

**ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ**



**ΑΠΟΤΙΜΗΣ
ΥΦΙ
ΩΙ**

ΤΕΛΙΚΗ

**ΕΡΙΦΟΡΑΣ
ΛΠΟ
ΙΑ**

ΕΡΓΟΥ

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

**Επιστημονικός Υπεύθυνος:
Ελισάβετ Βιντζηλαίου**

**Χρήστος Ζέρης
Κωνσταντίνος Ρεπαπής**

ΑΘΗΝΑ 2003

**ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΣ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΚΑΙ
ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ**



**ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΤΟΥ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ ΑΠΟ
ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ**

ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ

**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΟ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ**

**Επιστημονικός Υπεύθυνος:
Ελισάβετ Βιντζηλαίου**

**Χρήστος Ζέρης
Κωνσταντίνος Ρεπαπής**

ΑΘΗΝΑ 2003

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

| | | |
|--------|---|-----|
| 1 | Εισαγωγή..... | 1 |
| 1.1 | Γενικά..... | 1 |
| 1.2 | Περιγραφή του Προβλήματος - Σκοπιμότητα..... | 1 |
| 2 | Επιλογή Τύπων Υφισταμένων Κτιρίων | 3 |
| 3 | Σχεδιασμός Τυπικών Κτιρίων | 6 |
| 3.1 | Γεωμετρία κτιρίων | 6 |
| 3.2 | Επιλογή Λογισμικού Προγράμματος για την Μελέτη των Κτιρίων | 13 |
| 3.3 | Παραδοχές Σχεδιασμού..... | 14 |
| 3.4 | Αποτελέσματα Διαστασιολόγησης | 16 |
| 4 | Μη Γραμμικές Αναλύσεις..... | 24 |
| 4.1 | Αναλυτική Προσομοίωση | 24 |
| 4.2 | Παραδοχές Αναλύσεων..... | 27 |
| 4.3 | Κτίρια | 35 |
| 4.4 | Κριτήρια Αστοχίας..... | 39 |
| 4.5 | Διαδικασία Εκτίμησης Υπεραντοχής Πλαστιμότητας και Δείκτη Συμπεριφοράς Κτιρίων..... | 43 |
| 5 | Αποτελέσματα | 47 |
| 5.1 | Μη Γραμμικές Στατικές Αναλύσεις..... | 47 |
| 5.2 | Ιδιοπερίοδος | 97 |
| 5.3 | Τέμνουσα Βάσης – Υπεραντοχή..... | 98 |
| 5.4 | Πλαστιμότητα..... | 102 |
| 5.5 | Μετακίνηση Αστοχίας | 106 |
| 5.6 | Δείκτης Συμπεριφοράς q | 111 |
| 5.7 | Κατανομή Πλαστικών Αρθρώσεων | 116 |
| 5.8 | Καταναλισκόμενη Ενέργεια Δοκών και Στύλων | 146 |
| 5.9 | Ικανοποίηση Ικανοτικού Ελέγχου κομβού | 153 |
| 5.10 | Ικανοποίηση Ικανοτικού Ελέγχου τεμνουσας..... | 163 |
| 5.11 | Σχολιασμός Αποτελεσμάτων | 183 |
| 5.11.1 | Επιρροή Γεωμετρίας | 183 |
| 5.11.2 | Επιρροή Κανονισμού | 185 |
| 5.11.3 | Επιρροή Ακανονικότητας..... | 187 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 5.11.4 | Επιρροή Τοιχοποιίας Πληρώσεως | 190 |
| 5.11.5 | Επιρροή Ζώνης Σεισμικότητας | 191 |
| 5.11.6 | Επιρροή της Μεταβολής Διαστάσεων και Οπλισμού Υποστυλωμάτων και Δοκών..... | 192 |
| 5.11.7 | Επιρροή Κατανομής της Σεισμικής Δράσεως..... | 193 |
| 5.12 | Συγκρίσεις Στατικών και Δυναμικών Αναλύσεων..... | 195 |
| 6 | Συμπεράσματα | 197 |
| 7 | Βιβλιογραφικές Παραπομπές..... | 203 |

