18
2.2 EC8 - Αντισεισμικά Κτίρια	19
2.2.1 Διαμόρφωση του φορέα	19
2.2.1.1 Στατική απλότητα	19
2.2.1.2 Ομοιομορφία, συμμετρία και υπερστατικότητα	20
2.2.1.3 Διαξονική αντοχή και δυσκαμψία.....	20
2.2.1.4 Στρεπτική αντοχή και δυσκαμψία.....	21
2.2.1.5 Διαφραγματική λειτουργία στα επίπεδα των ορόφων.....	21
2.2.1.6 Επαρκής θεμελίωση	22
2.2.2 Κριτήρια για στατική κανονικότητα	22
2.2.2.1 Κριτήρια για κανονικότητα σε κάτοψη.....	23
2.2.2.2 Κριτήρια για κανονικότητα σε όψη	26
2.2.3 Μη κανονικότητες προκαλούμενες από τοιχοπληρώσεις	29
2.2.3.1 Μη κανονικότητες σε κάτοψη	29
2.2.3.2 Μη κανονικότητες σε όψη	30
2.3 Θεωρητικά Στοιχεία - Ορισμοί.....	31
2.3.1 Πλαστικές αρθρώσεις.....	31
2.3.2 Επιρροή 2 ^{ης} τάξης.....	32
2.3.3 Καμπύλη ικανότητας.....	33
2.3.4 Καμπύλη F-δ δομικού στοιχείου ή διατομής	34
2.3.5 Στάθμες επιτελεστικότητας	36
2.3.6 Στοχευόμενη μετατόπιση – Μέθοδος N2.....	40
2.3.6.1 Μετατροπή του πολυβάθμιου συστήματος σε ισοδύναμο μονοβάθμιο.....	40
2.3.6.2 Προσδιορισμός ιδεατής πλήρως ελαστικοποιημένης σχέσης δύναμης – μετακίνησης. (Ιδεατό διγραμμικό φάσμα)	43

2.3.6.3	Υπολογισμός της ανελαστικής μετακίνησης του ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος	44
2.3.6.4	Υπολογισμός δείκτη πλαστιμότητας μ_d και συμπεριφοράς q_u	45

Κεφάλαιο 3 **47**

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟ ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ **47**

3.1	Εισαγωγή	47
3.1.1	Παραδοχές μελέτης διαστασιολόγησης.....	47
3.1.2	Παραδοχές μελέτης αποτίμησης Φέρουσας Ικανότητας	48
3.1.3	Υφιστάμενες Τοιχοπληρώσεις.....	49
3.1.4	Γεωμετρία κτιρίων.....	49
3.1.4.1	Κανονικά κτίρια	49
3.1.4.2	Μη κανονικά κτίρια	51
3.1.4.3	Μη κανονικότητες λόγω τοιχοπληρώσεων	52

Κεφάλαιο 4 **55**

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ **55**

4.1	Εισαγωγή	55
4.2	Κανονικά κτίρια.....	56
4.2.1	Επιρροή αριθμού ορόφων.....	56
4.2.1.1	Γυμνά κτίρια.....	56
4.2.1.2	Τοιχοπληρωμένα κτίρια	62
4.2.1.3	Σύγκριση γυμνών και τοιχοπληρωμένων κτιρίων.....	68
4.2.2	Επιρροή ανοίγματος φατνωμάτων κάτοψης.....	70
4.2.2.1	Γυμνά κτίρια.....	70
4.2.2.2	Τοιχοπληρωμένα κτίρια	79
4.2.2.3	Σύγκριση γυμνών και τοιχοπληρωμένων κτιρίων.....	88
4.3	Μη Κανονικά Κτίρια – επιρροή της τοιχοποιίας σε μη κανονικά κτίρια	90
4.3.1	Μη κανονικότητες σε όψη.....	90
4.3.1.1	Κτίριο K01	90
4.3.1.2	Κτίριο K03	92
4.3.1.3	Κτίριο K04	94
4.3.1.4	Κτίριο K05	96
4.3.1.5	Κτίριο K06	98
4.3.2	Μη κανονικότητες σε κάτοψη	100
4.3.2.1	Κτίριο K01	100

4.3.2.2	Κτίριο Κ03	102
4.3.2.3	Κτίριο Κ04	104
4.3.2.4	Κτίριο Κ05	106
4.3.2.5	Κτίριο Κ06	108
Κεφάλαιο 5		111
<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u>		<u>111</u>

Κεφάλαιο 1

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ – ΣΤΟΧΟΙ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Οι δομές που συναντάμε στη φύση, είναι κατά πλειοψηφία μη κανονικές, καθώς η απόλυτα κανονική δομή είναι ιδανική και σπάνια συναντάται. Όσον αφορά τα κτίρια, η κανονικότητα εξαρτάται από τη μορφή τους, και πιο συγκεκριμένα από την κάτοψη και την όψη. Στην πραγματικότητα, τα περισσότερα κτίρια εμφανίζουν μη κανονικότητες σε κάτοψη αλλά και σε όψη. Τα κριτήρια για κανονικότητα σε κάτοψη και όψη, αναφέρονται στους σημαντικότερους αντισεισμικούς κανονισμούς. (Stefano and Pintucchi, 2007)

Λόγω της απλότητας στην προσομοίωσή τους, μέχρι τις αρχές του 21^{ου} αιώνα, εξετάζονταν κυρίως οι μη κανονικότητες σε κάτοψη, αφού τα κτίρια προσομοιώνονταν με ένα μονώροφο σύστημα. Τα τελευταία χρόνια, με την εξέλιξη λογισμικών που εκτελούν μη γραμμικές αναλύσεις κτιρίων στο χώρο, άρχισαν να μελετώνται και πολυώροφα κτίρια επομένως έγινε εφικτή και η μελέτη των μη κανονικών κτιρίων σε όψη. (Stefano and Pintucchi, 2007)

Στην εργασία αυτή, διερευνάται η συμπεριφορά κανονικών και μη κανονικών κτιρίων σε κάτοψη και όψη, λόγω γεωμετρίας αλλά και λόγω κατανομής των τοιχοπληρώσεων.

Αρχικά εξετάζονται κανονικά κτίρια σε κάτοψη και όψη, και μελετάται η επιρροή του αριθμού ορόφων, του μήκους των ανοιγμάτων στην κάτοψη αλλά και των εξωτερικών τοιχοπληρώσεων στη συμπεριφορά τους.

Στη συνέχεια εξετάζονται μη κανονικά σε κάτοψη και όψη κτίρια. Οι ακανονικότητες που μελετώνται αφορούν σε ένα βαθμό τη γεωμετρία των κτιρίων αλλά αναλυτικότερα εξετάζονται ακανονικότητες λόγω της κατανομής των τοιχοπληρώσεων σε κάτοψη και όψη.

Κεφάλαιο 2

ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΩΝ ΜΟΡΦΩΝ ΑΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΑΣ ΣΤΗ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΚΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ Ω.Σ.

2.1 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΗ ΑΝΑΣΚΟΠΗΣΗ

2.1.1 Μη κανονικότητες σε κάτοψη

Εστιάζοντας στα κτίρια με ακανονικότητα σε κάτοψη, οι Perus και Fajfar (2002, 2005), μελέτησαν την επιρροή της πλαστικότητας στη στρεπτική απόκριση, συγκρίνοντάς τη με την αντίστοιχη ελαστική απόκριση. Οι μελέτες τους επικεντρώθηκαν σε μονώροφα προσομοιώματα με εκκεντρότητες και στους δύο άξονες, χωρίς κανονιστικούς περιορισμούς. Οι αναλύσεις έγιναν κυρίως σε στρεπτικά δύσκαμπτα συστήματα με εκκεντρότητα μάζας και τα αποτελέσματα μπορούν να συνοψιστούν ως εξής: ποιοτικά, οι καθολικές στρεπτικές επιρροές των ανελαστικών κατασκευών είναι παρόμοιες με αυτές των ελαστικών, καθώς οι διαφορές μεταξύ ελαστικής και ανελαστικής απόκρισης εμφανίζονται κυρίως στο μεταφορικό και όχι στο στρεπτικό μέρος της κίνησης. Παρόλα αυτά, η αλλαγή στην απόκριση, οφείλεται στο μέγεθος των ανελαστικών παραμορφώσεων. Πιο συγκεκριμένα, οι κανονικοποιημένες ανελαστικές μετατοπίσεις στο ελαστικό άκρο, μειώνονται με την αύξηση της πλαστιμότητας, σε σχέση με τις ελαστικές, όχι όμως για μικρές τιμές πλαστιμότητας, (< 2). (Stefano and Pintucchi, 2007)

Παρόλα αυτά, η ανελαστική στρεπτική απόκριση, βρέθηκε να είναι στενά εξαρτημένη με τα χαρακτηριστικά της σεισμικής διέγερσης και να επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό σε σχέση με την ελαστική συμπεριφορά. Στο ανελαστικό πεδίο, τα στρεπτικά φαινόμενα μπορούν να οδηγήσουν σε μεγαλύτερες ή μικρότερες μετακινήσεις σε σχέση

με τα ελαστικά, ανάλογα με το συχνοτικό περιεχόμενο της εδαφικής κίνησης. Τέλος, οι μελετητές διαπίστωσαν μία μείωση στις εύκαμπτες κατασκευές και μια αύξηση για τις δύσκαμπτες κατασκευές, ανάλογα με τη μορφή του φάσματος απόκρισης. (Stefano and Pintucchi, 2007)

Οι Pettinga et al. (2005) ανέλυσαν ένα μονώροφο μοντέλο υπό σεισμικές διεγέρσεις σε μία ή σε δύο διευθύνσεις. Σκοπός τους ήταν να επεκτείνουν σε ένα τρισδιάστατο μη κανονικό σε κάτοψη το προτεινόμενο πλαίσιο σχεδιασμού που υπήρχε, το οποίο δίνει έμφαση στην εκτίμηση και τον περιορισμό των παραμενουσών παραμορφώσεων. Οι παραμετρικές αναλύσεις στα έκκεντρα ως προς τη μάζα συστήματα, εκτελέστηκαν ώστε να προσδιοριστούν οι κύριες παράμετροι που επηρεάζουν τις παραμένουσες παραμορφώσεις – μετακινήσεις. (Stefano and Pintucchi, 2007)

Διαφορετικοί σχηματισμοί σε κάτοψη, που αφορούσαν εύστρεπτα ή δύστρεπτα συστήματα, μελετήθηκαν από τους Casstillo et al. (2002). Τα αποτελέσματά τους έδειξαν ότι τα συστήματα με χαμηλούς στρεπτικούς περιορισμούς, βελτίωναν τη συμπεριφορά, όσον αφορά την απομένουσα στρεπτική στροφή. (Stefano and Pintucchi, 2007)

2.1.2 Μη κανονικότητες σε όψη

Εστιάζοντας στα κτίρια με ακανονικότητα καθ' ύψος, ο Aranda (1984), μελέτησε τη συμπεριφορά κατασκευών με εσοχές, σε σχέση με κανονικές κατασκευές. Ως μέτρο σύγκρισης έλαβε την απαιτούμενη πλαστιμότητα, για σεισμική διέγερση καταγεγραμμένη σε μαλακό έδαφος, για κάθε περίπτωση. Τα αποτελέσματα των αναλύσεων έδειξαν ότι τα κτίρια με εσοχές έχουν 14 φορές μεγαλύτερη απαίτηση σε πλαστιμότητα σε σχέση με τα κανονικά, και ειδικά στο ανώτερο τμήμα της ανωδομής. (Βολάκος, 2014)

Οι Ruiz and Diederich (1989) εξέτασαν την σεισμική συμπεριφορά κτιρίων 5 έως 12 ορόφων, με πιλοτή. Έπειτα από σειρά αναλύσεων, διαπίστωσαν ότι η συμπεριφορά των κατασκευών που μελετήθηκαν, εξαρτάται από τη σχέση της θεμελιώδους ιδιοπεριόδου της κατασκευής, με την ιδιοπερίοδο της διέγερσης, του λόγου αντίστασης των μελών των ανωτέρων ορόφων σε σχέση με τον αντίστοιχο των μελών του ισογείου, και τον συντελεστή της τέμνουσας βάσης με τον οποίο έγινε ο σχεδιασμός. (Βολάκος, 2014)

Οι Shahrooz and Moehle (1990), έπειτα από αναλύσεις σε κτίρια με εσοχές, διαπίστωσαν ότι οι βλάβες αναπτύσσονται κυρίως στη στάθμη των εσοχών. Σύμφωνα με τους μελετητές, το φαινόμενο αυτό οφείλεται στα υψηλά στρεπτικά φορτία που αναπτύσσονται στις στάθμες αυτές. Παράλληλα διαπίστωσαν ότι στη διεύθυνση που είναι παράλληλη με την εσοχή, η θεμελιώδης ιδιοπερίοδος του κτιρίου είναι καθοριστική για τη συμπεριφορά του στο σεισμό. (Βολάκος, 2014)

Οι Zeris et al. (1992) εξέτασαν τον συντελεστή συμπεριφοράς (q) σε επίπεδα πλαίσια οπλισμένου σκυροδέματος με διαφορετικό ύψος ισογείου. Έπειτα από αναλύσεις, διαπίστωσαν ότι οι συντελεστές συμπεριφοράς (q) κατά την αποτίμηση, προκύπτουν μεγαλύτεροι από τους αντίστοιχους της διαστασιολόγησης, εκτός από αυτούς για κτίρια με σχετικά ψηλό ισόγειο. (Βολάκος, 2014)

2.2 EC8 - ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

2.2.1 Διαμόρφωση του φορέα

Οι κατευθυντήριες αρχές που διέπουν τη μελέτη διαμόρφωσης του φορέα είναι:

- Στατική απλότητα
- Ομοιομορφία, συμμετρία και υπερστατικότητα
- Διαξονική αντοχή και δυσκαμψία
- Στρεπτική αντοχή και δυσκαμψία
- Διαφραγματική λειτουργία στα επίπεδα των ορόφων
- Επαρκής θεμελίωση

2.2.1.1 Στατική απλότητα

Η στατική απλότητα, που χαρακτηρίζεται από σαφείς και άμεσες οδεύσεις μεταφοράς των σεισμικών δυνάμεων, είναι ένας σημαντικός στόχος, επειδή μελέτη απλών φορέων (προσομοίωση, ανάλυση, διαστασιολόγηση, διαμόρφωση λεπτομερειών και κατασκευή), υπόκειται σε πολύ μικρότερες αβεβαιότητες και επομένως η πρόβλεψη της σεισμικής συμπεριφοράς τους, είναι πολύ πιο αξιόπιστη.

2.2.1.2 Ομοιομορφία, συμμετρία και υπερστατικότητα

Η ομοιομορφία σε κάτοψη χαρακτηρίζεται από ομαλή κατανομή των φερόντων στοιχείων που επιτρέπει βραχεία και άμεση μεταφορά των αδρανειακών δυνάμεων που δρουν στις κατανεμημένες μάζες του κτιρίου. Εάν είναι απαραίτητο, η ομοιομορφία μπορεί να επιτευχθεί με την υποδιαίρεση του όλου κτιρίου σε δυναμικά ανεξάρτητες μονάδες, με χρήση σεισμικών αρμών, υπό τον όρο ότι οι αρμοί αυτοί θα σχεδιάζονται έναντι προσκρούσεων των επιμέρους μονάδων.

Ο ομοιομορφία στη διαμόρφωση του φορέα καθ' ύψος του κτιρίου, είναι επίσης σημαντική, επειδή οδηγεί στην αποφυγή δημιουργίας ευαίσθητων ζωνών (μαλακοί όροφοι) στις οποίες συγκεντρώσεις έντασης, ή μεγάλες απαιτήσεις πλαστιμότητας, μπορεί να οδηγήσουν σε πρόωρη κατάρρευση.

Με πρόβλεψη ομαλής συσχέτισης μεταξύ της κατανομής των μαζών και της κατανομής της αντοχής και δυσκαμψίας, αποφεύγονται μεγάλες εκκεντρότητες (απόκλιση κέντρου μάζας – κέντρου δυσκαμψίας).

Η χρήση ομοιόμορφα κατανεμημένων φερόντων στοιχείων, αυξάνει την υπερστατικότητα και επιτρέπει ευνοϊκότερη ανακατανομή των εντατικών μεγεθών και απόδοση ενέργειας εκτεταμένη σε ολόκληρο το φορέα.

2.2.1.3 Διαξονική αντοχή και δυσκαμψία

Η οριζόντια σεισμική κίνηση είναι ένα διαξονικό φαινόμενο, επομένως το κτίριο θα πρέπει να παρουσιάζει αντοχή σε οριζόντιες δράσεις σε κάθε διεύθυνση. Έτσι, τα φέροντα στοιχεία θα πρέπει να τοποθετούνται σε ορθογωνική διάταξη (σε κάτοψη), που εξασφαλίζει παρόμοια χαρακτηριστικά αντοχής και στις δύο κύριες διευθύνσεις.

Η επιλογή των χαρακτηριστικών δυσκαμψίας του φορέα, ενώ θα στοχεύει στην ελαχιστοποίηση των αποτελεσμάτων της σεισμικής δράσης, πρέπει επίσης να περιορίζει την ανάπτυξη υπερβολικών μετακινήσεων που μπορεί να οδηγήσουν σε αστάθεια λόγω φαινομένων δευτέρας τάξεως ή σε υπερβολικές βλάβες.

2.2.1.4 Στρεπτική αντοχή και δυσκαμψία

Εκτός από τη μεταφορική αντοχή και δυσκαμψία, οι φορείς των κτιρίων πρέπει να παρουσιάζουν επαρκή στρεπτική αντοχή και δυσκαμψία προκειμένου να περιορίζεται η ανάπτυξη των στρεπτικών κινήσεων που οδηγούν τα διάφορα φέροντα στοιχεία σε ανομοιόμορφη καταπόνηση. Από την άποψη αυτή, παρουσιάζουν σαφή πλεονεκτήματα διατάξεις στις οποίες τα κύρια στοιχεία που αναλαμβάνουν τη σεισμική δράση είναι κατανομημένα κοντά στην περίμετρο του κτιρίου.

2.2.1.5 Διαφραγματική λειτουργία στα επίπεδα των ορόφων

Στα κτίρια, οι δίσκοι των δαπέδων (και του δώματος), έχουν πολύ σημαντικό ρόλο στη συνολική σεισμική συμπεριφορά του φορέα. Ενεργούν ως οριζόντια διαφράγματα που συλλέγουν και μεταφέρουν τις αδρανειακές δυνάμεις στα κατακόρυφα φέροντα συστήματα, και εξασφαλίζουν ότι τα συστήματα αυτά συνεργάζονται αποτελεσματικά στην ανάληψη της οριζόντιας δράσης. Η δράση των δαπέδων ως διαφράγματα, είναι ιδιαίτερα σημαντική σε περιπτώσεις σύνθετων και ανομοιόμορφων διατάξεων των κατακόρυφων στατικών συστημάτων, ή όπου χρησιμοποιούνται στον ίδιο φορέα συστήματα με διαφορετικά χαρακτηριστικά οριζόντιας παραμορφωσιμότητας (π.χ. σε διπλά ή μικτά συστήματα)

Τα συστήματα δαπέδων και το δώμα θα πρέπει να διαθέτουν δυσκαμψία και αντοχή στο επίπεδό τους, καθώς και αποτελεσματική σύνδεση με τα κατακόρυφα φέροντα συστήματα. Πρέπει να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή σε περιπτώσεις κατόψεων μη συμπαγούς ή πολύ επιμήκους μορφής, και σε περιπτώσεις μεγάλων ανοιγμάτων στα δάπεδα, ειδικά εάν τα τελευταία βρίσκονται κοντά σε κύρια κατακόρυφα φέροντα στοιχεία, διότι έτσι εμποδίζεται η αποτελεσματική σύνδεση μεταξύ του κατακόρυφου συστήματος και του οριζόντιου φορέα.

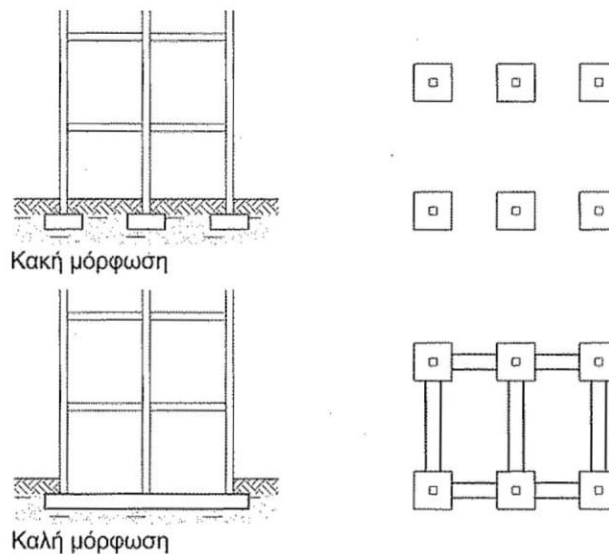
Τα διαφράγματα πρέπει να έχουν επαρκή δυσκαμψία στο επίπεδό τους για να επιτυγχάνεται κατανομή των οριζόντιων αδρανειακών δυνάμεων στα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία, σύμφωνα με τις υποθέσεις της ανάλυσης (π.χ. άκαμπτα διαφράγματα), ιδιαίτερα όταν υπάρχουν μεταβολές στη δυσκαμψία ή εσοχές των κατακόρυφων στοιχείων πάνω και κάτω από το διάφραγμα.

2.2.1.6 Επαρκής θεμελίωση

Όσον αφορά τη σεισμική δράση, η μελέτη και η κατασκευή της θεμελίωσης και της σύνδεσης με την ανωδομή, θα εξασφαλίζουν ότι ολόκληρο το κτίριο υπόκειται σε ομοιόμορφη σεισμική διέγερση.

Για φορείς που αποτελούνται από ένα συγκεκριμένο αριθμό φερόντων τοιχωμάτων, που πιθανόν να διαφέρουν σε πλάτος και δυσκαμψία, πρέπει γενικά να επιλέγεται δύσκαμπτη κιβωτιοειδής θεμελίωση, που να περιλαμβάνει πλάκα θεμελίωσης και πλάκα κάλυψης.

Για κτίρια με μεμονωμένα στοιχεία θεμελίωσης (πέδιλα ή πασσάλους), συνιστάται χρήση πλάκας θεμελίωσης ή συνδετήριων δοκών μεταξύ των στοιχείων αυτών, και στις δύο διευθύνσεις, σύμφωνα με τα κριτήρια και τους κανόνες του EN 1998-5:2004.



Σχήμα 2-1. Καλή και καλή μόρφωση Θεμελίωσης (Henkel et al., 2010)

2.2.2 Κριτήρια για στατική κανονικότητα

Για την αντισεισμική μελέτη, οι φορείς των κτιρίων ταξινομούνται σε κανονικούς ή μη κανονικούς. Σε φορείς κτιρίων που αποτελούνται από περισσότερες από μία δυναμικά ανεξάρτητες μονάδες, η ταξινόμηση σε κανονικούς ή μη κανονικούς φορείς αναφέρεται σε κάθε επιμέρους δυναμική ανεξάρτητη μονάδα. Η διάκριση αυτή έχει επιπτώσεις στα ακόλουθα θέματα της μελέτης:

- Στο στατικό προσομοίωμα, το οποίο μπορεί να είναι απλουστευμένο επίπεδο ή χωρικό
- Στη μέθοδο ανάλυσης, που μπορεί να είναι απλουστευμένη ανάλυση φάσματος απόκρισης (διαδικασία οριζόντιας φόρτισης) ή ιδιομορφική ανάλυση φάσματος απόκρισης
- Στην τιμή του συντελεστή q , που θα είναι μειωμένη για μη κανονικά κτίρια.

Τα χαρακτηριστικά κανονικότητας του κτιρίου σε όψη και κάτοψη, εξετάζονται ξεχωριστά όσον αφορά τις επιπτώσεις της στατικής κανονικότητας στην ανάλυση και τη μελέτη. (Πίνακας 2-1)

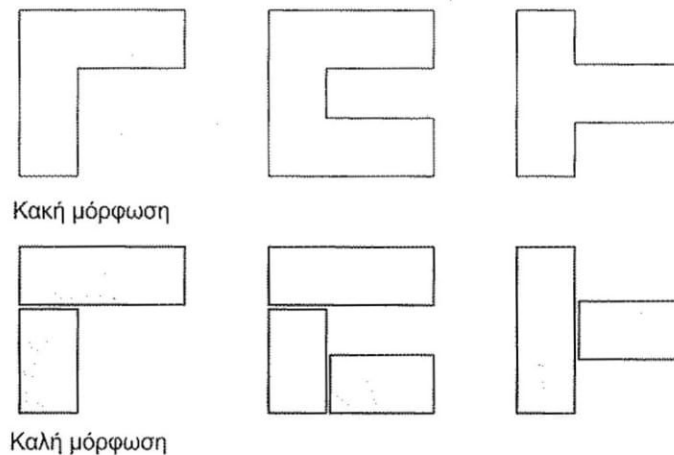
Πίνακας 2.1. Επιπτώσεις στατικής κανονικότητας στη σεισμική ανάλυση και μελέτη (EC8)

Κανονικότητα σε		Επιτρεπόμενη Απλοποίηση		q
Κάτοψη	Όψη	Προσομοίωμα	Γραμμική – Ελαστική ανάλυση	(για Γραμμική ανάλυση)
Ναι	Ναι	Επίπεδο	Οριζόντια Φόρτιση	Τιμή αναφοράς
Ναι	Όχι	Επίπεδο	Ιδιομορφική ανάλυση	Μειωμένη τιμή
Όχι	Ναι	Χωρικό	Οριζόντια Φόρτιση	Τιμή αναφοράς
Όχι	Όχι	Χωρικό	Ιδιομορφική ανάλυση	Μειωμένη τιμή

2.2.2.1 Κριτήρια για κανονικότητα σε κάτοψη

Για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως κανονικό σε κάτοψη, πρέπει να ικανοποιεί όλους τους όρους που αναφέρονται στις ακόλουθες παραγράφους.

Όσον αφορά την αντοχή σε οριζόντια φορτία αλλά και την κατανομή της μάζας, το κτίριο θα πρέπει να είναι κατά προσέγγιση συμμετρικό σε κάτοψη, σε σχέση με δύο ορθογώνιους άξονες.



Σχήμα 2-2. Καλή και κακή μόρφωση Κάτοψης (Henkel et al., 2010)

Η διαμόρφωση της κάτοψης θα πρέπει να είναι συμπαγής, δηλαδή κάθε πλάκα ορόφου να οριοθετείται από κυρτή πολυγωνική γραμμή. Εάν υπάρχουν ανωμαλίες στην περίμετρο, η κανονικότητα σε κάτοψη μπορεί να θεωρηθεί ότι ικανοποιείται, υπό τον όρο ότι οι ανωμαλίες αυτές δεν έχουν επιπτώσεις στη δυσκαμψία της πλάκας στο επίπεδό της και ότι σε κάθε ανωμαλία, η περιοχή μεταξύ του περιγράμματος της πλάκας και της κυρτής πολυγωνικής γραμμής που περιβάλλει την πλάκα, δεν υπερβαίνει το 5% της επιφάνειας του ορόφου.

Η δυσκαμψία των πλακών ορόφων μέσα στο επίπεδό τους θα πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη σε σχέση με την οριζόντια δυσκαμψία των κατακόρυφων φερόντων στοιχείων, έτσι ώστε η παραμόρφωση της πλάκας να έχει μικρή επίδραση στην κατανομή των δυνάμεων μεταξύ των κατακόρυφων φερόντων στοιχείων. Από την άποψη αυτή, κατόψεις της μορφής L, Π, Η, Ι και Χ, θα πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά, ειδικά όσον αφορά τη δυσκαμψία των κλάδων, που πρέπει να είναι συγκρίσιμη με αυτή του κεντρικού σκέλους, προκειμένου να ικανοποιηθεί η συνθήκη άκαμπτου διαφράγματος.

Η λυγηρότητα (λ) του κτιρίου σε κάτοψη πρέπει να είναι μικρότερη του 4. ($\lambda = L_{max}/L_{min}$, όπου L_{max} και, είναι η μεγαλύτερη και η μικρότερη, αντίστοιχα, διάσταση του κτιρίου σε κάτοψη, μετρούμενη σε ορθογώνιες διευθύνσεις).

Σε κάθε επίπεδο και για κάθε διεύθυνση της ανάλυσης x και y , η στατική εκκεντρότητα e_{ox} και η ακτίνα δυστρεψίας r_x , ικανοποιούν τις δύο παρακάτω συνθήκες οι οποίες δίνονται για την ανάλυση της y διεύθυνσης:

$$e_{ox} \leq 0,30 r_x$$

$$r_x \geq l_s$$

όπου,

e_{ox} είναι η απόσταση μεταξύ του κέντρου δυσκαμψίας και του κέντρου μάζας, που μετράται κατά τη διεύθυνση x , κάθετη στην εξεταζόμενη διεύθυνση της ανάλυσης,

r_x είναι η τετραγωνική ρίζα του λόγου δυστρεψίας προς τη μεταφορική δυσκαμψία, κατά τη διεύθυνση y (ακτίνα δυστρεψίας)

l_s είναι η ακτίνα αδρανείας της μάζας της πλάκας ορόφου σε κάτοψη (τετραγωνική ρίζα του λόγου (α) της πολικής ροπής της μάζας της πλάκας του ορόφου σε κάτοψη, ως προς το κέντρο μάζας της πλάκας του ορόφου, προς (β) τη μάζα της πλάκας του ορόφου).

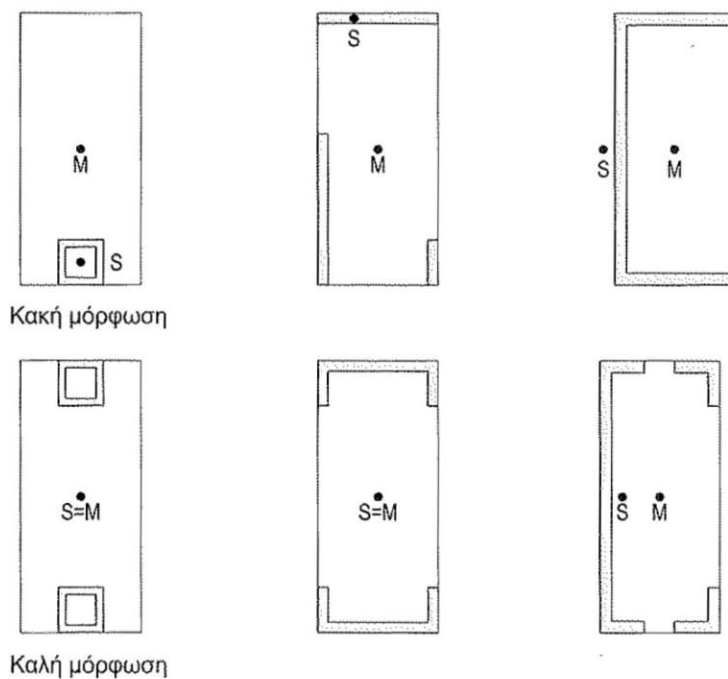
Σε μονώροφα κτίρια, το κέντρο δυσκαμψίας ορίζεται ως το κέντρο της μεταφορικής δυσκαμψίας όλων των βασικών σεισμικών μελών. Η ακτίνα δυστρεψίας r ορίζεται ως η τετραγωνική ρίζα του λόγου της γενικής δυστρεψίας ως προς το κέντρο της μεταφορικής δυσκαμψίας, προς τη γενική μεταφορική δυσκαμψία, σε μία διεύθυνση, στην οποία λαμβάνονται υπόψη όλα τα βασικά σεισμικά μέλη που δρουν στη διεύθυνση αυτή.

Σε πολύροφα κτίρια, είναι δυνατοί μόνο οι κατά προσέγγιση ορισμοί του κέντρου δυσκαμψίας και της ακτίνας δυστρεψίας. Απλουστευμένος ορισμός για την ταξινόμηση της στατικής κανονικότητας σε κάτοψη, και για την κατά προσέγγιση ανάλυση των στρεπτικών αποτελεσμάτων, είναι δυνατός όταν ικανοποιούνται οι ακόλουθες συνθήκες:

- α. Όλα τα συστήματα ανάληψης οριζόντιων φορτίων, όπως πυρήνες, φέροντα τοιχώματα ή πλαίσια, είναι συνεχή, χωρίς διακοπή, από τα θεμέλια έως την κορυφή του κτιρίου.
- β. Οι μορφές παραμόρφωσης των επιμέρους συστημάτων υπό οριζόντια φορτία δεν παρουσιάζουν μεγάλες διαφορές. Η συνθήκη αυτή, μπορεί να θεωρηθεί ότι ικανοποιείται στις περιπτώσεις πλαισιωτών συστημάτων ή συστημάτων

τοιχωμάτων. Γενικά, η συνθήκη αυτή δεν ικανοποιείται σε διπλά συστήματα.

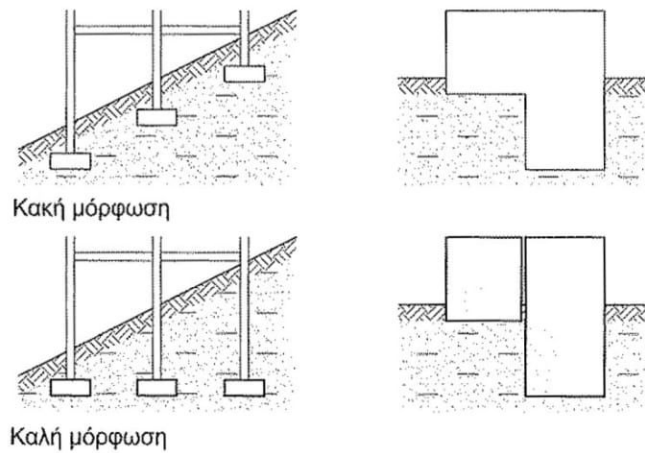
Σε πλαισιωτά συστήματα και σε συστήματα εύκαμπτων τοιχωμάτων στα οποία επικρατεί η παραμόρφωση σε κάμψη των στοιχείων, η θέση των κέντρων δυσκαμψίας και η ακτίνα δυστρεψίας όλων των ορόφων, μπορούν να υπολογιστούν με βάση τις ροπές αδρανείας των διατομών και των κατακόρυφων στοιχείων. Εάν, εκτός των καμπτικών, είναι επίσης σημαντικές και οι διατμητικές παραμορφώσεις, οι τελευταίες μπορούν να ληφθούν υπόψη με τη χρήση ισοδύναμης ροπής αδρανείας της διατομής.



Σχήμα 2-3. Καλή και κακή μόρφωση Δυσκαμψίας (Henkel et al., 2010)

2.2.2.2 Κριτήρια για κανονικότητα σε όψη

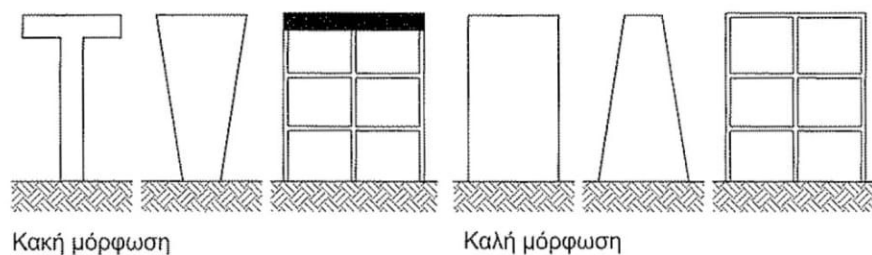
Για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως κανονικό σε όψη, πρέπει να ικανοποιεί όλους τους όρους που αναφέρονται στις ακόλουθες παραγράφους.



Σχήμα 2-4. Καλή και κακή μόρφωση Όψης (Henkel et al., 2010)

Όλα τα συστήματα ανάληψης οριζόντιων φορτίων, όπως πυρήνες, φέροντα τοιχώματα ή πλαίσια, θα είναι συνεχή χωρίς διακοπή από τα θεμέλια του κτιρίου, έως την άνω επιφάνειά του, ή, αν υπάρχουν ζώνες εσοχών με διαφορετικά ύψη, έως την άνω επιφάνεια της σχετικής ζώνης του κτιρίου.

Η μεταφορική δυσκαμψία και η μάζα των επιμέρους ορόφων, θα παραμένουν σταθερές, ή θα μειώνονται βαθμιαία, χωρίς απότομες αλλαγές, από τη βάση προς την κορυφή του κτιρίου.



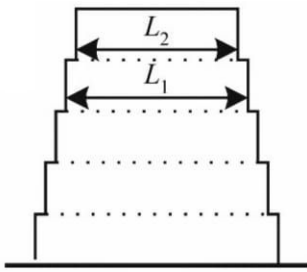
Σχήμα 2-5. Καλή και κακή μόρφωση κατανομής Μάζας (Henkel et al., 2010)

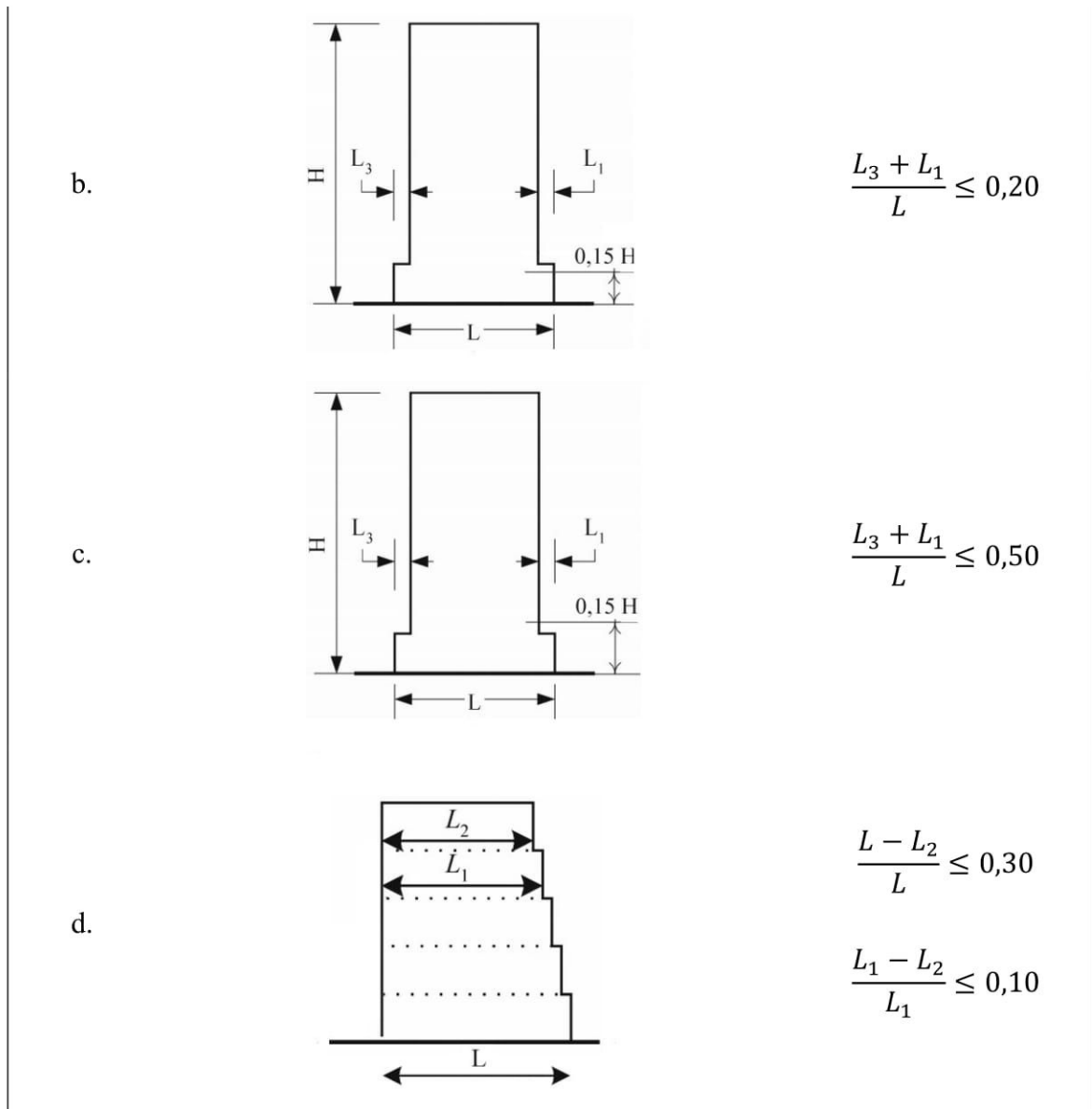
Σε κτίρια με πλαισιωτό σύστημα, ο λόγος της πραγματικής αντοχής ορόφων, προς την αντοχή που απαιτείται από την ανάλυση, δεν πρέπει να διαφέρει δυσανάλογα μεταξύ συνεχόμενων ορόφων.

Σε περίπτωση όπου υπάρχουν εσοχές, ισχύουν οι ακόλουθες πρόσθετες συνθήκες:

- α. Για βαθμιδωτές εσοχές που διατηρούν την αξονική συμμετρία του φορέα, η εσοχή σε οποιονδήποτε όροφο, δε θα είναι μεγαλύτερη από το 20% της προηγούμενης διάστασης σε κάτοψη, στη διεύθυνση της εσοχής (Πίνακας 2-2, Σχήμα a και b).
- β. Για μεμονωμένη εσοχή μέσα σε ύψος μικρότερο από 15% του συνολικού ύψους του κύριου στατικού συστήματος, η εσοχή δε θα είναι μεγαλύτερη από το 50% της προηγούμενης διάστασης σε κάτοψη (Πίνακας 2-2, Σχήμα c). Σε τέτοια περίπτωση, το κάτω μέρος του φορέα, που περιλαμβάνεται μέσα στην κατακόρυφη προβολή της περιμέτρου των ανώτερων ορόφων, πρέπει να μελετηθεί ώστε να αναλαμβάνει τουλάχιστον 75% των οριζόντιων τεμνουσών δυνάμεων που θα αναπτύσσονταν στην ίδια ζώνη, σε παρόμοιο κτίριο χωρίς τη διεύρυνση του κάτω μέρους
- γ. Εάν οι εσοχές δε διατηρούν τη συμμετρία του φορέα, το άθροισμα των εσοχών όλων των ορόφων σε κάθε όψη, δε θα είναι μεγαλύτερο από το 30% της διάστασης της κάτοψης στο ισόγειο επάνω από τη θεμελίωση ή επάνω από την άνω επιφάνεια άκαμπτου υπογείου, και κάθε επιμέρους εσοχή δε θα είναι μεγαλύτερη από το 10% της προηγούμενης διάστασης κάτοψης (Πίνακας 2-2, Σχήμα d).

Πίνακας 2.2. Πρόσθετες συνθήκες κανονικότητας σε όψη (EC8)

Σχήμα	Κριτήριο
<p>a.</p> 	$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0,20$



2.2.3 Μη κανονικότητες προκαλούμενες από τοιχοπληρώσεις

2.2.3.1 Μη κανονικότητες σε κάτοψη

Πρέπει να αποφεύγονται έντονα μη κανονικές, ασύμμετρες ή ανομοιόμορφες διατάξεις τοιχοπληρώσεων σε κάτοψη, λαμβάνοντας υπόψη την έκταση των ανοιγμάτων και οπών στα φαντώματα τοιχοπληρώσεων.

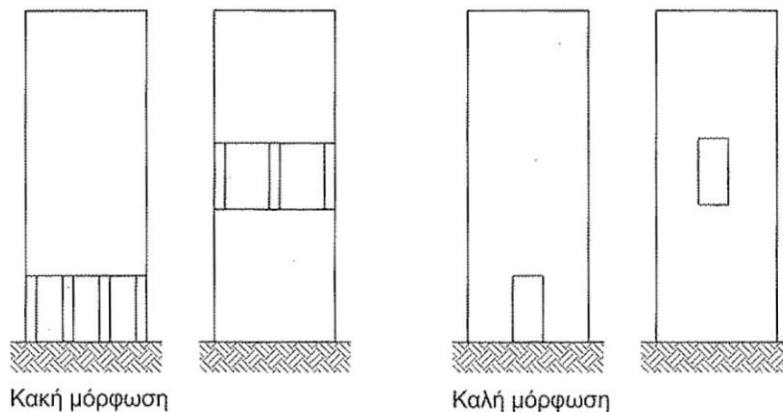
Σε περίπτωση μεγάλων αποκλίσεων από την κανονικότητα σε κάτοψη, λόγω ασύμμετρης διάταξης των τοιχοπληρώσεων (π.χ. ύπαρξη τοιχοπληρώσεων κυρίως κατά μήκος δύο διαδοχικών όψεων του κτιρίου), πρέπει να χρησιμοποιούνται χωρικά προσομοιώματα για την ανάλυση του φορέα. Οι τοιχοπληρώσεις πρέπει να

περιλαμβάνονται στο προσομοίωμα και πρέπει να γίνεται ανάλυση ευαισθησίας του συστήματος, όσον αφορά τη θέση και τις ιδιότητες των τοιχοπληρώσεων (π.χ. αγνοώντας το ένα από τα τρία ή τέσσερα φατνώματα τοιχοπλήρωσης σε ένα επίπεδο πλαίσιο, ειδικά στις πιο εύκαμπτες πλευρές). Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στον έλεγχο των φερόντων στοιχείων στις εύκαμπτες πλευρές της κάτοψης (δηλαδή τις πιο απομακρυσμένες από την πλευρά όπου υπάρχει συγκέντρωση τοιχοπληρώσεων) ώστε να αντιμετωπιστούν επιδράσεις τυχόν στρεπτικής απόκρισης που προκαλείται από τις τοιχοπληρώσεις.

Φατνώματα τοιχοπληρώσεων με σημαντικά ανοίγματα περισσότερα του ενός, ή σπές (π.χ. παράθυρο, θύρα κτλ) πρέπει να αγνοούνται στα προσομοιώματα για αναλύσεις σύμφωνα με την προηγούμενη παράγραφο.

Όταν οι τοιχοπληρώσεις δεν είναι ομαλά κατανεμημένες, αλλά ούτε παρουσιάζουν μεγάλη απόκλιση από την κανονικότητα σε κάτοψη, η μη κανονικότητα αυτή, μπορεί να ληφθεί υπόψη αυξάνοντας τα αποτελέσματα της τυχηματικής εκκεντρότητας, υπολογιζόμενη κατά EC8, με πολλαπλασιασμό επί 2,0.

2.2.3.2 Μη κανονικότητες σε όψη



Σχήμα 2-6. Καλή και κακή μόρφωση στην των τοιχοπληρώσεων καθ' ύψος (Henkel et al., 2010)

Εάν υπάρχουν σημαντικές μη κανονικότητες σε όψη, (π.χ. δραστική μείωση των τοιχοπληρώσεων σε έναν ή περισσότερους ορόφους σε σύγκριση με τους άλλους), τα εντατικά μεγέθη λόγω σεισμικής δράσης στα κατακόρυφα στοιχεία των αντίστοιχων ορόφων, θα πρέπει να λαμβάνονται αυξημένα. Εάν δεν υπάρχει ακριβέστερο

προσομοίωμα, η προσαύξηση αυτή πραγματοποιείται με συντελεστή η , που ορίζεται ως εξής:

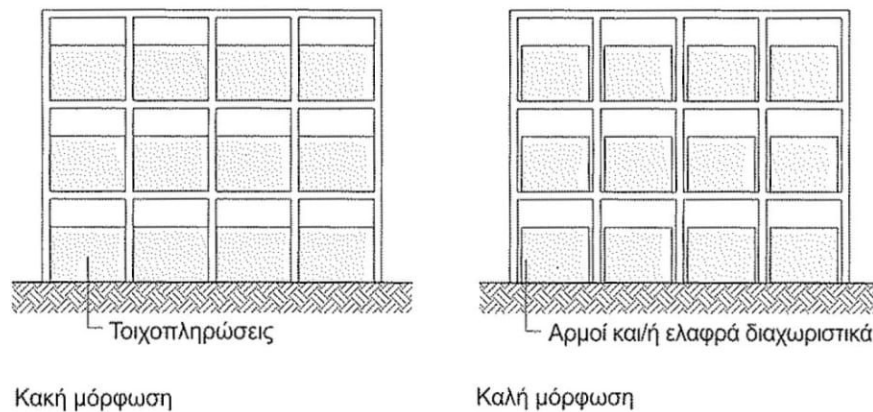
$$\eta = \left(1 + \frac{\Delta V_{Rw}}{\Sigma V_{Ed}}\right) \leq q$$

Όπου,

ΔV_{Rw} είναι η συνολική μείωση της διατμητικής αντοχής των τοιχοπληρώσεων στο συγκεκριμένο όροφο, συ σύγκριση με τον υπερκείμενο όροφο που περιέχει περισσότερες τοιχοπληρώσεις,

ΣV_{Ed} είναι το άθροισμα των σεισμικών τεμνουσών δυνάμεων που δρουν σε όλα τα κατακόρυφα κύρια σεισμικά στοιχεία στο συγκεκριμένο όροφο.