ΣΧΗΜΑΤΑ

| | |
|---|----|
| Σχήμα 1. Εξεταζόμενα κτίρια δεκαετίας '60 | 6 |
| Σχήμα 2. Λεπτομέρειες όπλισης δοκών σε (α) περιμετρικά και (β) εσωτερικά πλαίσια..... | 16 |
| Σχήμα 3. Ανελαστική συμπεριφορά του στοιχείου δοκών – υποστλωμάτων του Drain-2DX..... | 24 |
| Σχήμα 4. Γεωμετρία Στοιχείου [8]. | 25 |
| Σχήμα 5. Επιφάνειες διαρροής για (b) δοκούς (c) χαλύβδινες δοκούς διατομής I και (d) υποστλώματα Ω.Σ. [8]. | 25 |
| Σχήμα 6. Παράλληλα στοιχεία [8]. | 25 |
| Σχήμα 7. Διάγραμμα ροπών – καμπυλοτήτων διατομής ωπλισμένου σκυροδέματος. | 26 |
| Σχήμα 8. Ανελαστική συμπεριφορά του στοιχείου της τοιχοποιίας για το Drain-2DX. | 26 |
| Σχήμα 9. Διαγράμματα Τάσεων – Παραμορφώσεων (α) για το Απερίσφιγκτο και (β) το Περισφιγμένο Σκυρόδεμα και τον Χάλυβα..... | 27 |
| Σχήμα 10. Τυπικές διατομές στοιχείων..... | 29 |
| Σχήμα 11. Δεδομένα εισαγωγής για κάθε διατομή | 30 |
| Σχήμα 12. Ανάλυση διατομής..... | 31 |
| Σχήμα 13. Διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης για τον θλιπτήρα της τοιχοποιίας, για μήκος φατνώματος 3.5 m και ύψος 3.0 m. | 32 |
| Σχήμα 14. Διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης για τον θλιπτήρα της τοιχοποιίας, για μήκος φατνώματος 3.5 m και ύψος 5.0 m. | 32 |
| Σχήμα 15. Διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης για τον θλιπτήρα της τοιχοποιίας, για μήκος φατνώματος 6.0 m και ύψος 3.0 m. | 33 |
| Σχήμα 16. Διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης για τον θλιπτήρα της τοιχοποιίας, για μήκος φατνώματος 6.0 m και ύψος 5.0 m. | 33 |
| Σχήμα 17. Λεπτομέρειες Δοκών σε (α) Περιμετρικά και (β) Εσωτερικά Πλαίσια..... | 34 |
| Σχήμα 18. Μορφές τοιχοποιίας στα περιμετρικά πλαίσια | 36 |
| Σχήμα 19. Εκτίμηση υπεραντοχής και πλαστιμότητας του κτιρίου..... | 44 |
| Σχήμα 20. Εκτίμηση δείκτη συμπεριφοράς | 45 |

| | |
|--|----|
| Σχήμα 21. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60A59, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 48 |
| Σχήμα 22. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60B59, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 48 |
| Σχήμα 23. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60C59, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 49 |
| Σχήμα 24. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60D59, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 49 |
| Σχήμα 25. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60E59, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 50 |
| Σχήμα 26. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K60A59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 50 |
| Σχήμα 27. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K60B59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 51 |
| Σχήμα 28. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K60C59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 51 |
| Σχήμα 29. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K60D59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 52 |
| Σχήμα 30. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60E59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 52 |
| Σχήμα 31. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60A59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 53 |
| Σχήμα 32. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60B59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 53 |
| Σχήμα 33. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60C59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 54 |

| | |
|--|----|
| Σχήμα 34. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60D59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 54 |
| Σχήμα 35. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60E59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 55 |
| Σχήμα 36. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K70A59, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 55 |
| Σχήμα 37. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K70B59, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 56 |
| Σχήμα 38. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K70C59, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 56 |
| Σχήμα 39. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K70A59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 57 |
| Σχήμα 40. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K70B59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 57 |
| Σχήμα 41. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K70C59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 58 |
| Σχήμα 42. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K70A59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 58 |
| Σχήμα 43. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K70B59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 59 |
| Σχήμα 44. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K70C59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 59 |
| Σχήμα 45. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K80A84, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 60 |
| Σχήμα 46. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K80B84, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 60 |

| | |
|--|----|
| Σχήμα 47. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K80C84, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 61 |
| Σχήμα 48. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K80A84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 61 |
| Σχήμα 49. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K80B84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 62 |
| Σχήμα 50. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K80C84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 62 |
| Σχήμα 51. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K80A84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 63 |
| Σχήμα 52. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K80B84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 63 |
| Σχήμα 53. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K80C84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 64 |
| Σχήμα 54. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60ΑΕΑΚ, για ζώνη II ($\alpha = 0.16g$). | 64 |
| Σχήμα 55. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K80ΑΕΑΚ, για ζώνη II ($\alpha = 0.16g$). | 65 |
| Σχήμα 56. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60B59 K60C59, K60D59 και K60E59 για περιοχή σεισμικότητας I..... | 65 |
| Σχήμα 57. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60B59 K60C59, K60D59 και K60E59 για περιοχή σεισμικότητας I..... | 66 |
| Σχήμα 58. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K70A59, K70B59 και K70C59 για περιοχή σεισμικότητας I..... | 66 |