Εάν ο συντελεστής η προκύπτει μικρότερος από 1,1, δεν απαιτείται τροποποίηση των αποτελεσμάτων της σεισμικής δράσης.



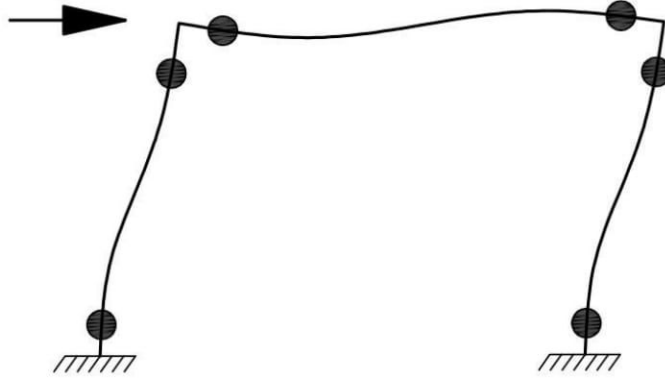
Σχήμα 2-7. Καλή και κακή μόρφωση στην πλήρωση των πλαισίων (Henkel et al., 2010)

2.3 ΘΕΩΡΗΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ - ΟΡΙΣΜΟΙ

2.3.1 Πλαστικές αρθρώσεις

Όταν ένα στοιχείο υφίσταται διαρροή, σε κάποιο τμήμα του, η καμπυλότητα παίρνει μεγάλες τιμές (ανελαστική καμπυλότητα). Το τμήμα αυτό ονομάζεται ανελαστική περιοχή και σε όλο το μήκος του οι εφελκόμενοι χάλυβες βρίσκονται σε κατάσταση διαρροής. Η ανελαστική περιοχή, εφόσον είναι κατάλληλα σχεδιασμένη, έχει τη δυνατότητα να

υφίσταται στροφή (πλαστική στροφή) χωρίς την αύξηση δρώσας ροπής. Για λόγους απλοποίησης, θεωρούμε ότι η ανελαστική περιοχή περιορίζεται σε μία διατομή η οποία συμπεριφέρεται στο υφιστάμενο επίπεδο ροπής ως άρθρωση και για το λόγο αυτό ονομάζεται πλαστική άρθρωση. (Καραγιάννης, 2013)

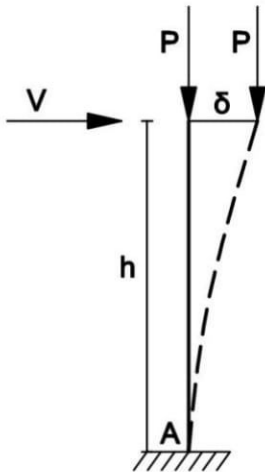


Σχήμα 2-8. Πιθανές θέσεις πλαστικών αρθρώσεων

Επειδή η τιμή της ανελαστικής καμπυλότητας σε όλα τα σημεία (διατομές) της ανελαστικής περιοχής δεν είναι ίδια, γίνεται απλούστευση στον υπολογισμό της πλαστικής στροφής που τελικώς αναπτύσσεται λόγω της ελαστικής καμπυλότητας. Η πραγματική κατανομή καμπυλοτήτων εντός της ανελαστικής περιοχής αντικαθίσταται με γραμμική κατανομή. Η οποία έχει σταθερή τιμή ίση με τη μέγιστη καμπυλότητα της ανελαστικής περιοχής. Οι θέσεις πεπερασμένου μήκους όπου αναμένεται σχηματισμός πλαστικών αρθρώσεων, είναι τα άκρα των δοκών και η κορυφή και βάση των υποστυλωμάτων. (Σχήμα 2-8) (Καραγιάννης, 2013)

2.3.2 Επιρροή 2^{ης} τάξης

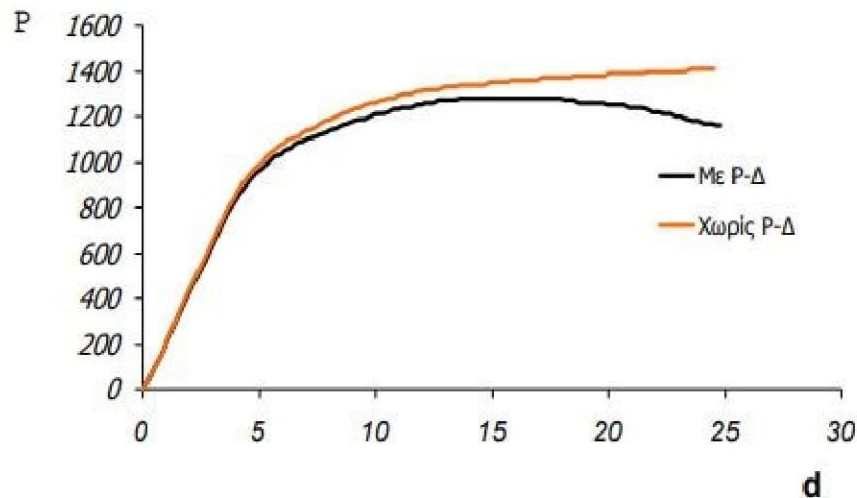
Η στατική 1^{ης} τάξης, μελετά την ισορροπία στον απαραμόρφωτο φορέα μιας κατασκευής, με την παραδοχή ότι οι μετακινήσεις του είναι αρκετά μικρές. Αντιθέτως, στη στατική 2^{ης} τάξης, θεωρούμε ότι ο παραμορφωμένος φορέας δεν ταυτίζεται με τον απαραμόρφωτο και συνεπώς, η ισορροπία ροπών λαμβάνεται στην παραμορφωμένη κατάσταση. (FESPA - LH Λογισμική)



Δεδομένου ότι στην ανελαστική ανάλυση η μετακίνηση της οροφής μπορεί να πάρει αρκετά μεγάλες τιμές, είναι απαραίτητο να συνυπολογίζονται και οι στατικές επιρροές 2^{ης} τάξης. Από το Σχήμα 2-9 μπορούμε να αντιληφθούμε την επιρροή 2^{ης} τάξης, αν σκεφτούμε ότι για τον απαραμόρφωτο φορέα, η ροπή περί το Α ισούται με $M_A^1 = V \times h$, ενώ για τον παραμορφωμένο $M_A^2 = V \times h + P \times \delta$.

Σχήμα 2-9. Επιρροή 2^{ης} τάξης

Η ενσωμάτωση φαινομένων 2^{ης} τάξης λόγω της εμφάνισης πρόσθετων ροπών (Σχήμα 2-9), επιταχύνει την εμφάνιση πλαστικών αρθρώσεων στα μέλη του φορέα, συνεπώς, η αγνόησή τους μπορεί να οδηγήσει σε υπερεκτίμηση της αντοχής του κτιρίου. Στο Σχήμα 2-10, βλέπουμε την επιρροή 2^{ης} τάξης στο σύνολο ενός κτιρίου, συγκρίνοντας τις καμπύλες αντίστασης, με και χωρίς το συνυπολογισμό της. (FESPA - LH Λογισμική)

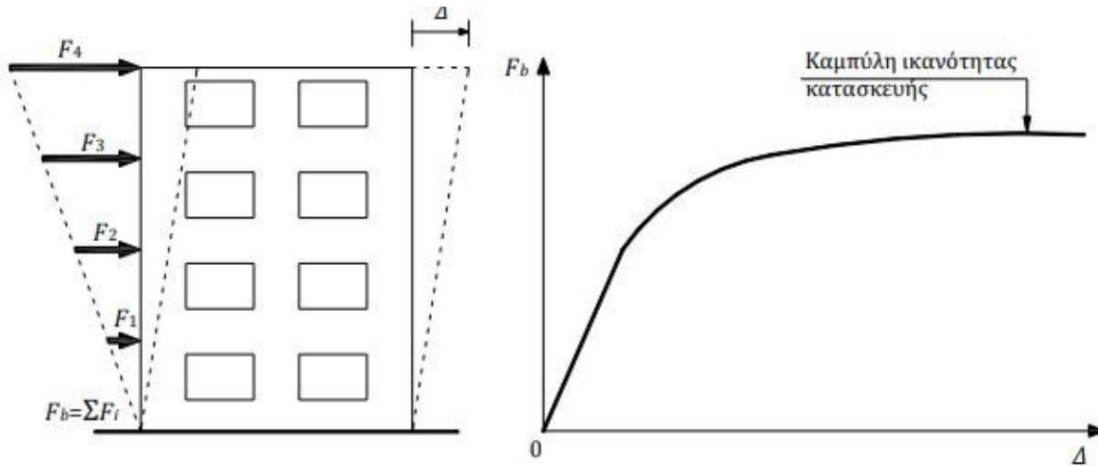


Σχήμα 2-10. Σύγκριση καμπυλών αντίστασης κατασκευής χωρίς και με ενσωμάτωση της επιρροής των φαινομένων 2^{ης} τάξης (FESPA - LH Λογισμική)

2.3.3 Καμπύλη ικανότητας

Η καμπύλη ικανότητας, εκφράζει τη σχέση του επιβαλλόμενου οριζόντιου φορτίου, με την αντίστοιχη μετατόπιση της κορυφής του κτιρίου. Η σχέση αυτή είναι μη γραμμική, (Σχήμα 2-11^δ) και η δημιουργία γίνεται μέσω διαδοχικών αναλύσεων. Κατά τις αναλύσεις αυτές, σταδιακή αύξηση της οριζόντιας φόρτισης κατά τη φορά μιας διεύθυνσης, και

υπολογίζεται η μετακίνηση της οροφής του κτιρίου για κάθε βήμα. Η κατανομή της οριζόντιας φόρτισης, μπορεί να είναι κανονική, τριγωνική, ιδιομορφική (1^η ιδιομορφή) ή και περισσότερο πολύπλοκη με συμμετοχή ανώτερων ιδιομορφών. (Ψυχάρης, 2015)



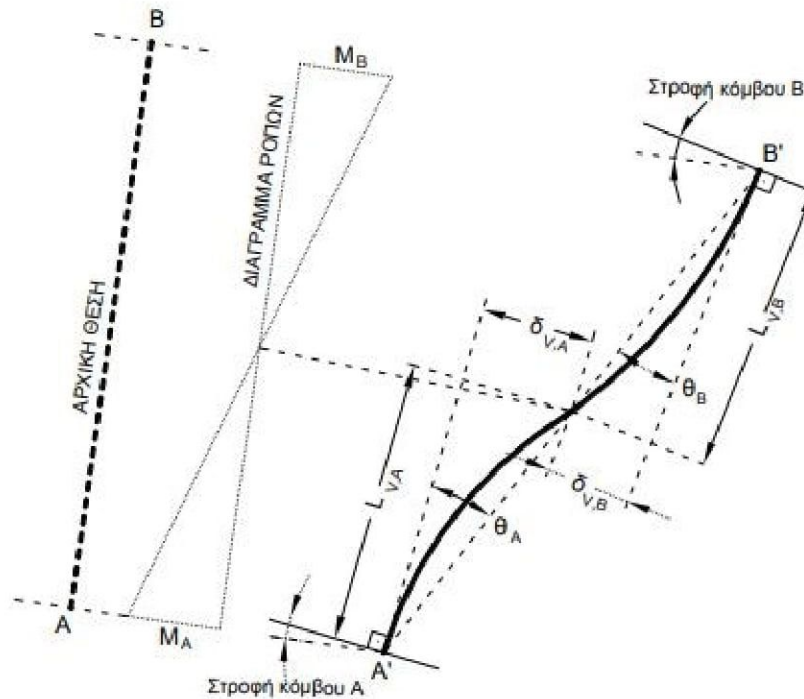
Σχήμα 2-11. Κατασκευή της καμπύλης ικανότητας πολυώροφου κτιρίου (Ψυχάρης, 2015)

Κατά τη διάρκεια της βηματικής φόρτισης, κάποια στοιχεία διαρρέουν και εμφανίζουν μειωμένη δυσκαμψία, η οποία λαμβάνεται υπόψη στο επόμενο βήμα.

2.3.4 Καμπύλη F-δ δομικού στοιχείου ή διατομής

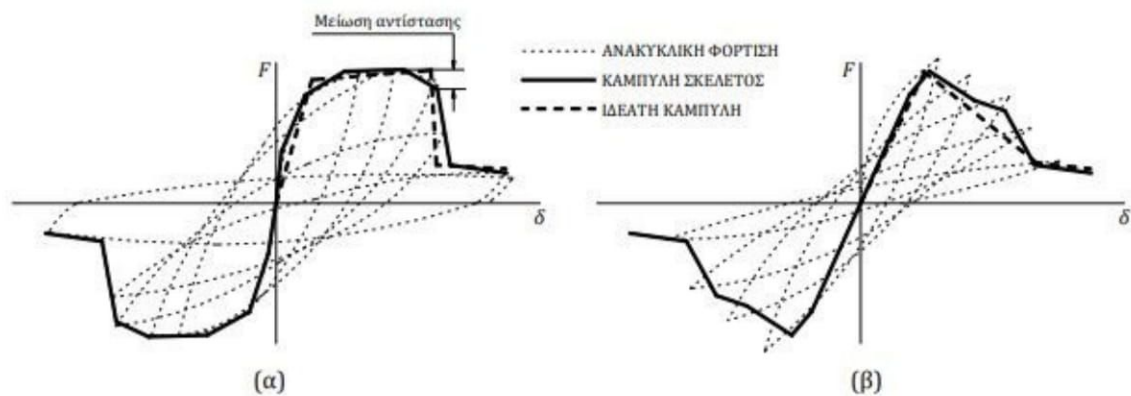
Προκειμένου να ληφθεί υπόψη η μειωμένη δυσκαμψία των στοιχείων στην κατασκευή της καμπύλης ικανότητας, θα πρέπει πρώτα να καθορίζεται η ελαστική συμπεριφορά για καθένα από αυτά. Η ανελαστική συμπεριφορά των στοιχείων, εκφράζεται μέσω διαγραμμάτων που σχετίζουν εντατικά μεγέθη (F), με παραμορφώσεις ή σχετικές μετακινήσεις (δ). Εάν για τον προσδιορισμό της ελαστικής συμπεριφοράς ενός στοιχείου είναι κρίσιμη η κάμψη, τότε κατάλληλα μεγέθη F και δ είναι η ροπή κάμψης M και η καμπυλότητα C , αντίστοιχα. Εάν κρίσιμη είναι η διάτμηση, τότε κατάλληλα μεγέθη F και δ είναι η διατμητική δύναμη V και η διατμητική παραμόρφωση γ αντίστοιχα. (Ψυχάρης, 2015)

Για τα στοιχεία από Ω.Σ., επιλέγεται σαν εντατικό μέγεθος η ροπή κάμψης M , ενώ σαν παραμόρφωσιακό, η γωνία στροφής χορδής θ στα άκρα του στοιχείου. (Σχήμα 2-12)



Σχήμα 2-12. Ορισμός γωνίας στροφής χορδής θ (Ψυχάρης, 2015)

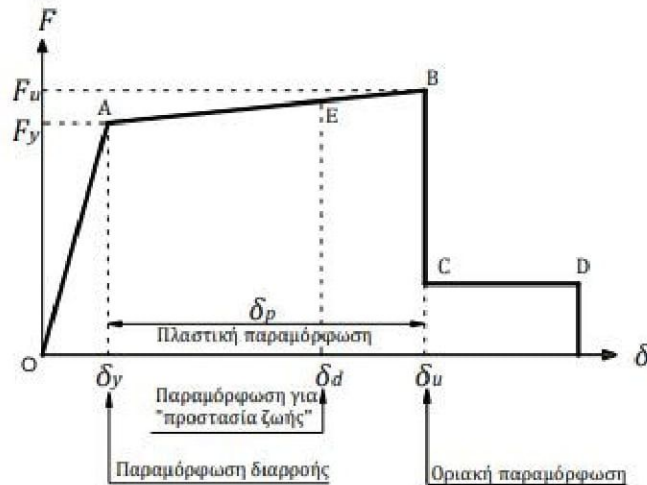
Τα διαγράμματα $F - \delta$ των στοιχείων, έχουν συνήθως ιδεατή πολυγωνική μορφή, η οποία βασίζεται στην περιβάλλουσα της καμπύλης συμπεριφοράς σε ανακυκλική φόρτιση. (Ψυχάρης, 2015)



Σχήμα 2-13. Ενδεικτικές καμπύλες $F - \delta$ δομικών στοιχείων:
(α) καμπτική συμπεριφορά, (β) διατμητική συμπεριφορά.
(Ψυχάρης 2015)

Στο Σχήμα 2-13, φαίνεται η ανελαστική συμπεριφορά και η αντίστοιχη περιβάλλουσα καμπύλη ενός στοιχείου σε που υπόκειται (α), σε καμπτική καταπόνηση και (β), σε διατμητική καταπόνηση αντίστοιχα.. Παρατηρούμε ότι στην πρώτη περίπτωση

έχουμε πλάστιμη συμπεριφορά στο στοιχείο, αφού υπάρχει ικανοποιητικός οριζόντιος κλάδος, ενώ στη δεύτερη περίπτωση ψαθυρή συμπεριφορά, αφού μετά τη διαρροή έχουμε απότομη πτώση αντοχής και καθόλου πλαστιμότητα. Συνήθως, χάριν απλούστευσης, η γενική μορφή του διαγράμματος $F - \delta$ λαμβάνεται με την ιδεατή μορφή που φαίνεται στο Σχήμα 2-14. Τα χαρακτηριστικά σημεία της ιδεατής καμπύλης, υπολογίζονται σύμφωνα με τις διατάξεις των εκάστοτε κανονισμών. (Ψυχάρης, 2015)



Σχήμα 2-14. . Ιδεατή καμπύλη $F-\delta$ δομικών στοιχείων (Ψυχάρης 2015)

2.3.5 Στάθμες επιτελεστικότητας

Σύμφωνα με τη σπουδαιότητά, το κόστος κατασκευής αλλά και τον επιθυμητό βαθμό ασφαλείας της, μία κατασκευή σχεδιάζεται έτσι ώστε να έχει κάποια ελάχιστη αντοχή ή αλλιώς ένα μέγιστο βαθμό βλαβών κατά το σεισμό. Ο μέγιστος επιθυμητός βαθμός βλαβών, ονομάζεται στάθμη επιτελεστικότητας. Οι στάθμες επιτελεστικότητας αφορούν την διατήρηση της λειτουργικότητας, την ελαχιστοποίηση των βλαβών και την αποφυγή απώλειας ανθρώπινων ζωών. Η εκτίμηση των πιθανών και ενδεχόμενων βλαβών γίνεται στο πλαίσιο μιας προσπάθειας για να βελτιστοποιηθεί η σχέση μεταξύ του επιδιωκόμενου βαθμού προστασίας και του συνεπαγόμενου οικονομικού κόστους. (Reparis, 2007)

Για την εξυπηρέτηση ευρύτερων κοινωνικών - οικονομικών αναγκών, θεσπίζονται από τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. [2017], τρεις στάθμες επιτελεστικότητας» υπό δεδομένους αντίστοιχους σεισμούς σχεδιασμού. Οι στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού του φέροντος οργανισμού (Πίνακας 2.3), αποτελούν συνδυασμούς αφενός μιας στάθμης

επιτελεστικότητα και αφετέρου μιας σεισμικής δράσης, με δεδομένη «ανεκτή πιθανότητα υπέρβασης κατά τη διάρκεια ζωής του κτιρίου» (σεισμός σχεδιασμού). Ο όρος «φέρων οργανισμός» χρησιμοποιείται εδώ με την κλασική του έννοια και αντιστοιχεί στο σύστημα ανάληψης κατακόρυφων φορτίων. Οι στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού δεν είναι κατ' ανάγκη ίδιοι. Οι στόχοι ανασχεδιασμού ενδέχεται να είναι υψηλότεροι από τους στόχους αποτίμησης.

Πίνακας 2.3. Στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού Φέροντος οργανισμού [KAN.ΕΠΕ, 2017]

Πιθανότητα υπέρβασης σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών	Στάθμη επιτελεστικότητας φέροντος οργανισμού		
	Περιορισμένες βλάβες	Σημαντικές βλάβες	Οιονεί κατάρρευση
10%	A1	B1	Γ1
50%	A2	B2	Γ2

Η υιοθέτηση στόχου αποτίμησης ή ανασχεδιασμού με πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης 50% οδηγεί εν γένει σε πιο συχνές πιο εκτεταμένες και πιο έντονες βλάβες έναντι ενός αντίστοιχου στόχου με πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης 10%. Η πιθανότητα υπέρβασης 50% σε 50 χρόνια αντιστοιχεί σε μέση περίοδο επαναφοράς 72 χρόνια ενώ η πιθανότητα υπέρβασης 10% σε 50 χρόνια αντιστοιχεί σε μέση περίοδο επαναφοράς 474 χρόνια. (KAN.ΕΠΕ, 2017)

Γενικότερα, η πιθανότητα υπέρβασης (P) σε (T) χρόνια, συνδέεται με τη μέση περίοδο επαναφοράς (X) με τη σχέση:

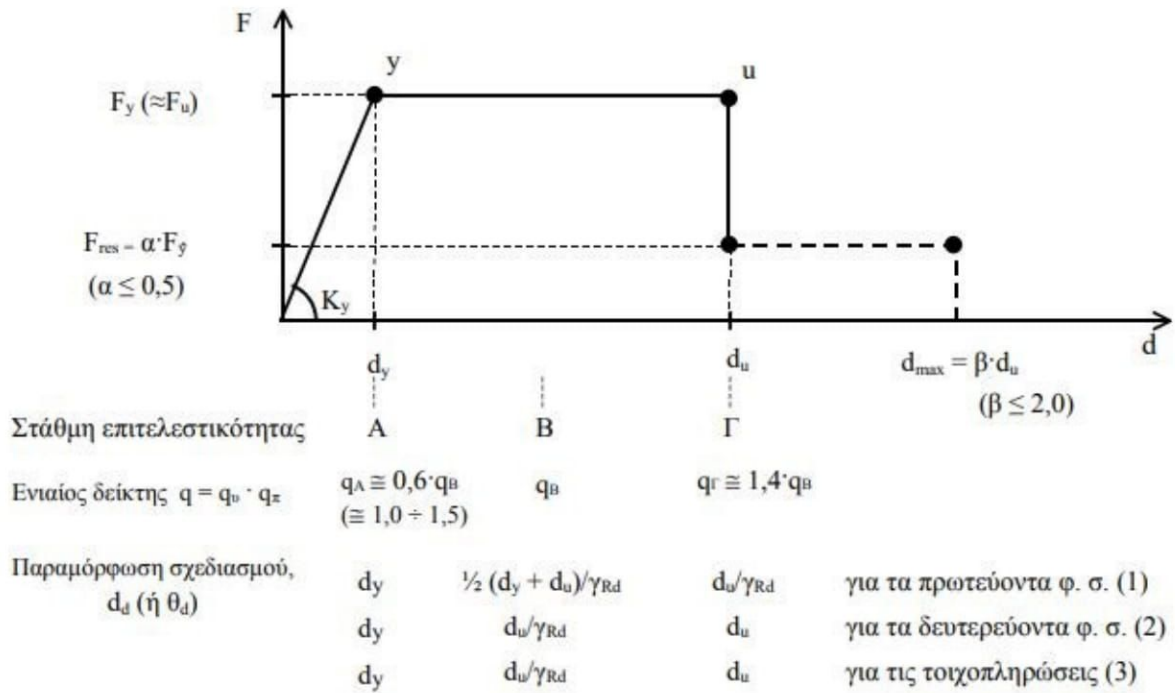
$$P = 1 - e^{-T/X}$$

Οι στάθμες επιτελεστικότητας ορίζονται ως εξής:

- «Άμεση χρήση μετά το σεισμό» - Περιορισμένες βλάβες (Damage Limitation - DL). Είναι μια κατάσταση κατά την οποία καμιά λειτουργία του κτιρίου δεν διακόπτεται κατά τη διάρκεια και μετά τον σεισμό, εκτός ενδεχομένως από δευτερεύουσας σημασίας λειτουργίες. Οφέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί μόνο ελαφριές βλάβες (αραιές τριχοειδείς καμπτικές ρωγμές, χωρίς ευδιάκριτες μόνιμες μετακινήσεις υποστυλωμάτων ή τοιχωμάτων), με τα δομικά στοιχεία να μην έχουν διαρρεύσει σε σημαντικόν βαθμό και να διατηρούν την αντοχή και δυσκαμψία τους. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι αμελητέες. Τα μη φέροντα

στοιχεία του κτιρίου, όπως για παράδειγμα τα διαχωριστικά και οι τοιχοπληρώσεις, μπορεί να παρουσιάζουν κατανεμημένη ρηγματώση, χωρίς ουσιώδεις πτώσεις τεμαχίων επιχρίσματος. (KAN.ΕΠΕ, 2017)

- «Προστασία ζωής» - Σημαντικές βλάβες (Severe Damage - SD). είναι μια κατάσταση όπου κατά τον σεισμό δεν αναμένεται να προκληθεί σοβαρός τραυματισμός ατόμων λόγω βλαβών ή πτώσης στοιχείων του μη φέροντος οργανισμού. Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί σημαντικές και εκτεταμένες αλλά επισκευάσιμες βλάβες (καμπτικές και διατμητικές ρωγμές, περιορισμένες απολεπίσεις σκυροδέματος, τοπικοί λυγισμοί διαμήκων ράβδων οπλισμού και άνοιγμα ορισμένων αγκίστρων συνδετήρων σε λίγα υποστυλώματα ή τοιχώματα, μικρές γενικώς μόνιμες μετακινήσεις), 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. Τα μη φέροντα στοιχεία έχουν υποστεί βλάβες, όπως ενδεικτικώς πυκνές ρηγματώσεις και τοπικές πτώσεις τεμαχίων επιχρίσματος και τμημάτων τοιχοποιίας, χωρίς σημαντικές εκτός επιπέδου αστοχίες. (KAN.ΕΠΕ, 2017)
- «Οιονεί κατάρρευση» (Near Collapse - NC). Είναι μια κατάσταση όπου κατά τον σεισμό δεν αποκλείονται ακόμη και σοβαροί τραυματισμοί ατόμων λόγω βλαβών ή πτώσης στοιχείων του μη φέροντος οργανισμού. Ο φέρων οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί εκτεταμένες και σοβαρές ή βαριές (μήμεπισκευάσιμες 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. Τα περισσότερα μη φέροντα στοιχεία έχουν καταρρεύσει ή παρουσιάζονται εκτεταμένες αποδιοργανώσεις και καταπτώσεις μεγάλων τεμαχίων τοίχων ή ολόκληρων φατνωμάτων. (KAN.ΕΠΕ, 2017)



Σχήμα 2-15. Σκελετικό διάγραμμα συμπεριφοράς για τα επιμέρους δομικά στοιχεία, ή το σύνολο του δομήματος (KAN. ΕΠΕ. 2017)

Μία υφιστάμενη κατασκευή, ανάλογα με τη σπουδαιότητα της, παρουσιάζει διαφορετικούς στόχους αποτίμησης ή ανασχεδιασμού για διάφορες στάθμες επιτελεστικότητας. Στον Πίνακα 2.4, παρουσιάζονται οι ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού υφισταμένων κτιρίων, ανάλογα με την κατηγορία σπουδαιότητας του κτιρίου:

Πίνακας 2.4. Ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού υφισταμένων κτιρίων [KAN.ΕΠΕ, 2017]

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Στόχοι
I	Γ2
II	Γ1
III	B1
IV	B1 & A2

Σε κάθε περίπτωση πρέπει να θεωρηθεί ότι ισχύει: $A1 > A2$, $B1 > B2$, $\Gamma1 > \Gamma2$, $A1 > B1 > \Gamma1$ και $A2 > B2 > \Gamma2$

Στάθμες Σεισμικής Συμπεριφοράς

Στάθμες Αντισεισμικού Σχεδιασμού	Στάθμες Σεισμικής Συμπεριφοράς			
	άμεση λήψη χρήση	περιορισμός βλαβών	προστασία ζώνης	αποφυγή κατάρρευσης
συχνοί σεισμοί (43 χρόνια)			μη αποδεκτή συμπεριφορά (για νέα κτίρια)	
περιστασιακοί σεισμοί (72 χρόνια)		Συμπεριφορά συνήθων κτιρίων		
σπάνιοι σεισμοί (475 χρόνια)		Συμπεριφορά σημαντικών κτιρίων		
πολύ σπάνιοι σεισμοί (970 χρόνια)		Συμπεριφορά πολύ σημαντικών κτιρίων		

Σχήμα 2-16. Πίνακας σεισμικού σχεδιασμού με στάθμες επιλεκτικότητας κατά SEAOC [1995]

2.3.6 Στοχευόμενη μετατόπιση – Μέθοδος N2

2.3.6.1 Μετατροπή του πολυβάθμιου συστήματος σε ισοδύναμο μονοβάθμιο

Η μέθοδος προσδιορισμού μετατόπισης N2 (nonlinear – 2 models), όπως περιγράφεται στον EC8-1 παρ Β, αναφέρεται σε δύο ισοδύναμα μεταξύ τους μοντέλα, ένα μονοβάθμιο και ένα πολυβάθμιο. Στην μέθοδο αυτή, η σεισμική απαίτηση καθορίζεται από το φάσμα απόκρισης, οπότε, η κατασκευή πρέπει να προσομοιωθεί με ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Η κατανομή των φορτίων στο επίπεδο του κέντρου βάρους των ορόφων γίνεται με βάση την κατανομή των αδρανειακών του χαρακτηριστικών σύμφωνα με την παρακάτω εξίσωση:

$$F_i = V \frac{m_i \varphi_i}{\sum_{j=1}^N m_j \varphi_j}$$

όπου i, j οι στάθμες της κατασκευής, V η τέμνουσα βάσης, φ_i οι ιδιομορφικές μετατοπίσεις του διαφράγματος i και m_i οι αντίστοιχες μάζες. Οι συντελεστές φ_i υποδεικνύουν την κατανομή των μετακινήσεων στους ορόφους. (FESPA - LH Λογισμική)

Δεδομένου ότι η κατανομή της φόρτισης γίνεται με την παραπάνω εξίσωση, ο μετασχηματισμός όλων των ποσοτήτων γίνεται με την εξίσωση:

$$Q = \Gamma Q^*$$

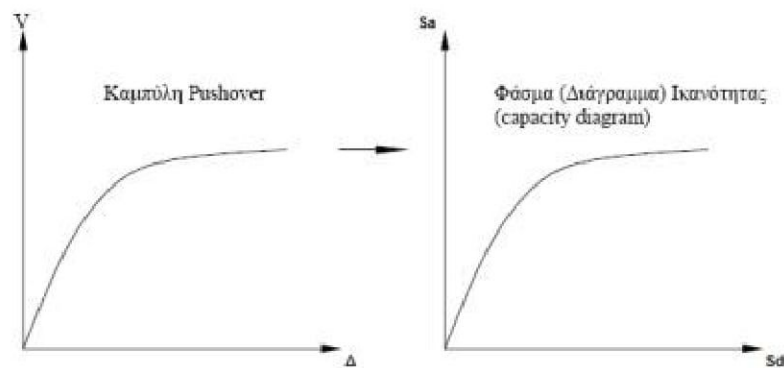
Όπου,

- Q^* αντιπροσωπεύει τις ποσότητες στο ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα
 Q αντιπροσωπεύει την αντίστοιχη ποσότητα στο πολυβάθμιο σύστημα
 Γ ονομάζεται συντελεστής συμμετοχής δεσπόζουσας ιδιομορφής και ορίζεται ως:

$$\Gamma = \frac{\sum m_i \varphi_i}{\sum m_i \varphi_i^2} \quad [\text{EC8-1 (B.3)}]$$

Όπου $\sum m_i \varphi_i$ ισούται με τη μάζα του ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος m^* [EC8-1 (B.2)].

Εφόσον χρησιμοποιείται ο ίδιος μετασχηματισμός για δυνάμεις και μετακινήσεις, η αρχική δυσκαμψία του ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος παραμένει ίση με του πολυβάθμιου. Η σχέση δύναμης – μετατόπισης ($V - Dt$) του πολυβάθμιου συστήματος ισχύει και για το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα ($F^* - D^*$), διαιρώντας την δύναμη και την μετακίνηση με τον συντελεστή Γ .



Σχήμα 2-17. Μετατροπή της καμπύλης αντίστασης του πολυβάθμιου συστήματος σε φάσμα ικανότητας του μονοβάθμιου ισοδύναμου συστήματος (FESPA - LH Λογισμική)

Για να είναι δυνατή η αντιπαραβολή της ικανότητας της κατασκευής με τη σεισμική απαίτηση ώστε να είναι εφικτός ο σχεδιασμός τους στο ίδιο διάγραμμα, η καμπύλη

Pushover του μονοβάθμιου μετατρέπεται σε φάσμα ικανότητας (ADRS). Η μετατροπή γίνεται με βάση τις παρακάτω σχέσεις (FESPA - LH Λογισμική):

$$S_a = \frac{V}{\alpha \cdot m_{tot}}$$

$$S_d = \frac{d}{\Gamma \cdot \varphi_{tot}}$$

Όπου,

V είναι η τέμνουσα βάσης του πολυβάθμιου συστήματος

m_{tot} είναι η συνολική μάζα του πολυβάθμιου συστήματος

φ_{top} είναι η κανονικοποιημένη ιδιομορφική μετακίνηση κορυφής. (Συνήθως ισούται με τη μονάδα)

α είναι το ποσοστό συνολικής μάζας που συμμετέχει στη δυναμική απόκριση της κατασκευής για την αναμενόμενη ιδιομορφή της παραμόρφωσης

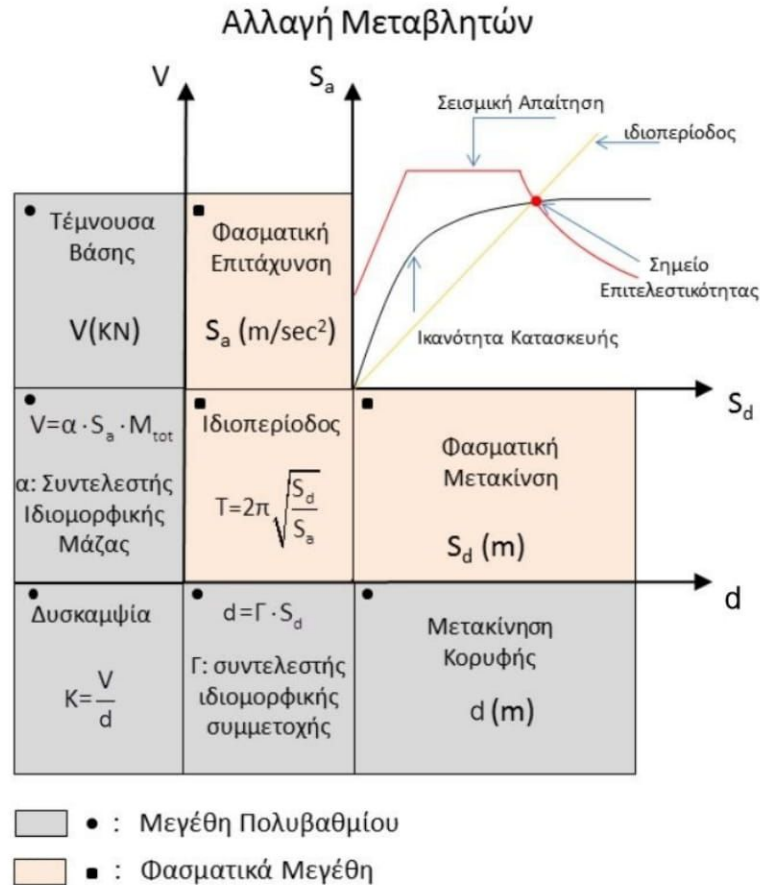
$$\alpha = \frac{\Gamma \sum m_i \varphi_i}{m_{tot}} = \Gamma \frac{m^*}{m_{tot}}$$

d είναι η μετακίνηση οροφής του πολυβάθμιου συστήματος.

Οι παραπάνω σχέσεις, μπορούν να μετατραπούν σε όρους δύναμης-μετακίνησης του αντίστοιχου μονοβάθμιου συστήματος, όπως αναγράφονται στο Παράρτημα Β του EC8-1, ως εξής:

$$F^* = \frac{V}{\Gamma} = S_a \cdot m^* \quad [\text{EC8-1 (B.4)}]$$

$$d^* = \frac{d}{\Gamma} = S_d \quad [\text{EC8-1 (B.5)}]$$



Σχήμα 2-18. Μετατροπή μεγεθών από το πολυβάθμιο σύστημα, για τη δημιουργία του διαγράμματος ADRS (FESPA - LH Λογισμική)

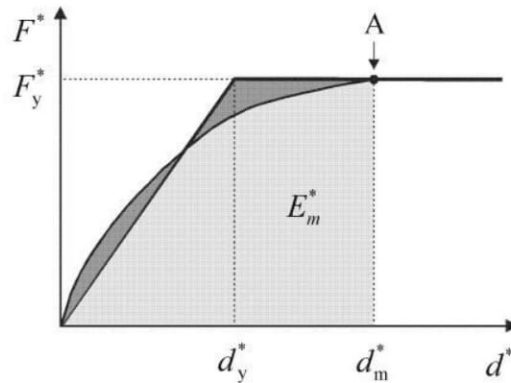
2.3.6.2 Προσδιορισμός ιδεατής πλήρως ελαστικοποιημένης σχέσης δύναμης – μετακίνησης. (Ιδεατό διγραμμικό φάσμα)

Το ιδεατό διγραμμικό διάγραμμα αποτελείται από ένα ελαστικό και ένα οριζόντιο μετελαστικό κλάδο, χωρίς να υπάρχει περιοχή κράτυνσης. Η αρχική δυσκαμψία του ιδεατού συστήματος (κλίση ελαστικού κλάδου) καθορίζεται με τέτοιο τρόπο ώστε οι επιφάνειες κάτω από την πραγματική και ιδεατή καμπύλη δύναμης – μετακίνησης να είναι ίσες (Σχήμα 2-19). Με βάση την παραπάνω υπόθεση, η μετακίνηση διαρροής d_y^* του ιδεατού συστήματος, δίνεται από τη σχέση:

$$d_y^* = 2(d_m^* - \frac{E_m^*}{F_y^*}) \quad [\text{EC8-1 (B.6)}]$$

Όπου E_m^* , είναι η πραγματική ενέργεια παραμόρφωσης έως τη δημιουργία του πλαστικού μηχανισμού A .

Η δύναμη διαρροής F_y^* , που εκφράζει την οριακή αντοχή του ιδεατού συστήματος, ισούται με την τέμνουσα δύναμη βάσεως στη δημιουργία του πλαστικού μηχανισμού.



Σχήμα 2-19. Προσδιορισμός ιδεατής πλήρως ελαστοπλαστικής σχέσης δύναμης – μετακίνησης (EC8-1)

Η ιδιοπερίοδος του ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος σύμφωνα με τις προηγούμενες σχέσεις, δίνεται από τη σχέση: [EC8-1 (B.7)]:

$$T^* = 2\pi \sqrt{\frac{m^* d_y^*}{F_y^*}} \quad [\text{EC8-1 (B.7)}]$$

2.3.6.3 Υπολογισμός της ανελαστικής μετακίνησης του ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος

Μετά τον υπολογισμό της ιδιοπερίοδου του μονοβάθμιου ισοδύναμου συστήματος, είναι δυνατός ο υπολογισμός ελαστικής στοχευόμενης μετακίνησης σύμφωνα με τη σχέση [EC8-1 (B.8)]:

$$d_{et}^* = S_e(T^*) \left[\frac{T^*}{2\pi} \right]^2 \quad [\text{EC8-1 (B.8)}]$$

Όπου $S_e(T^*)$, η ελαστική φασματική επιτάχυνση στην περίοδο T^*

Για τον καθορισμό της στοχευόμενης μετακίνησης d_t^* του μονοβάθμιου συστήματος, πρέπει να χρησιμοποιούνται διαφορετικές σχέσεις για φορείς με μικρές και μεσαίες ιδιοπερίοδους. Η περίοδος διαχωρισμού μεγάλων και μεσαίων ιδιοπεριόδων είναι η περίοδος T_c :

α. $T^* < T_c$ (μικρές ιδιοπερίοδοι κατασκευών):

- Εάν $F_y^*/m^* \geq S_e(T^*)$, η απόκριση είναι ελαστική και συνεπώς

$$d_t^* = d_{et}^* \quad [\text{EC8-1 (B.9)}]$$

- Εάν $F_y^*/m^* < S_e(T^*)$, η απόκριση είναι μη γραμμική και

$$d_t^* = \frac{d_{et}^*}{q_u} \left(1 + (q_u - 1) \frac{T_c}{T^*} \right) \geq d_{et}^* \quad [\text{EC8-1 (B.10)}]$$

$$q_u = \frac{S_e(T^*)m^*}{F_y^*} \quad [\text{EC8-1 (B.11)}]$$

- β. $T^* \geq T_c$ (μεσαίες και μεγάλες ιδιοπερίοδοι κατασκευών) όπου θεωρείται ότι ισχύει η παραδοχή ίσων μετακινήσεων και συνεπώς:

$$d_t^* = d_{et}^* \quad [\text{EC8-1 (B.12)}]$$

Τελικά η ανελαστική στοχευόμενη μετακίνηση του πολυβάθμιου συστήματος δίνεται από τη σχέση:

$$d_t = \Gamma d_t^* \quad [\text{EC8-1 (B.13)}]$$

2.3.6.4 Υπολογισμός δείκτη πλαστιμότητας μ_d και συμπεριφοράς q_u

Για το μονοβάθμιο σύστημα, οι δείκτες πλαστιμότητας και συμπεριφοράς υπολογίζονται ως εξής:

$$\mu_d = \frac{d_{max}^*}{d_y^*}$$

$$q_u = \frac{F_{el}^*}{F_y^*}$$

Όπου,

d_{max}^* είναι η μετατόπιση του συστήματος

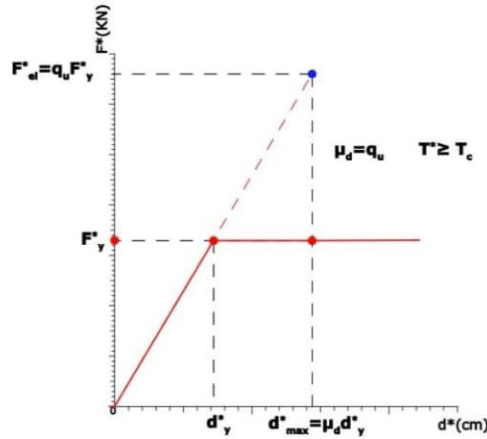
d_y^* είναι η μετατόπιση διαρροής του συστήματος

F_{el}^* είναι η μέγιστη δύναμη που μπορεί να παραλάβει το μονοβάθμιο σύστημα, εάν αποκρινόταν στο σεισμό ελαστικά

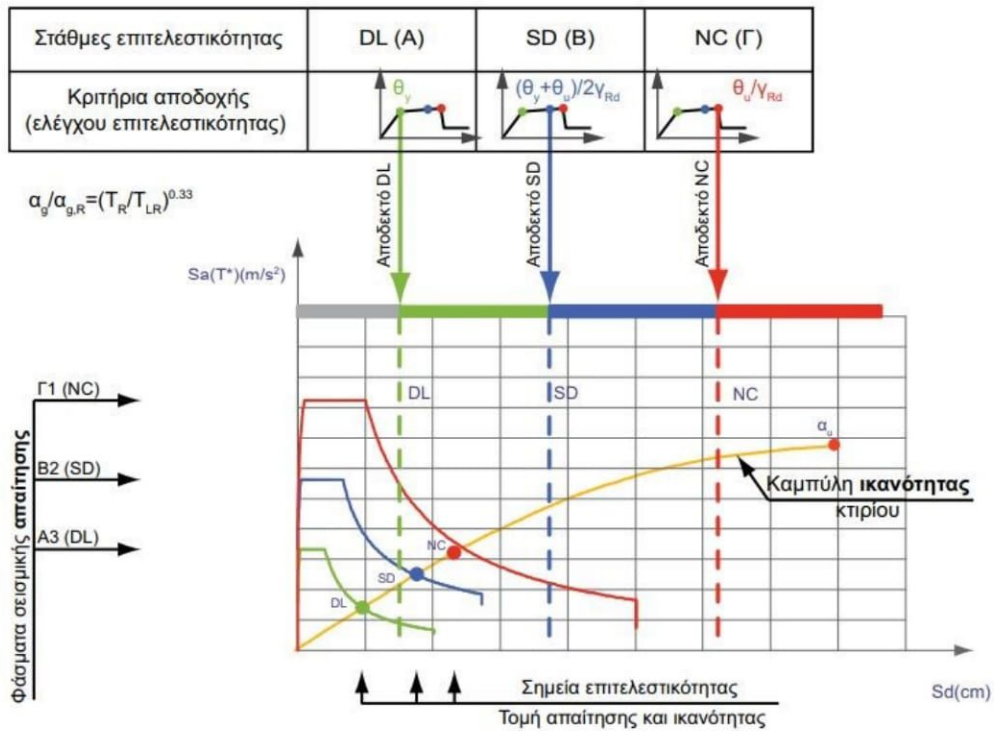
Καθώς στις μεγάλες περιόδους $T^* > T_c$ ισχύει η θεώρηση ίσων μετακινήσεων (Σχήμα 2-20), ελαστικές και ανελαστικές κατασκευές, αποκρίνονται με την ίδια μετατόπιση και ισχύει:

$$\mu_d = q_u \quad T^* \geq T_c$$

$$\mu_d = 1 + (q_u - 1) \frac{T_c}{T^*} \quad T^* < T_c$$



Σχήμα 2-20. Ισοδυναμία των δεικτών πλαστιμότητας και συμπεριφοράς με θεώρηση ίσων μετακινήσεων (FESPA - LH Λογισμική)



Σχήμα 2-21. Διάγραμμα απαίτησης - ικανότητας ADRS και στάθμες επιτελεστικότητας (FESPA - LH Λογισμική)

Κεφάλαιο 3

ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΠΟ ΕΞΕΤΑΣΗ ΚΤΙΡΙΩΝ

3.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Για την ανάλυση, διαστασιολόγηση και αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας των κτιρίων που εξετάστηκαν, χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Fespa, το οποίο μας παραχωρήθηκε δωρεά από την εταιρία «LH Λογισμική». Στις επόμενες δύο παραγράφους, παρουσιάζονται οι παραδοχές για τη μελέτη διαστασιολόγησης και αποτίμησης Φ.Ι. και αναφέρονται σε όλα τα κτίρια που εξετάστηκαν. Στη συνέχεια αναφέρονται αναλυτικά και οι τύποι, όσον αναφορά τη γεωμετρία και τις ακανονικότητες, των κτιρίων αυτών.

3.1.1 Παραδοχές μελέτης διαστασιολόγησης

- Υλικά
 - Σκυρόδεμα C25/30 (γ_c : 1,50)
 - Χάλυβας Οπλισμού B500c (γ_s : 1,15)
 - Κατηγορία Έκθεσης XC3
- Μόνιμα Φορτία (γ_G : 1,35)
 - Ειδικό βάρος σκυροδέματος 25,0 kN/m³
 - Ειδικό βάρος χάλυβα 78,5 kN/m³
 - Μπατική πλινθοδομή 3,60 kN/m²
 - Επικάλυψη δαπέδων 1,50 kN/m³
 - Επικάλυψη δώματος 2,50 kN/m³
- Μεταβλητά Φορτία (γ_Q : 1,50)
 - Δαπέδων 3,50 kN/m³

- Οροφής (βατό δώμα) $3,50 \text{ kN/m}^3$
- Στοιχεία Αντισεισμικού Σχεδιασμού
 - Κατηγορία πλαστιμότητας Μέση (ΚΠΜ)
 - Σεισμική ζώνη Z1 ($a_{gR} = 0,016$)
 - Σπουδαιότητα II ($\gamma_I = 1,00$)
 - Κατακόρυφη συνιστώσα Όχι
 - Εδαφικός τύπος B ($S = 1,20$)
 - Ιδιοπερίοδοι $T_B = 0,15, T_C = 0,50, T_D = 2,50$
 - Συντελεστής απόσβεσης $\xi = 5,00\%$
 - Συντελεστής Τοπογραφίας $S_T = 1,00$
- Συντελεστής συμπεριφοράς
 - Οριζόντια $q_X = 3,90, q_Y = 3,90$
 - Κατακόρυφα $q_V = 1,50$
 - Στατικό σύστημα Πλαισιωτό πολυώροφο (πολλά ανοίγματα) κατά X, Y
 - Λόγος υπεραντοχής $\alpha_u/\alpha_1 = 1,30$ (κατά X, Y)
 - Αντισεισμική ανάλυση Δυναμική με μετακίνηση μαζών
 - Ικανοτικός σχεδιασμός σε κάμψη Ναι

3.1.2 Παραδοχές μελέτης αποτίμησης Φέρουσας Ικανότητας

- Μόνιμα Φορτία Όμοια με τη διαστασιολόγηση
- Μεταβλητά Φορτία Όμοια με τη διαστασιολόγηση
- Παράμετροι Φάσματος
 - Σεισμική ζώνη Z1 ($a_{gR} = 0,016$)
 - Σπουδαιότητα II ($\gamma_I = 1,00$)
 - Κατακόρυφη συνιστώσα Όχι
 - Εδαφικός τύπος B ($S = 1,20$)
 - Ιδιοπερίοδοι $T_B = 0,15, T_C = 0,50, T_D = 2,50$
 - Συντελεστής απόσβεσης $\xi = 5,00\%$
 - Συντελεστής Τοπογραφίας $S_T = 1,00$
- Μη Γραμμική Ανάλυση – Pushover
 - Κατανομή φόρτισης Ομοιόμορφη & Ιδιομορφική

- Τυχηματική εκκεντρότητα Όχι
- Στάθμες Επιτελεστικότητας
 - Περιορισμός βλαβών DL $P_{DLR} = 50,0\%$, $\gamma_{I\alpha_{gR}} = 0,085$
 - Σημαντικές βλάβες SD $P_{SDR} = 10,0\%$, $\gamma_{I\alpha_{gR}} = 0,160$
 - Οιονεί κατάρρευση NC $P_{NCR} = 5,0\%$, $\gamma_{I\alpha_{gR}} = 0,203$
- Υφιστάμενα Υλικά
 - Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων KL3 – Υψηλή
 - Μέση αντοχή σκυροδέματος $f_{c,m} = 33,00 \text{ MPa}$
 - Συντ. $CF_C = 1,10$, $\gamma'_c = 1,35$
 - Μέση αντοχή χάλυβα $f_{y,m} = 575,0 \text{ MPa}$
 - Συντ. $CF_S = 1,10$, $\gamma'_c = 1,05$

3.1.3 Υφιστάμενες Τοιχοπληρώσεις

- Χαρακτηριστική Αντοχή $f_{wck,e} = 1,60 \text{ MPa}$
- Παραμόρφωση Διαρροής $\varepsilon_{y,e} = 0,100 \%$
- Οριακή Παραμόρφωση $\varepsilon_{u,e} = 0,250 \%$
- Συντ. γ_{Rd} στην στάθμη SD $\gamma_{Rd} = 1,300$
- Συντ. παραμόρφωσης πλήρους απώλειας αντίστασης $\beta_e = 1,500$
- Στάθμη αξιοπιστίας δεδομένων KL2 – Ικανοποιητική
- Συντ. ασφαλείας $\gamma_{m,e} = 2,000 \%$

3.1.4 Γεωμετρία κτιρίων

3.1.4.1 Κανονικά κτίρια

Πρόκειται για κτίρια (K), κανονικά σε κάτοψη και όψη. Κάθε κάτοψη αποτελείται από δώδεκα τετραγωνικά φατνώματα (4×3), πλάτους B , ενώ καθ' ύψος έχουμε σταθερό ύψος ορόφων $3,00\text{m}$, και αριθμό ορόφων S . Τα υποστυλώματα είναι τετραγωνικά με σταθερή διατομή καθ' ύψος (Πίνακας 3.1), και ποσοστό διαμήκους οπλισμού περίπου 1-2% (Πίνακας 3.2). Οι δοκοί είναι ορθογωνικής διατομής, με σταθερές διαστάσεις $0,25 \times 0,60\text{m}$. Οι πλάκες έχουν πάχος $0,15\text{m}$ (εξάιρεση αποτελούν τα κτίρια με μήκος ανοίγματος $7,50\text{m}$ τα οποία έχουν πλάκες πάχους $0,17\text{m}$).

Συνολικά διαστασιολογήθηκαν 28 κανονικά κτίρια και μελετήθηκαν χωρίς τοιχοπλήρωση και με εξωτερική τοιχοπλήρωση σε όλο το ύψος.

Πίνακας 3.1. Διαστάσεις υποστυλωμάτων (cm)

		Αριθμός Ορόφων (S)						
		02	04	06	08	10	12	14
Ανοίγμα (B)	3,0	40	45	45	45	45	45	45
	4,5	35	45	45	45	45	45	50
	6,0	40	50	50	55	55	55	55
	7,5	50	55	55	60	65	65	70

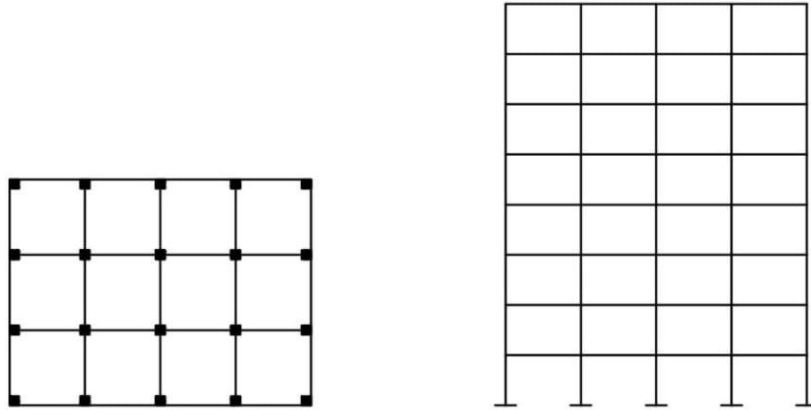
Πίνακας 3.2. Ποσοστό διαμήκη οπλισμού υποστυλωμάτων (%)

		Αριθμός Ορόφων (S)						
		02	04	06	08	10	12	14
Ανοίγμα (B)	3,0	1,06	1,30	1,18	1,17	1,16	1,14	1,17
	4,5	1,16	1,14	1,17	1,12	1,21	1,34	1,03
	6,0	1,01	1,06	1,14	1,01	1,05	1,10	1,19
	7,5	1,01	1,55	1,27	1,30	1,05	1,14	1,08

Πίνακας 3.3. Σήμανση τύπων κτιρίων

Σύμβολο	Κτίριο - Παράμετροι
K	Τύπος κτιρίου
	K01: Χωρίς τοιχοπλήρωση (γυμνό) K02: Με εξωτερική τοιχοπλήρωση σε όλο το ύψος
S	Αριθμός Ορόφων
	S02 S04 S06 S08 S10 S12 S14
B	Μήκος ανοίγματος μεταξύ υποστυλωμάτων
	B30: 3,0m B45: 4,5m B60: 6,0m B75: 7,5m

Παράδειγμα: Όταν αναφερόμαστε σε κτίριο K01_S08_B45, θα πρόκειται για κτίριο χωρίς τοιχοπλήρωση (K01), ύψους 8 ορόφων (S08) και μήκους ανοίγματος 4,5m (B45) (Σχήμα 3-1).

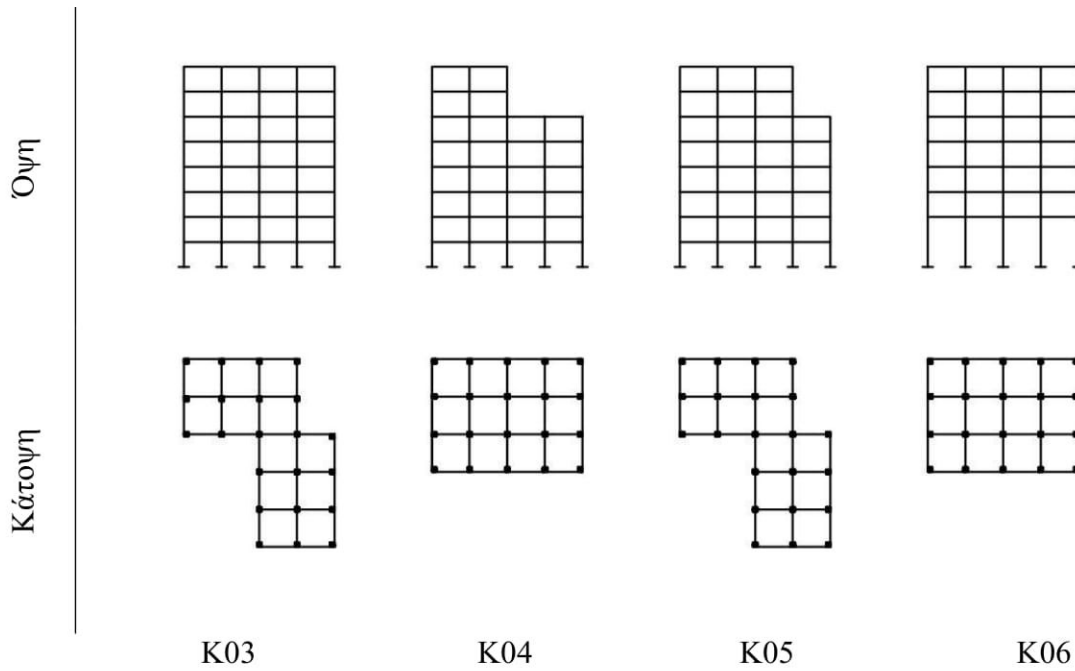


Σχήμα 3-1. Κτίριο K01_S08_B45

3.1.4.2 Μη κανονικά κτίρια

Για τη μελέτη μη κανονικών κτιρίων, βασιστήκαμε στο κανονικό κτίριο K01_S08_B45 (το οποίο στη συνέχεια αναφέρεται ως K01), και δημιουργήσαμε κτίρια μη κανονικά σε κάτοψη και όψη, όσον αφορά το φέροντα οργανισμό. Τα κτίρια αυτά, αποτελούν παραλλαγές του K01, και έχουν ως εξής (Σχήμα 3-2):

- K03: Κτίριο με κάτοψη μορφής τύπου Γ με εσοχές, εμβαδού ίσου με του αντίστοιχου K01
- K04: Κτίριο ίδιο με το K01, με εσοχή δύο φατνωμάτων στους δύο τελευταίους ορόφους
- K05: Συνδυασμός των περιπτώσεων K03 και K04
- K06: Κτίριο με ύψος ισογείου 6,00m, και συνολικό ύψος ίσο με αυτό του K01

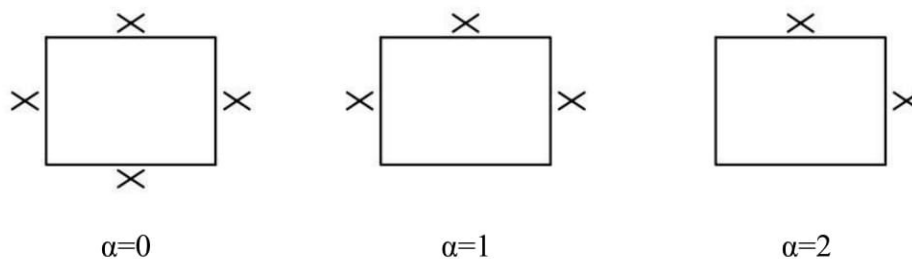


Σχήμα 3-2. Μη κανονικά κτίρια K03, K04, K05, K06

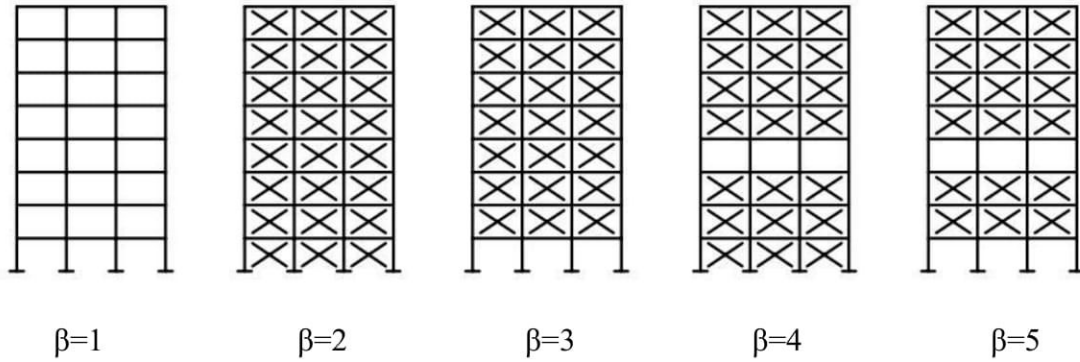
Επειδή οι παράμετροι S και B παραμένουν σταθερές για τα παραπάνω κτίρια, δεν θα αναφέρονται. Επίσης, τα υποστυλώματα, οι δοκοί και οι πλάκες, έχουν ίδιες διαστάσεις με τις αντίστοιχες του K01.

3.1.4.3 Μη κανονικότητες λόγω τοιχοπληρώσεων

Για τη μελέτη μη κανονικών κτιρίων λόγω τοιχοπληρώσεων, εξετάσαμε τα κτίρια K01, K03, K04, K05, K06, που περιγράφηκαν στην προηγούμενη παράγραφο. Σε κάθε ένα από αυτά προσθέσαμε εξωτερική τοιχοποιία μορφής $T\alpha\beta$, όπου α , β μεταβλητές με $\alpha = 0,1,2$ και $\beta = 1,2,3,4,5$. Η μεταβλητή (α) δηλώνει την ακανονικότητα σε κάτοψη (Σχήμα 3-3), ενώ ο αριθμός (β), την ακανονικότητα καθ' ύψος του κτιρίου (Σχήμα 3-4).



Σχήμα 3-3. Μη κανονικότητες σε κάτοψη



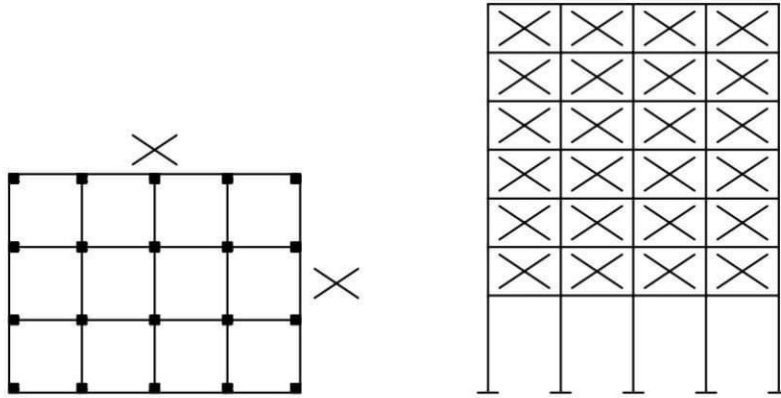
Σχήμα 3-4. Μη κανονικότητες σε όψη

Πίνακας 3.4. Σήμανση τοιχοπληρώσεων

Σύμβολο	Παράμετροι
α	0: Τοιχοποιία σε όλη την περίμετρο
	1: Τοιχοποιία σε τρεις πλευρές
	2: Τοιχοποιία σε δύο κάθετες πλευρές
β	1: Χωρίς τοιχοποιία
	2: Τοιχοποιία σε όλο το ύψος
	3: Τοιχοποιία σε όλο το ύψος εκτός του ισόγειου
	4: Τοιχοποιία σε όλο το ύψος εκτός του 3 ^{ου} ορόφου
	5: Συνδυασμός 3 & 4

Παρατήρηση: Δεδομένου ότι με το συμβολισμό T01 αναφερόμαστε σε γυμνό κτίριο, οι συμβολισμοί T11 και T21 δεν υφίστανται.

Παράδειγμα: Όταν αναφερόμαστε σε κτίριο K06_T23, θα πρόκειται για κτίριο με υπερυψωμένο ισόγειο (K06), εξωτερική τοιχοπλήρωση σε δύο κάθετες πλευρές (T23, $\alpha=2$), σε όλο το ύψος του κτιρίου, εκτός από το ισόγειο (T23, $\beta=3$), ύψους 8 ορόφων και μήκους ανοίγματος 4,5m.



Σχήμα 3-5. Κτίριο K06_T23

Κεφάλαιο 4

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

4.1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στο πρώτο μέρος του κεφαλαίου παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τα κανονικά κτίρια. Γίνεται σύγκριση των κτιρίων ως προς τον αριθμό των ορόφων αλλά και ως προς το μήκος ανοίγματος. Αρχικά συγκρίνονται τα κτίρια χωρίς τον υπολογισμό των τοιχοπληρώσεων και στη συνέχεια τα κτίρια με εξωτερική τοιχοπλήρωση σε όλο το ύψος τους. Τέλος γίνεται σύγκριση των μη τοιχοπληρωμένων και των τοιχοπληρωμένων κτιρίων για κάθε περίπτωση.

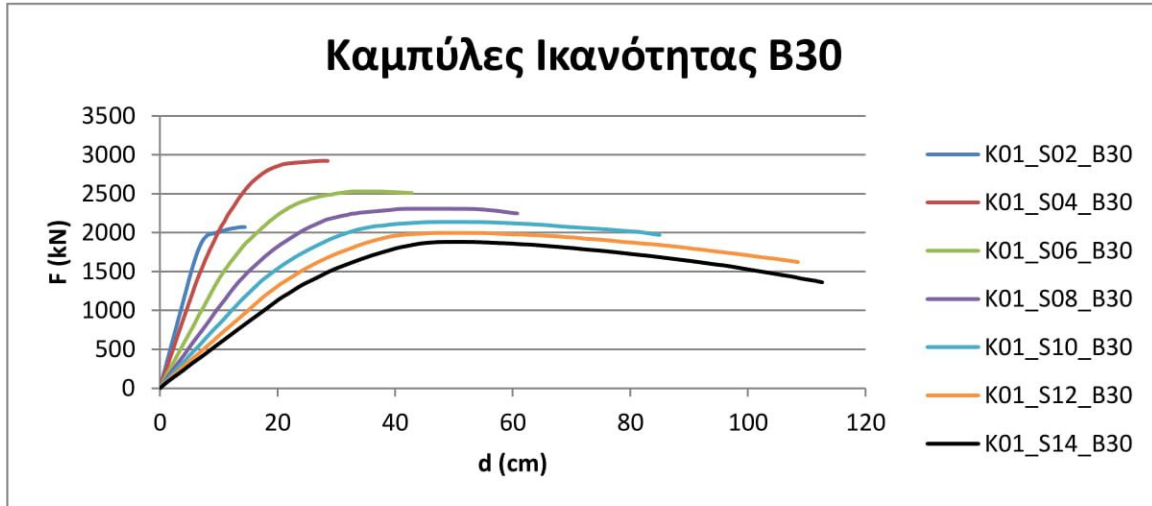
Στο δεύτερο μέρος του κεφαλαίου, παρουσιάζονται τα αποτελέσματα για τα μη κανονικά κτίρια. Για κάθε ένα από αυτά, εξετάζεται η περίπτωση μη τοιχοπληρωμένου, τοιχοπληρωμένου, με πιλοτή, με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και κτιρίου με πιλοτή και μαλακό όροφο στον 3ο όροφο. Στη συνέχεια γίνεται σύγκριση των παραπάνω και για κάθε περίπτωση ελέγχεται η συμπεριφορά με απουσία των τοιχοπληρώσεων σε μία πλευρά του κτιρίου και σε δύο πλευρές, κάθετες μεταξύ τους.

Μέτρο σύγκρισης των παραπάνω περιπτώσεων αποτελούν οι καμπύλες αντίστασης των κτιρίων (μέγιστη τέμνουσα βάσης και μετακίνηση οροφής), οι μέγιστες επιταχύνσεις που μπορεί να παραλάβει το κτίριο για στάθμη επιτελεστικότητας «Περιορισμός Βλαβών», και η στοχευόμενη μετακίνηση για την ίδια στάθμη επιτελεστικότητας. Στο Παράρτημα Α παρουσιάζονται οι πίνακες με υπόλοιπα μεγέθη που προέκυψαν από τις αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν για τις συνολικά 121 περιπτώσεις που μελετήθηκαν.

4.2 ΚΑΝΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

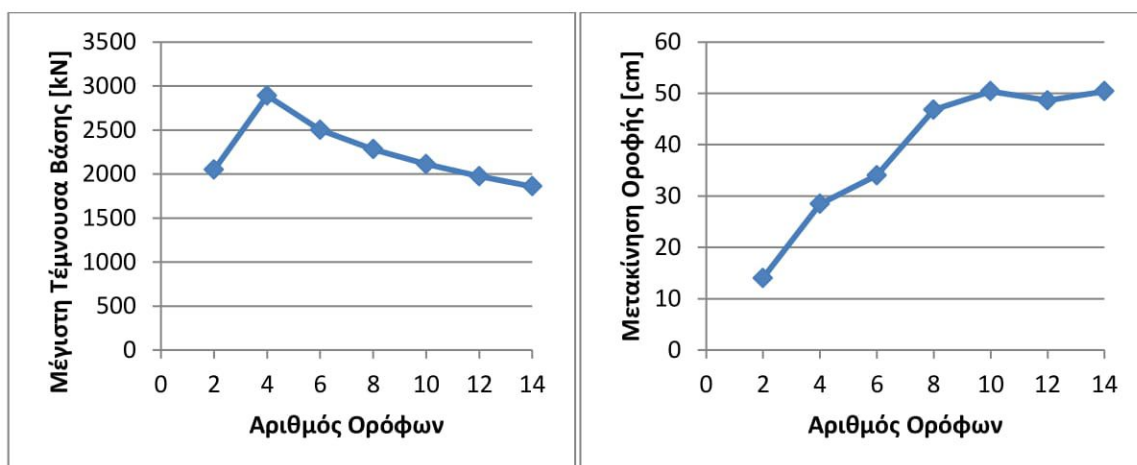
4.2.1 Επιρροή αριθμού ορόφων

4.2.1.1 Γυμνά κτίρια

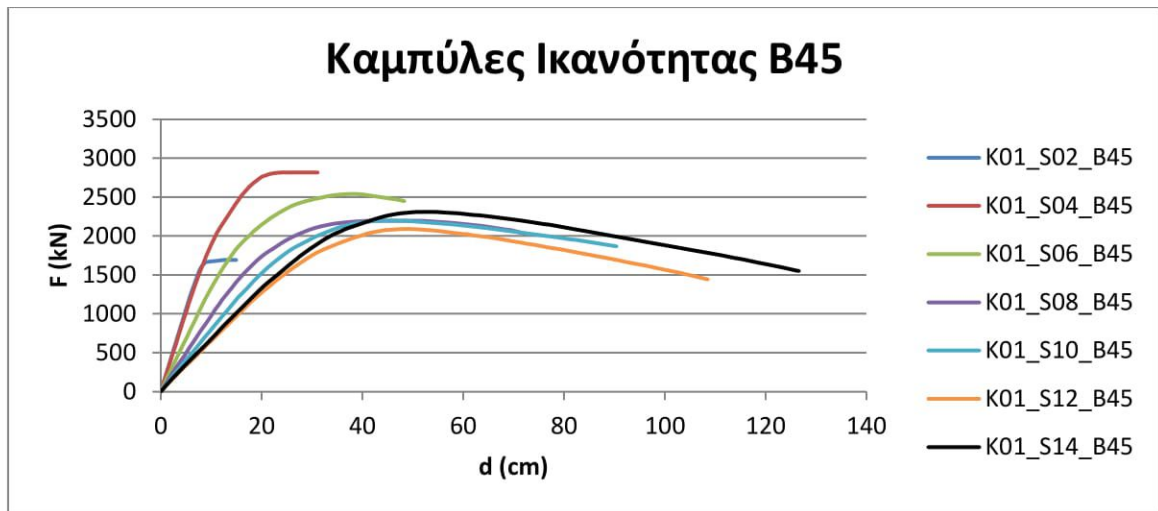


Σχήμα 4-1. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με μήκος ανοίγματος $B=3,00m$

Από το Σχήμα 4-1, παρατηρούμε ότι για τα κτίρια με άνοιγμα $3,00m$ όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, μειώνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το 2όροφο το οποίο έχει αρκετά μικρότερη αντοχή από το 4όροφο. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε αύξηση όσο αυξάνεται και ο αριθμός των ορόφων μέχρι και το 10όροφο κτίριο από το οποίο και έπειτα παραμένει σχεδόν σταθερή.

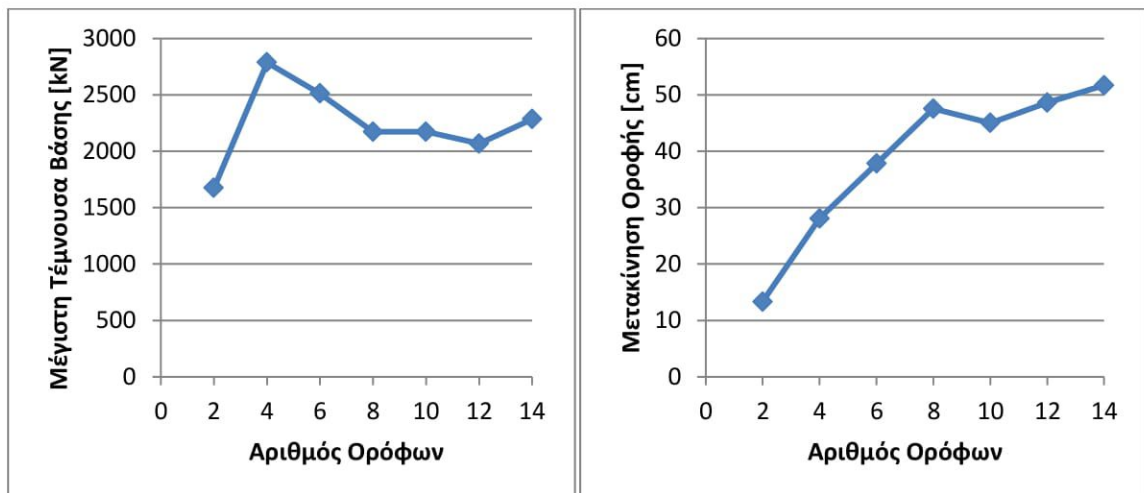


Σχήμα 4-2. Τέμνουσα βάση και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

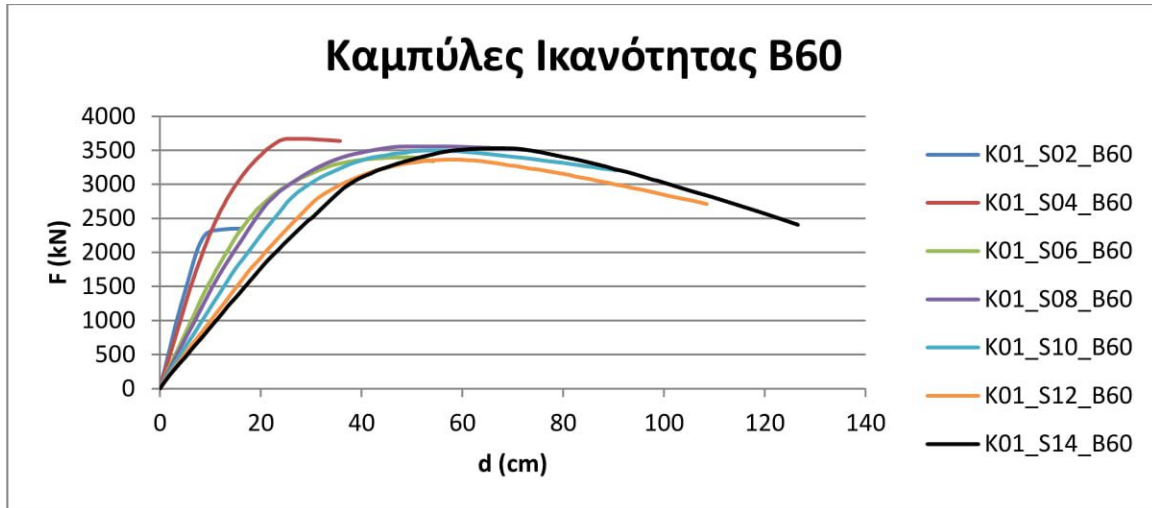


Σχήμα 4-3. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με μήκος ανοίγματος $B=4,50m$

Από το Σχήμα 4-3, παρατηρούμε ότι για τα κτίρια με άνοιγμα $4,50m$ όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, από τέσσερις σε δώδεκα, μειώνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, ενώ παρατηρείται αύξηση για το 14όροφο. Εξάιρεση και σε αυτή την περίπτωση αποτελεί το 2όροφο, το οποίο έχει αρκετά μικρότερη αντοχή από το 4όροφο. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής, παρατηρείται αύξηση μέχρι και το 8όροφο κτίριο, μικρή μείωση στο 10όροφο και πάλι αύξηση μέχρι και το 14όροφο κτίριο.

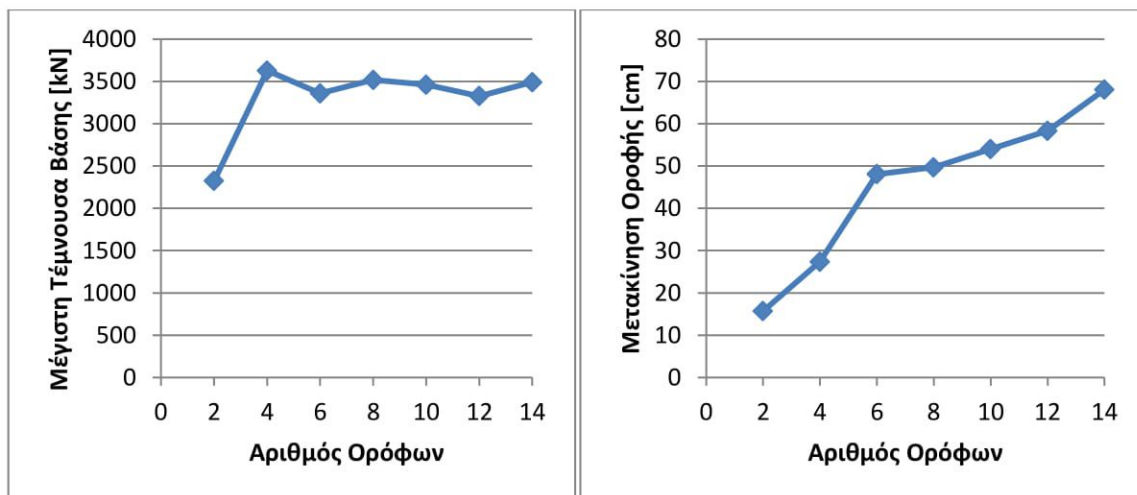


Σχήμα 4-4. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

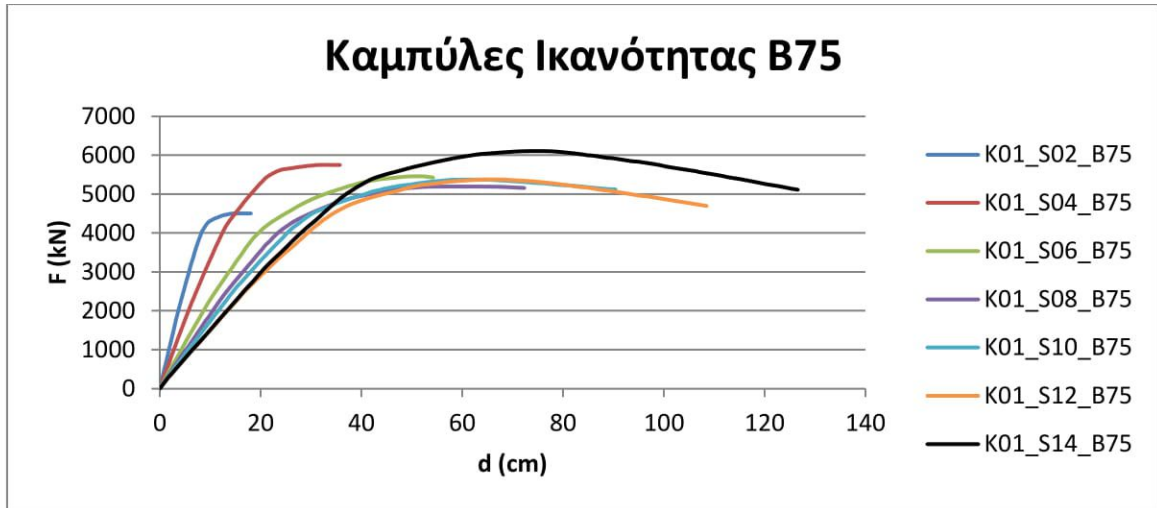


Σχήμα 4-5. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με μήκος ανοίγματος $B=6,00m$

Από το Σχήμα 4-5, παρατηρούμε ότι για τα κτίρια με άνοιγμα $6,00m$ όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του παραμένει σχεδόν σταθερή, με εξαίρεση το 2όροφο, το οποίο έχει αρκετά μικρότερη αντοχή από τα υπόλοιπα. Το δόροφο και το 12όροφο έχουν και αυτά ελάχιστα μικρότερη αντοχή από τα υπόλοιπα. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής, παρατηρείται αύξηση όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων.

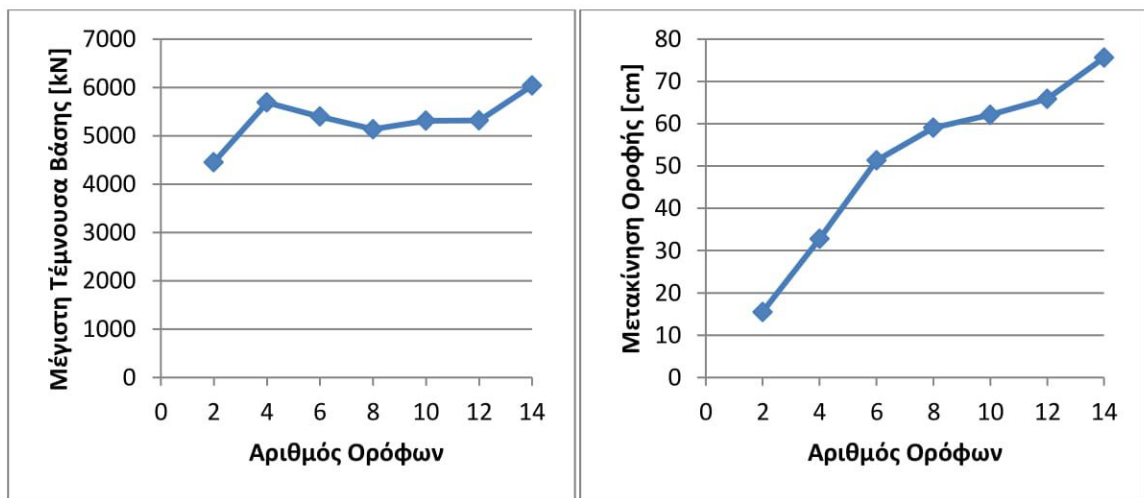


Σχήμα 4-6. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

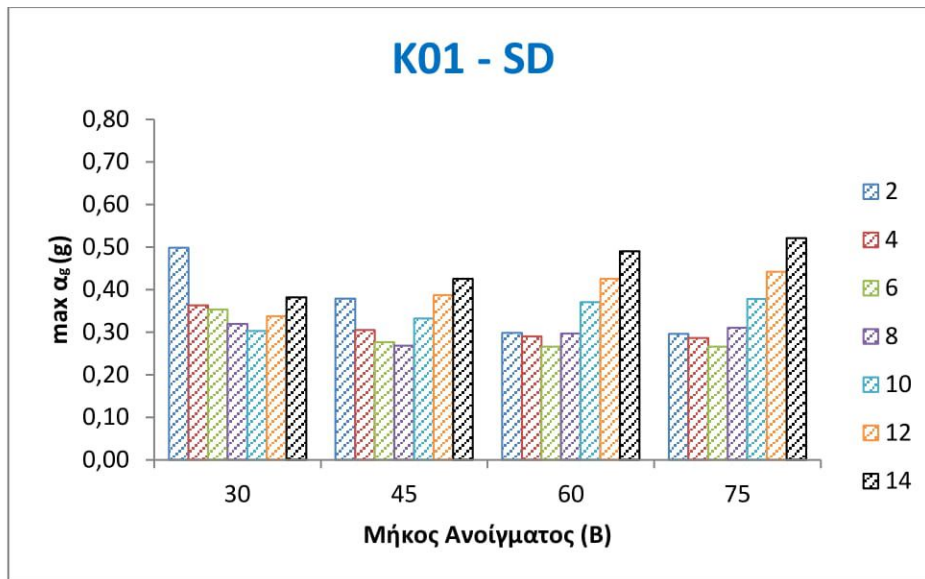


Σχήμα 4-7. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με μήκος ανοίγματος $B=7,50m$

Από Σχήμα 4-7, παρατηρούμε ότι για τα κτίρια με άνοιγμα $7,50m$ όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση μειώνεται από το 4όροφο μέχρι και το 8όροφο ενώ αυξάνεται μέχρι και το 14όροφο. Και σε αυτή την περίπτωση αποτελεί εξαίρεση το 2όροφο, το οποίο έχει αρκετά μικρότερη αντοχή από τα υπόλοιπα. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής, παρατηρείται αύξηση όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων.



Σχήμα 4-8. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία



Σχήμα 4-9. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και επιτελεστικότητα SD

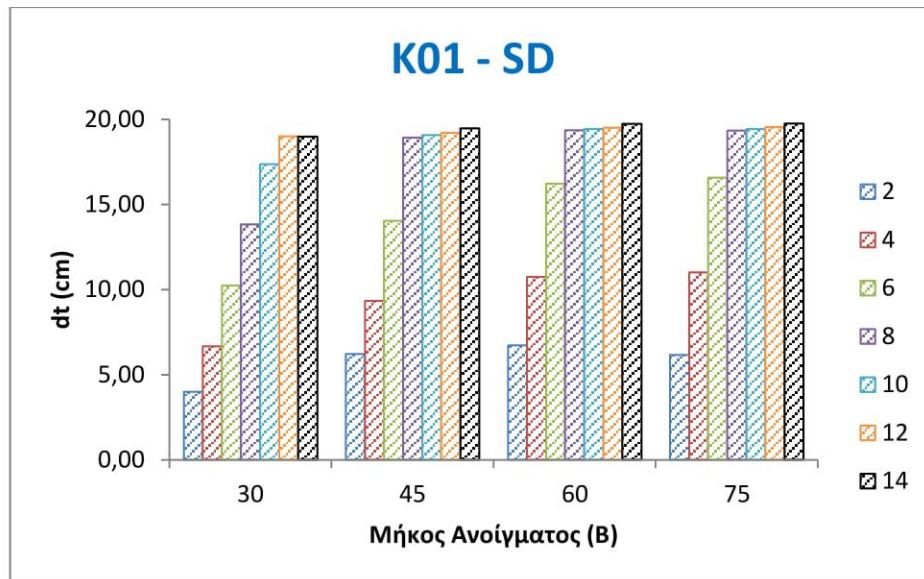
Στο Σχήμα 4-9, για μέση στάθμη επιτελεστικότητας (προστασία ζωής), παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης που μπορεί να παραλάβει η κατασκευή με αύξηση του αριθμού των ορόφων μέχρι ένα συγκεκριμένο αριθμό ορόφων, και στη συνέχεια αύξηση.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $3,00m$, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης μέχρι και το 10όροφο κτίριο. Στη συνέχεια παρατηρείται αύξηση μέχρι και το 14όροφο κτίριο. Η τιμή της μέγιστης επιτάχυνσης του 14όροφου κτιρίου είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του 2όροφου.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $4,50m$, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης μέχρι και το 8όροφο κτίριο. Στη συνέχεια παρατηρείται αύξηση μέχρι και το 14όροφο κτίριο. Η τιμή της μέγιστης επιτάχυνσης του 12όροφου κτιρίου είναι σχεδόν ίση με την αντίστοιχη του 2όροφου.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $6,00m$, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης μέχρι και το 6όροφο κτίριο. Στη συνέχεια παρατηρείται αύξηση μέχρι και το 14όροφο κτίριο. Η τιμή της μέγιστης επιτάχυνσης του 10όροφου κτιρίου είναι μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του 2όροφου.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $7,50m$, παρατηρούμε αντίστοιχη κατανομή των μεγίστων με αυτή των κτιρίων με άνοιγμα $6,00m$.



Σχήμα 4-10. Στοχευόμενη μετατόπιση dt

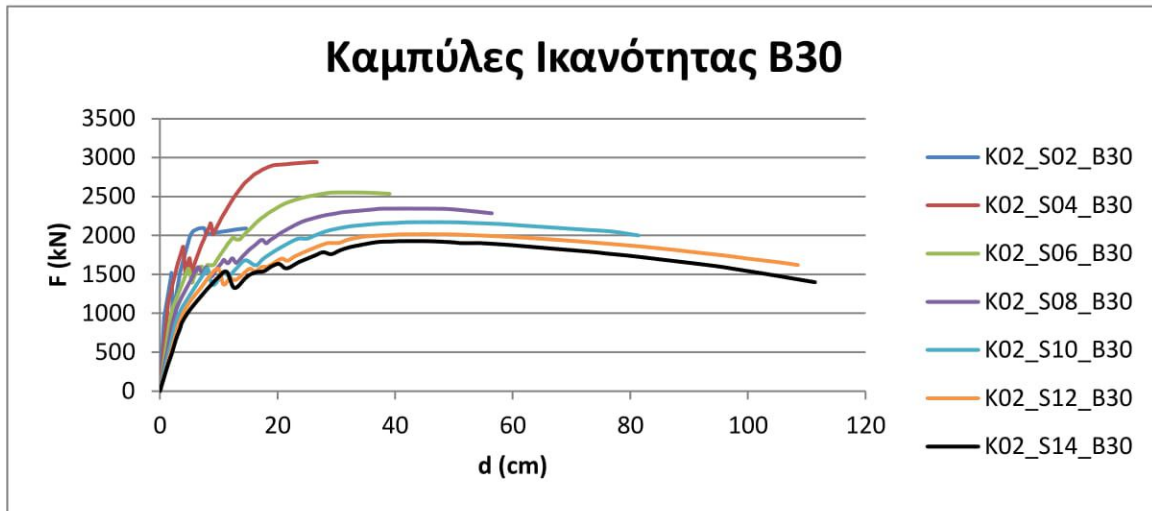
Αντίστοιχα, για τη στοχευόμενη μετακίνηση στη στάθμη επιτελεστικότητας «προστασία ζωής» (Σχήμα 4-10), παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, αυξάνεται και η απαίτηση σε μετακίνηση.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $3,00m$, παρατηρούμε σχεδόν γραμμική αύξηση της στοχευόμενης μετακίνησης μέχρι και το 12όροφο κτίριο. Στη συνέχεια η στοχευόμενη μετακίνηση αυξάνεται με μικρό ρυθμό μέχρι και το 14όροφο κτίριο.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $4,50m$, παρατηρούμε σχεδόν γραμμική αύξηση της στοχευόμενης μετακίνησης μέχρι και το 8όροφο κτίριο. Στη συνέχεια η στοχευόμενη μετακίνηση αυξάνεται με μικρό ρυθμό μέχρι και το 14όροφο κτίριο.

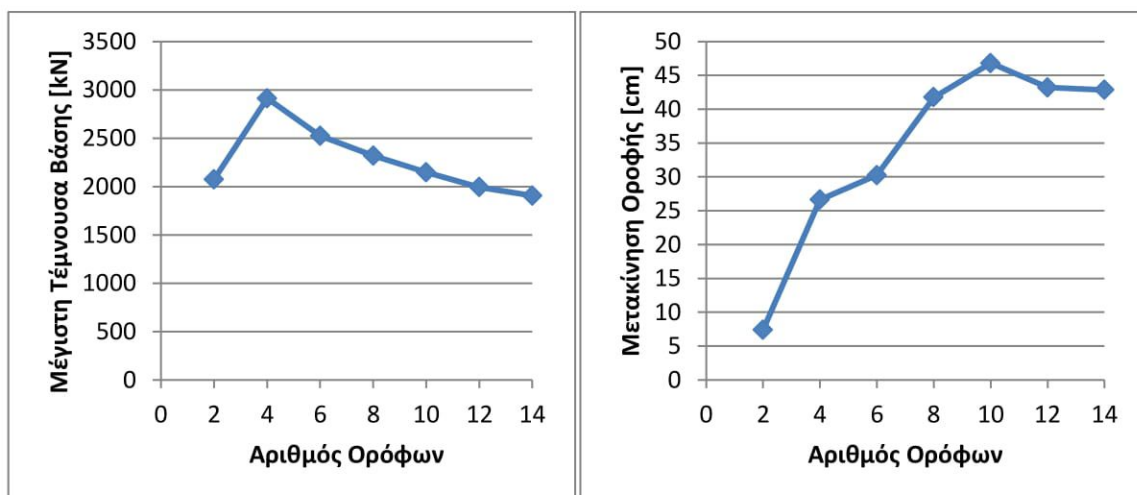
Για τα κτίρια με άνοιγμα $6,00m$ και $7,50m$, παρατηρούμε αντίστοιχη κατανομή των στοχευόμενων μετακινήσεων με αυτή των κτιρίων με άνοιγμα $4,50m$.

4.2.1.2 Τοιχοπληρωμένα κτίρια

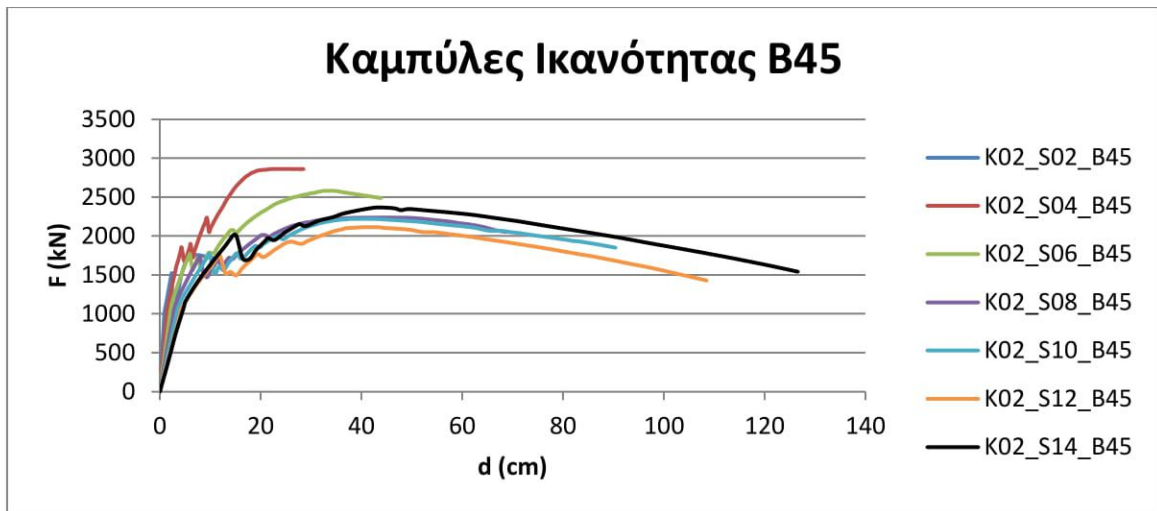


Σχήμα 4-11. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με μήκος ανοίγματος $B=3,00m$

Από το Σχήμα 4-11, παρατηρούμε ότι για τα κτίρια με άνοιγμα $3,00m$ όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, μειώνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το 2όροφο το οποίο έχει αρκετά μικρότερη αντοχή από το 4όροφο. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε αύξηση όσο αυξάνεται και ο αριθμός των ορόφων μέχρι και το 10όροφο κτίριο από το οποίο και έπειτα παρατηρείται μείωση.