| | |
|---|----|
| Σχήμα 59. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K70A59, K70B59 και K70C59 για περιοχή σεισμικότητας I..... | 67 |
| Σχήμα 60. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A259 και K60A359, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 68 |
| Σχήμα 61. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A459, K60A559 και K60A659, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 68 |
| Σχήμα 62. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A759 και K60A859, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 69 |
| Σχήμα 63. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A959, K60A1059 και K60A1159, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 69 |
| Σχήμα 64. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A259 και K60A359, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 70 |
| Σχήμα 65. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A459, K60A559 και K60A659, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 70 |
| Σχήμα 66. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A759 και K60A859, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 71 |
| Σχήμα 67. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A959, K60A1059 και K60A1159, για περιοχή σεισμικότητας I..... | 71 |
| Σχήμα 68. Ιδιοπερίοδος των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων..... | 85 |
| Σχήμα 69. Τέμνουσα βάσης των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για ορθογωνική φόρτιση..... | 86 |
| Σχήμα 70. Τέμνουσα βάσης των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για τριγωνική φόρτιση..... | 87 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 71. Υπεραντοχή των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για ορθογωνική φόρτιση | 88 |
| Σχήμα 72. Υπεραντοχή των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για τριγωνική φόρτιση..... | 89 |
| Σχήμα 73. Πλαστιμότητα των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για ορθογωνική φόρτιση | 90 |
| Σχήμα 74. Πλαστιμότητα των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για τριγωνική φόρτιση..... | 91 |
| Σχήμα 75. Μετακίνηση αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για ορθογωνική φόρτιση | 92 |
| Σχήμα 76. Μετακίνηση αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για τριγωνική φόρτιση | 93 |
| Σχήμα 77. Δείκτης συμπεριφοράς των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για ορθογωνική φόρτιση | 94 |
| Σχήμα 78. Δείκτης συμπεριφοράς των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για τριγωνική φόρτιση. | 95 |
| Σχήμα 79. Δείκτης συμπεριφοράς των γυμνών κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση..... | 96 |
| Σχήμα 80. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας..... | 117 |
| Σχήμα 81. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για τριγωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας..... | 118 |
| Σχήμα 82. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '70, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας..... | 119 |
| Σχήμα 83. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '70, για τριγωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας. | 120 |
| Σχήμα 84. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στο κτίριο K70A59 χωρίς πυρήνα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας..... | 121 |
| Σχήμα 85. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στο κτίριο K70A59 χωρίς πυρήνα, για τριγωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας..... | 121 |
| Σχήμα 86. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '80, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας. | 122 |
| Σχήμα 87. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '80, για τριγωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας. | 123 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 88. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στο κτίριο K80A84 χωρίς πυρήνα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας..... | 124 |
| Σχήμα 89. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στο κτίριο K80A84 χωρίς πυρήνα, για τριγωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας..... | 124 |
| Σχήμα 90. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης διαστάσεων υποστυλωμάτων. | 125 |
| Σχήμα 91. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης οπλισμού..... | 126 |
| Σχήμα 92. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης δοκών..... | 127 |
| Σχήμα 93. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή οπλίσεως δοκών..... | 128 |
| Σχήμα 94. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K60A59, στο γυμνό και τα τοιχοπληρωμένα πλαίσια, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τοιχοποιίας..... | 130 |
| Σχήμα 95. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K60B59, στο γυμνό και τα τοιχοπληρωμένα πλαίσια, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τοιχοποιίας..... | 132 |
| Σχήμα 96. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K60C59, στο γυμνό και τα τοιχοπληρωμένα πλαίσια, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τοιχοποιίας..... | 133 |
| Σχήμα 97. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K60D59, στο γυμνό και τα τοιχοπληρωμένα πλαίσια, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τοιχοποιίας..... | 135 |
| Σχήμα 98. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K60E59, στο γυμνό και τα τοιχοπληρωμένα πλαίσια, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τοιχοποιίας..... | 137 |
| Σχήμα 99. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K70A59, γυμνό και τοιχοπληρωμένα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας..... | 138 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 100. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K80A84, γυμνό και τοιχοπληρωμένα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας..... | 140 |
| Σχήμα 101. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κτιρίου K70A59 χωρίς πυρήνα, γυμνό και τοιχοπληρωμένα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας..... | 142 |
| Σχήμα 102. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κτιρίου K80A84 χωρίς πυρήνα, γυμνό και τοιχοπληρωμένα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας..... | 144 |
| Σχήμα 103. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60 σεισμικότητας II, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας.... | 145 |
| Σχήμα 104. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, των κτιρίων της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας..... | 147 |
| Σχήμα 105. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, των κτιρίων της δεκαετίας του '60, για σεισμικότητα I και II, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας..... | 147 |
| Σχήμα 106. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K60A59, για διάφορες παραμετρικές αναλύσεις, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης διαστάσεων υποστυλωμάτων..... | 148 |
| Σχήμα 107. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K60A59, για διάφορες παραμετρικές αναλύσεις, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης ποσοστού οπλισμού στύλων..... | 148 |
| Σχήμα 108. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K60A59, για διάφορες παραμετρικές αναλύσεις, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης διαστάσεων δοκών..... | 149 |
| Σχήμα 109. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K60A59, για διάφορες παραμετρικές αναλύσεις, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τρόπου οπλίσεως δοκών..... | 149 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 110. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας που απορροφάται από αυτά, καθ' ύψος, του κτιρίου K60A59, για το γυμνό πλαίσιο και τις διάφορες τοιχοπληρώσεις, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. | 150 |
| Σχήμα 111. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, των κτιρίων της δεκαετίας του '70, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. | 150 |
| Σχήμα 112. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, των κτιρίων της δεκαετίας του '70, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο καμπτικής αστοχίας. | 151 |
| Σχήμα 113. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K70A59, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. | 151 |
| Σχήμα 114. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K60AEAK, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. | 152 |
| Σχήμα 115. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K80AEAK, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. | 152 |
| Σχήμα 116. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A59. | 153 |
| Σχήμα 117. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60B59. | 153 |
| Σχήμα 118. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60C59. | 153 |
| Σχήμα 119. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60D59. | 154 |
| Σχήμα 120. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60E59. | 154 |
| Σχήμα 121. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K70A59. | 154 |
| Σχήμα 122. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K70B59. | 155 |
| Σχήμα 123. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K70C59. | 155 |
| Σχήμα 124. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K70A59 χωρίς πυρήνα. | 155 |
| Σχήμα 125. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K80A84. | 156 |
| Σχήμα 126. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K80B84. | 156 |
| Σχήμα 127. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K80C84. | 156 |
| Σχήμα 128. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K80A84 χωρίς πυρήνα. | 157 |
| Σχήμα 129. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A259. | 157 |
| Σχήμα 130. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A359. | 157 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 131. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A459..... | 158 |
| Σχήμα 132. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A559..... | 158 |
| Σχήμα 133. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A659..... | 158 |
| Σχήμα 134. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A759..... | 159 |
| Σχήμα 135. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A859..... | 159 |
| Σχήμα 136. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A959..... | 159 |
| Σχήμα 137. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A1059..... | 160 |
| Σχήμα 138. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A1159..... | 160 |
| Σχήμα 139. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A59-II, σεισμικότητας II. | 160 |
| Σχήμα 140. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60D59-II, σεισμικότητας II. | 161 |
| Σχήμα 141. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60E59-II, σεισμικότητας II. | 161 |
| Σχήμα 142. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K70A59-III, σεισμικότητας III..... | 161 |
| Σχήμα 143. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K80A84-III, σεισμικότητας III..... | 162 |
| Σχήμα 144. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60AEAK..... | 162 |
| Σχήμα 145. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K80AEAK..... | 162 |
| Σχήμα 146. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A59..... | 163 |
| Σχήμα 147. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A59..... | 163 |
| Σχήμα 148. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60B59..... | 163 |
| Σχήμα 149. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60B59..... | 164 |
| Σχήμα 150. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60C59..... | 164 |
| Σχήμα 151. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60C59..... | 164 |
| Σχήμα 152. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60D59..... | 165 |
| Σχήμα 153. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60D59..... | 165 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 154. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60E59..... | 165 |
| Σχήμα 155. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60E59..... | 166 |
| Σχήμα 156. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K70A59..... | 166 |
| Σχήμα 157. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K70A59..... | 166 |
| Σχήμα 158. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K70B59..... | 167 |
| Σχήμα 159. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K70B59..... | 167 |
| Σχήμα 160. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K70C59..... | 167 |
| Σχήμα 161. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K70C59..... | 168 |
| Σχήμα 162. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K70A59 χωρίς πυρήνα..... | 168 |
| Σχήμα 163. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K70A59 χωρίς πυρήνα..... | 168 |
| Σχήμα 164. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80A84..... | 169 |
| Σχήμα 165. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80A84..... | 169 |
| Σχήμα 166. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80B84..... | 169 |
| Σχήμα 167. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80B84..... | 170 |
| Σχήμα 168. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80C84..... | 170 |
| Σχήμα 169. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80C84..... | 170 |
| Σχήμα 170. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80A84 χωρίς πυρήνα..... | 171 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 171. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80A84 χωρίς πυρήνα. | 171 |
| Σχήμα 172. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A259. | 171 |
| Σχήμα 173. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A259. | 172 |
| Σχήμα 174. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A359. | 172 |
| Σχήμα 175. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A359. | 172 |
| Σχήμα 176. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A459. | 173 |
| Σχήμα 177. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A459. | 173 |
| Σχήμα 178. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A559. | 173 |
| Σχήμα 179. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A559. | 174 |
| Σχήμα 180. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A659. | 174 |
| Σχήμα 181. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A659. | 174 |
| Σχήμα 182. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A759. | 175 |
| Σχήμα 183. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A759. | 175 |
| Σχήμα 184. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A859. | 175 |
| Σχήμα 185. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A859. | 176 |
| Σχήμα 186. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A959. | 176 |
| Σχήμα 187. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A959. | 176 |