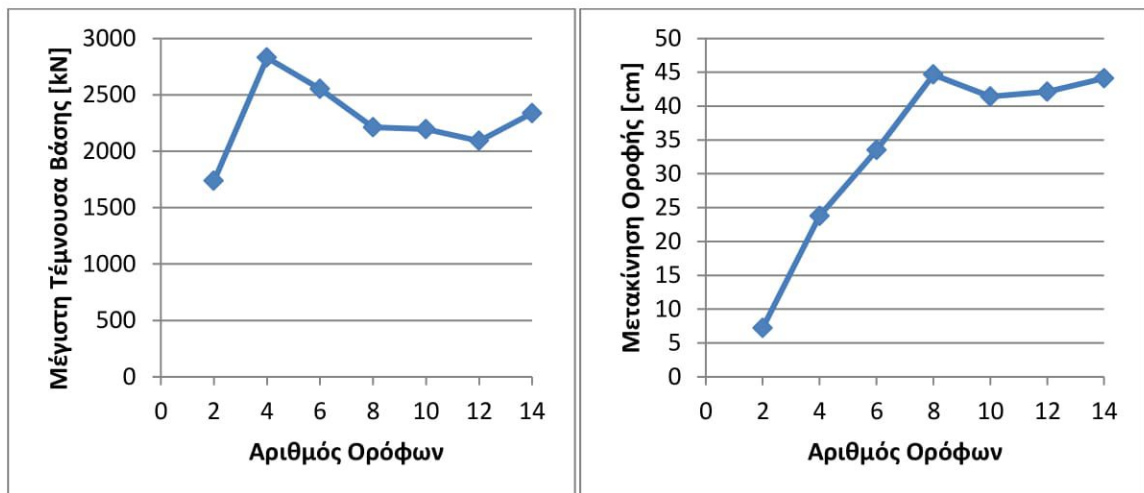


Σχήμα 4-12. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

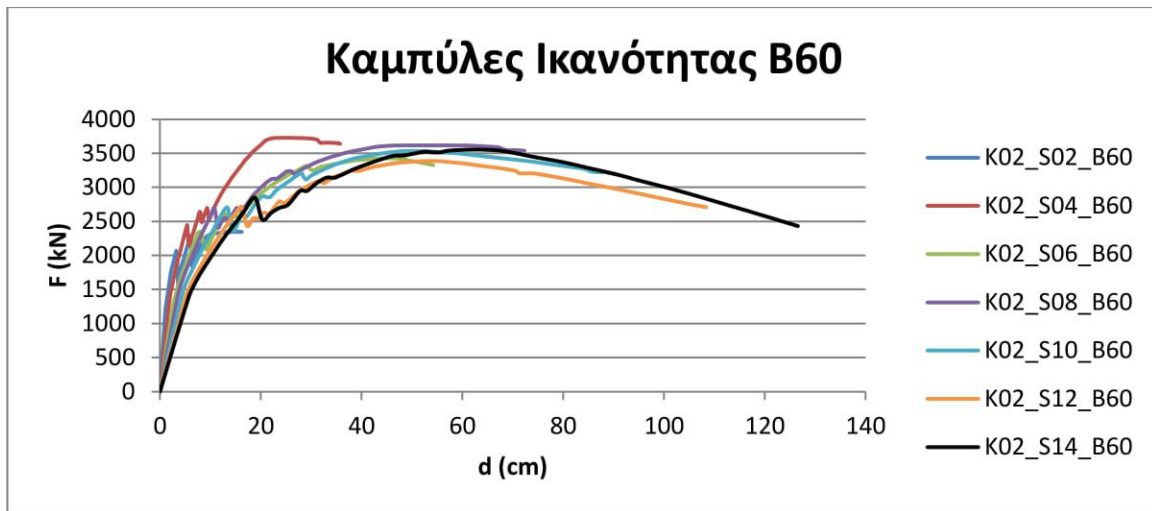


Σχήμα 4-13. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με μήκος ανοίγματος $B=4,50m$

Από το Σχήμα 4-13, παρατηρούμε ότι για τα κτίρια με άνοιγμα $4,50m$ όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, από τέσσερις σε δώδεκα, μειώνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, ενώ παρατηρείται αύξηση για το 14όροφο. Εξάιρεση και σε αυτή την περίπτωση αποτελεί το 2όροφο, το οποίο έχει αρκετά μικρότερη αντοχή από το 4όροφο. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής, παρατηρείται αύξηση μέχρι και το 8όροφο κτίριο, μικρή μείωση στο 10όροφο και πάλι αύξηση μέχρι και το 14όροφο κτίριο.

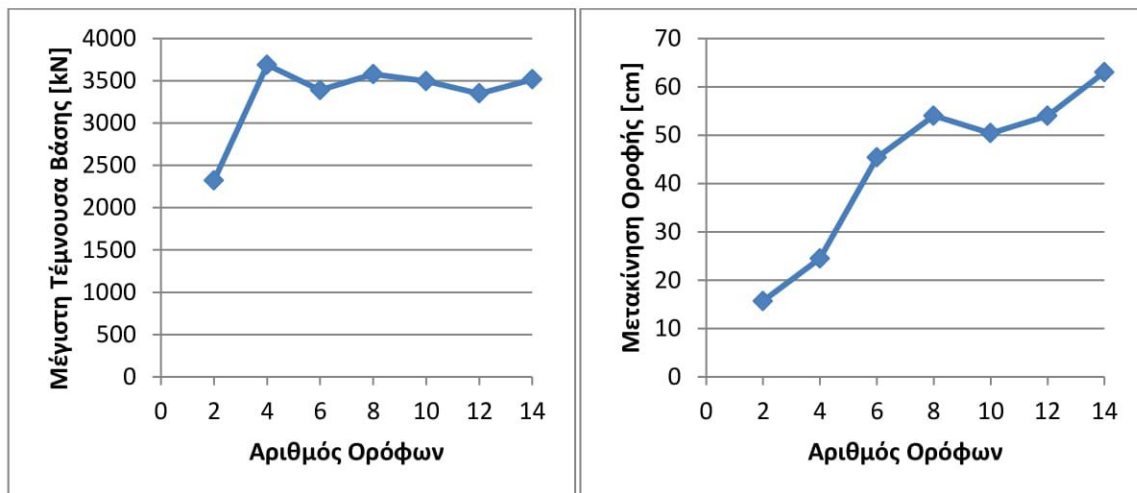


Σχήμα 4-14. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

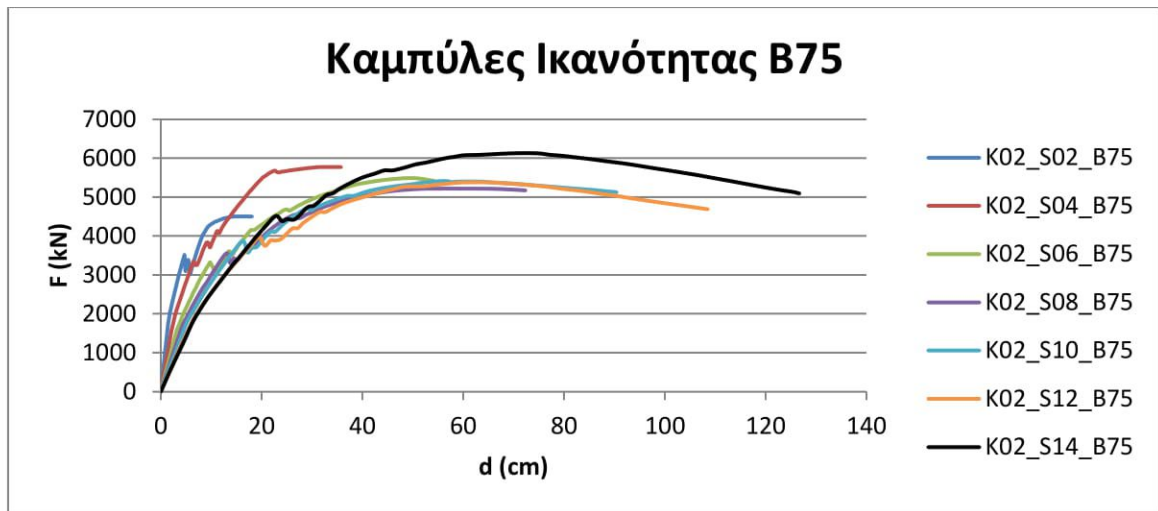


Σχήμα 4-15. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με μήκος ανοίγματος $B=6,00m$

Από το Σχήμα 4-15, παρατηρούμε ότι για τα κτίρια με άνοιγμα $6,00m$ όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του παραμένει σχεδόν σταθερή, με εξαίρεση το 2όροφο, το οποίο έχει αρκετά μικρότερη αντοχή από τα υπόλοιπα. Το δόροφο και το 12όροφο έχουν και αυτά ελάχιστα μικρότερη αντοχή από τα υπόλοιπα. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής, παρατηρείται αύξηση μέχρι και το 8όροφο κτίριο, μικρή μείωση στο 10όροφο και πάλι αύξηση μέχρι και το 14όροφο κτίριο.

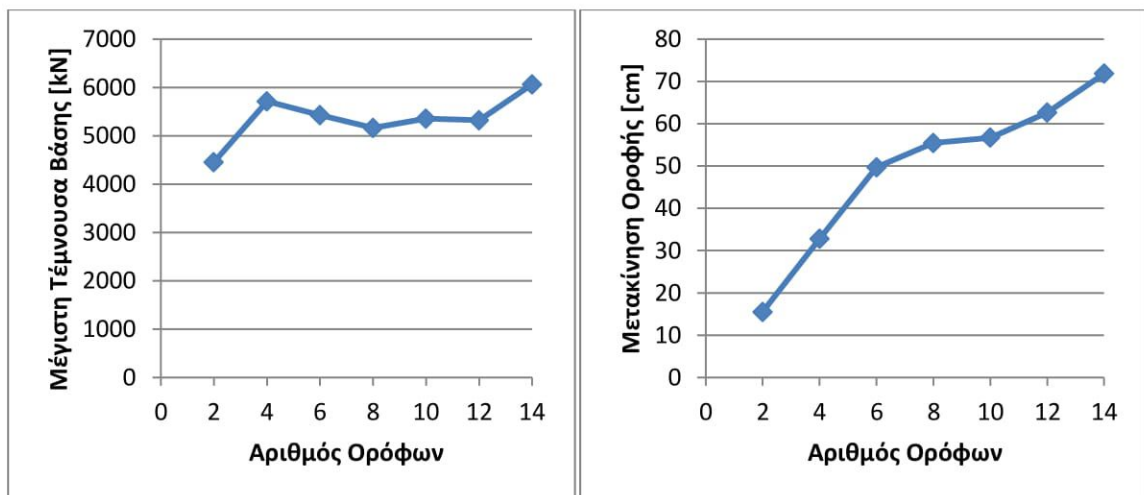


Σχήμα 4-16. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

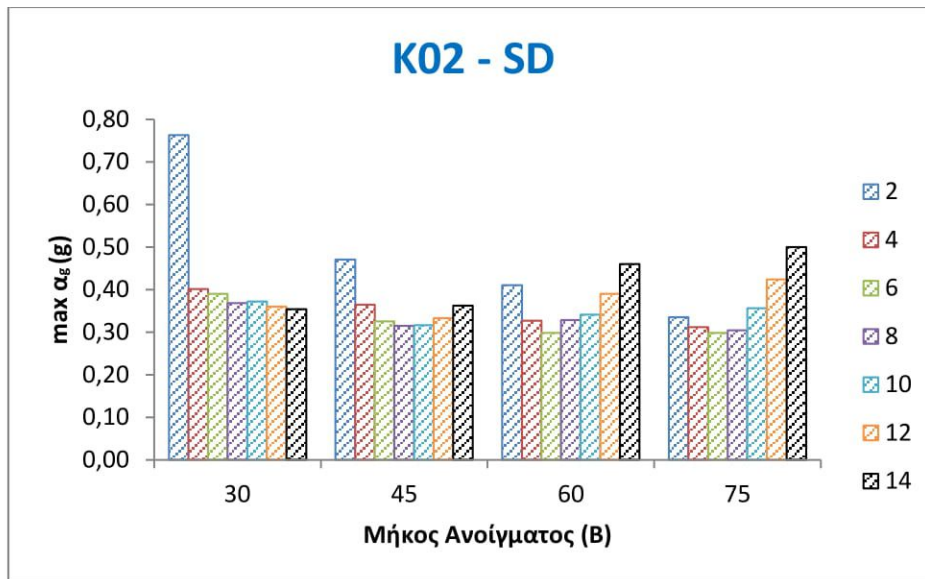


Σχήμα 4-17. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με μήκος ανοίγματος $B=7,50m$

Από το Σχήμα 4-17, παρατηρούμε ότι για τα κτίρια με άνοιγμα $7,50m$ όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση μειώνεται από το 4όροφο μέχρι και το 8όροφο ενώ αυξάνεται μέχρι και το 14όροφο. Και σε αυτή την περίπτωση αποτελεί εξαίρεση το 2όροφο, το οποίο έχει αρκετά μικρότερη αντοχή από τα υπόλοιπα. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής, παρατηρείται αύξηση όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων.



Σχήμα 4-18. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία



Σχήμα 4-19. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και επιτελεστικότητα SD

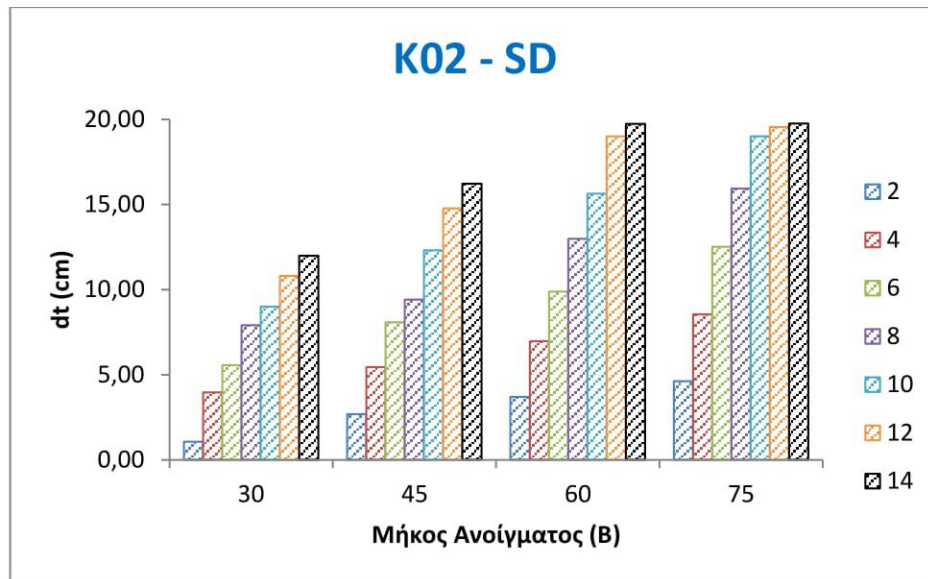
Στο Σχήμα 4-19, για στάθμη επιτελεστικότητας «προστασία ζωής», παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης που μπορεί να παραλάβει η κατασκευή με αύξηση του αριθμού των ορόφων μέχρι ένα συγκεκριμένο αριθμό ορόφων, και στη συνέχεια αύξηση.

Κατ' εξαίρεση, για τα κτίρια με άνοιγμα $3,00m$, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης μέχρι και το 14όροφο κτίριο. Η τιμή της μέγιστης επιτάχυνσης του 2όροφου κτιρίου είναι πολύ μεγαλύτερη από τις αντίστοιχες των υπολοίπων.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $4,50m$, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης μέχρι και το 8όροφο κτίριο. Στη συνέχεια παρατηρείται αύξηση μέχρι και το 14όροφο κτίριο. Η τιμή της μέγιστης επιτάχυνσης του 14όροφου κτιρίου είναι σχεδόν ίση με την αντίστοιχη του 2όροφου.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $6,00m$, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης μέχρι και το 6όροφο κτίριο. Στη συνέχεια παρατηρείται αύξηση μέχρι και το 14όροφο κτίριο. Η τιμή της μέγιστης επιτάχυνσης του 12όροφου κτιρίου είναι μικρότερη από την αντίστοιχη του 2όροφου.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $7,50m$, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης μέχρι και το 6όροφο κτίριο. Στη συνέχεια παρατηρείται αύξηση μέχρι και το 14όροφο κτίριο. Η τιμή της μέγιστης επιτάχυνσης του 10όροφου κτιρίου είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από την αντίστοιχη του 2όροφου.



Σχήμα 4-20. Στοχευόμενη μετατόπιση dt

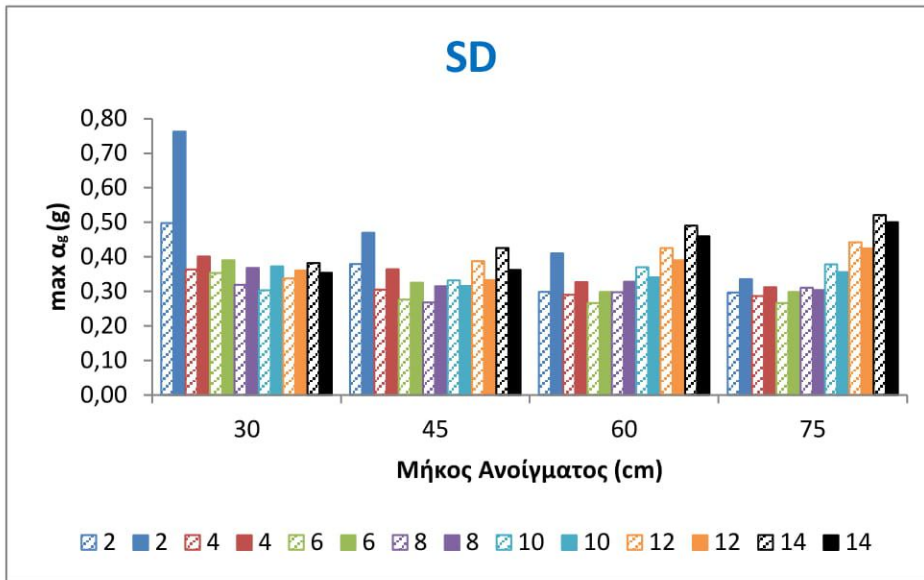
Αντίστοιχα, για τη στοχευόμενη μετακίνηση στη στάθμη επιτελεστικότητας «προστασία ζωής» (Σχήμα 4-20), παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, αυξάνεται και η απαίτηση σε μετακίνηση.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $3,00m$ και $4,50m$ παρατηρούμε σχεδόν γραμμική αύξηση της στοχευόμενης μετακίνησης μέχρι και το 14όροφο κτίριο.

Για τα κτίρια με άνοιγμα $6,00m$, παρατηρούμε σχεδόν γραμμική αύξηση της στοχευόμενης μετακίνησης μέχρι και το 12όροφο κτίριο. Στη συνέχεια η στοχευόμενη μετακίνηση αυξάνεται με μικρό ρυθμό μέχρι και το 14όροφο κτίριο.

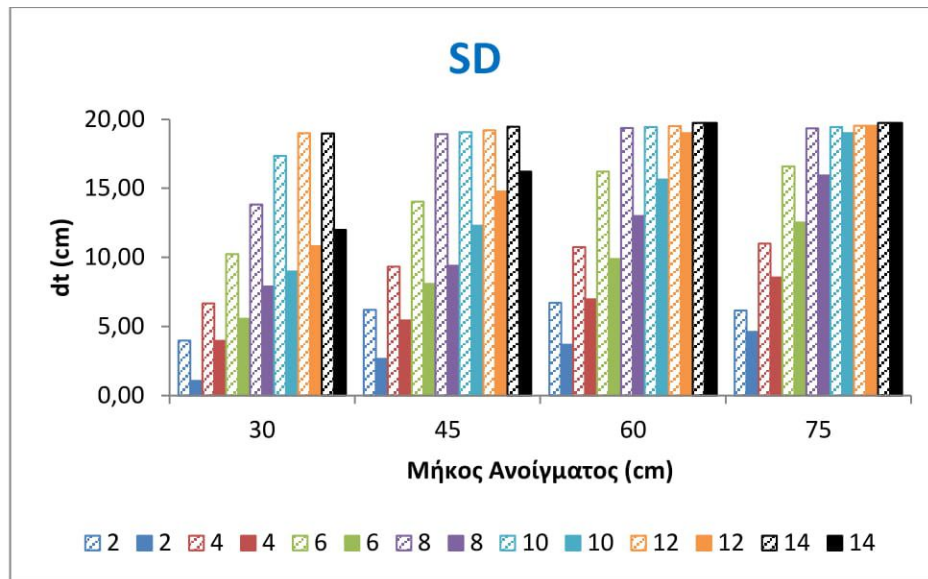
Για τα κτίρια με άνοιγμα $7,50m$, παρατηρούμε σχεδόν γραμμική αύξηση της στοχευόμενης μετακίνησης μέχρι και το 10όροφο κτίριο. Στη συνέχεια η στοχευόμενη μετακίνηση αυξάνεται με μικρό ρυθμό μέχρι και το 14όροφο κτίριο.

4.2.1.3 Σύγκριση γυμνών και τοιχοπληρωμένων κτιρίων



Σχήμα 4-21. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και επιτελεστικότητα SD (Μη συμπαγής ράβδος: μη τοιχοπληρωμένα κτίρια, συμπαγής ράβδος: τοιχοπληρωμένα κτίρια)

Συγκρίνοντας τοιχοπληρωμένα και μη τοιχοπληρωμένα κτίρια (Σχήμα 4-21), παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται ο αριθμός των ορόφων, η συνεισφορά των τοιχοπληρώσεων στην παραλαβή επιτάχυνσης, μειώνεται, και σε κάποιες περιπτώσεις γίνεται αρνητική. Στα κτίρια με μικρότερο αριθμό ορόφων και μικρό άνοιγμα ο υπολογισμός των τοιχοπληρώσεων παρέχει μεγαλύτερη αντοχή, ενώ στα κτίρια με μεγάλο αριθμό ορόφων και μεγάλο άνοιγμα, μικρότερη.

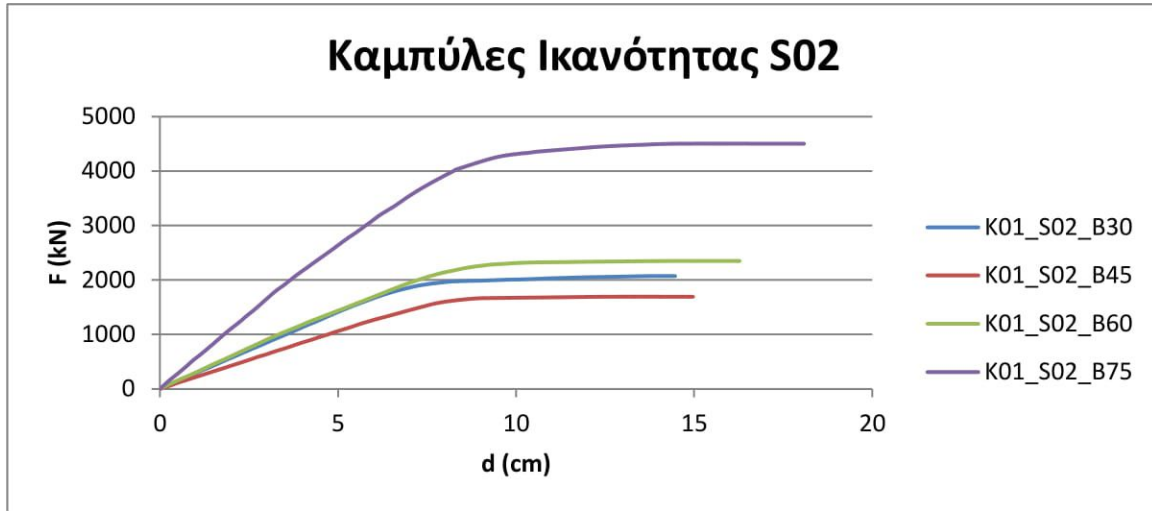


Σχήμα 4-22. Στοχευόμενη μετατόπιση dt
 (Μη συμπαγής ράβδος: μη τοιχοπληρωμένα κτίρια, συμπαγής ράβδος: τοιχοπληρωμένα κτίρια)

Αντίστοιχα, όσον αφορά τη στοχευόμενη μετακίνηση, σε κάθε περίπτωση, για τα τοιχοπληρωμένα κτίρια, η απαίτηση για μετακίνηση οροφής είναι αρκετά μικρότερη (Σχήμα 4-22). Αξίζει να σημειωθεί ότι για τα κτίρια με μεγάλο αριθμό ορόφων και μεγάλο άνοιγμα η απαίτηση σε μετακίνηση είναι σχεδόν ίδια με και χωρίς τον υπολογισμό των τοιχοπληρώσεων.

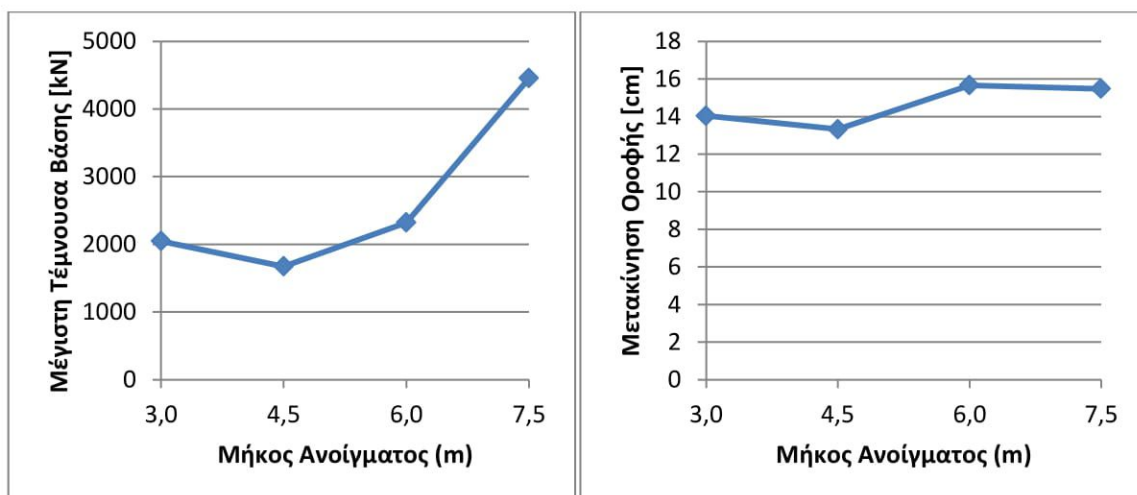
4.2.2 Επιρροή ανοίγματος φατνωμάτων κάτοψης

4.2.2.1 Γυμνά κτίρια

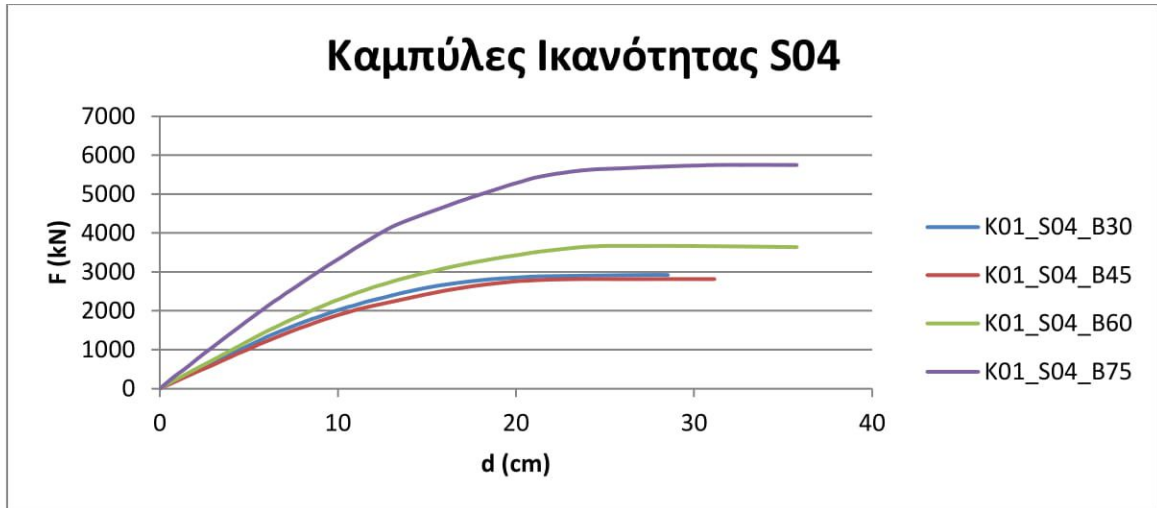


Σχήμα 4-23. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=2

Από το Σχήμα 4-23, παρατηρούμε ότι για τα 2όροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα $3,00m$, το οποίο έχει μεγαλύτερη αντοχή από το κτίριο με άνοιγμα $4,50m$. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι τα κτίρια με μεγαλύτερο μήκος ανοίγματος ($6,00m$ και $7,50m$) έχουν μεγαλύτερη μετακίνηση από εκείνα με μικρότερο μήκος ανοίγματος.

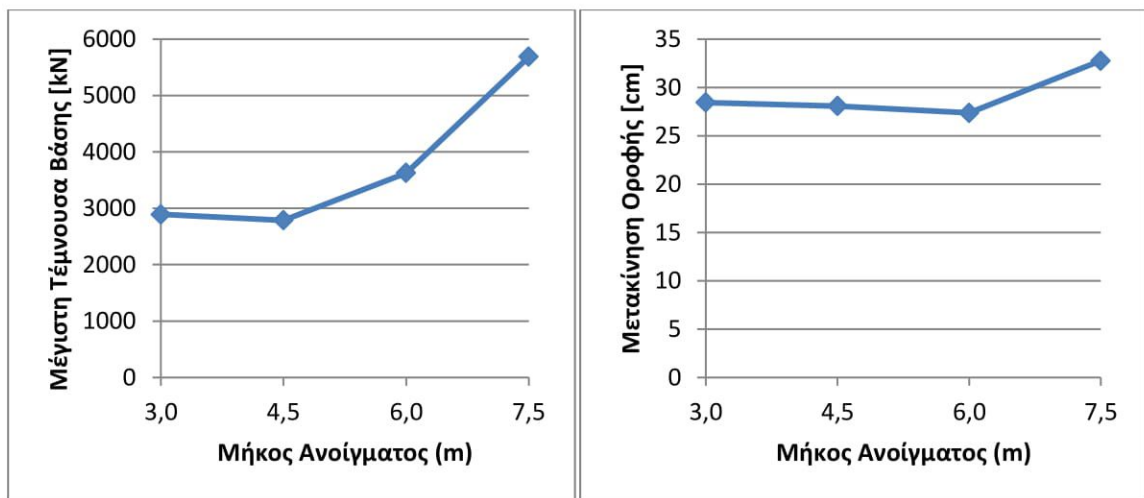


Σχήμα 4-24. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

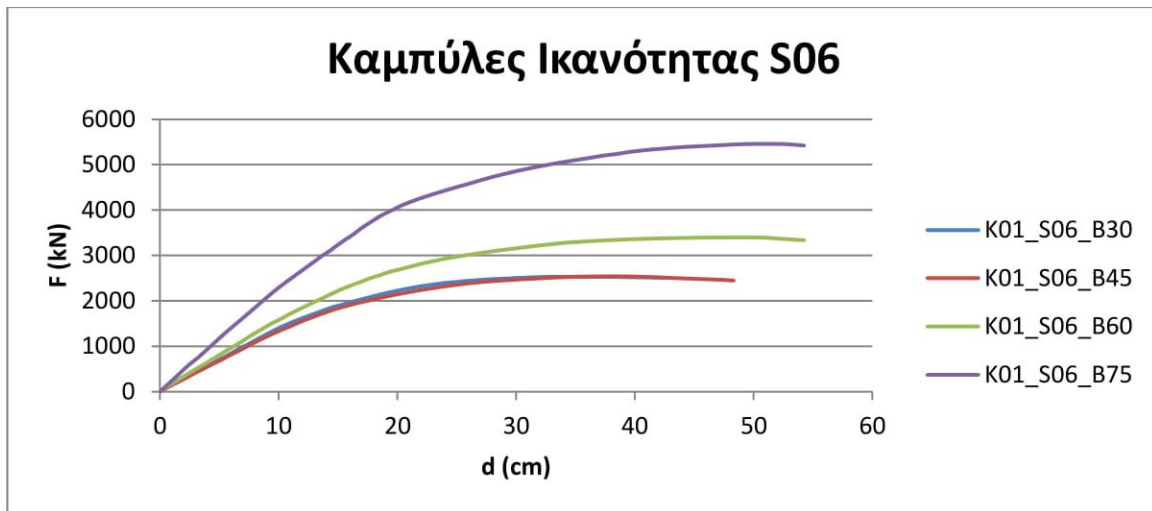


Σχήμα 4-25. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=4

Από το Σχήμα 4-25, παρατηρούμε ότι για τα 4όροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα 3,00m, το οποίο έχει λίγο μεγαλύτερη αντοχή από το κτίριο με άνοιγμα 4,50m. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος από 3,00m μέχρι 6,00m η μετακίνηση μειώνεται ελαφρά ενώ αυξάνεται αρκετά για το κτίριο με άνοιγμα 7,50m.

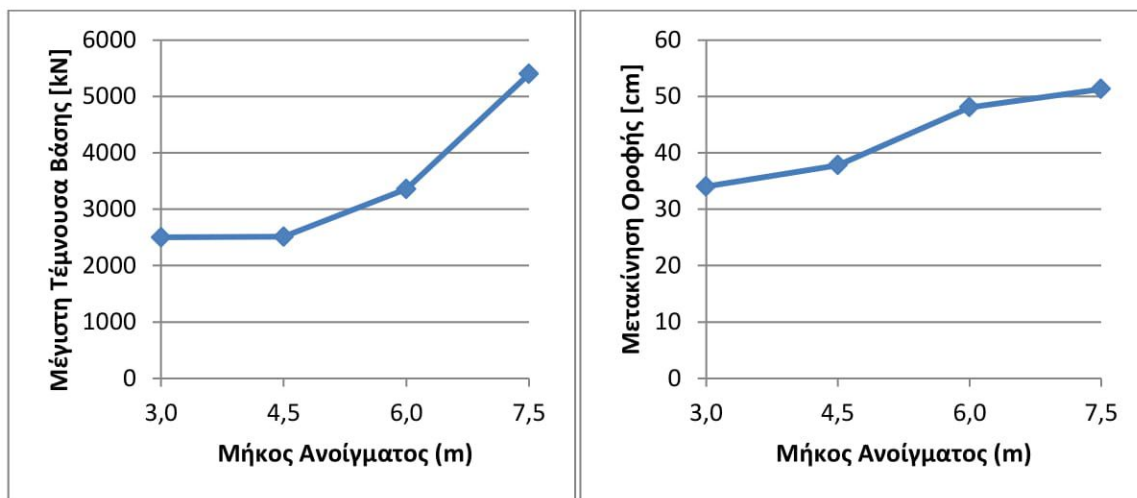


Σχήμα 4-26. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

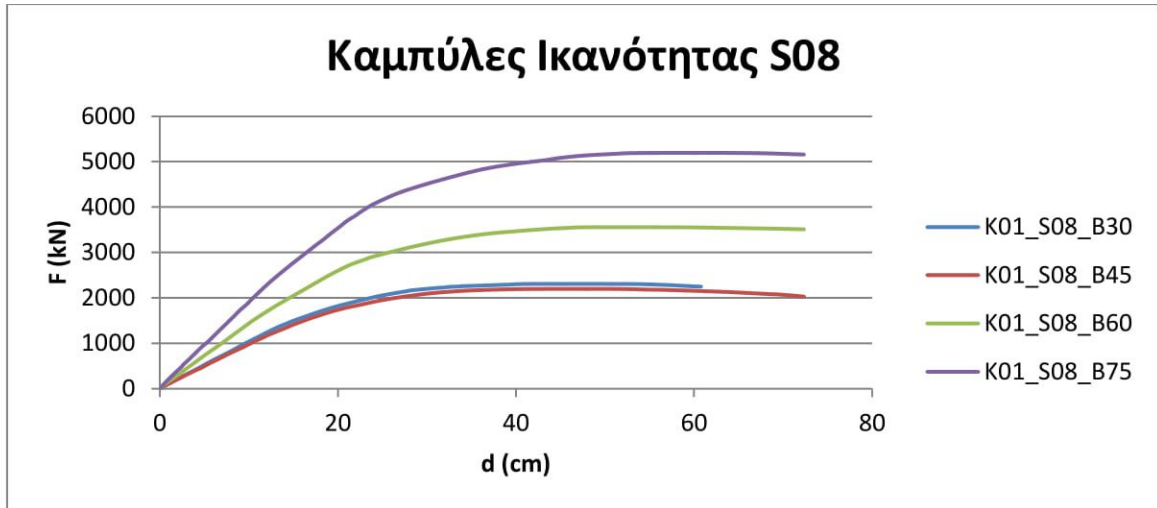


Σχήμα 4-27. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=6

Από το Σχήμα 4-27, παρατηρούμε ότι για τα δόροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα 3,00m, το οποίο έχει σχεδόν ίδια αντοχή με το κτίριο με άνοιγμα 4,50m. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται και η μετακίνηση.

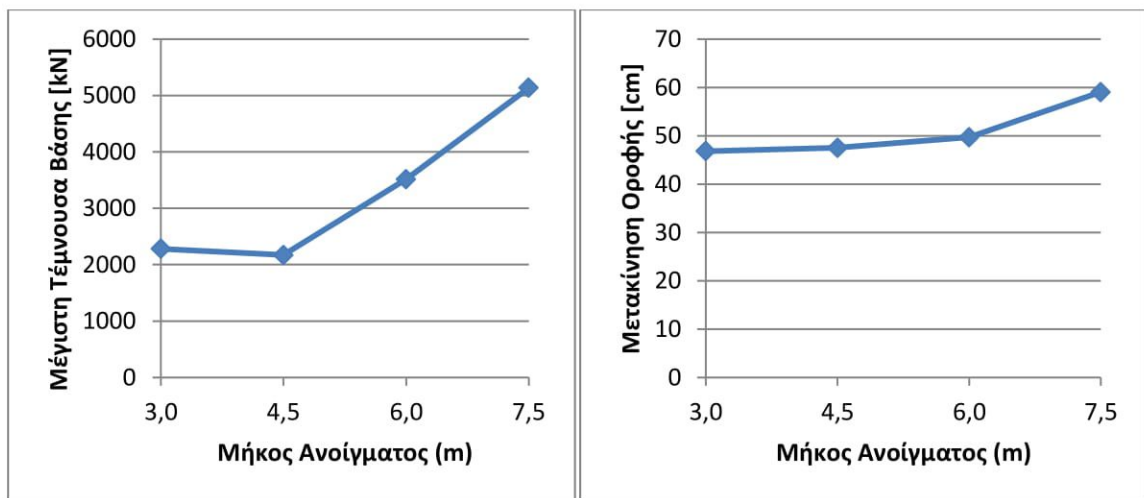


Σχήμα 4-28. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

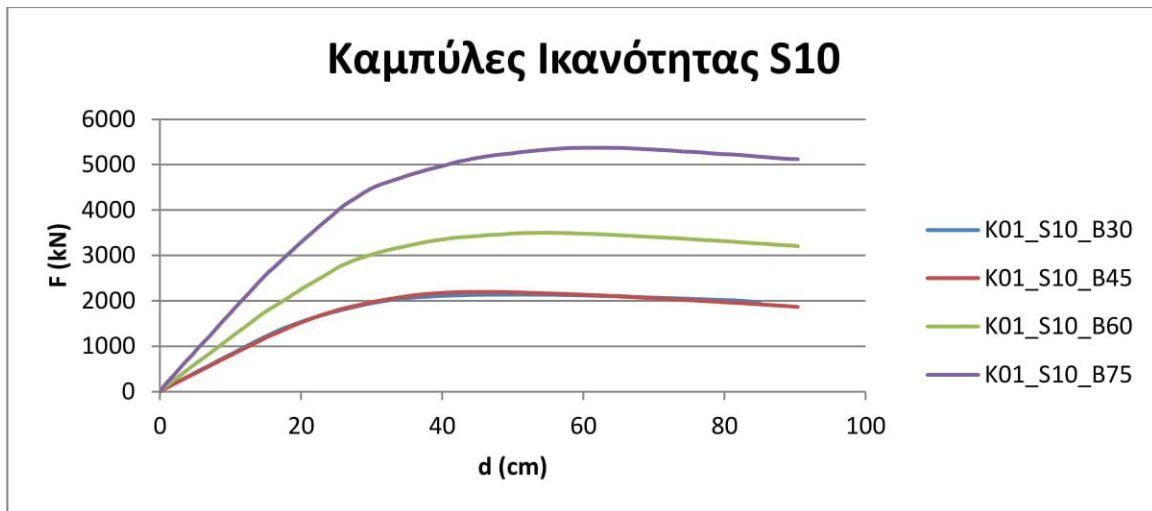


Σχήμα 4-29. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=8

Από το Σχήμα 4-29, παρατηρούμε ότι για τα δόροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα 3,00m, το οποίο έχει λίγο μεγαλύτερη αντοχή από το κτίριο με άνοιγμα 4,50m. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος από 3,00m μέχρι 6,00m η μετακίνηση αυξάνεται ελαφρά ενώ αυξάνεται αρκετά για το κτίριο με άνοιγμα 7,50m.

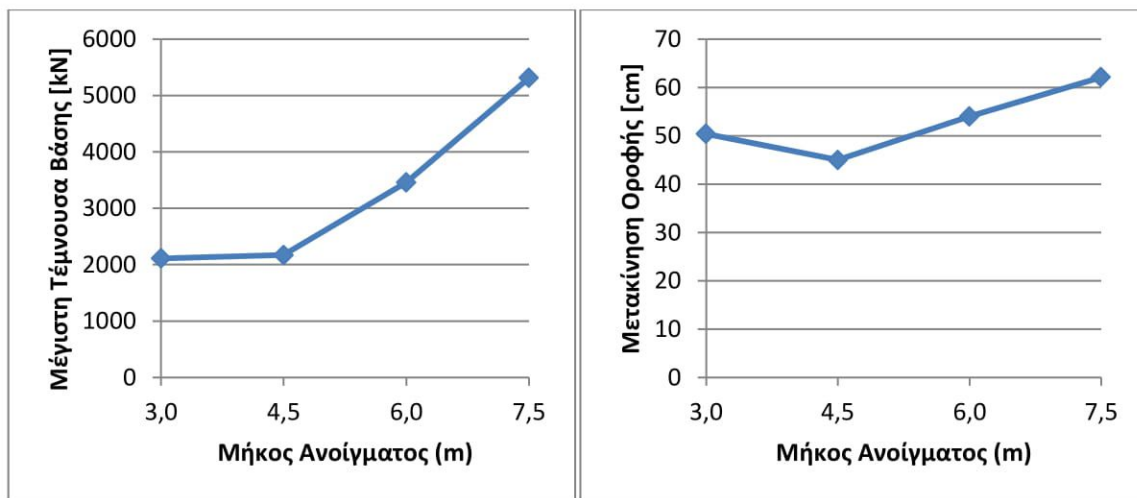


Σχήμα 4-30. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

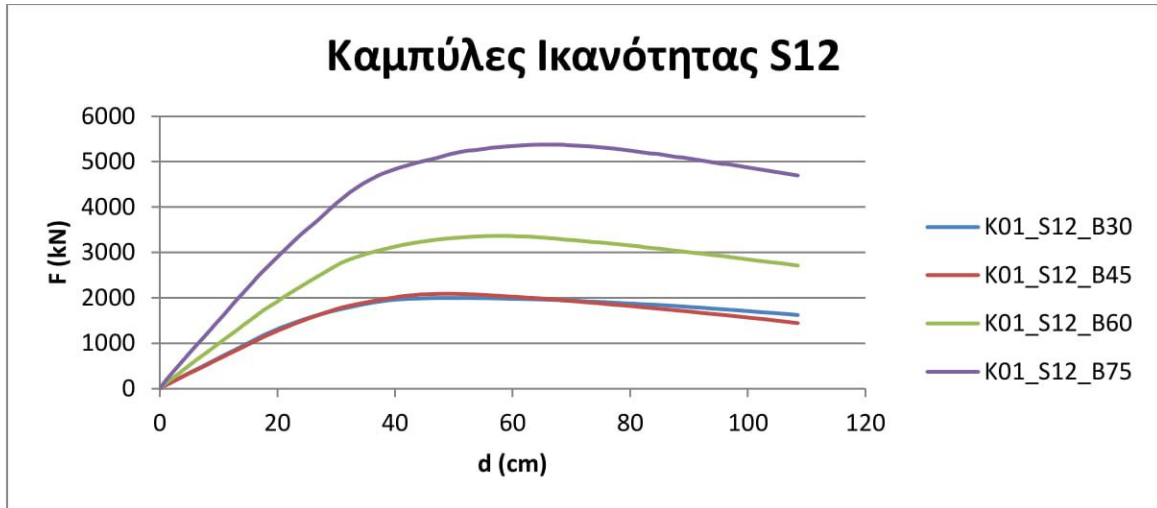


Σχήμα 4-31. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=10

Από το Σχήμα 4-31, παρατηρούμε ότι για τα 10όροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα $3,00m$, το οποίο έχει σχεδόν ίδια αντοχή με το κτίριο με άνοιγμα $4,50m$. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος από $3,00m$ μέχρι $4,50m$ η μετακίνηση μειώνεται ενώ αυξάνεται αρκετά για ανοίγματα $6,00m$ και $7,50m$.

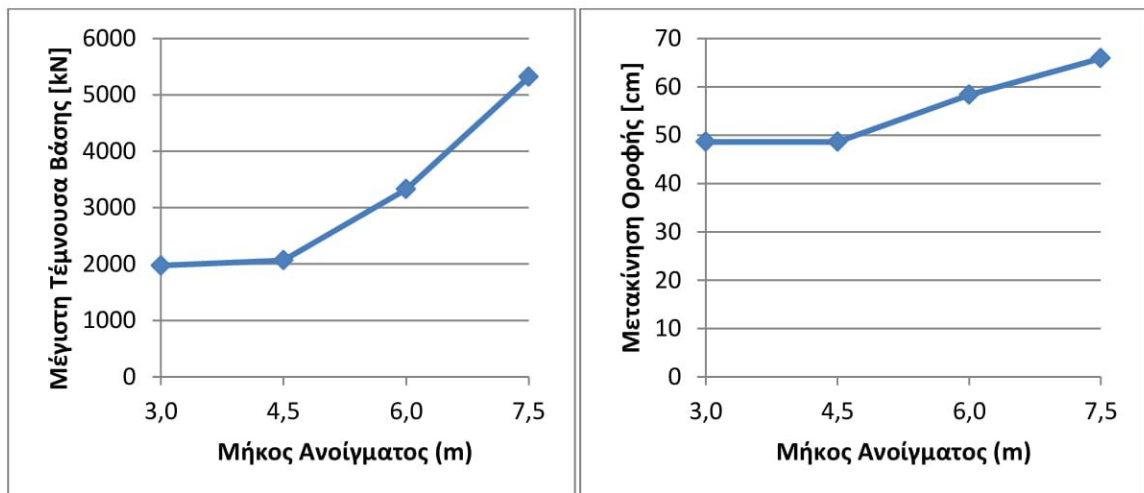


Σχήμα 4-32. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

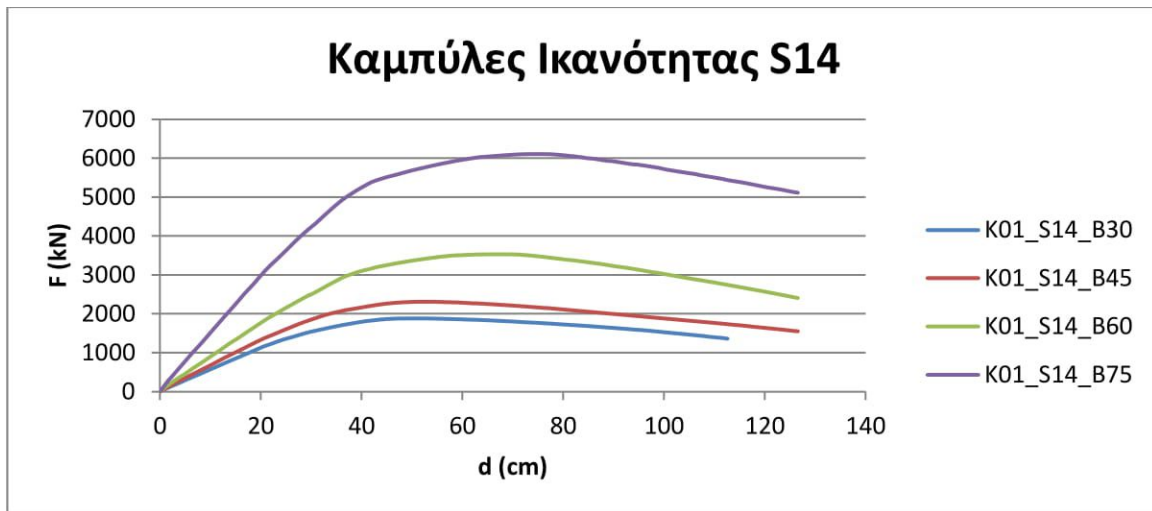


Σχήμα 4-33. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=12

Από το Σχήμα 4-33, παρατηρούμε ότι για τα 12όροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα 3,00m, το οποίο έχει σχεδόν ίδια αντοχή με το κτίριο με άνοιγμα 4,50m. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μετακίνηση, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα 3,00m, το οποίο έχει σχεδόν ίδια μετακίνηση με το κτίριο με άνοιγμα 4,50m.

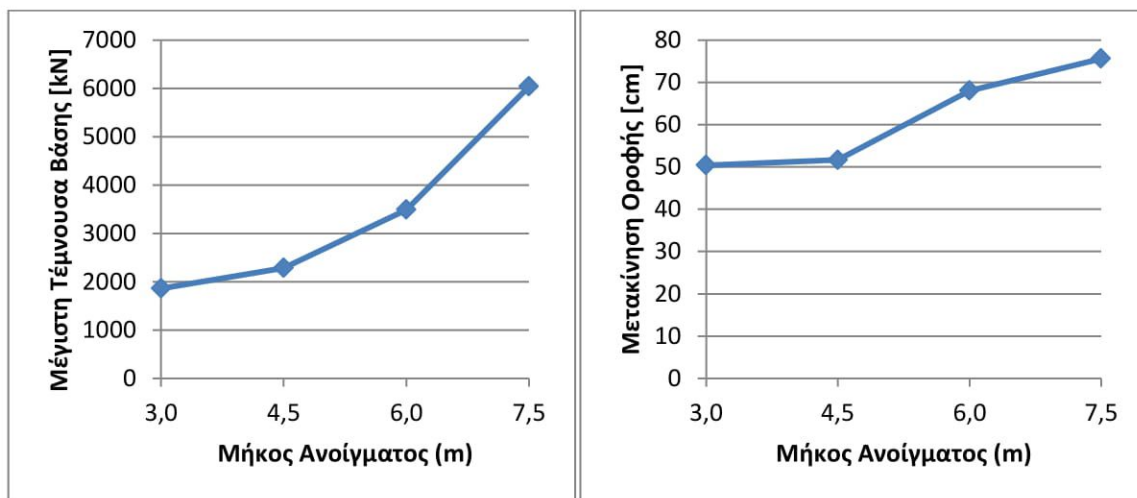


Σχήμα 4-34. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

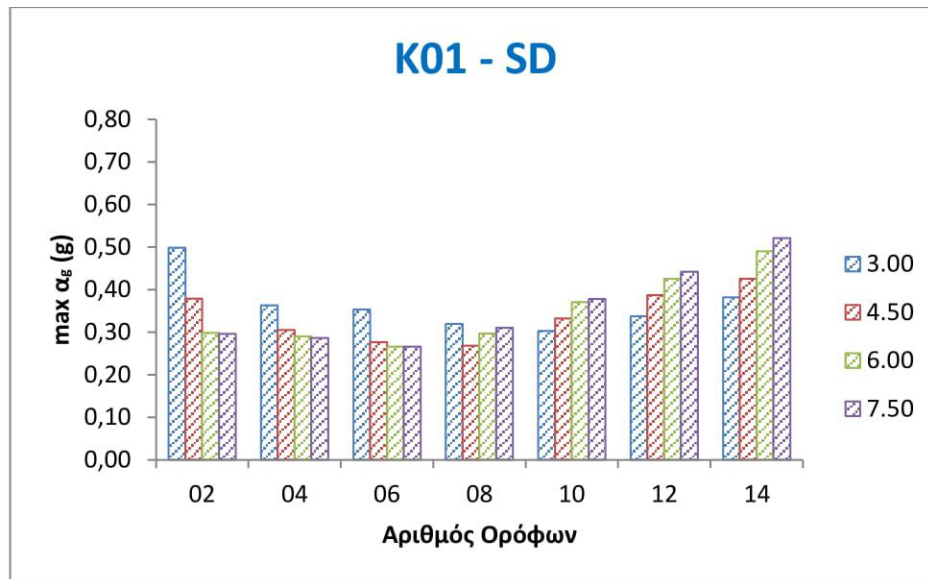


Σχήμα 4-35. Καμπύλες Ικανότητας μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=14

Από το Σχήμα 4-35, παρατηρούμε ότι για τα 14όροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μετακίνηση, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα 3,00m, το οποίο έχει σχεδόν ίδια μετακίνηση με το κτίριο με άνοιγμα 4,50m.



Σχήμα 4-36. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία



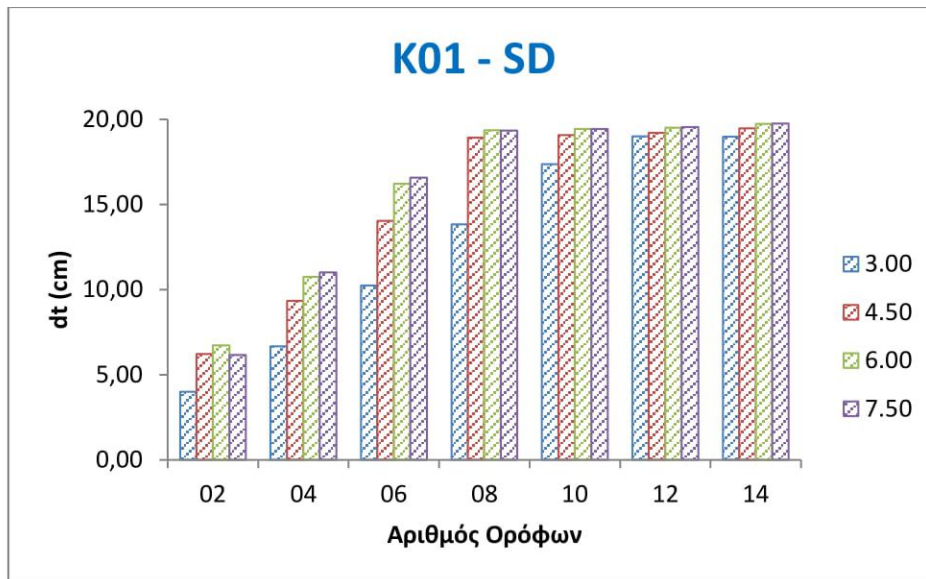
Σχήμα 4-37. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και επιτελεστικότητα SD

Στο Σχήμα 4-37 για μέση στάθμη επιτελεστικότητας (προστασία ζωής), παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης που μπορεί να παραλάβει η κατασκευή, με αύξηση του μήκους ανοίγματος για τα χαμηλά κτίρια και αύξηση της μέγιστης επιτάχυνσης με αύξηση του μήκους ανοίγματος για τα πολυώροφα.

Για τα 2όροφα τα 4όροφα και τα 6όροφα κτίρια, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος. Σε κάθε περίπτωση, το κτίριο με μήκος ανοίγματος 3,00m μπορεί να παραλάβει αισθητά μεγαλύτερη επιτάχυνση.

Για τα 8όροφα κτίρια, παρατηρούμε αύξηση της μέγιστης επιτάχυνσης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, με εξαίρεση το κτίριο με μήκος ανοίγματος 3,00m το οποίο παραλαμβάνει μεγαλύτερη επιτάχυνση από τα υπόλοιπα.

Για τα 10όροφα τα 12όροφα και τα 14όροφα κτίρια, παρατηρούμε αύξηση της μέγιστης επιτάχυνσης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος.



Σχήμα 4-38. Στοχευόμενη μετατόπιση dt

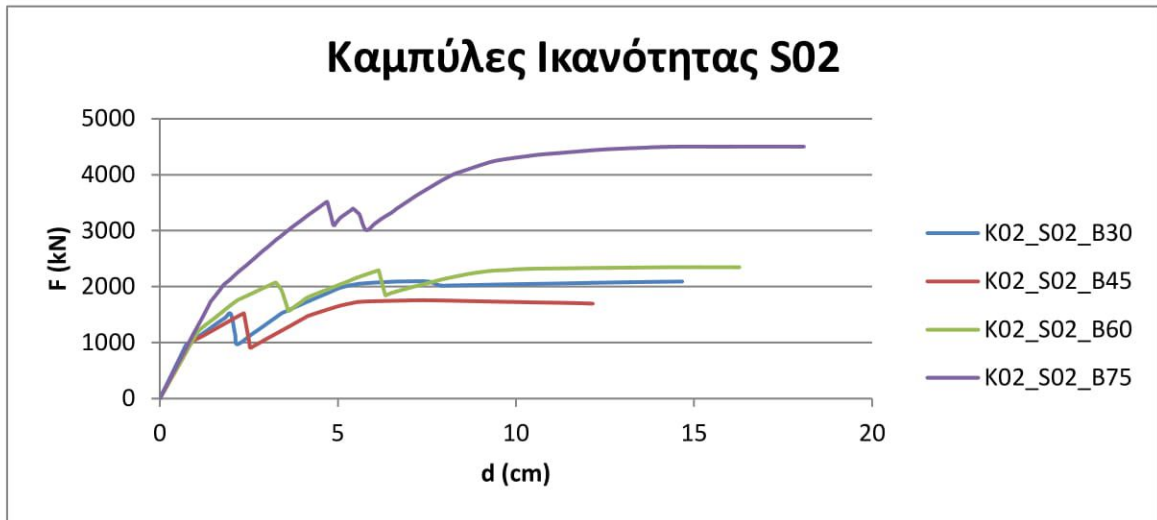
Αντίστοιχα, για τη στοχευόμενη μετακίνηση στη στάθμη επιτελεστικότητας «προστασία ζωής» (Σχήμα 4-38), παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται και η απαίτηση σε μετακίνηση.

Για τα 2όροφα κτίρια, παρατηρούμε αύξηση της στοχευόμενης μετακίνησης μέχρι και το κτίριο με άνοιγμα $6,00m$. Στη συνέχεια η στοχευόμενη μετακίνηση μειώνεται για το κτίριο με μήκος ανοίγματος $7,50m$.

Για τα 4όροφα, τα 6όροφα, τα 8όροφα και τα 10όροφα κτίρια, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται και η απαίτηση σε μετακίνηση. Αξίζει να σημειωθεί ότι η στοχευόμενη μετακίνηση για τις παραπάνω περιπτώσεις είναι αρκετά μικρότερη για τα κτίρια με μήκος ανοίγματος $3,00m$.

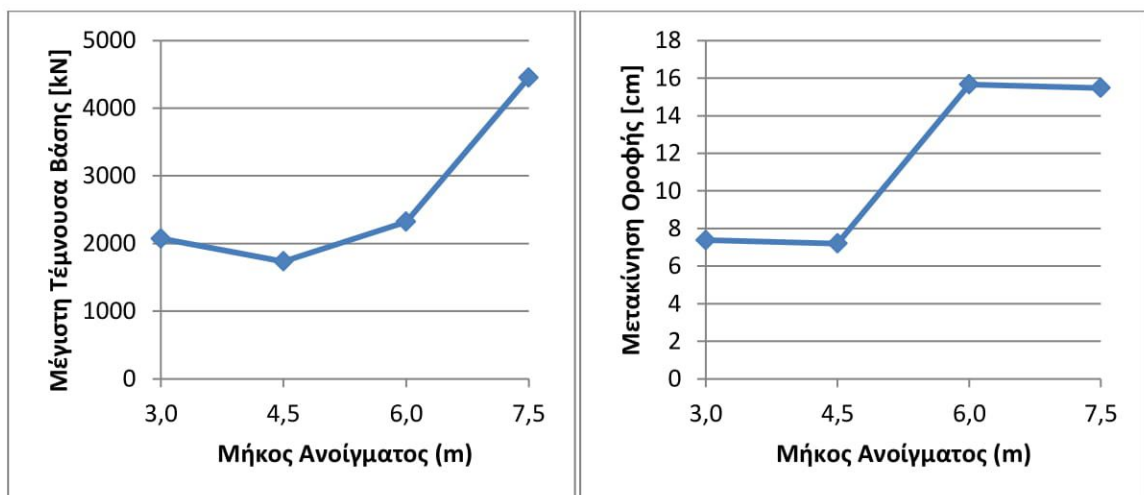
Για τα 12όροφα και τα 14όροφα κτίρια, παρατηρούμε αύξηση της στοχευόμενης μετακίνησης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αλλά με αρκετά μικρό ρυθμό.

4.2.2.2 Τοιχοπληρωμένα κτίρια

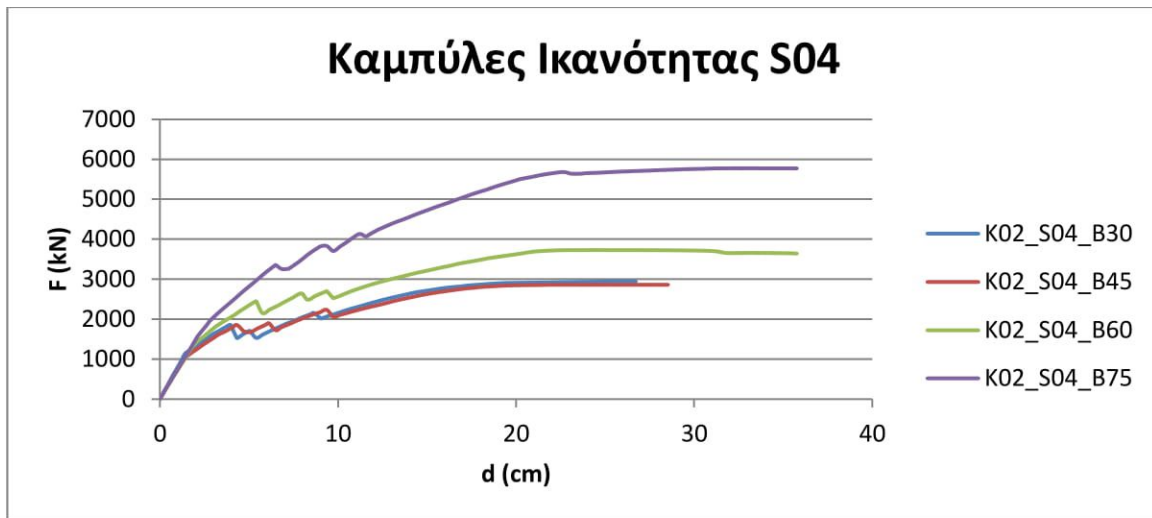


Σχήμα 4-39. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=2

Από το Σχήμα 4-39, παρατηρούμε ότι για τα 2όροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα 3,00m, το οποίο έχει μεγαλύτερη αντοχή από το κτίριο με άνοιγμα 4,50m. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι τα κτίρια με μεγαλύτερο μήκος ανοίγματος (6,00m και 7,50m) έχουν μεγαλύτερη μετακίνηση από εκείνα με μικρότερο μήκος ανοίγματος.

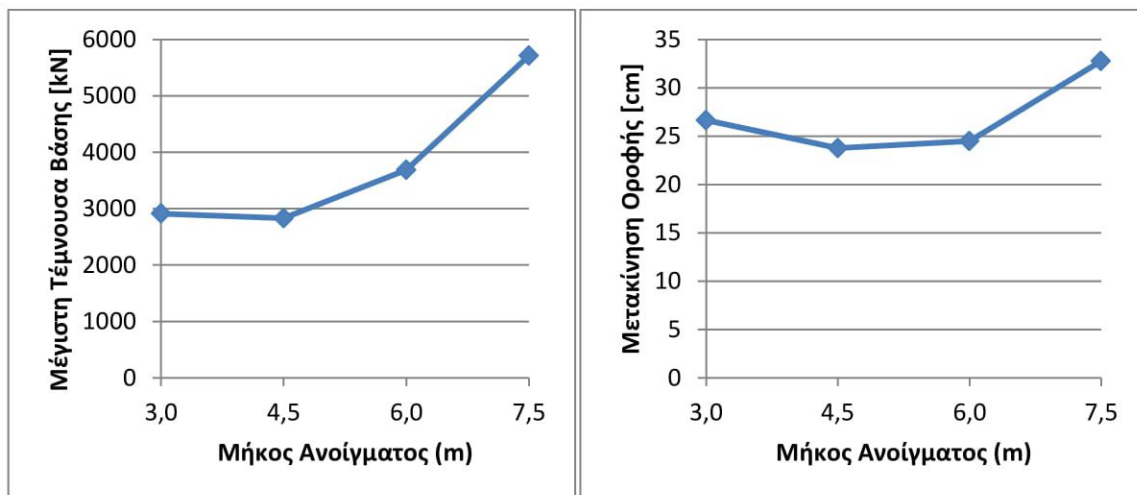


Σχήμα 4-40. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

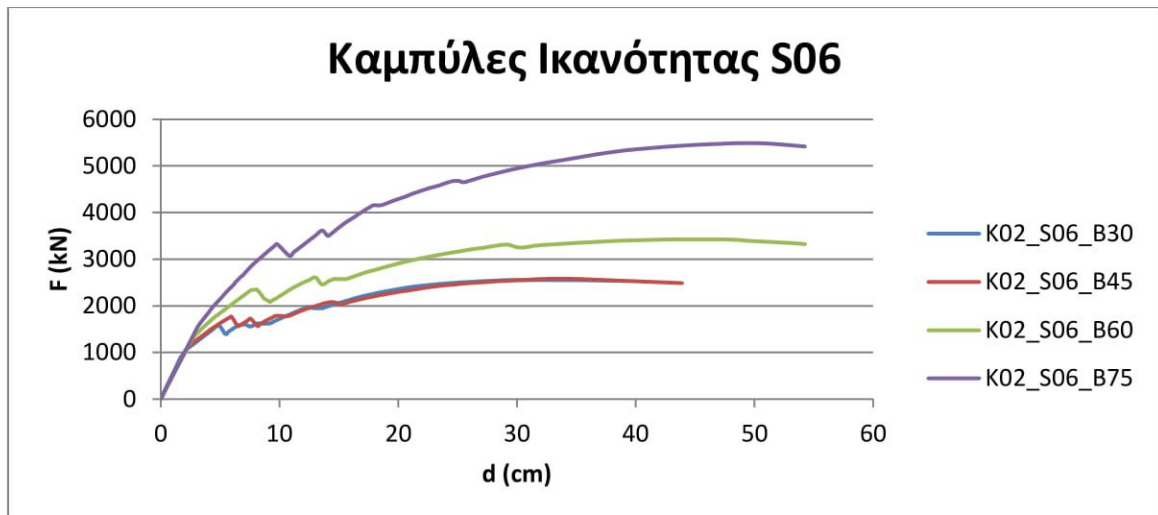


Σχήμα 4-41. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=4

Από το Σχήμα 4-41, παρατηρούμε ότι για τα 4όροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα $3,00m$, το οποίο έχει λίγο μεγαλύτερη αντοχή από το κτίριο με άνοιγμα $4,50m$. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος από $3,00m$ μέχρι $6,00m$ η μετακίνηση μειώνεται ελαφρά, αυξάνεται ελαφρά για το κτίριο με μήκος ανοίγματος $6,00m$ ενώ αυξάνεται αρκετά για το κτίριο με άνοιγμα $7,50m$.

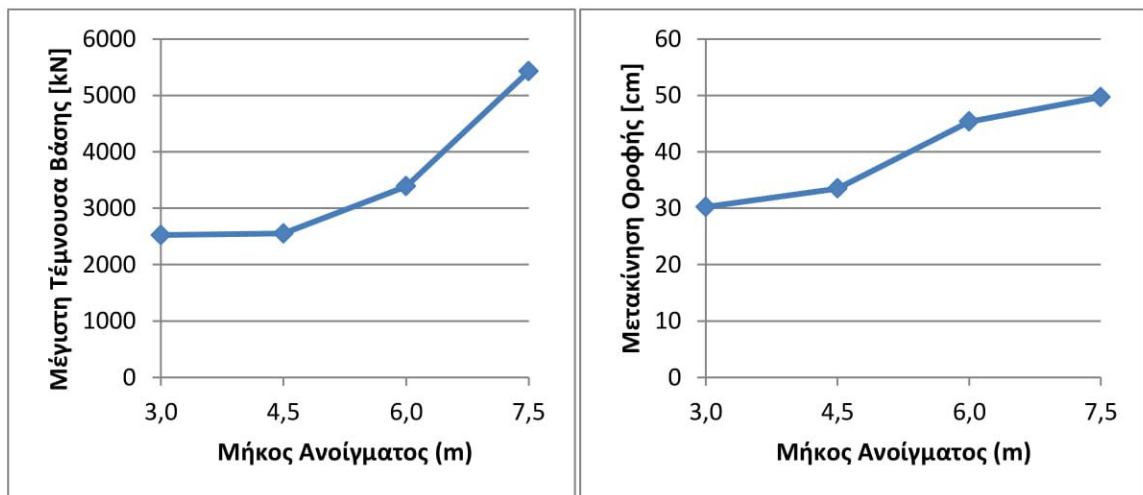


Σχήμα 4-42. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

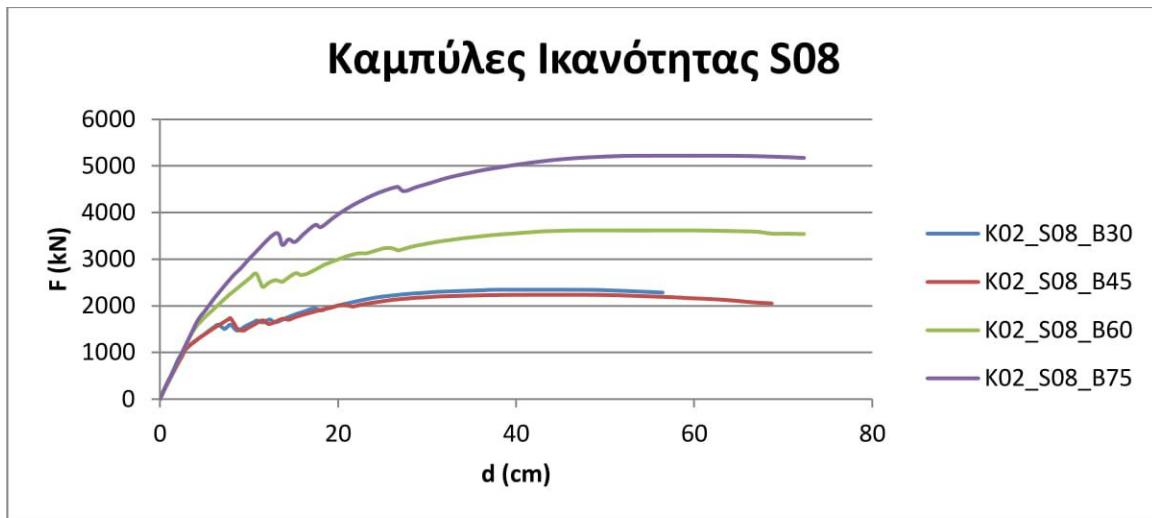


Σχήμα 4-43. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=6

Από το Σχήμα 4-43, παρατηρούμε ότι για τα δόροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα $3,00m$, το οποίο έχει σχεδόν ίδια αντοχή με το κτίριο με άνοιγμα $4,50m$. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται και η μετακίνηση.

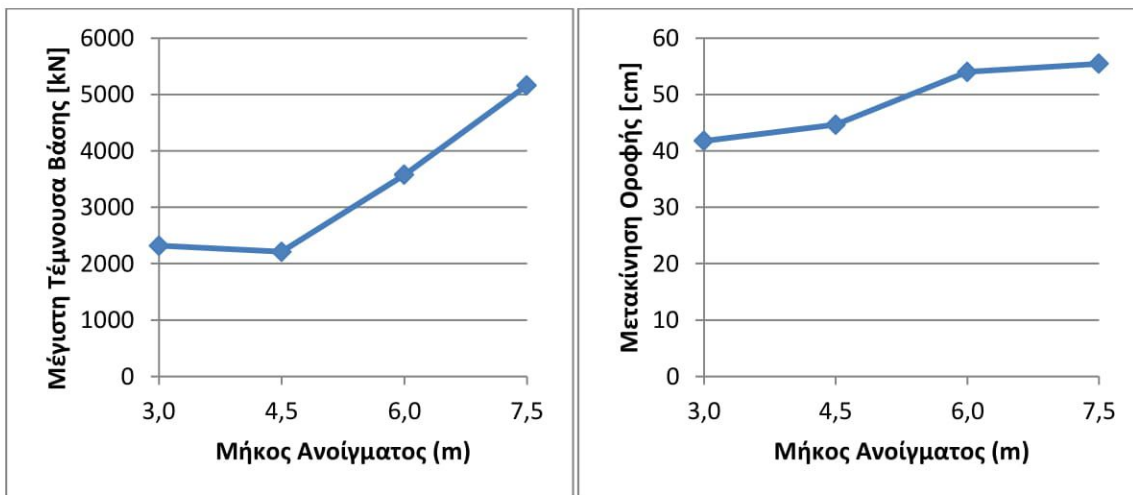


Σχήμα 4-44. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

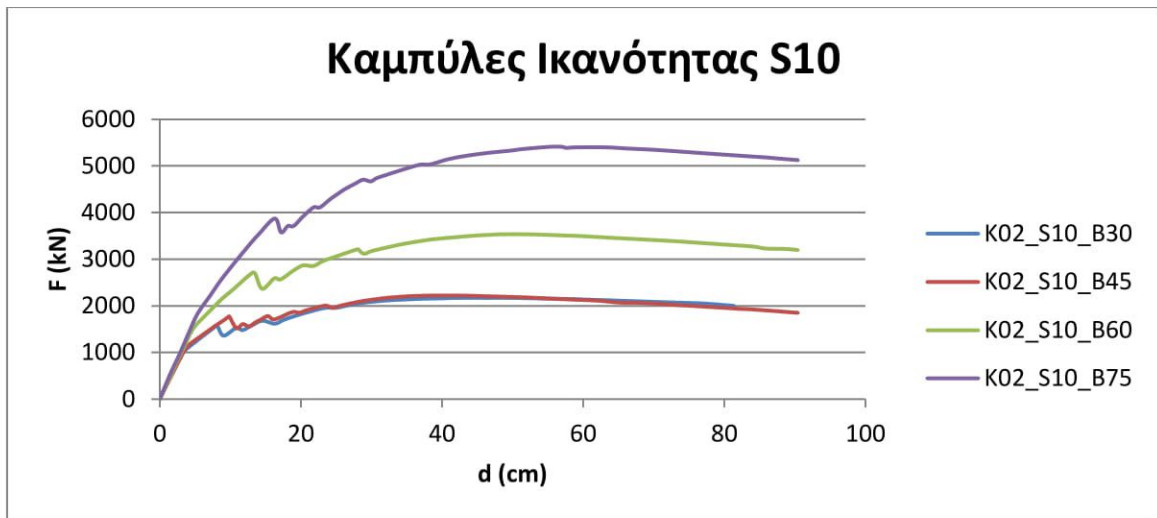


Σχήμα 4-45. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=8

Από το Σχήμα 4-45, παρατηρούμε ότι για τα δόροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα $3,00m$, το οποίο έχει λίγο μεγαλύτερη αντοχή από το κτίριο με άνοιγμα $4,50m$. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται και η μετακίνηση.

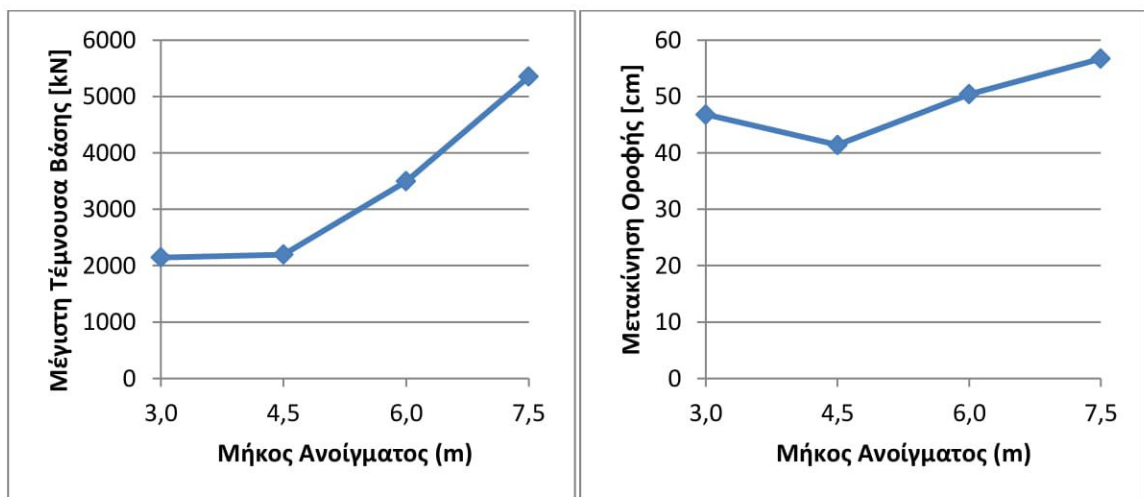


Σχήμα 4-46. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

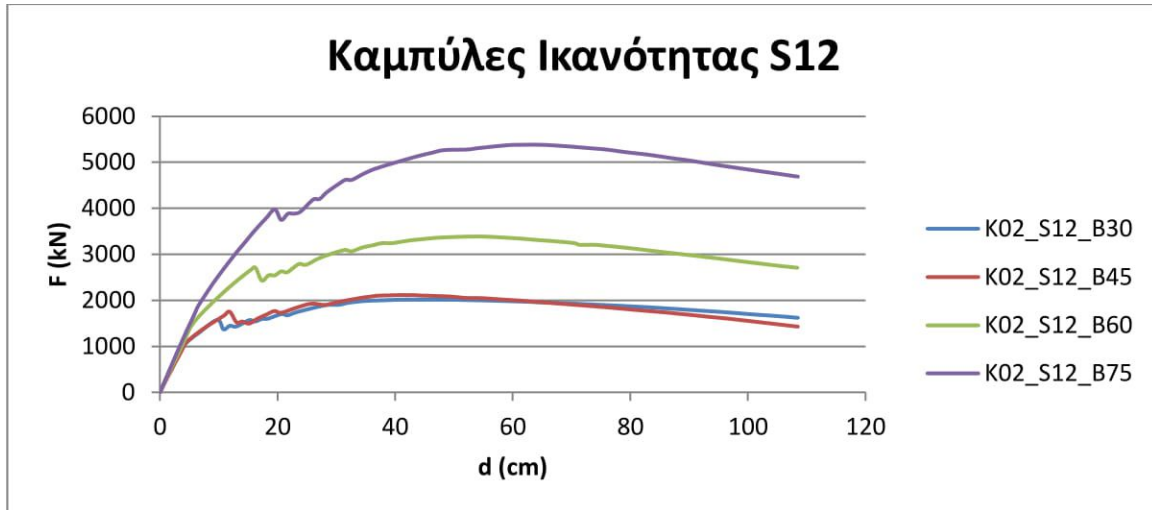


Σχήμα 4-47. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=10

Από το Σχήμα 4-47, παρατηρούμε ότι για τα 10όροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα $3,00m$, το οποίο έχει σχεδόν ίδια αντοχή με το κτίριο με άνοιγμα $4,50m$. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος από $3,00m$ μέχρι $4,50m$ η μετακίνηση μειώνεται ενώ αυξάνεται αρκετά για ανοίγματα $6,00m$ και $7,50m$.

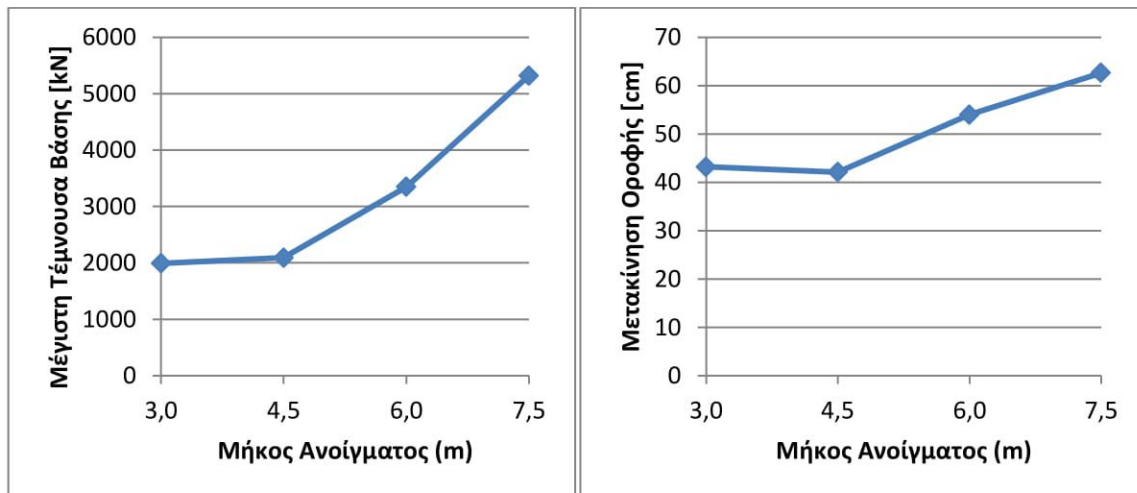


Σχήμα 4-48. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

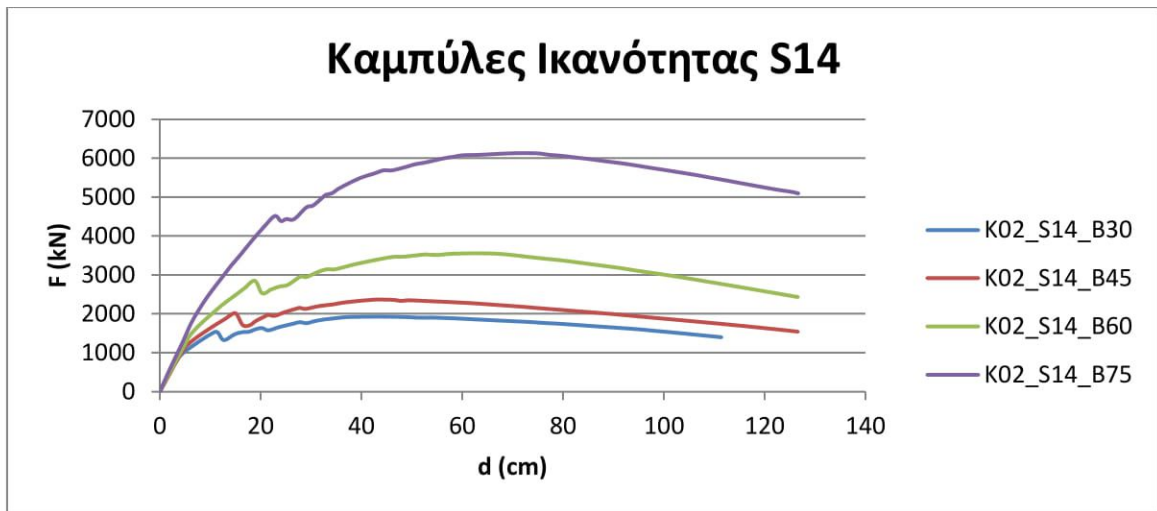


Σχήμα 4-49. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=12

Από το Σχήμα 4-49, παρατηρούμε ότι για τα 12όροφα κτίρια, όσο αυξάνεται ο μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα $3,00m$, το οποίο έχει σχεδόν ίδια αντοχή με το κτίριο με άνοιγμα $4,50m$. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μετακίνηση, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα $3,00m$, το οποίο έχει λίγο μεγαλύτερη μετακίνηση σε σχέση με το κτίριο με άνοιγμα $4,50m$.

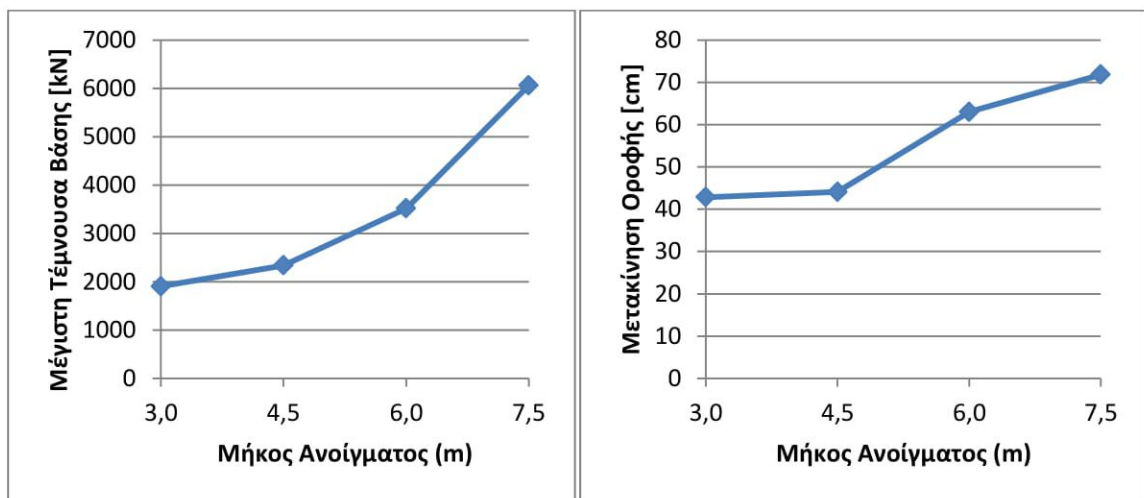


Σχήμα 4-50. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

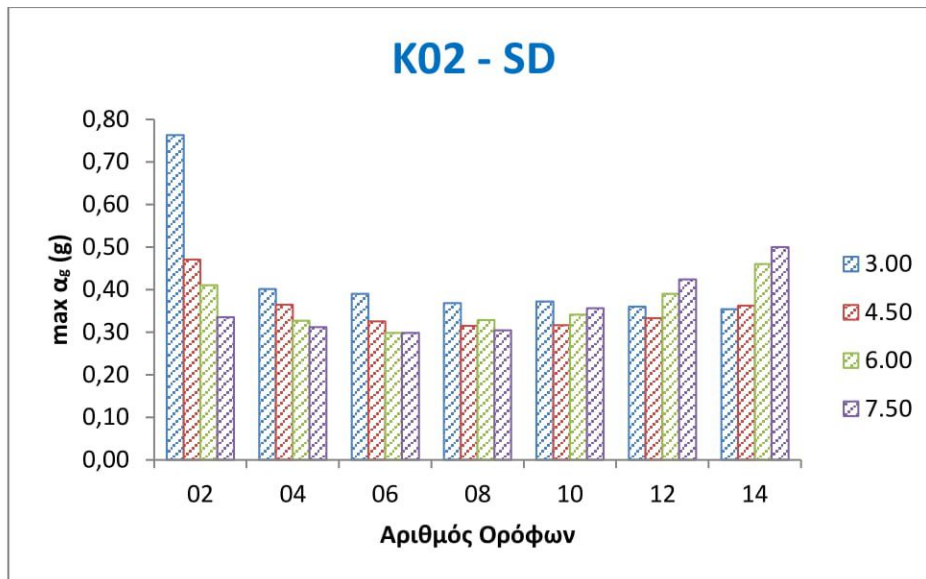


Σχήμα 4-51. Καμπύλες Ικανότητας τοιχοπληρωμένων κτιρίων με αριθμό ορόφων S=14

Από το Σχήμα 4-51, παρατηρούμε ότι για τα 14όροφα κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει το κτίριο στη βάση του. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου, παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται η μετακίνηση, με εξαίρεση το κτίριο με άνοιγμα $3,00m$, το οποίο έχει σχεδόν ίδια μετακίνηση με το κτίριο με άνοιγμα $4,50m$.



Σχήμα 4-52. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία



Σχήμα 4-53. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και επιτελεστικότητα SD

Στο Σχήμα 4-53 για μέση στάθμη επιτελεστικότητας (προστασία ζωής), παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης που μπορεί να παραλάβει η κατασκευή, με αύξηση του μήκους ανοίγματος για τα χαμηλά κτίρια και αύξηση της μέγιστης επιτάχυνσης με αύξηση του μήκους ανοίγματος για τα πολυώροφα.

Για τα 2όροφα κτίρια, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος. Το κτίριο με μήκος ανοίγματος $3,00m$ μπορεί να παραλάβει αισθητά μεγαλύτερη επιτάχυνση.

Για τα 4όροφα κτίρια, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος.

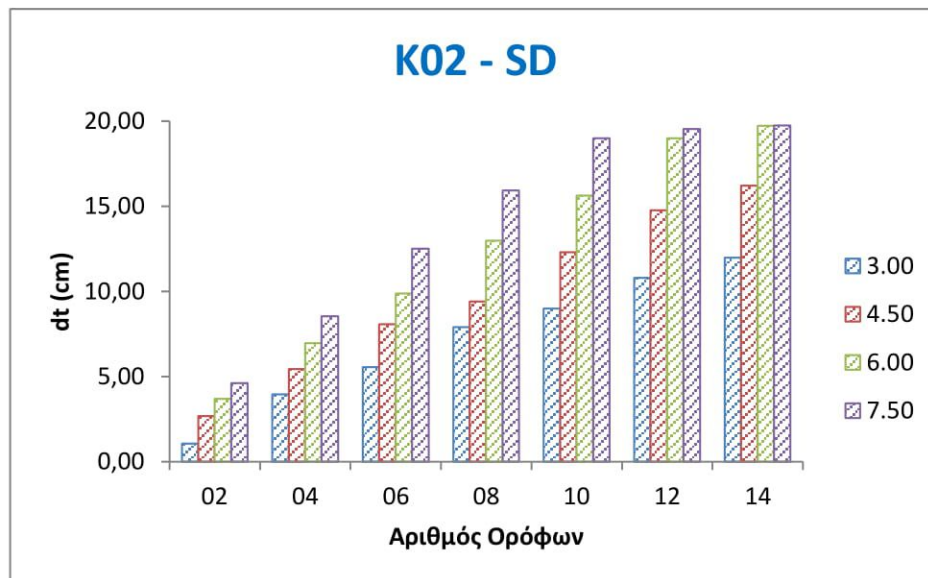
Για τα 6όροφα κτίρια, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος. Τα κτίρια με μήκος ανοίγματος $6,00m$ και $7,50m$ μπορούν να παραλάβουν σχεδόν ίδια επιτάχυνση.

Για τα 8όροφα κτίρια, παρατηρούμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, με εξαίρεση το κτίριο με μήκος ανοίγματος $6,00m$ το οποίο παραλαμβάνει μεγαλύτερη επιτάχυνση από το κτίριο με μήκος ανοίγματος $4,50m$.

Για τα 10όροφα κτίρια, παρατηρούμε αύξηση της μέγιστης επιτάχυνσης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, με εξαίρεση το κτίριο με μήκος ανοίγματος $3,00m$ το οποίο παραλαμβάνει μεγαλύτερη επιτάχυνση από τα υπόλοιπα.

Για τα 12όροφα κτίρια, παρατηρούμε αύξηση της μέγιστης επιτάχυνσης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, με εξαίρεση το κτίριο με μήκος ανοίγματος $3,00m$ το οποίο παραλαμβάνει μεγαλύτερη επιτάχυνση από το κτίριο με μήκος ανοίγματος $4,50m$.

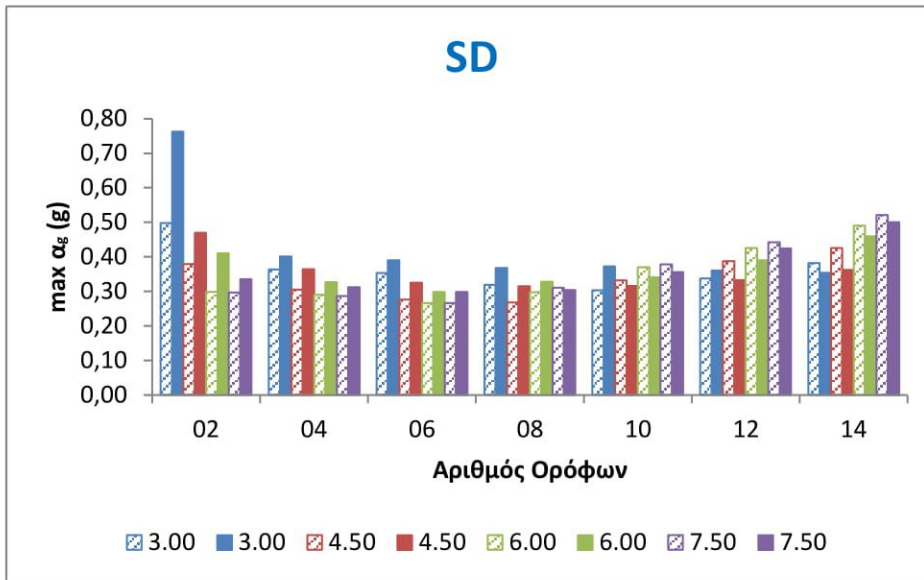
Για τα 14όροφα κτίρια, παρατηρούμε αύξηση της μέγιστης επιτάχυνσης όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, με εξαίρεση το κτίριο με μήκος ανοίγματος $3,00m$ το οποίο παραλαμβάνει σχεδόν ίση επιτάχυνση με το κτίριο με μήκος ανοίγματος $4,50m$.



Σχήμα 4-54. Στοχευόμενη μετατόπιση dt

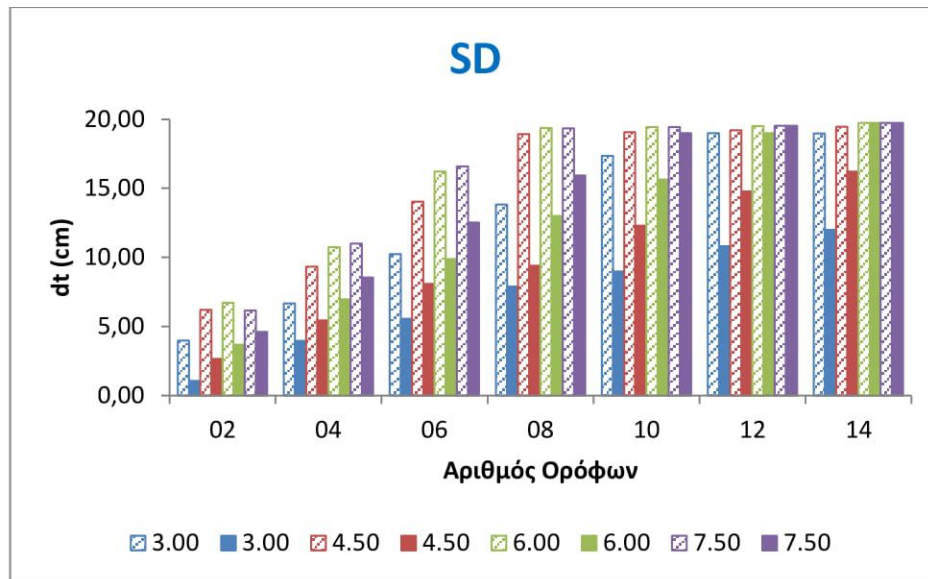
Αντίστοιχα, για τη στοχευόμενη μετακίνηση στη στάθμη επιτελεστικότητας «προστασία ζωής» (Σχήμα 4-54), παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, αυξάνεται και η απαίτηση σε μετακίνηση. Αξίζει να σημειωθεί ότι για τα 12όροφα και τα 14όροφα κτίρια, οι μεταβολές για μήκη ανοίγματος $6,00m$ και $7,50m$ είναι πολύ μικρές.

4.2.2.3 Σύγκριση γυμνών και τοιχοπληρωμένων κτιρίων



Σχήμα 4-55. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και επιτελεστικότητα SD (Μη συμπαγής ράβδος: μη τοιχοπληρωμένα κτίρια, συμπαγής ράβδος: τοιχοπληρωμένα κτίρια)

Συγκρίνοντας τοιχοπληρωμένα και μη τοιχοπληρωμένα κτίρια (Σχήμα 4-55), παρατηρούμε ότι όσο αυξάνεται το μήκος ανοίγματος, η συνεισφορά των τοιχοπληρώσεων στην παραλαβή επιτάχυνσης, μειώνεται, και σε κάποιες περιπτώσεις γίνεται αρνητική. Στα κτίρια με μικρότερο μήκος ανοίγματος και αριθμό ορόφων, ο υπολογισμός των τοιχοπληρώσεων παρέχει μεγαλύτερη αντοχή, ενώ στα κτίρια με μεγάλο μήκος ανοίγματος και μεγάλο αριθμό ορόφων, μικρότερη.

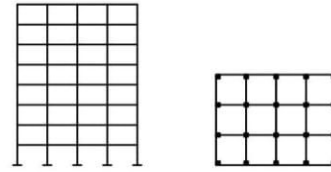


Σχήμα 4-56. Στοιχευόμενη μετατόπιση dt
(Μη συμπαγής ράβδος: μη τοιχοπληρωμένα κτίρια, συμπαγής ράβδος: τοιχοπληρωμένα κτίρια)

Αντίστοιχα, όσον αφορά τη στοιχευόμενη μετακίνηση, σε κάθε περίπτωση, για τα τοιχοπληρωμένα κτίρια, η απαίτηση για μετακίνηση οροφής είναι αρκετά μικρότερη (Σχήμα 4-56). Αξίζει να σημειωθεί ότι για τα κτίρια με μεγάλο μήκος ανοίγματος και μεγάλο αριθμό ορόφων, η απαίτηση σε μετακίνηση είναι σχεδόν ίδια με και χωρίς τον υπολογισμό των τοιχοπληρώσεων.