| | |
|---|-----|
| Σχήμα 188. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A1059. | 177 |
| Σχήμα 189. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A1059. | 177 |
| Σχήμα 190. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A1159. | 177 |
| Σχήμα 191. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A1159. | 178 |
| Σχήμα 192. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A59-II, σεισμικότητας II. | 178 |
| Σχήμα 193. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A59-II, σεισμικότητας II. | 178 |
| Σχήμα 194. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60D59-II, σεισμικότητας II. | 179 |
| Σχήμα 195. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60D59-II, σεισμικότητας II. | 179 |
| Σχήμα 196. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60E59-II, σεισμικότητας II. | 179 |
| Σχήμα 197. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60E59-II, σεισμικότητας II. | 180 |
| Σχήμα 198. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K70A59-III, σεισμικότητας III. | 180 |
| Σχήμα 199. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K70A59-III, σεισμικότητας III. | 180 |
| Σχήμα 200. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80A84-III, σεισμικότητας III. | 181 |
| Σχήμα 201. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80A84-III, σεισμικότητας III. | 181 |
| Σχήμα 202. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60AEAK. | 181 |
| Σχήμα 203. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60AEAK. | 182 |
| Σχήμα 204. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80AEAK. | 182 |

| | |
|--|-----|
| Σχήμα 205. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου Κ80ΑΕΑΚ. | 182 |
| Σχήμα 206. Πλαστικές αρθρώσεις των υποστυλωμάτων που αστόχησαν πρώτα στα κτίρια Κ60Α59, Κ60D59 και Κ60Ε59, για σεισμικότητα Ι και ΙΙ. | 196 |