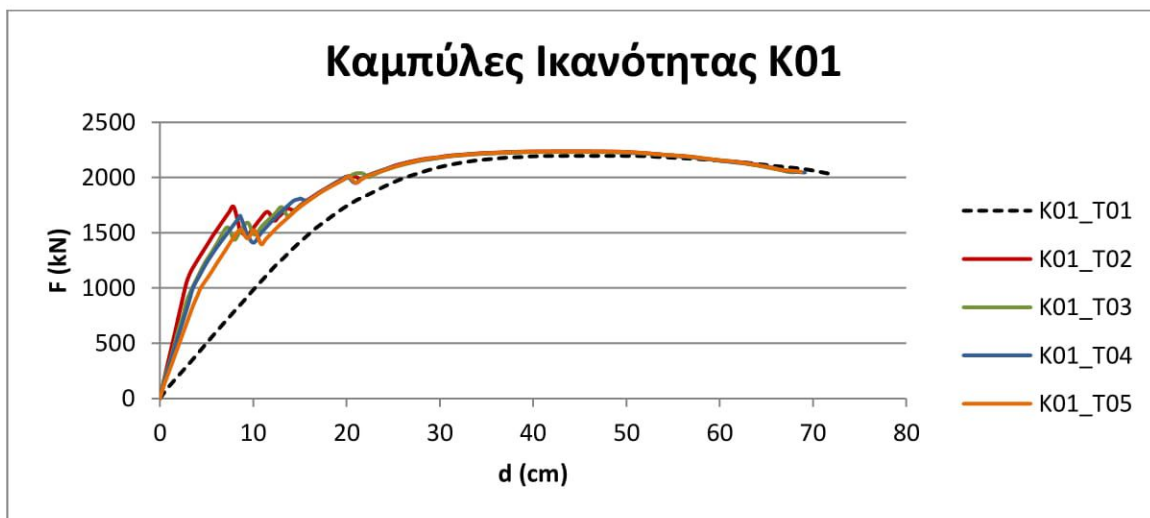
4.3 ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ – ΕΠΙΡΡΟΗ ΤΗΣ ΤΟΙΧΟΠΟΙΑΣ ΣΕ ΜΗ ΚΑΝΟΝΙΚΑ ΚΤΙΡΙΑ

4.3.1 Μη κανονικότητες σε όψη

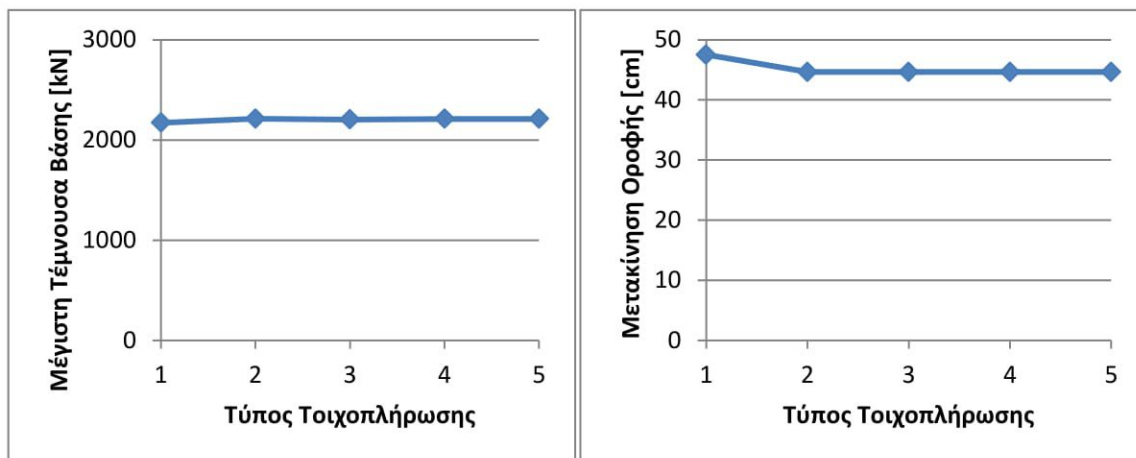


4.3.1.1 Κτίριο K01

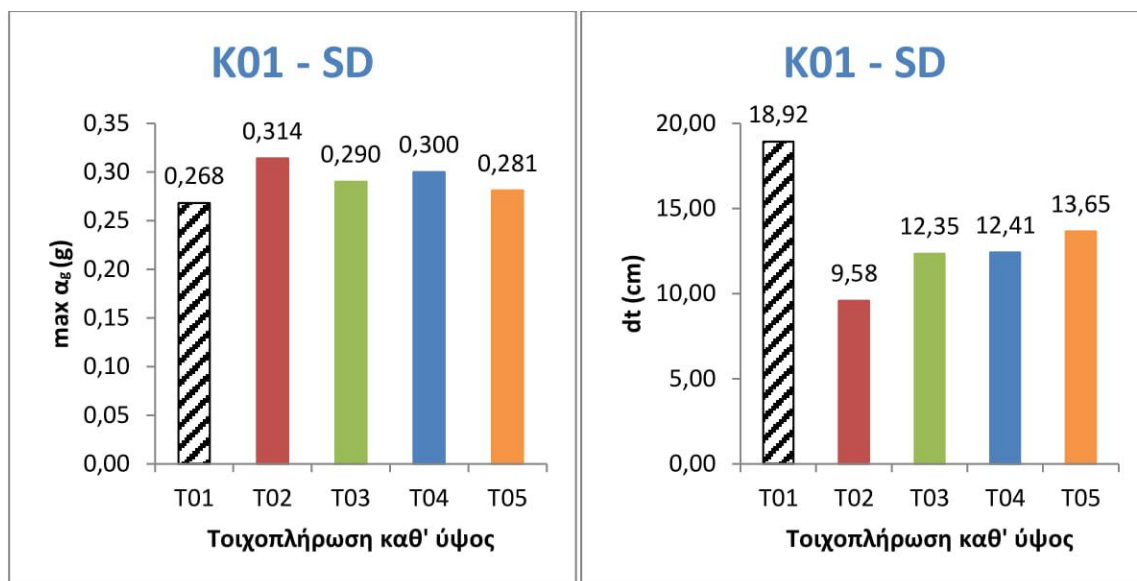
Από το Σχήμα 4-57, παρατηρούμε ότι ανεξάρτητα με την κατανομή των τοιχοπληρώσεων καθ' ύψος του κτιρίου, η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει στη βάση του είναι σταθερή. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής παρατηρούμε το ίδιο φαινόμενο, με εξαίρεση το μη τοιχοπληρωμένο κτίριο το οποίο αστοχεί με μεγαλύτερη μετακίνηση σε σχέση με τα υπόλοιπα.



Σχήμα 4-57. Καμπύλες Ικανότητας κτιρίου K01



Σχήμα 4-58. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

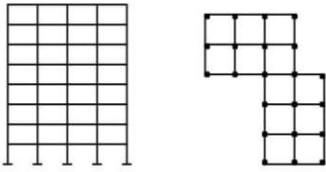


Σχήμα 4-59. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και στοχευόμενη μετατόπιση dt για επιτελεστικότητα SD

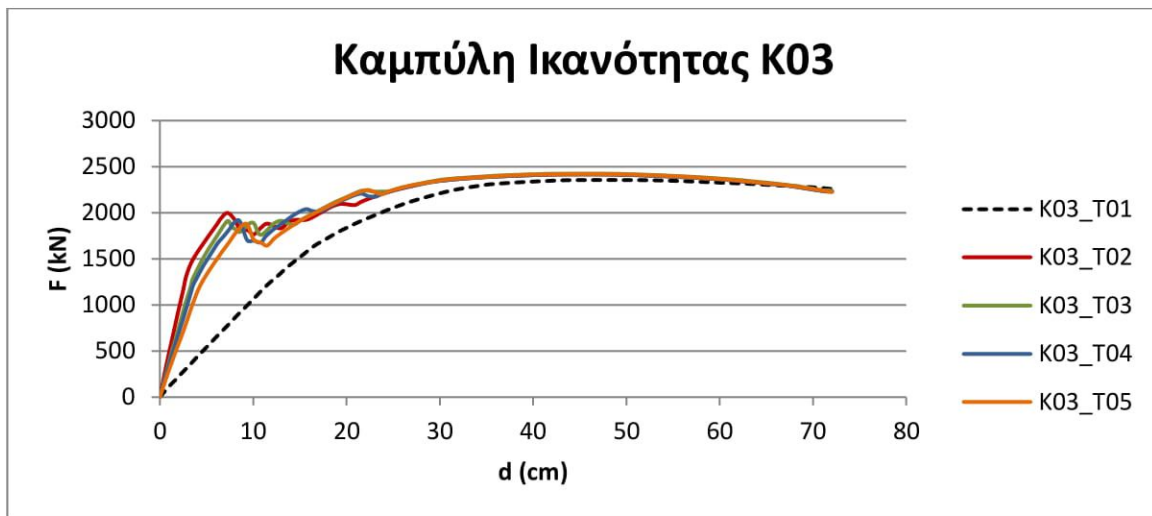
Στο Σχήμα 4-59^α, για μέση στάθμη επιτελεστικότητας (προστασία ζωής), παρατηρούμε ότι με τον υπολογισμό τοιχοπληρώσεων σε όλο το ύψος του κτιρίου, έχουμε και τη μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει η κατασκευή ενώ για το μη τοιχοπληρωμένο την ελάχιστη. Στην περίπτωση του κτιρίου με πιλοτή, η μέγιστη επιτάχυνση είναι μικρότερη από αυτή του τοιχοπληρωμένου, ενώ στην περίπτωση του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο, η μέγιστη επιτάχυνση είναι μεταξύ της αντίστοιχης του τοιχοπληρωμένου και του κτιρίου με πιλοτή. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και πιλοτή, η μέγιστη επιτάχυνση την οποία μπορεί να παραλάβει το κτίριο είναι μεταξύ αυτής του μη τοιχοπληρωμένου και του κτιρίου με πιλοτή.

Αντίστοιχα, παρατηρούμε ότι για το τοιχοπληρωμένο κτίριο έχουμε την ελάχιστη στοχευόμενη μετακίνηση, ενώ για το μη τοιχοπληρωμένο τη μέγιστη (Σχήμα 4-59^β). Στην περίπτωση του κτιρίου με πιλοτή, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι μεγαλύτερη από αυτή του τοιχοπληρωμένου, ενώ στην περίπτωση του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από αυτή του κτιρίου με πιλοτή. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και πιλοτή, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι λίγο μεγαλύτερη αυτής του κτιρίου με πιλοτή.

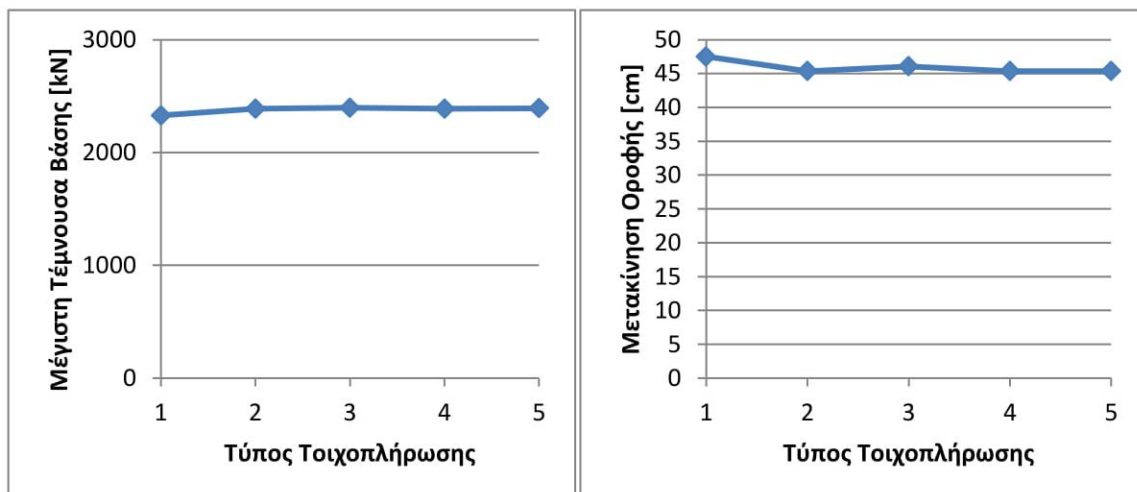
4.3.1.2 Κτίριο K03



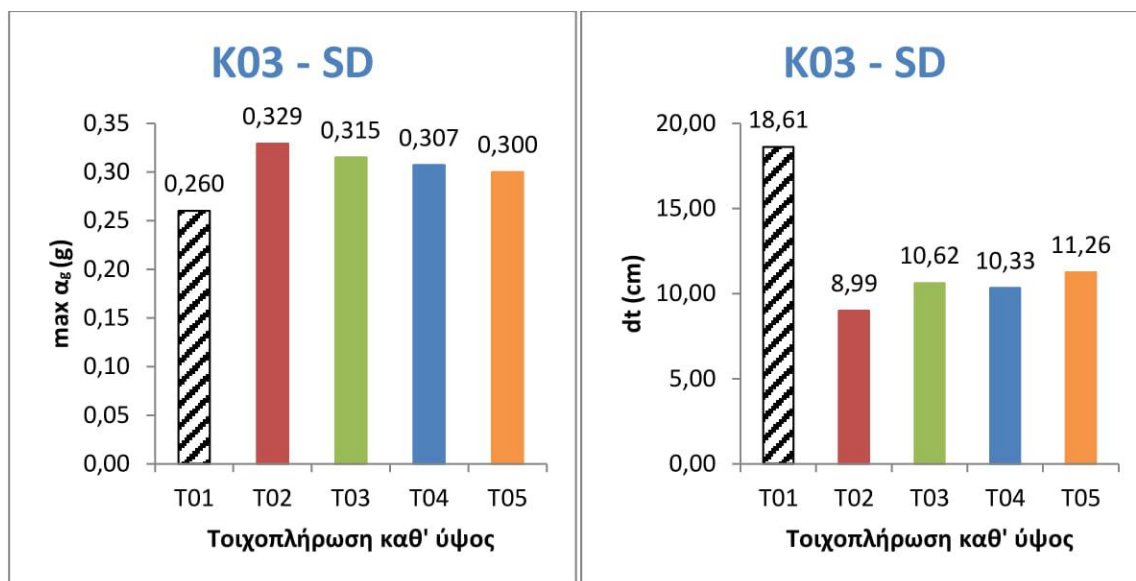
Από το Σχήμα 4-60, παρατηρούμε ότι ανεξάρτητα με την κατανομή των τοιχοπληρώσεων καθ' ύψος του κτιρίου, η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει στη βάση του είναι σταθερή. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής παρατηρούμε το ίδιο φαινόμενο, με εξαίρεση το μη τοιχοπληρωμένο κτίριο το οποίο αστοχεί με μεγαλύτερη μετακίνηση σε σχέση με τα υπόλοιπα.



Σχήμα 4-60. Καμπύλες Ικανότητας κτιρίου K03



Σχήμα 4-61. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

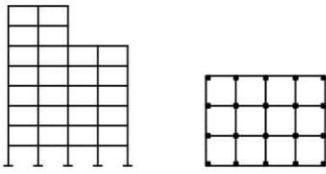


Σχήμα 4-62. Μέγιστη επιτάχυνση $\max a_g$ για $\lambda_{\max} = 1$ και στοχευόμενη μετατόπιση dt για επιτελεστικότητα SD

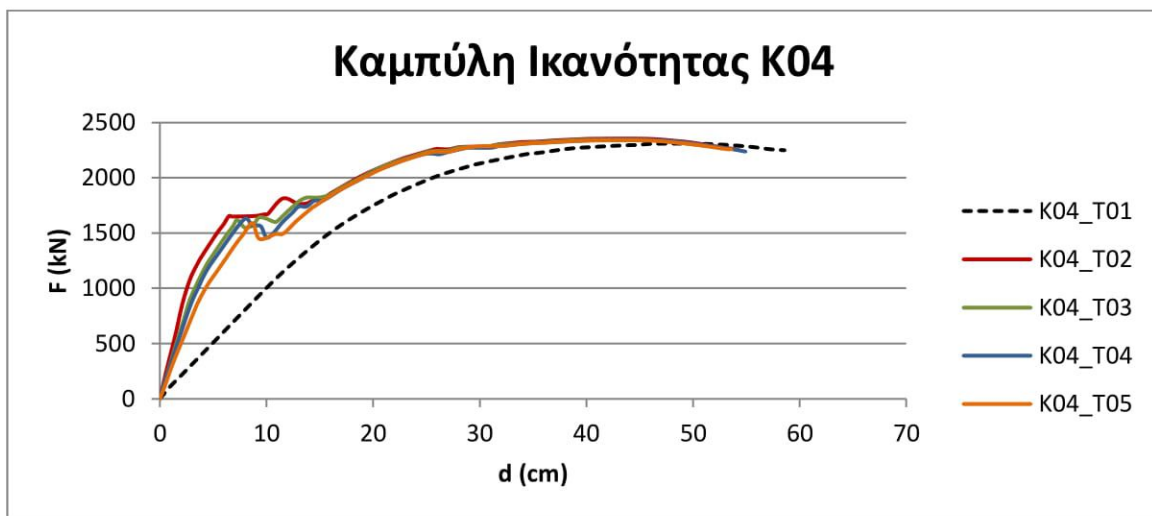
Στο Σχήμα 4-62^α, για μέση στάθμη επιτελεστικότητας (προστασία ζωής), παρατηρούμε ότι με τον υπολογισμό τοιχοπληρώσεων σε όλο το ύψος του κτιρίου, έχουμε και τη μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει η κατασκευή ενώ για το μη τοιχοπληρωμένο την ελάχιστη. Στην περίπτωση του κτιρίου με πιλοτή, η μέγιστη επιτάχυνση είναι μικρότερη από αυτή του τοιχοπληρωμένου, ενώ στην περίπτωση του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο, η μέγιστη επιτάχυνση είναι μικρότερη της αντίστοιχης του κτιρίου με πιλοτή. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και πιλοτή, η μέγιστη επιτάχυνση την οποία μπορεί να παραλάβει το κτίριο μικρότερη αυτής του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο.

Αντίστοιχα, παρατηρούμε ότι για το τοιχοπληρωμένο κτίριο έχουμε την ελάχιστη στοχευόμενη μετακίνηση, ενώ για το μη τοιχοπληρωμένο τη μέγιστη (Σχήμα 4-62^β). Στην περίπτωση του κτιρίου με πιλοτή, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι μεγαλύτερη από αυτή του τοιχοπληρωμένου, ενώ στην περίπτωση του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι ελάχιστα μικρότερη από αυτή του κτιρίου με πιλοτή και μεγαλύτερη από του τοιχοπληρωμένου. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και πιλοτή, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι λίγο μεγαλύτερη αυτής του κτιρίου με πιλοτή.

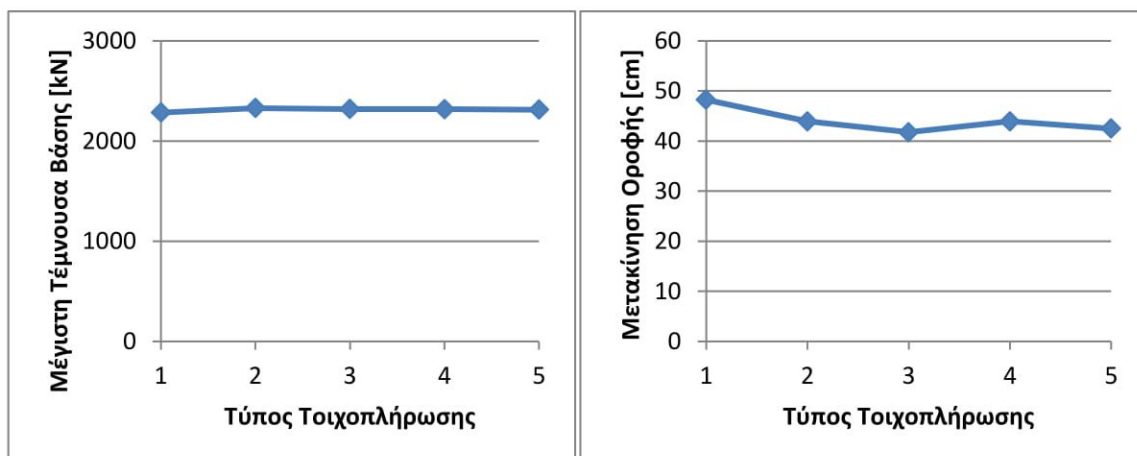
4.3.1.3 Κτίριο K04



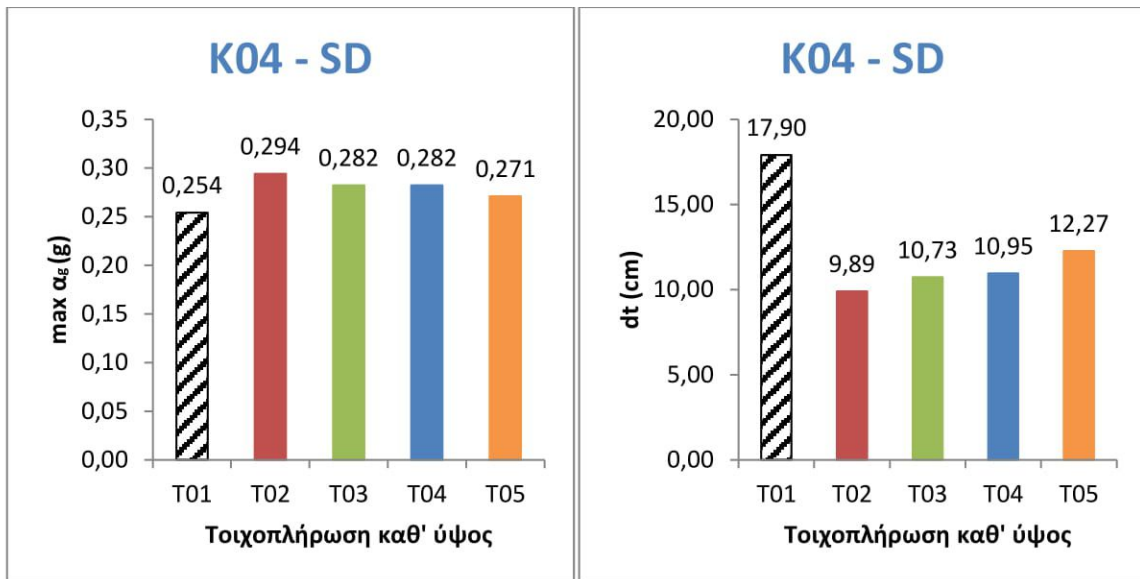
Από το Σχήμα 4-63, παρατηρούμε ότι ανεξάρτητα με την κατανομή των τοιχοπληρώσεων καθ' ύψος του κτιρίου, η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει στη βάση του είναι σταθερή. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής παρατηρούμε το μη τοιχοπληρωμένο κτίριο αστοχεί με μεγαλύτερη μετακίνηση σε σχέση με τα υπόλοιπα, ενώ το τοιχοπληρωμένο και το κτίριο με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο με μεγαλύτερη μετακίνηση από το κτίριο με πιλοτή και το κτίριο με πιλοτή και μαλακό όροφο στον 3ο όροφο.



Σχήμα 4-63. Καμπύλες Ικανότητας κτιρίου K04



Σχήμα 4-64. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

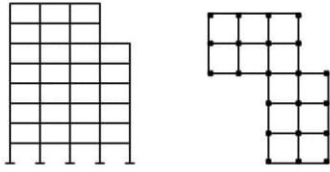


Σχήμα 4-65. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και στοχευόμενη μετατόπιση dt για επιτελεστικότητα SD

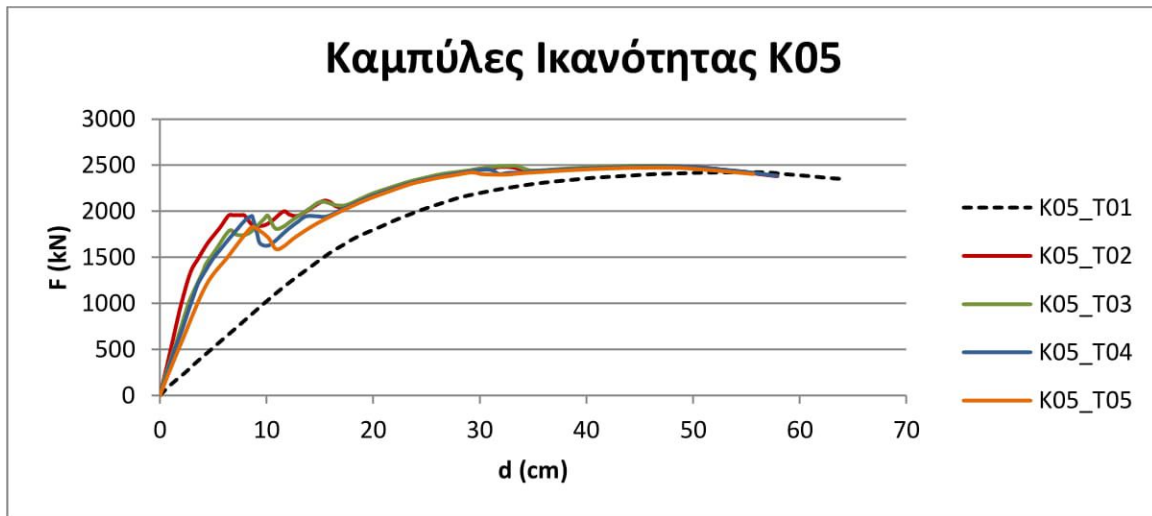
Στο Σχήμα 4-65^α, για μέση στάθμη επιτελεστικότητας (προστασία ζωής), παρατηρούμε ότι με τον υπολογισμό τοιχοπληρώσεων σε όλο το ύψος του κτιρίου, έχουμε και τη μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει η κατασκευή ενώ για το μη τοιχοπληρωμένο την ελάχιστη. Στην περίπτωση του κτιρίου με πιλοτή, η μέγιστη επιτάχυνση είναι μικρότερη από αυτή του τοιχοπληρωμένου, και ίδια με αυτή στην περίπτωση του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και πιλοτή, η μέγιστη επιτάχυνση την οποία μπορεί να παραλάβει το κτίριο είναι μεταξύ αυτής του μη τοιχοπληρωμένου και του κτιρίου με πιλοτή.

Αντίστοιχα, παρατηρούμε ότι για το τοιχοπληρωμένο κτίριο έχουμε την ελάχιστη στοχευόμενη μετακίνηση, ενώ για το μη τοιχοπληρωμένο τη μέγιστη (Σχήμα 4-65^β). Στην περίπτωση του κτιρίου με πιλοτή, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι μεγαλύτερη από αυτή του τοιχοπληρωμένου, ενώ στην περίπτωση του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι ελάχιστα μεγαλύτερη από αυτή του κτιρίου με πιλοτή. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και πιλοτή, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι μεγαλύτερη αυτής του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο.

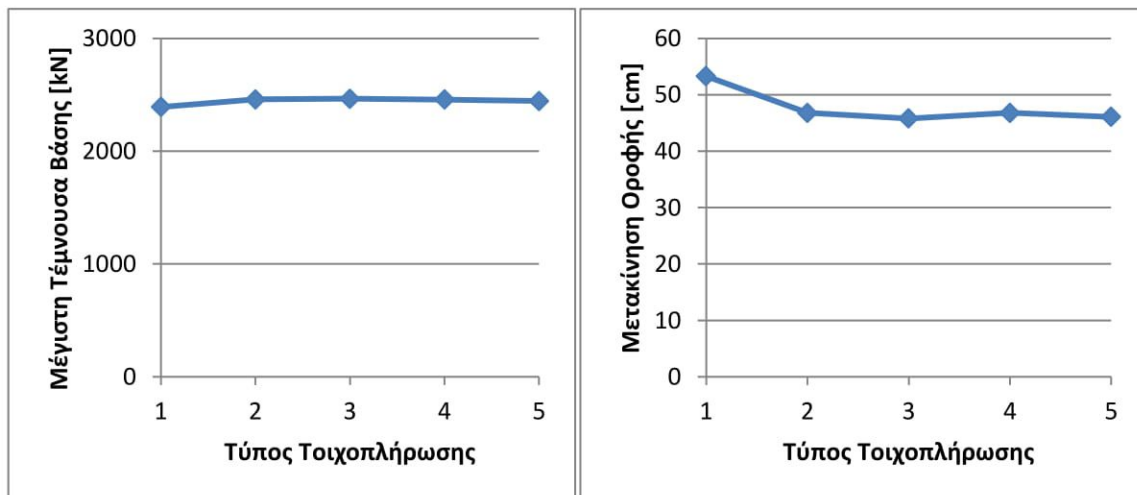
4.3.1.4 Κτίριο K05



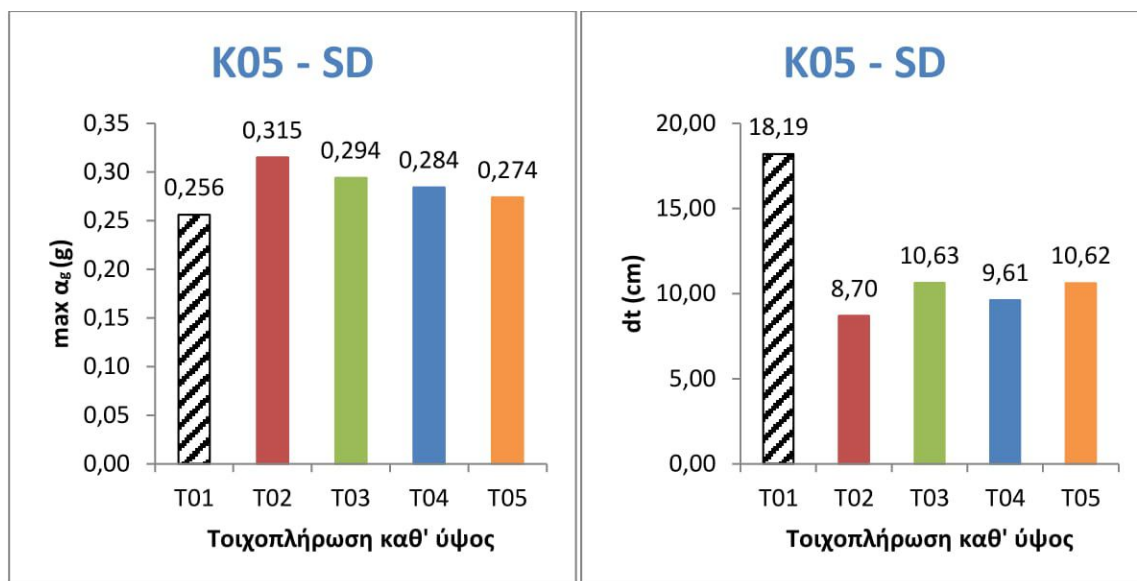
Από το Σχήμα 4-66, παρατηρούμε ότι ανεξάρτητα με την κατανομή των τοιχοπληρώσεων καθ' ύψος του κτιρίου, η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει στη βάση του είναι σταθερή. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής παρατηρούμε το ίδιο φαινόμενο, με εξαίρεση το μη τοιχοπληρωμένο κτίριο το οποίο αστοχεί με μεγαλύτερη μετακίνηση σε σχέση με τα υπόλοιπα.



Σχήμα 4-66. Καμπύλες Ικανότητας κτιρίου K05



Σχήμα 4-67. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία

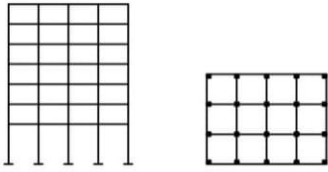


Σχήμα 4-68. Μέγιστη επιτάχυνση $\max a_g$ για $\lambda_{\max} = 1$ και στοχευόμενη μετατόπιση dt για επιτελεστικότητα SD

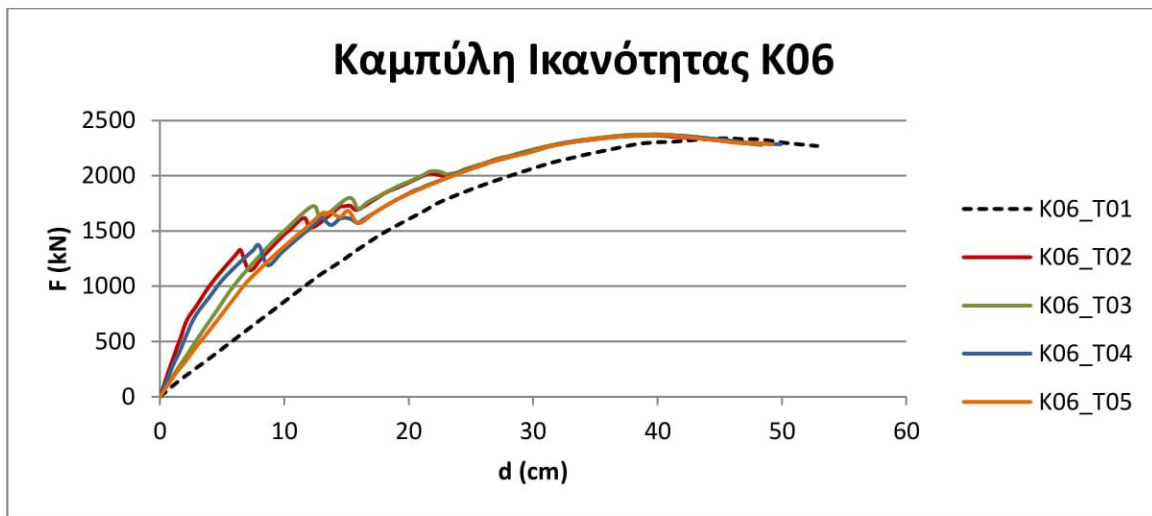
Στο Σχήμα 4-68^α, για μέση στάθμη επιτελεστικότητας (προστασία ζωής), παρατηρούμε ότι με τον υπολογισμό τοιχοπληρώσεων σε όλο το ύψος του κτιρίου, έχουμε και τη μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει η κατασκευή ενώ για το μη τοιχοπληρωμένο την ελάχιστη. Στην περίπτωση του κτιρίου με πιλοτή, η μέγιστη επιτάχυνση είναι μικρότερη από αυτή του τοιχοπληρωμένου, ενώ στην περίπτωση του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο, η μέγιστη επιτάχυνση είναι μικρότερη της αντίστοιχης του κτιρίου με πιλοτή. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και πιλοτή, η μέγιστη επιτάχυνση την οποία μπορεί να παραλάβει το κτίριο μικρότερη αυτής του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο.

Αντίστοιχα, παρατηρούμε ότι για το τοιχοπληρωμένο κτίριο έχουμε την ελάχιστη στοχευόμενη μετακίνηση, ενώ για το μη τοιχοπληρωμένο τη μέγιστη (Σχήμα 4-68^β). Στην περίπτωση του κτιρίου με πιλοτή, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι μεγαλύτερη από αυτή του τοιχοπληρωμένου, ενώ στην περίπτωση του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι μικρότερη από αυτή του κτιρίου με πιλοτή και μεγαλύτερη από του τοιχοπληρωμένου. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και πιλοτή, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι λίγο μεγαλύτερη αυτής του κτιρίου με πιλοτή.

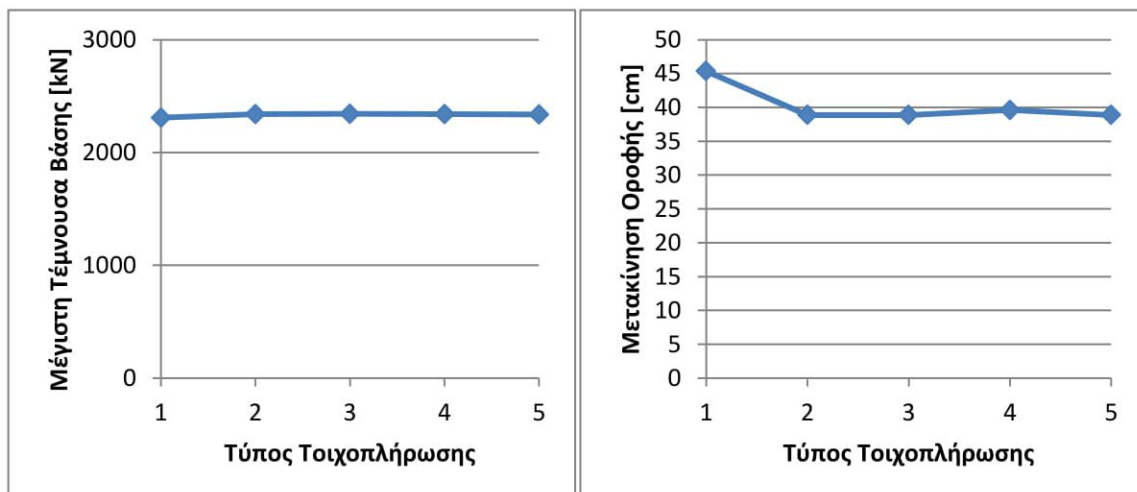
4.3.1.5 Κτίριο K06



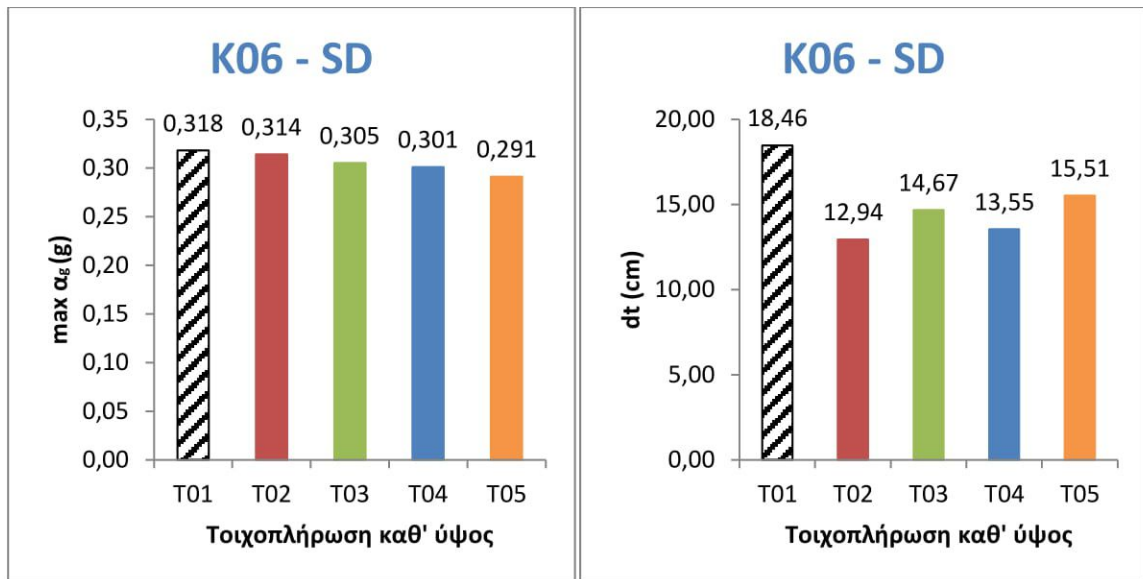
Από το Σχήμα 4-69, παρατηρούμε ότι ανεξάρτητα με την κατανομή των τοιχοπληρώσεων καθ' ύψος του κτιρίου, η μέγιστη τέμνουσα που μπορεί να παραλάβει στη βάση του είναι σταθερή. Όσον αφορά την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής παρατηρούμε το ίδιο φαινόμενο, με εξαίρεση το μη τοιχοπληρωμένο κτίριο το οποίο αστοχεί με μεγαλύτερη μετακίνηση σε σχέση με τα υπόλοιπα.



Σχήμα 4-69. Καμπύλες Ικανότητας κτιρίου K06



Σχήμα 4-70. Τέμνουσα βάσης και Μετακίνηση οροφής κατά την αστοχία



Σχήμα 4-71. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και στοχευόμενη μετατόπιση dt για επιτελεστικότητα SD

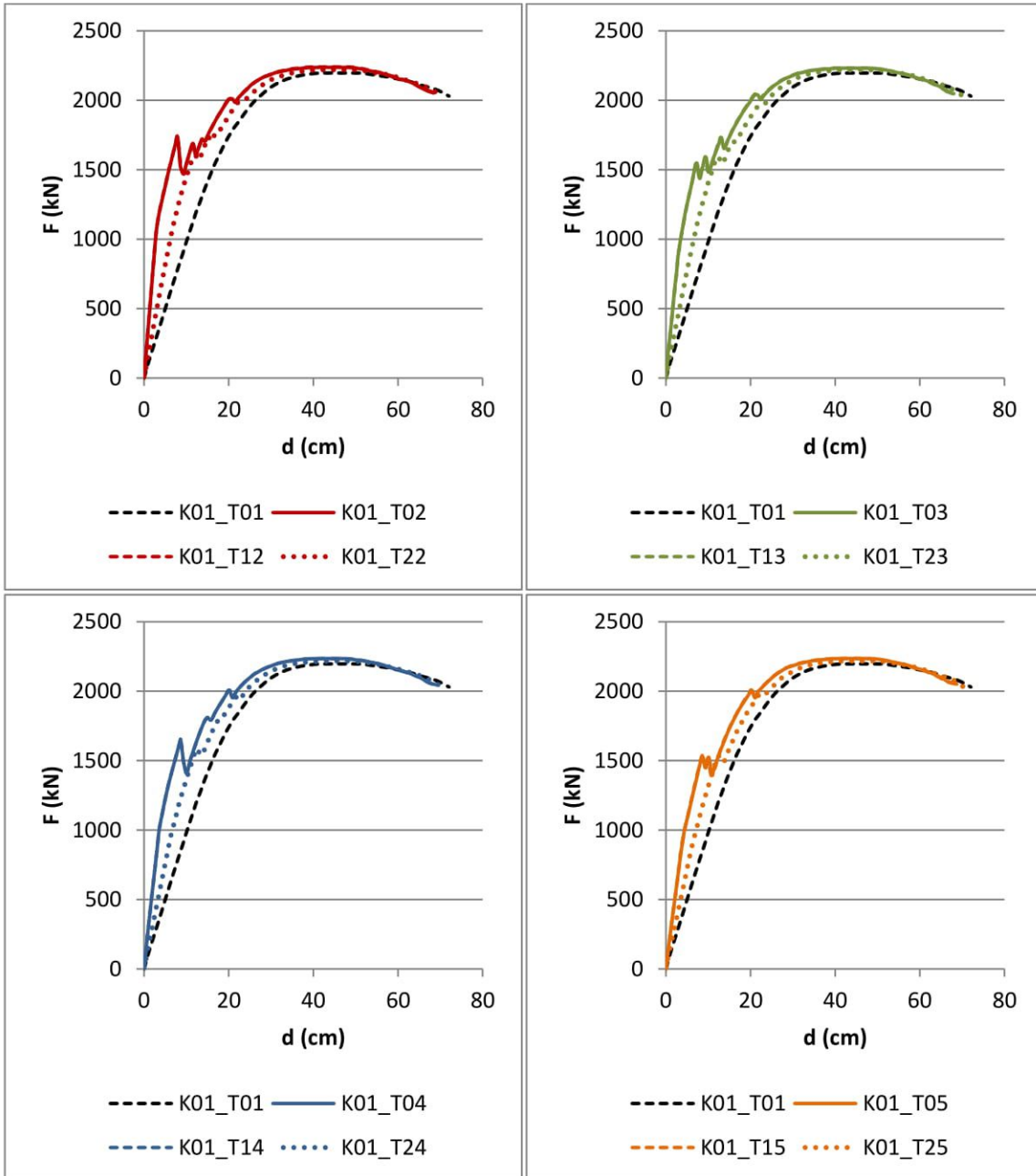
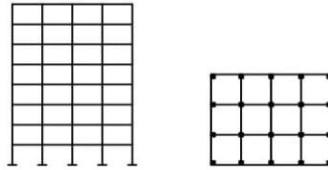
Στο Σχήμα 4-71^α, για μέση στάθμη επιτελεστικότητας (προστασία ζωής), παρατηρούμε ότι για το γυμνό κτίριο, έχουμε και τη μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει η κατασκευή ενώ για το τοιχοπληρωμένο λίγο μικρότερη. Στην περίπτωση του κτιρίου με πιλοτή, η μέγιστη επιτάχυνση είναι μικρότερη από αυτή του τοιχοπληρωμένου, ενώ στην περίπτωση του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο, η μέγιστη επιτάχυνση είναι μικρότερη της αντίστοιχης του κτιρίου με πιλοτή. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και πιλοτή, η μέγιστη επιτάχυνση την οποία μπορεί να παραλάβει το κτίριο μικρότερη αυτής του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο.

Αντίστοιχα, παρατηρούμε ότι για το τοιχοπληρωμένο κτίριο έχουμε την ελάχιστη στοχευόμενη μετακίνηση, ενώ για το μη τοιχοπληρωμένο τη μέγιστη (Σχήμα 4-71^β). Στην περίπτωση του κτιρίου με πιλοτή, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι μεγαλύτερη από αυτή του τοιχοπληρωμένου, ενώ στην περίπτωση του κτιρίου με μαλακό όροφο στον 3ο όροφο, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι μικρότερη από αυτή του κτιρίου με πιλοτή και μεγαλύτερη από του τοιχοπληρωμένου. Τέλος, στην περίπτωση που έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στον 3ο όροφο και πιλοτή, η στοχευόμενη μετακίνηση είναι μεγαλύτερη αυτής του κτιρίου με πιλοτή.

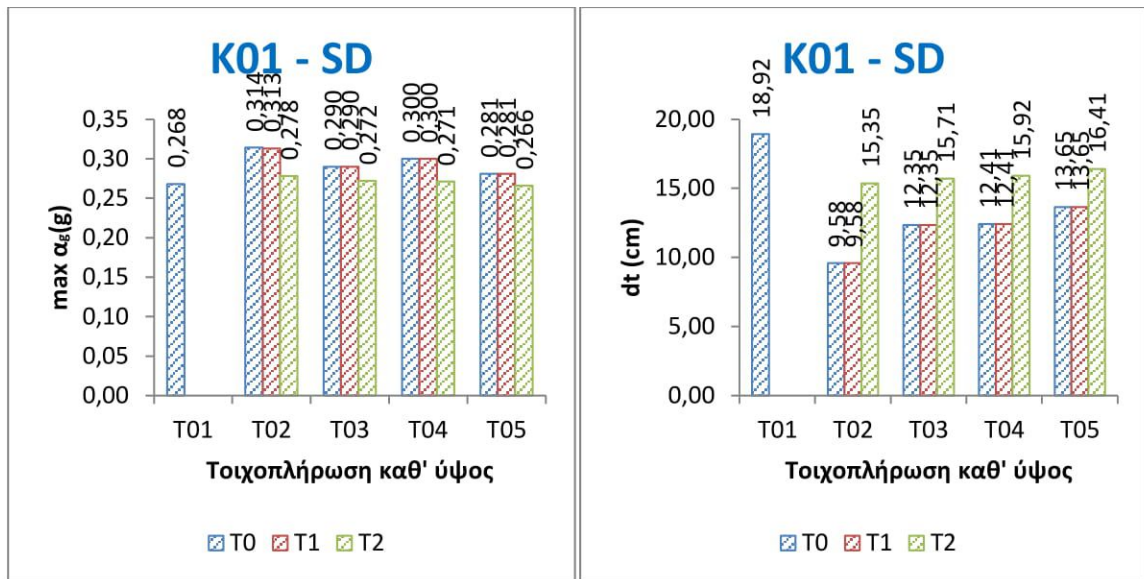
4.3.2 Μη κανονικότητες σε κάτοψη

4.3.2.1 Κτίριο K01

Διεύθυνση Φόρτισης : y



Σχήμα 4-72. Καμπύλες Ικανότητας κτιρίου K01 για κάθε περίπτωση τοιχοπληρώσεων



Σχήμα 4-73. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και στοχευόμενη μετατόπιση dt για επιτελεστικότητα SD

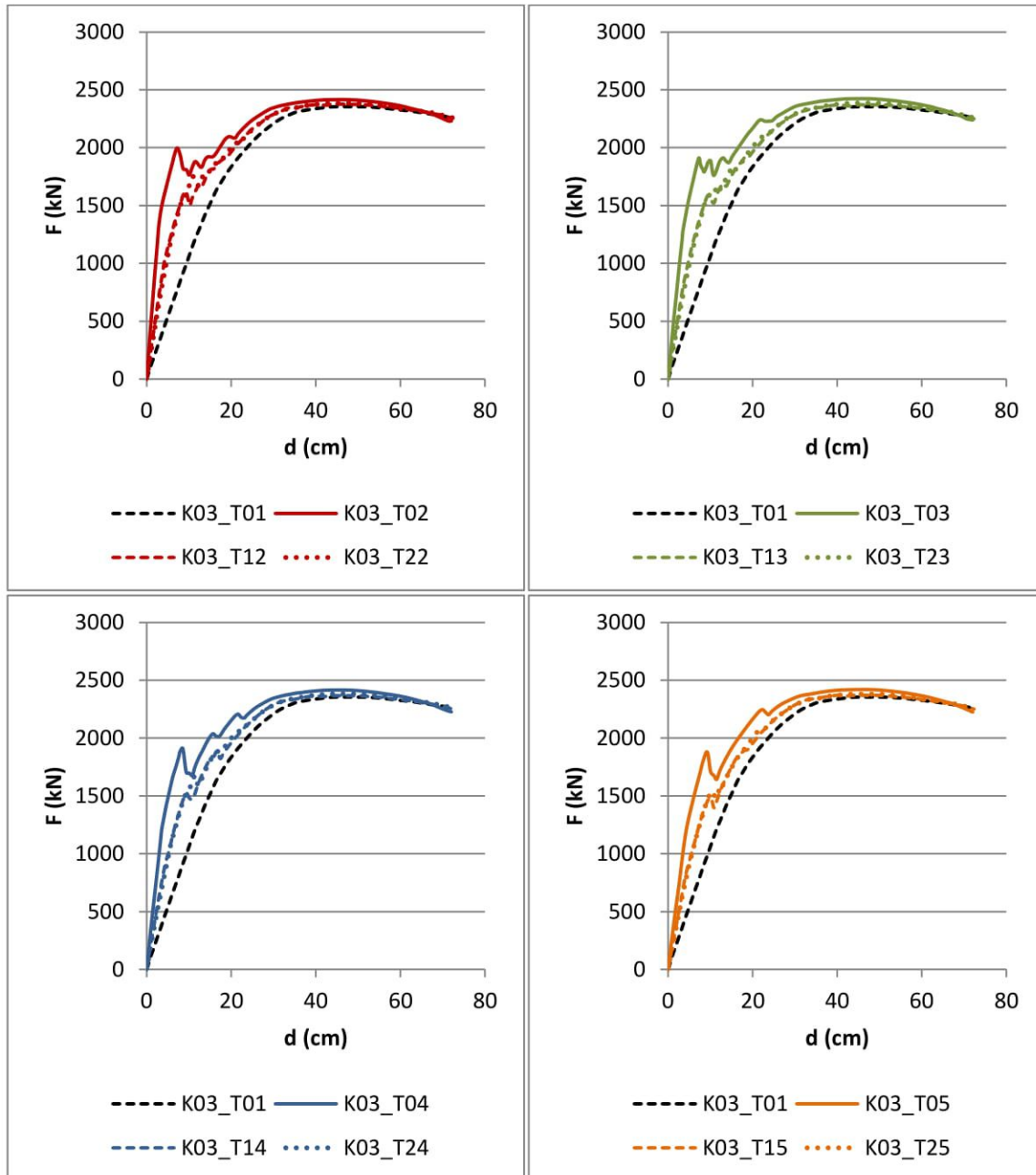
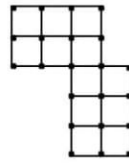
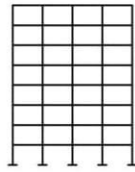
Από το Σχήμα 4-73, διαπιστώνουμε ότι οι τοιχοπληρώσεις που βρίσκονται κάθετα στη διεύθυνση φόρτισης του κτιρίου, δεν επηρεάζουν τη συμπεριφορά του. Σε αυτή την περίπτωση, τα κτίρια με τύπο τοιχοπλήρωσης T0 έχουν την ίδια συμπεριφορά με τα κτίρια με τύπο τοιχοπλήρωσης T1. Η διαφορά στις δύο περιπτώσεις είναι ότι απουσιάζει η τοιχοπλήρωση από τη μία, κάθετη στη φόρτιση, πλευρά για τη φόρτιση T1. Με απουσία τοιχοπλήρωσης και σε μία, κατά τη διεύθυνση της φόρτισης, πλευρά (τύπος T2), έχουμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης και αύξηση της στοχευόμενης μετακίνησης.

Για τη δυσμενέστερη περίπτωση, η επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει το κτίριο, είναι μεταξύ αυτής του μη τοιχοπληρωμένου και του τοιχοπληρωμένου. Αντίστοιχα και η στοχευόμενη μετακίνηση.

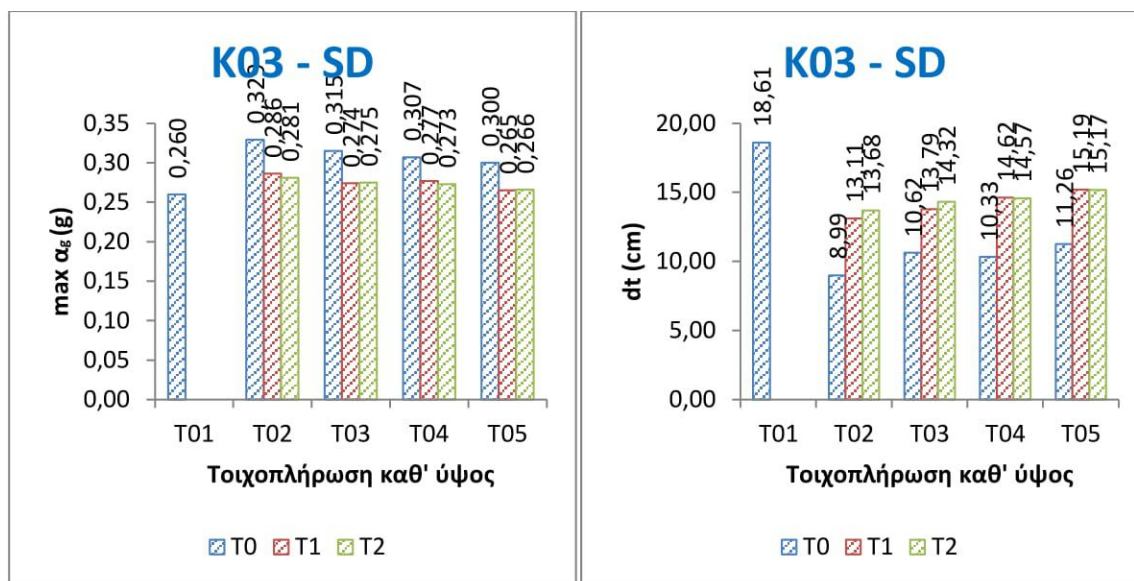
Ποιοτικά, το ίδιο συμβαίνει και για τις καμπύλες ικανότητας των κτιρίων, παρόλο που και στις τρεις περιπτώσεις τα κτίρια αστοχούν για την ίδια τέμνουσα βάσης και την ίδια μετακίνηση οροφής (Σχήμα 4-72).

4.3.2.2 Κτίριο K03

Διεύθυνση Φόρτισης : x



Σχήμα 4-74. Καμπύλες Ικανότητας κτιρίου K03 για κάθε περίπτωση τοιχοπληρώσεων



Σχήμα 4-75. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και στοχευόμενη μετατόπιση dt για επιτελεστικότητα SD

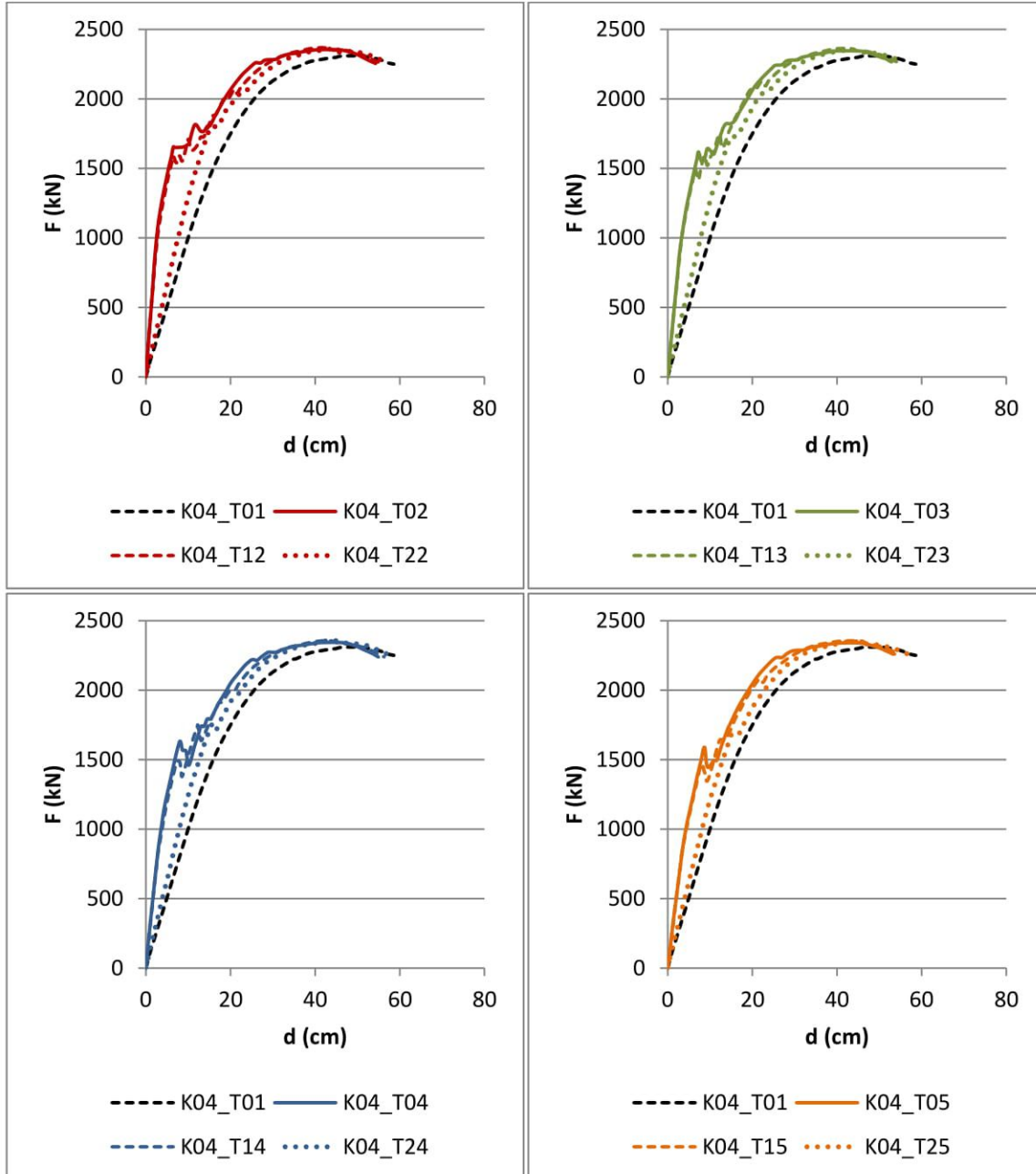
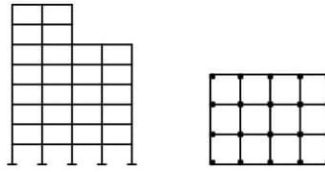
Από το Σχήμα 4-75 διαπιστώνουμε ότι οι τοιχοπληρώσεις που βρίσκονται κάθετα στη διεύθυνση φόρτισης του κτιρίου, επηρεάζουν σε μικρό βαθμό τη συμπεριφορά του. Σε αυτή την περίπτωση, τα κτίρια με τύπο τοιχοπλήρωσης T1 έχουν σχεδόν την ίδια συμπεριφορά με τα κτίρια με τύπο τοιχοπλήρωσης T2. Στα κτίρια τύπου T1 απουσιάζει η τοιχοπλήρωση από την μία, κατά τη διεύθυνση της φόρτισης, πλευρά ενώ στα κτίρια τύπου T2 απουσιάζει και σε μία, κάθετη στη φόρτιση, πλευρά. Με μικρή διαφορά, δυσμενέστερη είναι η περίπτωση T2 η οποία δεν απέχει πολύ από την T1. Ο λόγος για τον οποίο δεν έχουμε ταύτιση των ικανοτήτων, όπως στο κτίριο K01, οφείλεται στη μη κανονικότητα σε κάτοψη, λόγω γεωμετρίας του κτιρίου.

Για τις περιπτώσεις T01 και T02, η επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει το κτίριο, είναι μεταξύ αυτής του μη τοιχοπληρωμένου και του τοιχοπληρωμένου (T0). Αντίστοιχα και η στοχευόμενη μετακίνηση.

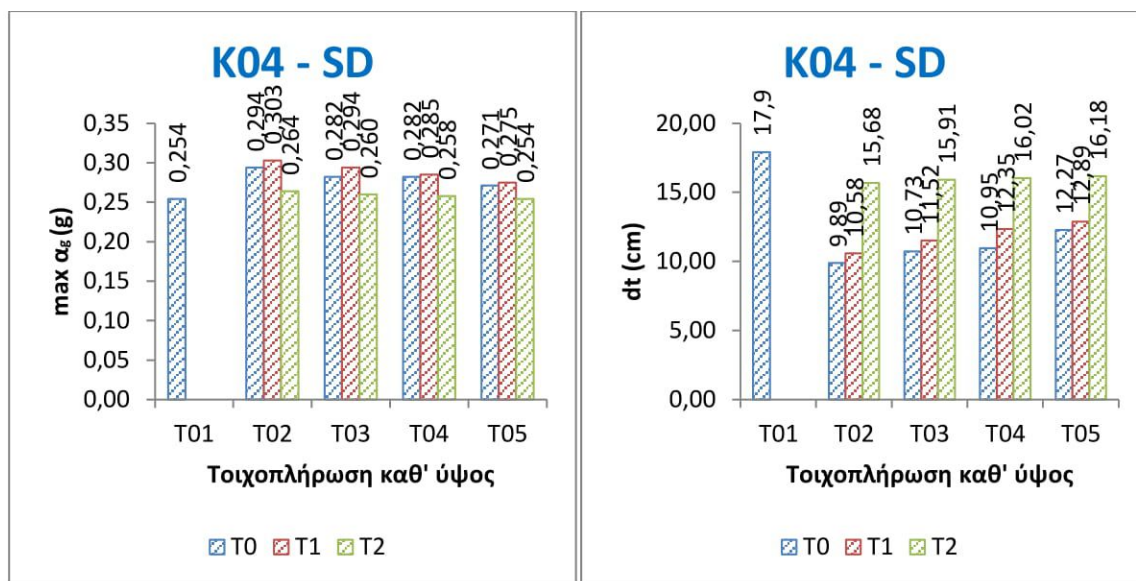
Ποιοτικά, το ίδιο συμβαίνει και για τις καμπύλες ικανότητας των κτιρίων, παρόλο που και στις τρεις περιπτώσεις τα κτίρια αστοχούν για την ίδια τέμνουσα βάσης και την ίδια μετακίνηση οροφής (Σχήμα 4-74).

4.3.2.3 Κτίριο K04

Διεύθυνση Φόρτισης : y



Σχήμα 4-76. Καμπύλες Ικανότητας κτιρίου K04 για κάθε περίπτωση τοιχοπληρώσεων



Σχήμα 4-77. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και στοχευόμενη μετατόπιση dt για επιτελεστικότητα SD

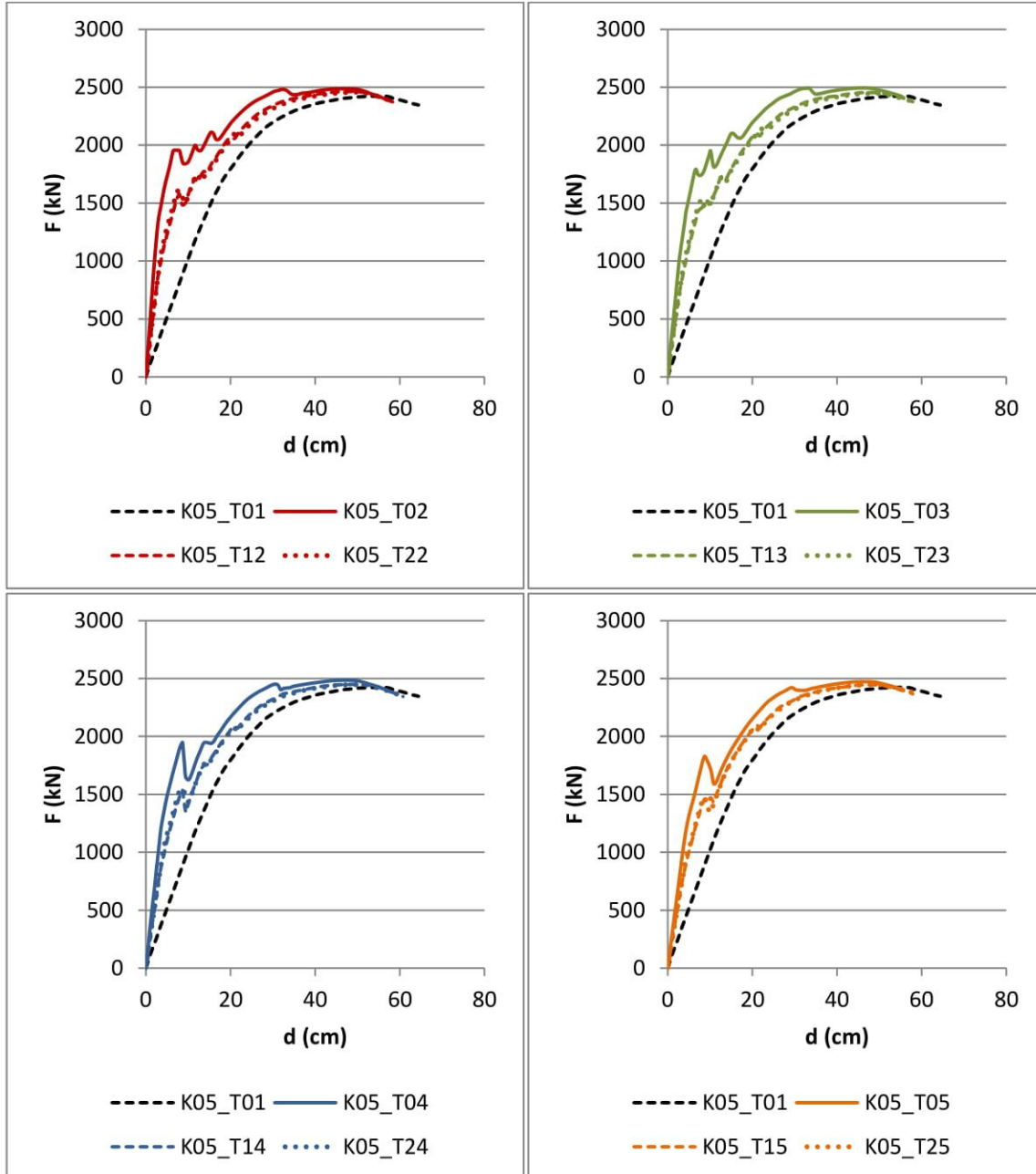
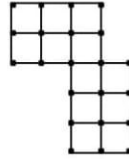
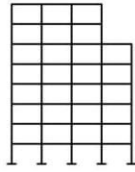
Σε αυτή την περίπτωση, τα κτίρια με τύπο τοιχοπλήρωσης T1 έχουν καλύτερη συμπεριφορά από τα κτίρια με τύπο τοιχοπλήρωσης T0, παρόλα αυτά οι διαφορές τους είναι μικρές (Σχήμα 4-77). Η διαφορά στις δύο περιπτώσεις είναι ότι απουσιάζει η τοιχοπλήρωση από τη μία, κάθετη στη φόρτιση, πλευρά για τη φόρτιση T1. Με απουσία τοιχοπλήρωσης και σε μία, κατά τη διεύθυνση της φόρτισης, πλευρά (τύπος T2), έχουμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης και αύξηση της στοχευόμενης μετακίνησης.

Για τη δυσμενέστερη περίπτωση, η επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει το κτίριο, είναι μεταξύ αυτής του μη τοιχοπληρωμένου και του τοιχοπληρωμένου. Αντίστοιχα και η στοχευόμενη μετακίνηση.

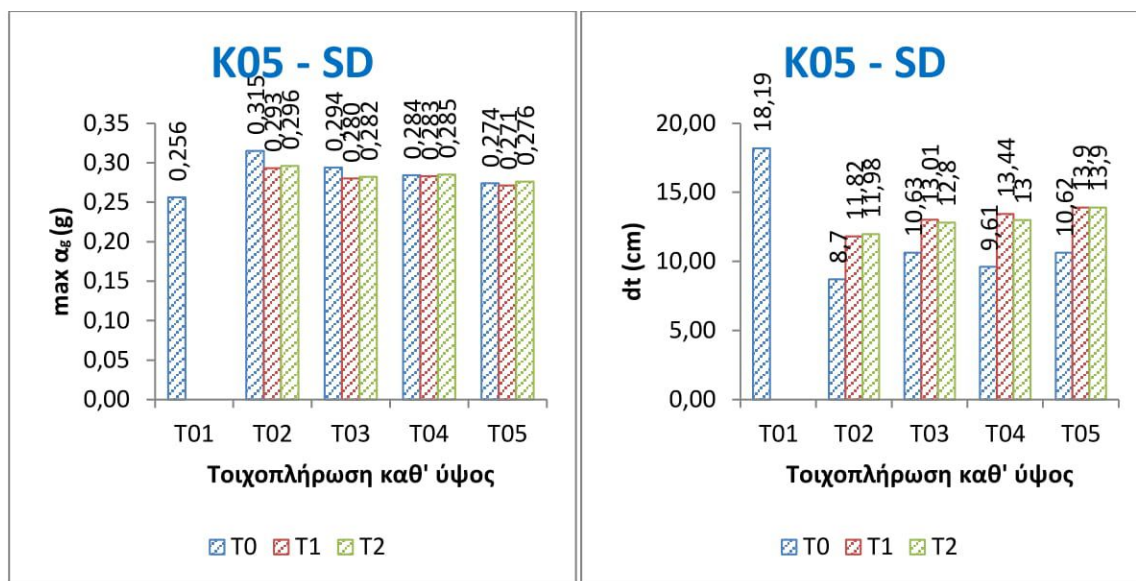
Ποιοτικά, το ίδιο συμβαίνει και για τις καμπύλες ικανότητας των κτιρίων, παρόλο που και στις τρεις περιπτώσεις τα κτίρια αστοχούν για την ίδια τέμνουσα βάσης και την ίδια μετακίνηση οροφής (Σχήμα 4-76).

4.3.2.4 Κτίριο K05

Διεύθυνση Φόρτισης : x



Σχήμα 4-78. Καμπύλες Ικανότητας κτιρίου K05 για κάθε περίπτωση τοιχοπληρώσεων



Σχήμα 4-79. Μέγιστη επιτάχυνση $max a_g$ για $\lambda_{max} = 1$ και στοχευόμενη μετατόπιση dt για επιτελεστικότητα SD

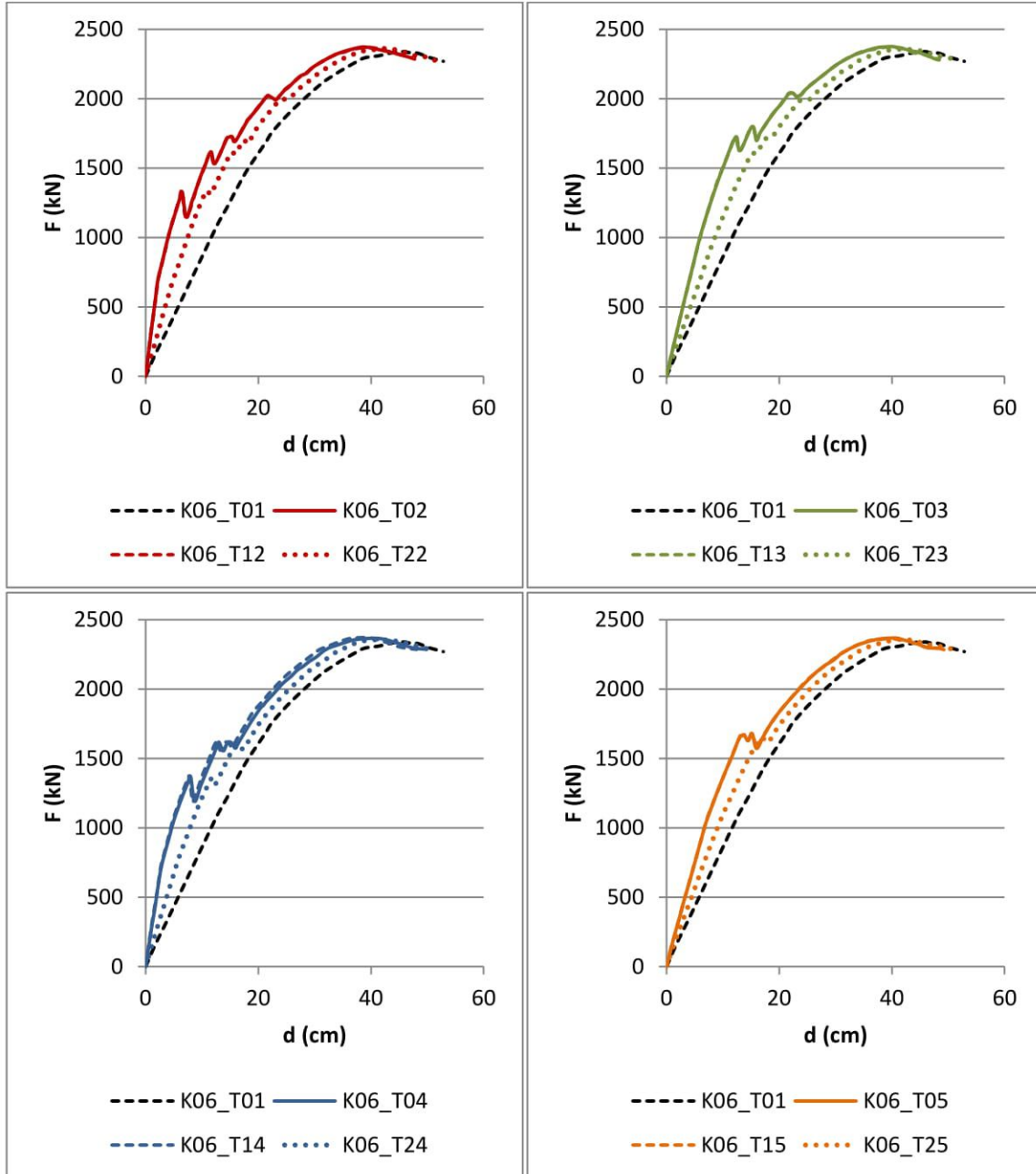
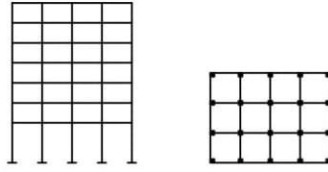
Από το Σχήμα 4-79 διαπιστώνουμε ότι οι τοιχοπληρώσεις που βρίσκονται κάθετα στη διεύθυνση φόρτισης του κτιρίου, επηρεάζουν σε μικρό βαθμό τη συμπεριφορά του. Σε αυτή την περίπτωση, τα κτίρια με τύπο τοιχοπλήρωσης T1 έχουν σχεδόν την ίδια συμπεριφορά με τα κτίρια με τύπο τοιχοπλήρωσης T2. Στα κτίρια τύπου T1 απουσιάζει η τοιχοπλήρωση από την μία, κατά τη διεύθυνση της φόρτισης, πλευρά ενώ στα κτίρια τύπου T2 απουσιάζει και σε μία, κάθετη στη φόρτιση, πλευρά. Με μικρή διαφορά, δυσμενέστερη είναι η περίπτωση T1 η οποία δεν απέχει πολύ από την T2. Ο λόγος για τον οποίο δεν έχουμε ταύτιση των ικανοτήτων, όπως στο κτίριο K01, οφείλεται στη μη κανονικότητα σε κάτοψη, λόγω γεωμετρίας του κτιρίου.

Για τις περιπτώσεις T01 και T02, η επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει το κτίριο, είναι μεταξύ αυτής του μη τοιχοπληρωμένου και του τοιχοπληρωμένου (T0). Αντίστοιχα και η στοχευόμενη μετακίνηση.

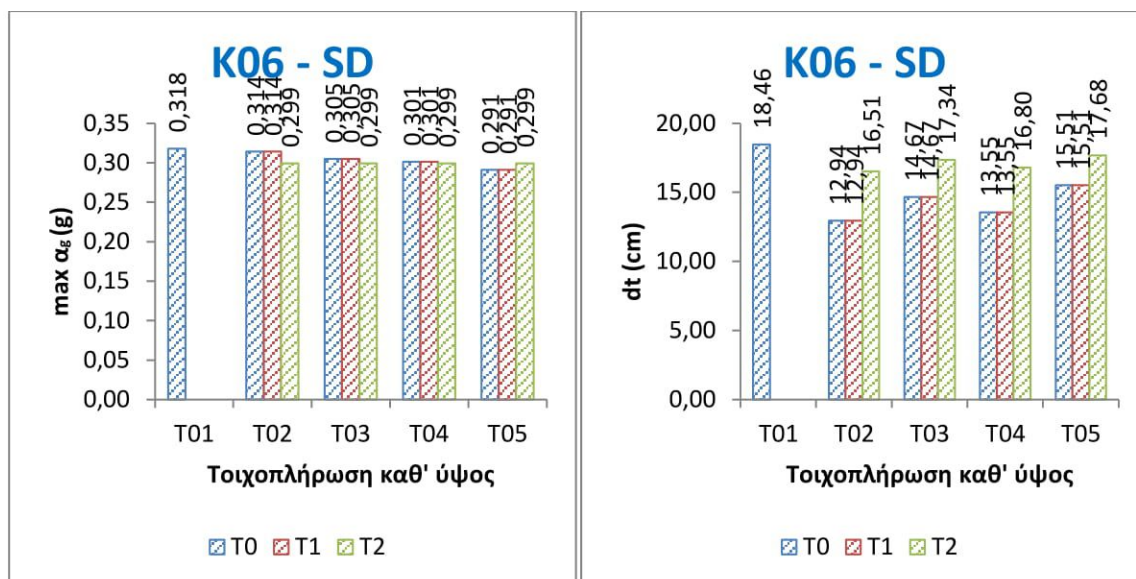
Ποιοτικά, το ίδιο συμβαίνει και για τις καμπύλες ικανότητας των κτιρίων, παρόλο που και στις τρεις περιπτώσεις τα κτίρια αστοχούν για την ίδια τέμνουσα βάσης και την ίδια μετακίνηση οροφής (Σχήμα 4-78).

4.3.2.5 Κτίριο K06

Διεύθυνση Φόρτισης : y



Σχήμα 4-80. Καμπύλες Ικανότητας κτιρίου K06 για κάθε περίπτωση τοιχοπληρώσεων



Σχήμα 4-81. Μέγιστη επιτάχυνση $\max a_g$ για $\lambda_{\max} = 1$ και στοχευόμενη μετατόπιση dt για επιτελεστικότητα SD

Από το Σχήμα 4-81, διαπιστώνουμε ότι οι τοιχοπληρώσεις που βρίσκονται κάθετα στη διεύθυνση φόρτισης του κτιρίου, δεν επηρεάζουν τη συμπεριφορά του. Σε αυτή την περίπτωση, τα κτίρια με τύπο τοιχοπλήρωσης T0 έχουν την ίδια συμπεριφορά με τα κτίρια με τύπο τοιχοπλήρωσης T1. Η διαφορά στις δύο περιπτώσεις είναι ότι απουσιάζει η τοιχοπλήρωση από τη μία, κάθετη στη φόρτιση, πλευρά για τη φόρτιση T1. Με απουσία τοιχοπλήρωσης και σε μία, κατά τη διεύθυνση της φόρτισης, πλευρά (τύπος T2), έχουμε μείωση της μέγιστης επιτάχυνσης και αύξηση της στοχευόμενης μετακίνησης.

Για τη δυσμενέστερη περίπτωση, η επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει το κτίριο, είναι μεταξύ αυτής του μη τοιχοπληρωμένου και του τοιχοπληρωμένου. Αντίστοιχα και η στοχευόμενη μετακίνηση.

Ποιοτικά, το ίδιο συμβαίνει και για τις καμπύλες ικανότητας των κτιρίων, παρόλο που και στις τρεις περιπτώσεις τα κτίρια αστοχούν για την ίδια τέμνουσα βάσης και την ίδια μετακίνηση οροφής (Σχήμα 4-80).

Αξίζει να σημειωθεί ότι στις περιπτώσεις όπου υπάρχουν στάθμες χωρίς εξωτερικές τοιχοπληρώσεις (μαλακός όροφος, πιλοτή, συνδυασμός αυτών) οι τρεις τύποι κτιρίων έχουν όμοια συμπεριφορά.

Κεφάλαιο 5

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στην εργασία αυτή, διερευνάται η συμπεριφορά κανονικών και μη κανονικών κτιρίων σε κάτοψη και όψη, λόγω γεωμετρίας αλλά και λόγω κατανομής των τοιχοπληρώσεων.

Αρχικά εξετάζονται κανονικά κτίρια σε κάτοψη και όψη, και μελετάται η επιρροή του αριθμού ορόφων, του μήκους των ανοιγμάτων στην κάτοψη αλλά και των εξωτερικών τοιχοπληρώσεων στη συμπεριφορά τους.

Στη συνέχεια εξετάζονται μη κανονικά σε κάτοψη και όψη κτίρια. Οι ακανονικότητες που μελετώνται αφορούν σε ένα βαθμό τη γεωμετρία των κτιρίων αλλά αναλυτικότερα εξετάζονται ακανονικότητες λόγω της κατανομής των τοιχοπληρώσεων σε κάτοψη και όψη.

Τα συμπεράσματα συνοψίζονται ως εξής:

- ✓ Για μικρό αριθμό ορόφων στα κανονικά κτίρια, όσο αυξάνεται το μήκος των ανοιγμάτων της κάτοψης μειώνεται η μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει το κτίριο.
- ✓ Για μεγάλο αριθμό ορόφων, όσο αυξάνεται το μήκος των ανοιγμάτων της κάτοψης, η μέγιστη επιτάχυνση που μπορεί να παραλάβει το κτίριο μεγαλώνει.
- ✓ Τα κτίρια ύψους 8 ορόφων, παρουσιάζουν μικρότερες μεταβολές στη μέγιστη επιτάχυνση που μπορούν να παραλάβουν, ανάλογα με το μήκος των ανοιγμάτων.

- ✓ Όσον αφορά τη στοχευόμενη μετακίνηση, τόσο η αύξηση του αριθμού των ορόφων όσο και του μήκους των ανοιγμάτων, οδηγούν σε μεγαλύτερες απαιτήσεις για μετακίνηση. Στα ψηλά κτίρια οι μεταβολές, ανάλογα με το μήκος ανοίγματος, είναι πολύ μικρές.
- ✓ Ο υπολογισμός των τοιχοπληρώσεων στα κανονικά κτίρια, οδηγεί σε μεγαλύτερες τιμές μέγιστης επιτάχυνσης για τα χαμηλά κτίρια, ενώ για τα ψηλά σε μικρότερες. Επίσης οδηγεί σε μείωση της στοχευόμενης μετακίνησης σε κάθε περίπτωση.
- ✓ Στα μη κανονικά κτίρια που μελετήθηκαν, σε κάθε περίπτωση ο υπολογισμός των τοιχοπληρώσεων οδηγεί σε μεγαλύτερες τιμές μέγιστης επιτάχυνσης και σε μείωση της στοχευόμενης μετακίνησης. Για την περίπτωση μαλακού ορόφου στο ισόγειο, έχουμε μεγαλύτερες τιμές μέγιστης επιτάχυνσης και μικρότερες τιμές στοχευόμενης μετακίνησης σε σχέση με την περίπτωση μαλακού ορόφου στον 3^ο όροφο. Τέλος, η περίπτωση όπου έχουμε ταυτόχρονα μαλακό όροφο στο ισόγειο και στον 3^ο όροφο του κτιρίου, είναι η δυσμενέστερη.
- ✓ Οι βλάβες που δημιουργούνται στο κτίριο, περιορίζονται στα άκρα των δοκών των χαμηλότερων ορόφων, και ειδικά στις περιπτώσεις όπου δεν υπάρχουν τοιχοπληρώσεις στο ισόγειο. Επίσης, σε κάθε περίπτωση, οι τοιχοπληρώσεις αστοχούν πριν τις δοκούς, και κυρίως στους χαμηλότερους ορόφους. Πλαστικές αρθρώσεις σε όροφο υψηλότερο του 3^{ου}, εμφανίζονται μόνο στην περίπτωση του γυμνού κτιρίου.
- ✓ Τέλος, όσον αφορά την κατανομή των τοιχοπληρώσεων στην κάτοψη, διαπιστώσαμε ότι στις περιπτώσεις όπου απουσιάζει τοιχοπλήρωση σε μία πλευρά του κτιρίου, κάθετη στη διεύθυνση της φόρτισης, δεν έχουμε μεταβολές στην απόκριση του κτιρίου, παρά μόνο κάποιες ελάχιστες στην περίπτωση μη κανονικής κάτοψης λόγω γεωμετρίας. Στις περιπτώσεις όπου απουσιάζει τοιχοπλήρωση σε μία πλευρά του κτιρίου, κατά τη διεύθυνση της φόρτισης και μία κάθετη σε αυτή, τότε η μέγιστη επιτάχυνση μειώνεται ενώ η στοχευόμενη μετακίνηση αυξάνεται.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Aranda, G.R. (1984). Ductility Demands for R/C Frames Irregular in Elevation. Proceedings of the Eight World Conference on Earthquake Engineering, San Francisco U.S.A.
- C. A. Zelis, T. P. Tassios, Y. Lu and G. F. Zhang (1992): Influence of irregularity on the q factor of RC frames
- Castillo R, Paulay T, Carr AG (2002). Design concepts for ductile single mass asymmetric systems. In: Proceedings of the third European workshop on the seismic behaviour of irregular and complex structures, CD ROM. Florence, September 2002
- Das S. and J. M. Nau, Seismic Design Aspects of Vertically Irregular Reinforced Concrete Buildings
- De Stefano, M., Pintucchi, B. (2007). A review of Research on Seismic Behaviour of Irregular Building Structures since 2002, Bulletin of Earthquake Engineering, Vol. 6, No. 2, pp. 285–308.
- EC2 (2002). European Committee for Standardization, prEN-1992-1-1, Eurocode No. 2, Design of Concrete Structures, Part 1: General Rules and Rules for Buildings, Brussels, Belgium.
- EC8 (2003). European Committee for Standardization, prEN-1998-1, Eurocode No. 8, Design of Structures for Earthquake Resistance, Part 1: General Rules, Seismic Actions and Rules for Buildings, Brussels, Belgium.
- Henkel, F., Holl, D., Schalk, M. (2010). Αντισεισμικός Σχεδιασμός και Ξηρά Δόμηση. (Α. Τριανταφύλλου, απόδ.). Αθήνα: Γκιούρδας Εκδοτική.
- LH Λογισμική [2018]. Πρόγραμμα H/Y FESPA για Windows. Αθήνα.
- Peruš I, Fajfar P (2002). On inelastic seismic response of asymmetric single-storey structures under bi-axial excitation. In: Proceedings of the third European workshop on the seismic behaviour of irregular and complex structures, CD ROM. Florence, September 2002
- Peruš I, Fajfar P (2005). On the inelastic torsional response of single-storey structures under bi-axial excitation. Earthq Eng Struct Dyn 34:931–941

- Pettinga D, Pampanin S, Christopoulos C, Priestley MJN (2005). Effects of irregularities on the residual displacements of structures subjected to inelastic torsional response. In: Proceedings of the 4th European workshop on the seismic behaviour of irregular and complex structures, CD ROM. Thessaloniki, August 2005
- Ruiz, S.E. and Diederich R. (1989). The Mexico Earthquake of September 19, 1985 – The Seismic Performance of Buildings with Weak First Storey. *Earthquake Spectra*. Vol. 5, No. 1, pp. 89-102.
- Shahrouz, B.M. and Moehe, J.P. (1990). *Seismic Response and Design of Setback Buildings*
- Valmundsson, E.V. and Nau, J.M. (1997). *Seismic Response of Buildings Frames with Vertical Structural Irregularities*.
- Βολάκος, Ε. (2014). Σχεδιασμός Ακανονικού καθ' Ύψος Κτιρίου Ω.Σ. με βάση τον EC8 και Εκτίμηση της Σεισμικής του Συμπεριφοράς, Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- ΚΑΝ.ΕΠΕ (2017), Κανονισμός Επεμβάσεων, 2η Αναθεώρηση, ΟΑΣΠ, Αθήνα.
- Καραγιάννης, Χ. (2013). Σχεδιασμός Συμπεριφορά Κατασκευών από Ωπλισμένο Σκυρόδεμα Έναντι Σεισμού. Αθήνα: Σοφία
- Μπέλεσης, Ι. (2017). Αποτίμηση σεισμικής συμπεριφοράς μη κανονικών σε κάτοψη και όψη κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος. Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών Τ.Ε., ΑΕΙ Πειραιά ΤΤ, Αθήνα.
- Ρεπαπής, Κ. (2007). Αποτίμηση της Σεισμικής Συμπεριφοράς Υφισταμένων Κτιρίων από Ω.Σ., Διδακτορική Διατριβή, Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
- Ψυχάρης, Γ. (2015). Σημειώσεις Αντισεισμικής Τεχνολογίας, Τεύχος 1, Σημειώσεις Προπτυχιακού Μαθήματος, Τομέας Δομοστατικής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.
- Ψυχάρης, Γ. (2015). Σημειώσεις Αντισεισμικής Τεχνολογίας, Τεύχος 2, Σημειώσεις Προπτυχιακού Μαθήματος, Τομέας Δομοστατικής, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο.