ΠΙΝΑΚΕΣ

| | |
|--|----|
| Πίνακας 1. Κατηγορίες υφισταμένων κτιρίων από Ω.Σ. (πριν από την έναρξη ισχύος των σύγχρονων κανονισμών)..... | 3 |
| Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά Κτιρίων | 7 |
| Πίνακας 3. Παραδοχές σχεδιασμού Κτιρίων | 7 |
| Πίνακας 4. Συνεργαζόμενα Πλάτη Δοκών για τα Εξεταζόμενα Κτίρια | 34 |
| Πίνακας 5. Αποτελέσματα αναλύσεων των κτιρίων της δεκαετίας του '60 | 73 |
| Πίνακας 6. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '60..... | 74 |
| Πίνακας 7. Αποτελέσματα αναλύσεων του κτιρίου K60A59 και των παραμετρικών αναλύσεών του | 75 |
| Πίνακας 8. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας του κτιρίου K60A59 και των παραμετρικών αναλύσεών του | 76 |
| Πίνακας 9. Αποτελέσματα αναλύσεων των κτιρίων της δεκαετίας του '70 | 77 |
| Πίνακας 10. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '70..... | 78 |
| Πίνακας 11. Αποτελέσματα αναλύσεων των κτιρίων της δεκαετίας του '80 | 79 |
| Πίνακας 12. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '80 | 80 |
| Πίνακας 13. Αποτελέσματα αναλύσεων των κτιρίων που είναι σχεδιασμένα κατά ΕΑΚ..... | 81 |
| Πίνακας 14. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας των κτιρίων που είναι σχεδιασμένα κατά ΕΑΚ..... | 82 |
| Πίνακας 15. Αποτελέσματα αναλύσεων των κτιρίων της δεκαετίας του '60, '70 και '80 για ζώνες σεισμικότητας I, II και III..... | 83 |
| Πίνακας 16. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '60, '70 και '80 για ζώνες σεισμικότητας I, II και III..... | 84 |



**ΤΕΛΙΚΗ ΕΚΘΕΣΗ ΕΡΕΥΝΗΤΙΚΟΥ ΕΡΓΟΥ ΜΕ ΘΕΜΑ
«ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ
ΑΠΟ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ».**

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 ΓΕΝΙΚΑ

Αντικείμενο του ερευνητικού έργου είναι η αποτίμηση του δείκτη συμπεριφοράς, q , υφισταμένων κτιρίων από ωπλισμένο σκυρόδεμα, τα οποία είχαν μελετηθεί με βάση παλαιότερους Κανονισμούς, η διερεύνηση της επιρροής των διαφόρων παραμέτρων οι οποίες συμμετέχουν στην διαμόρφωση του δείκτη συμπεριφοράς, καθώς και η διατύπωση πρακτικών μεθόδων για την εκτίμηση του q .

1.2 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ - ΣΚΟΠΙΜΟΤΗΤΑ

Οι σεισμοί των τελευταίων δεκαετιών σε όλο τον κόσμο, καθώς και οι πρόσφατοι σεισμοί στην χώρα μας, έχουν θέσει με μεγάλη ένταση το θέμα της σεισμικής συμπεριφοράς των υφισταμένων κατασκευών και της ενισχύσεως τους, ώστε να ικανοποιούν τις σύγχρονες απαιτήσεις σεισμικής συμπεριφοράς, όπως αυτές περιγράφονται από τους νέους Κανονισμούς. Ένα από τα θέματα που τίθενται κατά την διαδικασία του ανασχεδιασμού ενός υφισταμένου κτιρίου είναι ο υπολογισμός των συμβατικών σεισμικών φορτίων σχεδιασμού. Η στάθμη της σεισμικής δράσεως λοιπόν εξαρτάται και από τον δείκτη συμπεριφοράς q του κτιρίου, και ο μελετητής θα κληθεί να εισαγάγει την τιμή του. Ο δείκτης συμπεριφοράς q για τα υφιστάμενα κτίρια αναμένεται να είναι μικρότερος από τον δείκτη που προβλέπει ο ΕΑΚ για ένα νέο κτίριο. Επομένως καθίσταται προφανής η ανάγκη να διαθέτουμε μια μέθοδο για την αποτίμηση του δείκτη συμπεριφοράς των υφισταμένων κτιρίων. Εξ άλλου η αποτίμηση των διαφόρων παραμέτρων από τις οποίες εξαρτάται ο δείκτης

συμπεριφοράς ενός κτιρίου μπορεί να οδηγήσει και στην βελτιστοποίηση των μεθόδων επεμβάσεως στο κτίριο, οι οποίες μπορούν να στοχεύουν είτε στην αύξηση της φέρουσας ικανότητας των στοιχείων, είτε στην βελτίωση της πλαστιμότητάς των, είτε σε τροποποίηση της ακαμψίας των, είτε σε συνδυασμό των παραπάνω.

2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΤΥΠΩΝ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Τα υφιστάμενα κτίρια από ωπλισμένο σκυρόδεμα, τα οποία αποτελούν αντικείμενο του Ερευνητικού Έργου, είναι εκείνα τα οποία μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν μετά από την θέση σε ισχύ του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1959 [4] και πριν από την έναρξη αποκλειστικής ισχύος του Νέου Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (σε συνδυασμό με τον ισχύοντα Κανονισμό για την μελέτη από έργα από Ω.Σ.). Τα κτίρια της εξεταζόμενης περιόδου δεν διαφέρουν μόνον κατά τους Κανονισμούς βάσει των οποίων μελετήθηκαν, αλλά και κατά την σύλληψη του φέροντος οργανισμού, η οποία επηρεάζει σημαντικά την σεισμική συμπεριφορά. Έτσι, τα κτίρια της εξεταζόμενης τριακονταπενταετίας, μπορούν να καταταγούν όπως φαίνεται στον Πίνακα 1.

Πίνακας 1. Κατηγορίες υφισταμένων κτιρίων από Ω.Σ. (πριν από την έναρξη ισχύος των σύγχρονων κανονισμών)

| | Χρονική Περίοδος | Κανονισμοί | Γενικά Χαρακτηριστικά |
|---|------------------|--|---|
| 1 | Δεκαετία 1960 | Β.Δ.1959 & Παλαιός Κανονισμός Ω.Σ. | Σχετικώς πυκνή διάταξη υποστυλωμάτων, απουσία τοιχωμάτων, πυκνή διάταξη τοιχοποιιών σχετικά καλής ποιότητας, μικρές ακανονικότητες καθ' ύψος (με εξαίρεση την εσοχή στον ανώτατο όροφο και/ή το αυξημένο ύψος του ισογείου) |
| 2 | Δεκαετία 1970 | Β.Δ.1959 & Παλαιός Κανονισμός Ω.Σ. | Μεγαλύτερο πλήθος ορόφων, αραιότερη διάταξη υποστυλωμάτων, αραιότερη διάταξη τοιχοποιιών χαμηλότερης ποιότητας (και κοίλες περιμετρικές τοιχοποιίες), σχετικώς μικρή παρουσία τοιγίων (συχνά στο φρέαρ του ανελκυστήρα), πυλωτή |
| 3 | Μετά το 1984 | Πρόσθετα Άρθρα & Παλαιός Κανονισμός Ω.Σ. | Μόρφωση φέροντος οργανισμού όπως και στην δεκαετία '70 |

Αναλυτικότερα, τα υφιστάμενα κτίρια κατατάσσονται στις εξής κατηγορίες:

- (i) Κτίρια Δεκαετίας 1960. Τα κτίρια αυτά έχουν μελετηθεί σύμφωνα με το Β.Δ. 1959 και τον Παλαιό Κανονισμό Ω.Σ. του 1954. Χαρακτηρίζονται από πυκνή

διάταξη υποστυλωμάτων, απουσία τοιχωμάτων και πυκνή διάταξη τοιχοποιιών σχετικά καλής ποιότητας. Μερική ασυνέχεια στην τοιχοποιία μπορεί να παρουσιαστεί στο ισόγειο ή σε ανώτερους ορόφους, είτε εξ αρχής, είτε μετά από αλλαγή χρήσεως του κτιρίου από κατοικία σε κατάσταση κατά τη διάρκεια ζωής του. Τα φέροντα στοιχεία της κατασκευής είναι σχετικά μικρών διαστάσεων, ενώ τα υλικά παρουσιάζουν μεγάλη διασπορά στις ιδιότητες τους. Επίσης δεν υπάρχει κρίσιμος οπλισμός περίσφιγξης, ούτε γίνεται ικανοτικός έλεγχος κατά τον σχεδιασμό.

- (ii) Κτίρια Δεκαετίας 1970. Τα κτίρια αυτά έχουν μελετηθεί σύμφωνα με το Β.Δ. 1959 και τον Παλαιό Κανονισμό Ω.Σ. του 1954. Σε σχέση με τα προηγούμενα, χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερο πλήθος ορόφων και αραιότερη διάταξη υποστυλωμάτων και ενδεχόμενη ασυνέχεια τοιχοποιίας στο ισόγειο (πυλωτή). Συνήθως τα κτίρια αυτά έχουν πυρήνα από Ω.Σ. στο φρέαρ του ανελκυστήρα. Το φαινόμενο της μερικής ασυνέχειας της τοιχοποιίας στο ισόγειο παρουσιάζεται συχνότερα. Όπως και στην προηγούμενη περίπτωση, η ανάλυση είναι στατική ενώ δεν υπάρχει οπλισμός περίσφιγξης ούτε ικανοτικός έλεγχος κατά τον σχεδιασμό.
- (iii) Κτίρια Δεκαετίας 1980. Τα κτίρια μετά το 1984 έχουν μελετηθεί σύμφωνα με το Β.Δ. 1959 και τα Πρόσθετα Άρθρα του 1984, και τον Παλαιό Κανονισμό Ω.Σ. του 1954. Οι σεισμικοί συντελεστές παραμένουν ίδιοι και ο σχεδιασμός εξακολουθεί να βασίζεται στην μέθοδο των επιτρεπόμενων τάσεων. Η ανάλυση γίνεται πλέον με επίλυση χωρικών πλαισίων και τριγωνική κατανομή φορτίων. Εισάγεται ικανοτικός έλεγχος με επιτρεπόμενες τάσεις και πύκνωση οπλισμού στις κρίσιμες ζώνες. Η μόρφωση του φέροντος οργανισμού είναι παρόμοια με της δεκαετίας του 1970.

Στην παρούσα εργασία επιλέγονται τρία έως πέντε τυπικά κτίρια της κάθε περιόδου, διαφορετικής ακανονικότητας, αντιπροσωπευτικής των τύπων δόμησης στα αστικά κέντρα. Τέλος γίνονται συγκρίσεις των γυμνών πλαισίων και διαφόρων περιπτώσεων τοιχοπληρωμένων.

Αρχικώς, κάθε κτίριο μελετάται σύμφωνα με τους Κανονισμούς της αντίστοιχης περιόδου. Ακολούθως, υπολογίζεται μέσω στατικής ανελαστικής ανάλυσης η καμπύλη τέμνουσας βάσεως – μετατόπισης κορυφής (υπό στατική αυξανόμενη οριζόντια φόρτιση). Επί πλέον, για κάθε κτίριο, πραγματοποιούνται δυναμικές αναλύσεις μέσω εν χρόνω ολοκληρώσεως επιταχυνσιογραφημάτων. Γι' αυτόν τον σκοπό, χρησιμοποιούνται επιταχυνσιογραφήματα πραγματικών ελληνικών σεισμών, καθώς και τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα, συμβατά με το φάσμα σχεδιασμού του ΕΑΚ [6]. Ακολούθως, εκτιμάται το σημείο επιτελεστικότητας των κτιρίων αυτών βάσει των μεθοδολογιών που προτείνονται για την εκτίμηση της συμπεριφοράς υφισταμένων κτιρίων από τον ATC-40 [9] (Capacity Spectrum Method) και από τον Fajfar [12] (μέθοδος N2).