Παράρτημα Α – Πίνακες

*Πίνακας 1. Αποτελέσματα για στάθμη επιτελεστικότητας Περιορισμένες Βλάβες
Κανονικά – μη τοιχοπληρωμένα κτίρια

A/A	Κτίριο	T*	q _u	μ _d	max C ₁	d _t	max α _g (DL)	q _s
1	K01_S02_B30	0,55	1,00	1,00	1,00	2,13	0,216	1,00
2	K01_S02_B45	0,86	1,00	1,00	1,00	3,31	0,148	1,00
3	K01_S02_B60	0,91	1,00	1,00	1,00	3,53	0,078	1,09
4	K01_S02_B75	0,83	1,00	1,00	1,00	3,24	0,095	1,00
5	K01_S04_B30	0,88	1,00	1,00	1,00	3,55	0,147	1,00
6	K01_S04_B45	1,22	1,00	1,00	1,00	4,94	0,106	1,00
7	K01_S04_B60	1,38	1,00	1,00	1,00	5,65	0,092	1,00
8	K01_S04_B75	1,42	1,00	1,00	1,00	5,78	0,074	1,15
9	K01_S06_B30	1,35	1,00	1,00	1,00	5,45	0,152	1,00
10	K01_S06_B45	1,83	1,00	1,00	1,00	7,93	0,093	1,00
11	K01_S06_B60	2,06	1,00	1,00	1,00	8,51	0,081	1,05
12	K01_S06_B75	2,11	1,00	1,00	1,00	8,71	0,085	1,01
13	K01_S08_B30	1,82	1,00	1,00	1,00	7,35	0,142	1,00
14	K01_S08_B45	2,47	1,00	1,00	1,00	9,99	0,086	1,00
15	K01_S08_B60	2,52	1,00	1,00	1,00	10,33	0,089	1,00
16	K01_S08_B75	2,69	1,00	1,00	1,00	10,32	0,089	1,00
17	K01_S10_B30	2,29	1,00	1,00	1,00	9,24	0,141	1,00
18	K01_S10_B45	3,03	1,00	1,00	1,00	10,18	0,113	1,00
19	K01_S10_B60	3,09	1,00	1,00	1,00	10,37	0,111	1,00
20	K01_S10_B75	3,16	1,00	1,00	1,00	10,37	0,111	1,00
21	K01_S12_B30	2,76	1,00	1,00	1,00	10,14	0,146	1,00
22	K01_S12_B45	3,61	1,00	1,00	1,00	10,25	0,135	1,00
23	K01_S12_B60	3,69	1,00	1,00	1,00	10,41	0,133	1,00
24	K01_S12_B75	3,71	1,00	1,00	1,00	10,43	0,133	1,00
25	K01_S14_B30	3,19	1,00	1,00	1,00	10,13	0,170	1,00
26	K01_S14_B45	3,80	1,00	1,00	1,00	10,39	0,124	1,00
27	K01_S14_B60	4,10	1,00	1,00	1,00	10,53	0,153	1,00
28	K01_S14_B75	3,93	1,00	1,00	1,00	10,53	0,153	1,00

*Πίνακας 2. Αποτελέσματα για στάθμη επιτελεστικότητας Σημαντικές Βλάβες
Κανονικά – μη τοιχοπληρωμένα κτίρια

A/A	Κτίριο	T*	q _u	μ _d	max C ₁	d _t	max α _g (SD)	q _s
1	K01_S02_B30	0,55	1,00	1,00	1,00	3,99	0,498	1,00
2	K01_S02_B45	0,86	1,00	1,00	1,00	6,21	> 0,379	1,08
3	K01_S02_B60	0,93	1,05	1,05	1,00	6,72	0,298	1,92
4	K01_S02_B75	0,84	1,04	1,04	1,00	6,15	0,296	1,60
5	K01_S04_B30	0,88	1,00	1,00	1,00	6,67	0,363	1,09
6	K01_S04_B45	1,23	1,04	1,04	1,00	9,34	0,305	1,44

7	K01_S04_B60	1,40	1,06	1,06	1,00	10,74	0,290	1,62
8	K01_S04_B75	1,44	1,03	1,03	1,00	11,01	0,286	2,05
9	K01_S06_B30	1,35	1,00	1,00	1,00	10,24	0,353	1,06
10	K01_S06_B45	1,85	1,06	1,06	1,00	14,03	0,276	1,60
11	K01_S06_B60	2,10	1,07	1,07	1,00	16,21	0,266	1,81
12	K01_S06_B75	2,15	1,05	1,05	1,00	16,58	0,266	1,78
13	K01_S08_B30	1,83	1,00	1,00	1,00	13,82	0,319	1,13
14	K01_S08_B45	2,51	1,09	1,09	1,00	18,92	0,268	1,69
15	K01_S08_B60	2,57	1,06	1,06	1,00	19,36	0,297	1,65
16	K01_S08_B75	2,72	1,05	1,05	1,00	19,34	0,310	1,68
17	K01_S10_B30	2,29	1,00	1,00	1,00	17,36	0,303	1,14
18	K01_S10_B45	3,05	1,04	1,04	1,00	19,07	0,332	1,36
19	K01_S10_B60	3,11	1,00	1,00	1,00	19,43	0,370	1,43
20	K01_S10_B75	3,18	1,00	1,00	1,00	19,43	0,378	1,43
21	K01_S12_B30	2,76	1,00	1,00	1,00	18,99	0,337	1,10
22	K01_S12_B45	3,64	1,00	1,00	1,00	19,21	0,387	1,19
23	K01_S12_B60	3,70	1,00	1,00	1,00	19,51	0,425	1,21
24	K01_S12_B75	3,72	1,00	1,00	1,00	19,54	0,442	1,21
25	K01_S14_B30	3,21	1,00	1,00	1,00	18,97	0,382	1,00
26	K01_S14_B45	3,83	1,00	1,00	1,00	19,47	0,425	1,29
27	K01_S14_B60	4,11	1,00	1,00	1,00	19,73	0,490	1,05
28	K01_S14_B75	3,93	1,00	1,00	1,00	19,74	0,521	1,05

***Πίνακας 3. Αποτελέσματα για στάθμη επιτελεστικότητας Οιονεί Κατάρρευση
Κανονικά – μη τοιχοπληρωμένα κτίρια**

A/A	Κτίριο	T*	q _u	μ _d	max C ₁	d _t	max α _g (NC)	max α _g (VR)	q _s
1	K01_S02_B30	0,55	1,00	1,00	1,00	5,08	>0,558	>0,558	1,00
2	K01_S02_B45	0,86	1,05	1,05	1,00	7,93	>0,379	>0,379	1,31
3	K01_S02_B60	0,94	1,11	1,11	1,00	8,63	>0,377	>0,377	2,29
4	K01_S02_B75	0,85	1,06	1,06	1,00	7,90	>0,397	>0,451	1,98
5	K01_S04_B30	0,89	1,03	1,03	1,00	8,53	0,438	>0,632	1,33
6	K01_S04_B45	1,24	1,11	1,11	1,00	12,00	0,382	>0,497	1,70
7	K01_S04_B60	1,43	1,11	1,11	1,00	13,87	0,365	>0,493	1,92
8	K01_S04_B75	1,46	1,09	1,09	1,00	14,13	0,371	>0,485	2,43
9	K01_S06_B30	1,36	1,06	1,06	1,00	13,08	0,427	>0,618	1,25
10	K01_S06_B45	1,88	1,13	1,13	1,00	18,12	0,335	>0,499	1,87
11	K01_S06_B60	2,13	1,15	1,15	1,00	20,94	0,325	>0,487	2,12
12	K01_S06_B75	2,17	1,11	1,11	1,00	21,35	0,329	>0,475	2,12
13	K01_S08_B30	1,84	1,06	1,06	1,00	17,72	0,379	>0,647	1,35
14	K01_S08_B45	2,55	1,17	1,17	1,00	24,05	0,323	>0,609	1,93
15	K01_S08_B60	2,60	1,14	1,14	1,00	24,61	0,369	>0,595	1,90
16	K01_S08_B75	2,75	1,09	1,09	1,00	24,59	0,387	>0,595	2,00
17	K01_S10_B30	2,32	1,07	1,07	1,00	22,28	0,355	>0,715	1,34

18	K01_S10_B45	3,08	1,07	1,07	1,00	24,24	>0,393	>0,755	1,64
19	K01_S10_B60	3,14	1,07	1,07	1,00	24,70	>0,452	>0,741	1,66
20	K01_S10_B75	3,21	1,07	1,07	1,00	24,70	0,467	>0,741	1,66
21	K01_S12_B30	2,78	1,07	1,07	1,00	24,14	0,400	>0,909	1,30
22	K01_S12_B45	3,67	1,00	1,00	1,00	24,42	>0,450	>0,899	1,50
23	K01_S12_B60	3,72	1,04	1,04	1,00	24,80	>0,514	>0,886	1,46
24	K01_S12_B75	3,74	1,04	1,04	1,00	24,84	>0,548	>0,884	1,46
25	K01_S14_B30	3,22	1,00	1,00	1,00	24,12	>0,446	>0,945	1,20
26	K01_S14_B45	3,86	1,00	1,00	1,00	24,74	>0,487	>1,035	1,62
27	K01_S14_B60	4,13	1,00	1,00	1,00	25,08	>0,582	>1,021	1,32
28	K01_S14_B75	3,96	1,00	1,00	1,00	25,09	>0,633	>1,021	1,32

***Πίνακας 4. Αποτελέσματα για στάθμη επιτελεστικότητας Περιορισμένες Βλάβες Κανονικά – τοιχοπληρωμένα κτίρια**

A/A	Κτίριο	T*	q_u	μ_d	$\max C_1$	d_t	$\max \alpha_g$ (DL)
29	K02_S02_B30	0,25	1,00	1,00	1,00	0,50	0,338
30	K02_S02_B45	0,37	1,12	1,17	1,04	1,13	0,208
31	K02_S02_B60	0,50	1,17	1,17	1,00	1,92	0,128
32	K02_S02_B75	0,57	1,16	1,16	1,00	2,23	0,124
33	K02_S04_B30	0,48	1,10	1,11	1,00	1,86	0,208
34	K02_S04_B45	0,69	1,21	1,21	1,00	2,78	0,154
35	K02_S04_B60	0,85	1,16	1,16	1,00	3,48	0,125
36	K02_S04_B75	1,03	1,11	1,11	1,00	4,18	0,101
37	K02_S06_B30	0,74	1,11	1,11	1,00	2,99	0,183
38	K02_S06_B45	1,01	1,20	1,20	1,00	4,09	0,144
39	K02_S06_B60	1,26	1,17	1,17	1,00	5,19	0,111
40	K02_S06_B75	1,52	1,11	1,11	1,00	6,25	0,108
41	K02_S08_B30	0,97	1,20	1,20	1,00	3,98	0,188
42	K02_S08_B45	1,32	1,33	1,33	1,00	5,34	0,159
43	K02_S08_B60	1,59	1,19	1,19	1,00	6,58	0,116
44	K02_S08_B75	1,94	1,14	1,14	1,00	8,03	0,098
45	K02_S10_B30	1,21	1,23	1,23	1,00	4,91	0,166
46	K02_S10_B45	1,63	1,31	1,31	1,00	6,63	0,147
47	K02_S10_B60	1,96	1,18	1,18	1,00	8,13	0,117
48	K02_S10_B75	2,34	1,10	1,10	1,00	9,71	0,108
49	K02_S12_B30	1,45	1,22	1,22	1,00	5,89	0,167
50	K02_S12_B45	1,94	1,31	1,31	1,00	7,95	0,152
51	K02_S12_B60	2,34	1,17	1,17	1,00	9,74	0,118
52	K02_S12_B75	2,74	1,00	1,00	1,00	10,43	0,124

53	K02_S14_B30	1,63	1,26	1,26	1,00	6,60	0,172
54	K02_S14_B45	2,16	1,25	1,25	1,00	8,99	0,133
55	K02_S14_B60	2,60	1,19	1,19	1,00	10,53	0,133
56	K02_S14_B75	2,96	1,10	1,10	1,00	10,53	0,143

***Πίνακας 5. Αποτελέσματα για στάθμη επιτελεστικότητας Σημαντικές Βλάβες Κανονικά – τοιχοπληρωμένα κτίρια**

A/A	Κτίριο	T*	q _u	μ _d	max C ₁	d _t	max α _g (SD)
29	K02_S02_B30	0,26	1,12	1,22	1,10	1,07	>0,763
30	K02_S02_B45	0,42	1,49	1,58	1,07	2,67	>0,470
31	K02_S02_B60	0,51	1,86	1,86	1,00	3,69	0,410
32	K02_S02_B75	0,63	1,25	1,25	1,00	4,61	0,335
33	K02_S04_B30	0,52	1,34	1,34	1,00	3,96	0,401
34	K02_S04_B45	0,72	1,84	1,84	1,00	5,45	0,364
35	K02_S04_B60	0,91	1,65	1,65	1,00	6,97	0,327
36	K02_S04_B75	1,12	1,31	1,31	1,00	8,55	0,312
37	K02_S06_B30	0,73	1,91	1,91	1,00	5,55	0,390
38	K02_S06_B45	1,07	1,89	1,89	1,00	8,08	0,325
39	K02_S06_B60	1,28	1,91	1,91	1,00	9,88	0,298
40	K02_S06_B75	1,62	1,45	1,45	1,00	12,52	0,298
41	K02_S08_B30	1,04	1,57	1,57	1,00	7,90	0,368
42	K02_S08_B45	1,24	2,51	2,51	1,00	9,41	0,315
43	K02_S08_B60	1,68	1,66	1,66	1,00	12,99	0,328
44	K02_S08_B75	2,06	1,49	1,49	1,00	15,93	0,304
45	K02_S10_B30	1,19	2,02	2,02	1,00	8,99	0,372
46	K02_S10_B45	1,61	2,24	2,24	1,00	12,31	0,316
47	K02_S10_B60	2,01	1,78	1,78	1,00	15,64	0,341
48	K02_S10_B75	2,44	1,49	1,49	1,00	18,99	0,356
49	K02_S12_B30	1,42	2,00	2,00	1,00	10,81	0,360
50	K02_S12_B45	1,92	2,24	2,24	1,00	14,77	0,333
51	K02_S12_B60	2,43	1,71	1,71	1,00	18,99	0,390
52	K02_S12_B75	2,91	1,19	1,19	1,00	19,54	0,424
53	K02_S14_B30	1,58	2,13	2,13	1,00	11,99	0,354
54	K02_S14_B45	2,08	2,18	2,18	1,00	16,22	0,362
55	K02_S14_B60	2,66	1,67	1,67	1,00	19,73	0,460
56	K02_S14_B75	3,13	1,13	1,13	1,00	19,74	0,500

***Πίνακας 6. Αποτελέσματα για στάθμη επιτελεσματικότητας Οιονεί Κατάρρευση
Κανονικά – τοιχοπληρωμένα κτίρια**

A/A	Κτίριο	T*	q _u	μ _d	max C ₁	d _t	max α _g (NC)	max α _g (VR)
29	K02_S02_B30	0,27	1,17	1,30	1,12	1,57	>0,856	>0,856
30	K02_S02_B45	0,42	2,24	2,46	1,10	3,63	>0,470	>0,470
31	K02_S02_B60	0,59	1,84	1,84	1,00	5,43	>0,514	>0,514
32	K02_S02_B75	0,62	1,74	1,74	1,00	5,73	>0,446	>0,513
33	K02_S04_B30	0,49	2,03	2,03	1,00	4,64	0,472	>0,693
34	K02_S04_B45	0,79	1,92	1,92	1,00	7,63	0,423	>0,556
35	K02_S04_B60	0,99	1,71	1,71	1,00	9,60	0,401	>0,585
36	K02_S04_B75	1,17	1,43	1,43	1,00	11,36	0,415	>0,451
37	K02_S06_B30	0,79	2,02	2,02	1,00	7,61	0,472	>0,683
38	K02_S06_B45	1,13	2,19	2,19	1,00	10,85	0,390	>0,562
39	K02_S06_B60	1,39	1,97	1,97	1,00	13,67	0,384	>0,588
40	K02_S06_B75	1,76	1,42	1,42	1,00	17,29	0,361	>0,526
41	K02_S08_B30	1,07	1,92	1,92	1,00	10,32	0,435	>0,760
42	K02_S08_B45	1,49	2,30	2,30	1,00	14,31	0,375	>0,689
43	K02_S08_B60	1,82	1,74	1,74	1,00	17,96	0,400	>0,655
44	K02_S08_B75	2,25	1,43	1,43	1,00	22,14	0,375	>0,595
45	K02_S10_B30	1,34	1,99	1,99	1,00	12,92	0,346	>0,886
46	K02_S10_B45	1,96	1,96	1,96	1,00	18,96	>0,377	>0,755
47	K02_S10_B60	2,22	1,77	1,77	1,00	21,95	>0,422	>0,741
48	K02_S10_B75	2,61	1,46	1,46	1,00	24,70	0,445	>0,741
49	K02_S12_B30	1,63	1,94	1,94	1,00	15,70	0,420	>0,965
50	K02_S12_B45	2,32	1,99	1,99	1,00	22,70	>0,396	>0,899
51	K02_S12_B60	2,60	1,79	1,79	1,00	24,80	>0,478	>0,886
52	K02_S12_B75	2,96	1,44	1,44	1,00	24,84	>0,522	>0,884
53	K02_S14_B30	1,84	2,00	2,00	1,00	17,76	>0,409	>0,935
54	K02_S14_B45	2,54	1,85	1,85	1,00	24,74	>0,435	>1,035
55	K02_S14_B60	2,82	1,73	1,73	1,00	25,08	>0,552	>1,021
56	K02_S14_B75	3,16	1,32	1,32	1,00	25,09	>0,613	>1,021

***Πίνακας 7. Αποτελέσματα για στάθμη επιτελεστικότητας Περιορισμένες Βλάβες
Μη Κανονικά κτίρια**

A/A	Κτίριο	T*	q_u	μ_d	$\max C_1$	d_t	$\max \alpha_g$ (DL)	q_s
57	K01_T01	2,48	1,00	1,00	1,00	10,02	0,086	1,00
58	K01_T02	1,37	1,20	1,20	1,00	5,52	0,156	
59	K01_T03	1,49	1,21	1,21	1,00	6,01	0,113	
60	K01_T04	1,54	1,13	1,13	1,00	6,21	0,098	
61	K01_T05	1,65	1,16	1,16	1,00	6,68	0,107	
62	K01_T12	1,37	1,20	1,20	1,00	5,52	0,156	
63	K01_T13	1,49	1,21	1,21	1,00	6,01	0,113	
64	K01_T14	1,54	1,13	1,13	1,00	6,21	0,098	
65	K01_T15	1,65	1,16	1,16	1,00	6,68	0,107	
66	K01_T22	1,94	1,00	1,00	1,00	7,94	0,094	
67	K01_T23	1,99	1,00	1,00	1,00	8,05	0,099	
68	K01_T24	2,01	1,00	1,00	1,00	8,14	0,083	
69	K01_T25	2,07	1,00	1,00	1,00	8,36	0,088	
70	K03_T01	2,40	1,00	1,00	1,00	9,77	0,088	1,00
71	K03_T02	1,21	1,21	1,21	1,00	4,93	0,153	
72	K03_T03	1,35	1,10	1,10	1,00	5,49	0,109	
73	K03_T04	1,40	1,12	1,12	1,00	5,69	0,106	
74	K03_T05	1,50	1,17	1,17	1,00	6,08	0,108	
75	K03_T12	1,63	1,15	1,15	1,00	6,63	0,108	
76	K03_T13	1,72	1,08	1,08	1,00	6,99	0,104	
77	K03_T14	1,76	1,10	1,10	1,00	7,17	0,094	
78	K03_T15	1,83	1,12	1,12	1,00	7,44	0,098	
79	K03_T22	1,71	1,00	1,00	1,00	6,94	0,089	
80	K03_T23	1,77	1,00	1,00	1,00	7,21	0,093	
81	K03_T24	1,80	1,08	1,08	1,00	7,34	0,084	
82	K03_T25	1,87	1,00	1,00	1,00	7,60	0,089	
83	K04_T01	2,32	1,00	1,00	1,00	9,41	0,091	1,00
84	K04_T02	1,25	1,22	1,22	1,00	5,05	0,130	
85	K04_T03	1,38	1,13	1,13	1,00	5,60	0,098	
86	K04_T04	1,42	1,15	1,15	1,00	5,76	0,104	
87	K04_T05	1,54	1,09	1,09	1,00	6,26	0,106	
88	K04_T12	1,27	1,24	1,24	1,00	5,15	0,126	
89	K04_T13	1,39	1,14	1,14	1,00	5,64	0,109	
90	K04_T14	1,45	1,17	1,17	1,00	5,87	0,102	
91	K04_T15	1,56	1,10	1,10	1,00	6,32	0,105	
92	K04_T22	2,03	1,00	1,00	1,00	8,24	0,097	
93	K04_T23	2,06	1,00	1,00	1,00	8,36	0,103	
94	K04_T24	2,07	1,00	1,00	1,00	8,40	0,095	
95	K04_T25	2,10	1,00	1,00	1,00	8,51	0,094	
96	K05_T01	2,25	1,00	1,00	1,00	9,59	0,090	1,00
97	K05_T02	1,09	1,26	1,26	1,00	4,64	0,139	
98	K05_T03	1,23	1,16	1,16	1,00	5,27	0,103	
99	K05_T04	1,27	1,09	1,09	1,00	5,45	0,110	

100	K05_T05	1,39	1,12	1,12	1,00	5,94	0,111	
101	K05_T12	1,36	1,22	1,22	1,00	5,81	0,112	
102	K05_T13	1,48	1,12	1,12	1,00	6,34	0,105	
103	K05_T14	1,51	1,13	1,13	1,00	6,44	0,103	
104	K05_T15	1,59	1,15	1,15	1,00	6,78	0,106	
105	K05_T22	1,36	1,17	1,17	1,00	5,81	0,103	
106	K05_T23	1,47	1,10	1,10	1,00	6,26	0,097	
107	K05_T24	1,49	1,10	1,10	1,00	6,36	0,104	
108	K05_T25	1,58	1,14	1,14	1,00	6,73	0,107	
109	K06_T01	2,67	1,00	1,00	1,00	9,85	0,106	1,00
110	K06_T02	1,52	1,29	1,29	1,00	6,00	0,129	
111	K06_T03	1,91	1,09	1,09	1,00	7,53	0,112	
112	K06_T04	1,64	1,21	1,21	1,00	6,48	0,138	
113	K06_T05	2,03	1,00	1,00	1,00	8,00	0,120	
114	K06_T12	1,52	1,29	1,29	1,00	6,00	0,129	
115	K06_T13	1,91	1,09	1,09	1,00	7,53	0,112	
116	K06_T14	1,64	1,21	1,21	1,00	6,48	0,138	
117	K06_T15	2,03	1,00	1,00	1,00	8,00	0,120	
118	K06_T22	2,12	1,00	1,00	1,00	8,34	0,102	
119	K06_T23	2,29	1,00	1,00	1,00	9,04	1,020	
120	K06_T24	2,17	1,00	1,00	1,00	8,54	0,107	
121	K06_T25	2,35	1,00	1,00	1,00	9,26	0,106	

***Πίνακας 8. Αποτελέσματα για στάθμη επιτελεστικότητας Σημαντικές Βλάβες
Μη Κανονικά κτίρια**

A/A	Κτίριο	T*	q _u	μ _d	max C ₁	d _t	max α _g (SD)	q _s
57	K01_T01	2,52	1,09	1,09	1,00	18,92	0,268	1,69
58	K01_T02	1,27	2,47	2,47	1,00	9,58	0,314	
59	K01_T03	1,63	1,68	1,68	1,00	12,35	0,290	
60	K01_T04	1,64	1,72	1,72	1,00	12,41	0,300	
61	K01_T05	1,80	1,55	1,55	1,00	13,65	0,281	
62	K01_T12	1,27	2,47	2,47	1,00	9,58	0,313	
63	K01_T13	1,63	1,68	1,68	1,00	12,35	0,290	
64	K01_T14	1,64	1,72	1,72	1,00	12,41	0,300	
65	K01_T15	1,80	1,55	1,55	1,00	13,65	0,281	
66	K01_T22	2,03	1,30	1,30	1,00	15,35	0,278	
67	K01_T23	2,08	1,30	1,30	1,00	15,71	0,272	
68	K01_T24	2,10	1,28	1,28	1,00	15,92	0,271	
69	K01_T25	2,17	1,24	1,24	1,00	16,41	0,266	
70	K03_T01	2,44	1,09	1,09	1,00	18,61	0,260	1,65
71	K03_T02	1,18	2,20	2,20	1,00	8,99	0,329	
72	K03_T03	1,39	1,79	1,79	1,00	10,62	0,315	
73	K03_T04	1,36	2,05	2,05	1,00	10,33	0,307	
74	K03_T05	1,48	1,91	1,91	1,00	11,26	0,300	

75	K03_T12	1,72	1,64	1,64	1,00	13,11	0,286	
76	K03_T13	1,81	1,56	1,56	1,00	13,79	0,274	
77	K03_T14	1,92	1,37	1,37	1,00	14,62	0,277	
78	K03_T15	1,99	1,34	1,34	1,00	15,19	0,265	
79	K03_T22	1,80	1,46	1,46	1,00	13,68	0,281	
80	K03_T23	1,88	1,40	1,40	1,00	14,32	0,275	
81	K03_T24	1,91	1,39	1,39	1,00	14,57	0,273	
82	K03_T25	1,99	1,35	1,35	1,00	15,17	0,266	
83	K04_T01	2,36	1,07	1,07	1,00	17,90	0,254	1,61
84	K04_T02	1,30	1,90	1,90	1,00	9,89	0,294	
85	K04_T03	1,41	1,84	1,84	1,00	10,73	0,282	
86	K04_T04	1,44	1,88	1,88	1,00	10,95	0,282	
87	K04_T05	1,62	1,64	1,64	1,00	12,27	0,271	
88	K04_T12	1,39	1,74	1,74	1,00	10,58	0,303	
89	K04_T13	1,52	1,62	1,62	1,00	11,52	0,294	
90	K04_T14	1,62	1,46	1,46	1,00	12,35	0,285	
91	K04_T15	1,70	1,49	1,49	1,00	12,89	0,275	
92	K04_T22	2,06	1,12	1,12	1,00	15,68	0,264	
93	K04_T23	2,09	1,14	1,14	1,00	15,91	0,260	
94	K04_T24	2,11	1,11	1,11	1,00	16,02	0,258	
95	K04_T25	2,13	1,15	1,15	1,00	16,18	0,254	
96	K05_T01	2,27	1,08	1,08	1,00	18,19	0,256	1,64
97	K05_T02	1,09	2,06	2,06	1,00	8,70	0,315	
98	K05_T03	1,33	1,60	1,60	1,00	10,63	0,294	
99	K05_T04	1,20	2,09	2,09	1,00	9,61	0,284	
100	K05_T05	1,33	1,97	1,97	1,00	10,62	0,274	
101	K05_T12	1,48	1,69	1,69	1,00	11,82	0,293	
102	K05_T13	1,63	1,47	1,47	1,00	13,01	0,280	
103	K05_T14	1,68	1,39	1,39	1,00	13,44	0,283	
104	K05_T15	1,74	1,40	1,40	1,00	13,90	0,271	
105	K05_T22	1,50	1,58	1,58	1,00	11,98	0,296	
106	K05_T23	1,60	1,50	1,50	1,00	12,80	0,282	
107	K05_T24	1,62	1,50	1,50	1,00	13,00	0,285	
108	K05_T25	1,74	1,42	1,42	1,00	13,90	0,276	
109	K06_T01	2,69	1,00	1,00	1,00	18,46	0,318	1,50
110	K06_T02	1,75	1,63	1,63	1,00	12,94	0,314	
111	K06_T03	1,99	1,32	1,32	1,00	14,67	0,305	
112	K06_T04	1,83	1,61	1,61	1,00	13,55	0,301	
113	K06_T05	2,10	1,30	1,30	1,00	15,51	0,291	
114	K06_T12	1,75	1,63	1,63	1,00	12,94	0,314	
115	K06_T13	1,99	1,32	1,32	1,00	14,67	0,305	
116	K06_T14	1,83	1,61	1,61	1,00	13,55	0,301	
117	K06_T15	2,10	1,30	1,30	1,00	15,51	0,291	
118	K06_T22	2,24	1,24	1,24	1,00	16,51	0,299	
119	K06_T23	2,35	1,14	1,14	1,00	17,34	0,299	
120	K06_T24	2,28	1,27	1,27	1,00	16,80	0,299	

121	K06_T25	2,39	1,18	1,18	1,00	17,68	0,299
-----	---------	------	------	------	------	-------	-------

***Πίνακας 9. Αποτελέσματα για στάθμη επιτελεστικότητας Οιονεί Κατάρρευση
Μη Κανονικά κτίρια**

A/A	Κτίριο	T*	q_u	μ_d	$\max C_1$	d_t	$\max \alpha_g$ (NC)	$\max \alpha_g$ (VR)	q_s
57	K01_T01	2,55	1,17	1,17	1,00	24,05	0,323	>0,609	1,93
58	K01_T02	1,50	2,28	2,28	1,00	14,44	0,374	>0,687	
59	K01_T03	1,79	1,74	1,74	1,00	17,20	0,348	>0,657	
60	K01_T04	1,80	1,73	1,73	1,00	17,35	0,358	>0,665	
61	K01_T05	1,97	1,53	1,53	1,00	18,91	0,332	>0,635	
62	K01_T12	1,50	2,28	2,28	1,00	14,44	0,373	>0,686	
63	K01_T13	1,79	1,74	1,74	1,00	17,20	0,348	>0,657	
64	K01_T14	1,80	1,73	1,73	1,00	17,35	0,358	>0,665	
65	K01_T15	1,97	1,53	1,53	1,00	18,91	0,332	>0,635	
66	K01_T22	2,11	1,46	1,46	1,00	20,28	0,332	>0,611	
67	K01_T23	2,17	1,39	1,39	1,00	20,91	0,326	>0,601	
68	K01_T24	2,19	1,38	1,38	1,00	21,08	0,324	>0,598	
69	K01_T25	2,26	1,32	1,32	1,00	21,70	0,319	>0,596	
70	K03_T01	2,48	1,20	1,20	1,00	24,05	0,314	>0,604	1,87
71	K03_T02	1,22	2,66	2,66	1,00	11,80	0,388	>0,769	
72	K03_T03	1,41	2,25	2,25	1,00	13,66	0,379	>0,754	
73	K03_T04	1,61	1,83	1,83	1,00	15,59	0,364	>0,737	
74	K03_T05	1,71	1,75	1,75	1,00	16,61	0,364	>0,705	
75	K03_T12	1,86	1,69	1,69	1,00	18,07	0,340	>0,669	
76	K03_T13	1,95	1,61	1,61	1,00	18,85	0,333	>0,656	
77	K03_T14	1,99	1,55	1,55	1,00	19,32	0,331	>0,651	
78	K03_T15	2,08	1,46	1,46	1,00	20,16	0,324	>0,639	
79	K03_T22	1,86	1,68	1,68	1,00	18,06	0,342	>0,667	
80	K03_T23	1,98	1,52	1,52	1,00	19,21	0,335	>0,655	
81	K03_T24	2,01	1,50	1,50	1,00	19,45	0,332	>0,650	
82	K03_T25	2,09	1,42	1,42	1,00	20,29	0,326	>0,637	
83	K04_T01	2,39	1,16	1,16	1,00	23,13	0,304	>0,491	1,87
84	K04_T02	1,36	2,20	2,20	1,00	13,13	0,375	>0,593	
85	K04_T03	1,56	1,85	1,85	1,00	15,06	0,360	>0,561	
86	K04_T04	1,64	1,75	1,75	1,00	15,87	0,359	>0,567	
87	K04_T05	1,81	1,52	1,52	1,00	17,44	0,347	>0,539	
88	K04_T12	1,42	2,15	2,15	1,00	13,74	0,359	>0,581	
89	K04_T13	1,64	1,73	1,73	1,00	15,82	0,351	>0,557	
90	K04_T14	1,71	1,65	1,65	1,00	16,55	0,341	>0,560	
91	K04_T15	1,84	1,49	1,49	1,00	17,80	0,332	>0,529	
92	K04_T22	2,11	1,27	1,27	1,00	20,34	0,318	>0,512	
93	K04_T23	2,15	1,24	1,24	1,00	20,78	0,313	>0,495	
94	K04_T24	2,16	1,25	1,25	1,00	20,85	0,312	>0,508	

95	K04_T25	2,19	1,25	1,25	1,00	21,15	0,308	>0,492	
96	K05_T01	2,31	1,15	1,15	1,00	23,53	0,305	>0,512	1,92
97	K05_T02	1,17	2,31	2,31	1,00	11,86	0,366	>0,678	
98	K05_T03	1,41	1,82	1,82	1,00	14,37	0,352	>0,628	
99	K05_T04	1,42	1,91	1,91	1,00	14,43	0,335	>0,621	
100	K05_T05	1,57	1,73	1,73	1,00	15,99	0,356	>0,574	
101	K05_T12	1,62	1,72	1,72	1,00	16,53	0,349	>0,585	
102	K05_T13	1,75	1,53	1,53	1,00	17,80	0,335	>0,555	
103	K05_T14	1,77	1,51	1,51	1,00	18,01	0,339	>0,586	
104	K05_T15	1,85	1,42	1,42	1,00	18,84	0,326	>0,541	
105	K05_T22	1,56	1,84	1,84	1,00	15,91	0,351	>0,577	
106	K05_T23	1,71	1,61	1,61	1,00	17,38	0,337	>0,561	
107	K05_T24	1,72	1,60	1,60	1,00	17,54	0,340	>0,568	
108	K05_T25	1,85	1,43	1,43	1,00	18,87	0,331	>0,544	
109	K06_T01	2,72	1,08	1,08	1,00	23,46	>0,399	>0,455	1,73
110	K06_T02	1,92	1,65	1,65	1,00	18,02	>0,381	>0,442	
111	K06_T03	2,08	1,45	1,45	1,00	19,51	>0,372	>0,436	
112	K06_T04	2,01	1,64	1,64	1,00	18,85	>0,373	>0,444	
113	K06_T05	2,21	1,40	1,40	1,00	20,78	>0,356	>0,425	
114	K06_T12	1,92	1,65	1,65	1,00	18,02	>0,381	>0,442	
115	K06_T13	2,08	1,45	1,45	1,00	19,51	>0,372	>0,436	
116	K06_T14	2,01	1,64	1,64	1,00	18,85	>0,373	>0,444	
117	K06_T15	2,21	1,40	1,40	1,00	20,78	>0,356	>0,425	
118	K06_T22	2,33	1,32	1,32	1,00	21,84	>0,374	>0,443	
119	K06_T23	2,41	1,26	1,26	1,00	22,63	>0,374	>0,443	
120	K06_T24	2,39	1,31	1,31	1,00	2,44	>0,374	>0,443	
121	K06_T25	2,48	1,24	1,24	1,00	23,23	>0,374	>0,443	

***Πίνακας 10. Μέγιστη μετακίνηση οροφής d και τέμνουσα βάσης F κατά την αστοχία και Λόγος Υπεραντοχής a_u/a_1 Κανονικά κτίρια**

A/A	Κτίριο	Φόρτιση	Διεύθυνση	maxd	maxF	a_u/a_1
1	K01_S02_B30	Ιδιομορφική	Υ	14,040	2048,99	1,36
2	K01_S02_B45	Ιδιομορφική	Υ	13,320	1674,22	1,39
3	K01_S02_B60	Ιδιομορφική	Υ	15,660	2323,67	2,41
4	K01_S02_B75	Ιδιομορφική	Υ	15,479	4454,21	2,28
5	K01_S04_B30	Ιδιομορφική	Υ	28,440	2890,82	2,16
6	K01_S04_B45	Ιδιομορφική	Υ	28,080	2786,22	2,26
7	K01_S04_B60	Ιδιομορφική	Υ	27,359	3626,61	2,45
8	K01_S04_B75	Ιδιομορφική	Υ	32,759	5687,27	3,22
9	K01_S06_B30	Ιδιομορφική	Υ	34,020	2501,95	1,85
10	K01_S06_B45	Ιδιομορφική	Υ	37,800	2511,74	2,31
11	K01_S06_B60	Ιδιομορφική	Υ	48,059	3358,52	2,61
12	K01_S06_B75	Ιδιομορφική	Υ	51,298	5398,11	2,73
13	K01_S08_B30	Ιδιομορφική	Υ	46,800	2280,80	1,83
14	K01_S08_B45	Ιδιομορφική	Υ	47,520	2172,01	2,22
15	K01_S08_B60	Ιδιομορφική	Υ	49,679	3516,66	2,30
16	K01_S08_B75	Ιδιομορφική	Υ	59,039	5135,20	2,52
17	K01_S10_B30	Ιδιομορφική	Υ	50,400	2113,02	1,72
18	K01_S10_B45	Ιδιομορφική	Υ	45,001	2172,14	2,05
19	K01_S10_B60	Ιδιομορφική	Υ	53,999	3459,68	2,19
20	K01_S10_B75	Ιδιομορφική	Υ	62,098	5311,93	2,31
21	K01_S12_B30	Ιδιομορφική	Υ	48,600	1974,16	1,73
22	K01_S12_B45	Ιδιομορφική	Υ	48,601	2066,93	1,99
23	K01_S12_B60	Ιδιομορφική	Υ	58,319	3326,57	2,11
24	K01_S12_B75	Ιδιομορφική	Υ	65,877	5316,80	2,24
25	K01_S14_B30	Ιδιομορφική	Υ	50,402	1860,24	1,65
26	K01_S14_B45	Ιδιομορφική	Υ	51,661	2284,62	2,27
27	K01_S14_B60	Ιδιομορφική	Υ	68,040	3490,08	2,11
28	K01_S14_B75	Ιδιομορφική	Υ	75,600	6037,00	2,16
29	K02_S02_B30	Ιδιομορφική	Υ	7,380	2073,66	1,08
30	K02_S02_B45	Ιδιομορφική	Υ	7,200	1736,60	1,06
31	K02_S02_B60	Ιδιομορφική	Υ	15,660	2321,73	1,16
32	K02_S02_B75	Ιδιομορφική	Υ	15,479	4453,54	1,54
33	K02_S04_B30	Ιδιομορφική	Υ	26,640	2911,04	1,72
34	K02_S04_B45	Ιδιομορφική	Υ	23,760	2829,80	1,71
35	K02_S04_B60	Ιδιομορφική	Υ	24,479	3686,49	1,52
36	K02_S04_B75	Ιδιομορφική	Υ	32,759	5710,98	2,04
37	K02_S06_B30	Ιδιομορφική	Υ	30,240	2524,44	1,60
38	K02_S06_B45	Ιδιομορφική	Υ	33,480	2552,23	1,57
39	K02_S06_B60	Ιδιομορφική	Υ	45,359	3387,78	1,53
40	K02_S06_B75	Ιδιομορφική	Υ	49,679	5427,84	1,85
41	K02_S08_B30	Ιδιομορφική	Υ	41,760	2318,91	1,60
42	K02_S08_B45	Ιδιομορφική	Υ	44,641	2211,64	1,52

43	K02_S08_B60	Ιδιομορφική	Υ	53,999	3577,12	1,45
44	K02_S08_B75	Ιδιομορφική	Υ	55,438	5160,58	1,82
45	K02_S10_B30	Ιδιομορφική	Υ	46,800	2146,45	1,50
46	K02_S10_B45	Ιδιομορφική	Υ	41,401	2195,66	1,38
47	K02_S10_B60	Ιδιομορφική	Υ	50,399	3494,99	1,40
48	K02_S10_B75	Ιδιομορφική	Υ	56,698	5351,85	1,64
49	K02_S12_B30	Ιδιομορφική	Υ	43,200	1993,33	1,39
50	K02_S12_B45	Ιδιομορφική	Υ	42,121	2090,99	1,37
51	K02_S12_B60	Ιδιομορφική	Υ	53,999	3348,94	1,34
52	K02_S12_B75	Ιδιομορφική	Υ	62,638	5321,82	1,60
53	K02_S14_B30	Ιδιομορφική	Υ	42,842	1905,59	1,37
54	K02_S14_B45	Ιδιομορφική	Υ	44,101	2336,70	1,17
55	K02_S14_B60	Ιδιομορφική	Υ	63,000	3515,21	1,36
56	K02_S14_B75	Ιδιομορφική	Υ	71,820	6060,22	1,62

***Πίνακας 11. Μέγιστη μετακίνηση οροφής d και τέμνουσα βάσης F κατά την αστοχία και Λόγος Υπεραντοχής a_u/a_1
Μη κανονικά κτίρια**

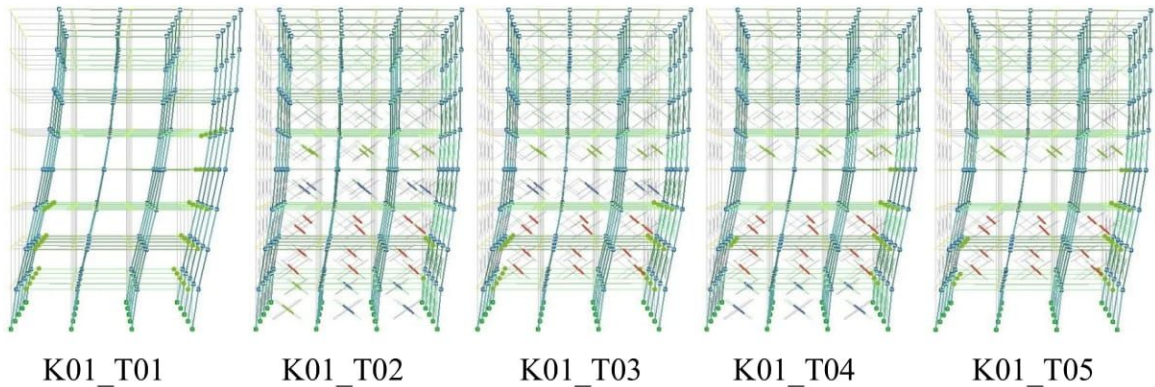
A/A	Κτίριο	Φόρτιση	Διεύθυνση	maxd	maxF	a_u/a_1
57	K01_T01	Ιδιομορφική	Υ	47,520	2172,01	2,22
58	K01_T02	Ιδιομορφική	Υ	44,639	2211,59	1,52
59	K01_T03	Ιδιομορφική	Υ	44,639	2203,38	1,55
60	K01_T04	Ιδιομορφική	Υ	44,639	2209,47	1,50
61	K01_T05	Ιδιομορφική	Υ	44,639	2209,67	1,45
62	K01_T12	Ιδιομορφική	Υ	44,639	2215,01	1,53
63	K01_T13	Ιδιομορφική	Υ	44,639	2206,38	1,55
64	K01_T14	Ιδιομορφική	Υ	44,639	2209,47	1,50
65	K01_T15	Ιδιομορφική	Υ	44,639	2209,67	1,45
66	K01_T22	Ιδιομορφική	Υ	46,080	2194,40	1,70
67	K01_T23	Ιδιομορφική	Υ	46,080	2193,99	1,66
68	K01_T24	Ιδιομορφική	Υ	46,080	2191,00	1,93
69	K01_T25	Ιδιομορφική	Υ	45,359	2191,75	1,89
70	K03_T01	Ιδιομορφική	Χ	47,516	2328,50	2,19
71	K03_T02	Ιδιομορφική	Χ	45,356	2388,66	1,33
72	K03_T03	Ιδιομορφική	Χ	46,076	2396,91	1,27
73	K03_T04	Ιδιομορφική	Χ	45,356	2388,44	1,35
74	K03_T05	Ιδιομορφική	Χ	45,356	2391,89	1,38
75	K03_T12	Ιδιομορφική	Χ	46,796	2347,07	1,48
76	K03_T13	Ιδιομορφική	Χ	46,804	2344,70	1,55
77	K03_T14	Ιδιομορφική	Χ	46,076	2340,55	1,71
78	K03_T15	Ιδιομορφική	Χ	40,316	2344,05	1,69
79	K03_T22	Ιδιομορφική	Χ	46,076	2357,72	1,70
80	K03_T23	Ιδιομορφική	Χ	45,356	2359,91	1,68
81	K03_T24	Ιδιομορφική	Χ	46,796	2355,33	1,86

82	K03_T25	Ιδιομορφική	X	46,796	2353,97	1,83
83	K04_T01	Ιδιομορφική	Y	48,239	2283,48	2,27
84	K04_T02	Ιδιομορφική	Y	43,919	2328,10	1,43
85	K04_T03	Ιδιομορφική	Y	41,759	2319,53	1,54
86	K04_T04	Ιδιομορφική	Y	43,919	2316,51	1,52
87	K04_T05	Ιδιομορφική	Y	42,479	2313,15	1,55
88	K04_T12	Ιδιομορφική	Y	41,754	2341,40	1,49
89	K04_T13	Ιδιομορφική	Y	42,474	2336,49	1,67
90	K04_T14	Ιδιομορφική	Y	43,194	2328,20	1,59
91	K04_T15	Ιδιομορφική	Y	42,474	2328,18	1,61
92	K04_T22	Ιδιομορφική	Y	43,194	2331,45	1,93
93	K04_T23	Ιδιομορφική	Y	43,914	2325,31	1,85
94	K04_T24	Ιδιομορφική	Y	44,634	2329,60	2,00
95	K04_T25	Ιδιομορφική	Y	43,634	2321,57	2,05
96	K05_T01	Ιδιομορφική	X	53,279	2392,54	2,34
97	K05_T02	Ιδιομορφική	X	46,799	2458,55	1,28
98	K05_T03	Ιδιομορφική	X	33,119	2464,87	1,40
99	K05_T04	Ιδιομορφική	X	46,799	2457,08	1,38
100	K05_T05	Ιδιομορφική	X	46,079	2444,65	1,43
101	K05_T12	Ιδιομορφική	X	48,239	2434,86	1,56
102	K05_T13	Ιδιομορφική	X	47,519	2426,77	1,68
103	K05_T14	Ιδιομορφική	X	48,961	2421,30	1,65
104	K05_T15	Ιδιομορφική	X	47,519	2418,13	1,68
105	K05_T22	Ιδιομορφική	X	49,959	2426,31	1,55
106	K05_T23	Ιδιομορφική	X	48,239	2418,63	1,66
107	K05_T24	Ιδιομορφική	X	49,679	2419,27	1,60
108	K05_T25	Ιδιομορφική	X	48,239	2419,28	1,66
109	K06_T01	Ιδιομορφική	Y	45,360	2308,26	2,21
110	K06_T02	Ιδιομορφική	Y	38,880	2339,57	1,60
111	K06_T03	Ιδιομορφική	Y	38,880	2342,96	1,56
112	K06_T04	Ιδιομορφική	Y	39,600	2339,73	1,60
113	K06_T05	Ιδιομορφική	Y	38,880	2337,59	1,56
114	K06_T12	Ιδιομορφική	Y	38,880	2340,84	1,60
115	K06_T13	Ιδιομορφική	Y	38,880	2342,96	1,56
116	K06_T14	Ιδιομορφική	Y	39,600	2339,73	1,60
117	K06_T15	Ιδιομορφική	Y	38,880	2337,59	1,56
118	K06_T22	Ιδιομορφική	Y	41,760	2330,84	1,85
119	K06_T23	Ιδιομορφική	Y	41,760	2328,81	1,92
120	K06_T24	Ιδιομορφική	Y	41,760	2328,23	1,83
121	K06_T25	Ιδιομορφική	Y	41,760	2327,14	1,90

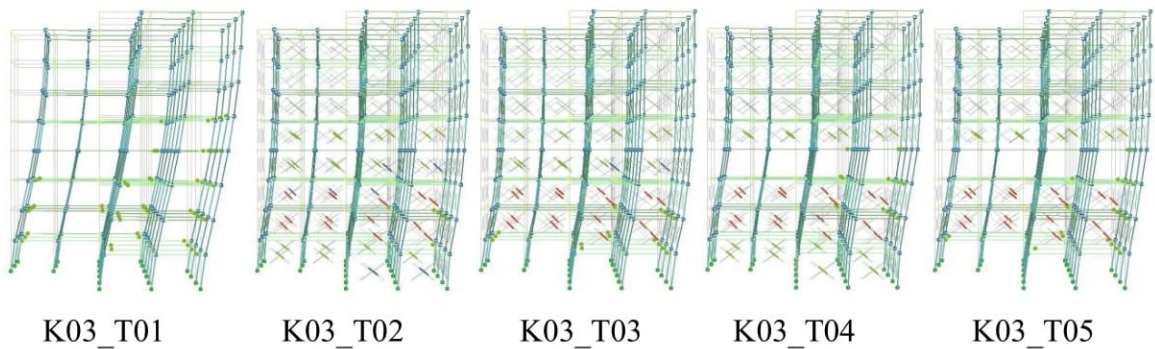
*Πίνακας 12. Θεμελιώδεις Ιδιοπερίοδοι μη τοιχοπληρωμένων κτιρίων

A/A	Κτίριο	T_x [sec]	T_y [sec]
1	K01_S02_B30	0,2379	0,2347
2	K01_S02_B45	0,4145	0,4197
3	K01_S02_B60	0,4381	0,4318
4	K01_S02_B75	0,4022	0,4095
5	K01_S04_B30	0,3908	0,3836
6	K01_S04_B45	0,5504	0,5403
7	K01_S04_B60	0,6377	0,6245
8	K01_S04_B75	0,7486	0,7320
9	K01_S06_B30	0,5924	0,5795
10	K01_S06_B45	0,8297	0,8127
11	K01_S06_B60	0,9678	0,9664
12	K01_S06_B75	1,1401	1,1138
13	K01_S08_B30	0,8006	0,7813
14	K01_S08_B45	1,1112	1,0866
15	K01_S08_B60	1,1885	1,1592
16	K01_S08_B75	1,4342	1,4006
17	K01_S10_B30	1,0178	0,9958
18	K01_S10_B45	1,4001	1,3662
19	K01_S10_B60	1,4866	1,4504
20	K01_S10_B75	1,7151	1,6744
21	K01_S12_B30	1,2462	1,2226
22	K01_S12_B45	1,6940	1,6549
23	K01_S12_B60	1,7965	1,7533
24	K01_S12_B75	2,0782	2,0295
25	K01_S14_B30	1,4740	1,4494
26	K01_S14_B45	1,7508	1,7124
27	K01_S14_B60	2,0877	2,0383
28	K01_S14_B75	2,3152	2,2601
57	K01_T01	1,1112	1,0866
70	K03_T01	1,0860	1,1027
83	K04_T01	0,9741	1,0099
96	K05_T01	0,9670	0,9574
109	K06_T01	1,5414	1,5153

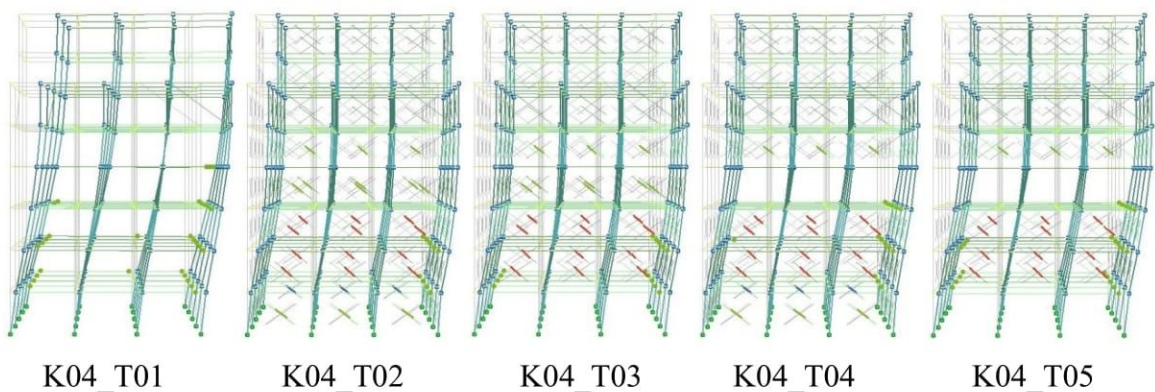
Παράρτημα Β – Σχήματα



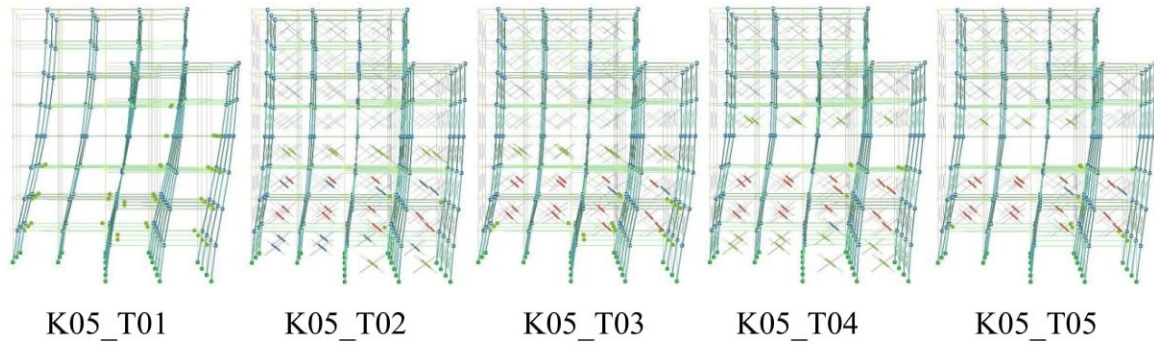
Σχήμα 5-1. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στη στοχευόμενη μετακίνηση για στάθμη επιτελεστικότητας Σημαντικές Βλάβες – Κτίριο τύπου K01



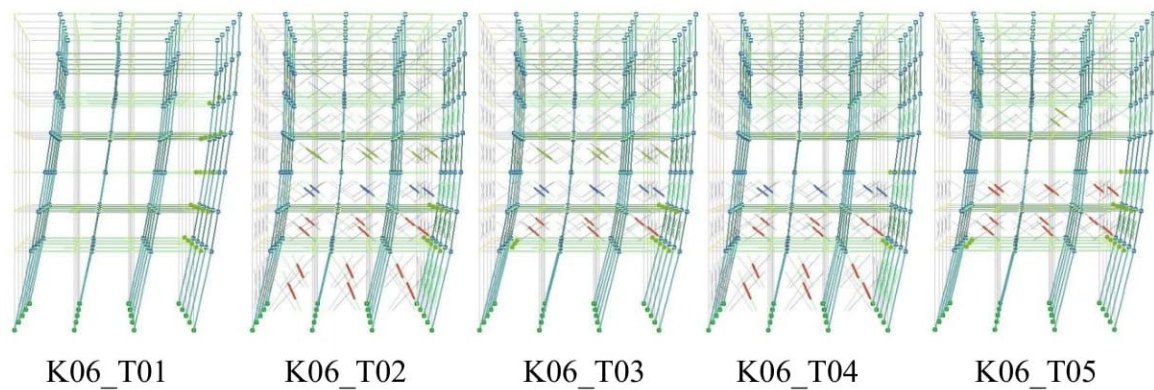
Σχήμα 5-2. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στη στοχευόμενη μετακίνηση για στάθμη επιτελεστικότητας Σημαντικές Βλάβες – Κτίριο τύπου K03



Σχήμα 5-3. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στη στοχευόμενη μετακίνηση για στάθμη επιτελεστικότητας Σημαντικές Βλάβες – Κτίριο τύπου K04



Σχήμα 5-4. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στη στοχευόμενη μετακίνηση για στάθμη επιτελεστικότητα Σημαντικές Βλάβες – Κτίριο τύπου K05



Σχήμα 5-5. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στη στοχευόμενη μετακίνηση για στάθμη επιτελεστικότητα Σημαντικές Βλάβες – Κτίριο τύπου K06