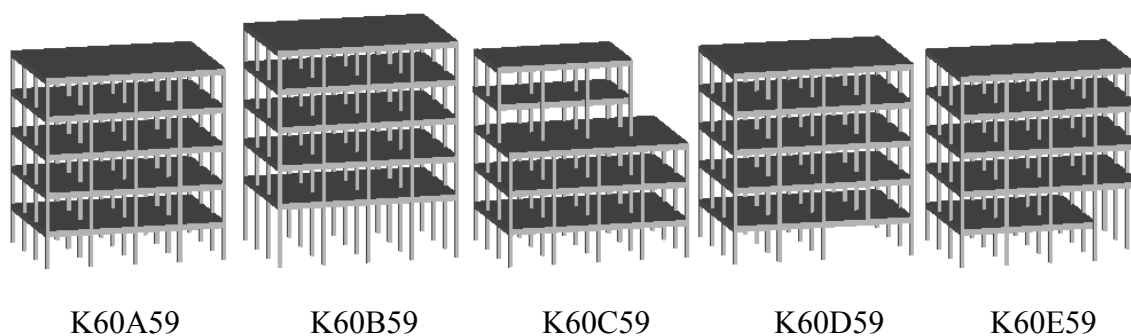
3 ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΤΥΠΙΚΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

3.1 ΓΕΩΜΕΤΡΙΑ ΚΤΙΡΙΩΝ

Τα κτίρια που παρουσιάζονται έχουν τέσσερα επί τρία φατνώματα σε κάτοψη. Τα κτίρια της περιόδου της δεκαετίας του '60 είναι πενταώροφα με ύψος ορόφων 3.0 m και με μήκος φατνωμάτων 3.5 m και στις δύο διευθύνσεις. Τα κτίρια των δεκαετιών του '70 και '80 είναι επταώροφα με ύψος ορόφων 3.0 m και με μήκος φατνωμάτων 6.0 m. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των πλαισίων είναι τα εξής:

1. Κτίριο K60A59 : κανονικό κτίριο με σταθερό ύψος ορόφων 3.0 m
2. Κτίριο K60B59 : όπως το K60A59, αλλά με ισόγειο μεγαλύτερου ύψους (5.0 m)
3. Κτίριο K60C59 : όπως το K60A59, αλλά με εσοχή στους δύο ανωτέρους ορόφους
4. Κτίριο K60D59 : όπως το K60A59, αλλά με φυτευτό υποστύλωμα στην οροφή του ισογείου
5. Κτίριο K60E59 : όπως το K60A59, αλλά με ασυνεχή δοκό στην οροφή του ισογείου (στοά)
6. Κτίριο K70A59 : κανονικό κτίριο με σταθερό ύψος ορόφων 3.0 m
7. Κτίριο K70B59 : όπως το K70A59, αλλά με ισόγειο ύψους 5.0 m
8. Κτίριο K70C59 : όπως το K70A59, αλλά με εσοχή στους δύο ανωτέρους ορόφους
9. Κτίριο K80A84 : κανονικό κτίριο με σταθερό ύψος ορόφων 3.0 m
10. Κτίριο K80B84 : όπως το K80A84, αλλά με ισόγειο ύψους 5.0 m
11. Κτίριο K80C84 : όπως το K80A84, αλλά με εσοχή στους δύο ανωτέρους ορόφους

Ο φέρων οργανισμός των κτιρίων της δεκαετίας του '60 φαίνονται στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Εξεταζόμενα κτίρια δεκαετίας '60

Πίνακας 2. Χαρακτηριστικά Κτιρίων

| Δεκαετία | Τύπος | Πλήθος Ορόφων | Ύψος ορόφου | Ύψος ισογείου | Εσοχή | Φατνώματα | Μήκος Φατνωμ. | Πυρήνας | Γενικά |
|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------|-----------|---------------|---------|------------|
| 1960 | A | 5 | 3.0 | 3.0 | - | 4 x 3 | 3.5 | - | Κανονικό |
| | B | 5 | 3.0 | 5.0 | - | 4 x 3 | 3.5 | - | Ψηλό ισογ. |
| | C | 5 | 3.0 | 3.0 | ναι | 4 x 3 | 3.5 | - | Εσοχή |
| | D | 5 | 3.0 | 3.0 | - | 4 x 3 | 3.5 | - | Φυτευτό |
| | E | 5 | 3.0 | 3.0 | - | 4 x 3 | 3.5 | - | Στοά |
| 1970 | A | 7 | 3.0 | 3.0 | - | 4 x 3 | 6.0 | ναι | Κανονικό |
| | B | 7 | 3.0 | 5.0 | - | 4 x 3 | 6.0 | ναι | Ψηλό ισογ. |
| | C | 7 | 3.0 | 3.0 | ναι | 4 x 3 | 6.0 | ναι | Εσοχή |
| | A-nw | 7 | 3.0 | 3.0 | - | 4 x 3 | 6.0 | - | Κανονικό |
| 1980 | A | 7 | 3.0 | 3.0 | - | 4 x 3 | 6.0 | ναι | Κανονικό |
| | B | 7 | 3.0 | 5.0 | - | 4 x 3 | 6.0 | ναι | Ψηλό ισογ. |
| | C | 7 | 3.0 | 3.0 | ναι | 4 x 3 | 6.0 | ναι | Εσοχή |
| | A-nw | 7 | 3.0 | 3.0 | - | 4 x 3 | 6.0 | - | Κανονικό |

Πίνακας 3. Παραδοχές σχεδιασμού Κτιρίων

| Δεκαετία | Υλικά | | | Κανονισμοί | |
|-------------|---------|------------------|-------------------|------------|-----------|
| | Σκυρόδ. | Διαμήκης Χάλυβας | Χάλυβας Συνδετηρ. | Αντισεισμ. | Ωπλ.Σκυρ. |
| 1960 | B160 | St I | St I | 1959 | 1954 |
| 1970 | B225 | St III | St I | 1959 | 1954 |
| 1980 | B225 | St III | St I | 1984 | 1954 |

Αναλυτικότερα, τα χαρακτηριστικά των κτιρίων που μελετήθηκαν είναι τα εξής :

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 1:

Χρονική περίοδος : Δεκαετία '60

Κανονισμοί : ΒΔ 1959

Παλιός Κανονισμός Ω.Σ. 1954

ΚΤΙΡΙΟ Α

- Πεντάωροφο κτίριο
- Ύψος ορόφων : 3 m

- 4 ανοίγματα, 3.5 m μήκους στην διεύθυνση $x - x$
- 3 ανοίγματα, 3.5 m μήκους στην διεύθυνση $y - y$
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B160
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St I
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

ΚΤΙΡΙΟ Β

- Πεντάωροφο κτίριο
- Ύψος ισογείου : 5 m
- Ύψος ορόφων : 3 m
- 4 ανοίγματα, 3.5 m μήκους στην διεύθυνση $x - x$
- 3 ανοίγματα, 3.5 m μήκους στην διεύθυνση $y - y$
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B160
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St I
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

ΚΤΙΡΙΟ C

- Πεντάωροφο κτίριο
- Ύψος ορόφων : 3 m
- 4 ανοίγματα, 3.5 m μήκους στην διεύθυνση $x - x$
- 3 ανοίγματα, 3.5 m μήκους στην διεύθυνση $y - y$
- Εσοχή στους δύο ανωτέρους ορόφους
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B160
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St I
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

ΚΤΙΡΙΟ D

- Πεντάωροφο κτίριο
- Ύψος ορόφων : 3 m
- 4 ανοίγματα, 3.5 m μήκους στην διεύθυνση x – x
- 3 ανοίγματα, 3.5 m μήκους στην διεύθυνση y – y
- Φυτευτό υποστύλωμα στο ισόγειο
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B160
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St I
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

ΚΤΙΡΙΟ E

- Πεντάωροφο κτίριο
- Ύψος ορόφων : 3 m
- 4 ανοίγματα, 3.5 m μήκους στην διεύθυνση x – x
- 3 ανοίγματα, 3.5 m μήκους στην διεύθυνση y – y
- Ασυνέχεια δοκού στην οροφή ισογείου
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B160
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St I
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 2:

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Χρονική περίοδος | : | Δεκαετία '70 |
| Κανονισμοί | : | ΒΔ 1959 Παλαιός Κανονισμός Ω.Σ. 1954 |

ΚΤΙΡΙΟ Α

- Επτάώροφο κτίριο
- Ύψος ορόφων : 3 m
- 4 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση x – x
- 3 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση y – y
- Προσθήκη πυρήνα ανελκυστήρα. Τοιχία ανελκυστήρα πάχους 20 cm.
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B225
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St III
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

ΚΤΙΡΙΟ Β

- Επτάώροφο κτίριο
- Ύψος ισογείου : 5 m
- Ύψος ορόφων : 3 m
- 4 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση x – x
- 3 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση y – y
- Προσθήκη πυρήνα ανελκυστήρα. Τοιχία ανελκυστήρα πάχους 20 cm
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B225
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St III
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

ΚΤΙΡΙΟ C

- Επταώροφο κτίριο
- Ύψος ορόφων : 3 m
- 4 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση x – x
- 3 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση y – y
- Προσθήκη πυρήνα ανελκυστήρα. Τοιχία ανελκυστήρα πάχους 20 cm
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B225
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St III
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 3:

| | | |
|-------------------------|---|---|
| Χρονική περίοδος | : | Δεκαετία '80 |
| Κανονισμοί | : | Πρόσθετα Άρθρα 1984 Παλαιός Κανονισμός Ω.Σ. 1954 |

ΚΤΙΡΙΟ A

- Επταώροφο κτίριο
- Ύψος ορόφων : 3 m
- 4 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση x – x
- 3 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση y – y
- Προσθήκη πυρήνα ανελκυστήρα. Τοιχία ανελκυστήρα πάχους 20 cm
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B225
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St III
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

ΚΤΙΡΙΟ Β

- Επταώροφο κτίριο
- Ύψος ισογείου : 5 m
- Ύψος ορόφων : 3 m
- 4 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση x – x
- 3 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση y – y
- Προσθήκη πυρήνα ανελκυστήρα. Τοιχία ανελκυστήρα πάχους 20 cm
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B225
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St III
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

ΚΤΙΡΙΟ C

- Επταώροφο κτίριο
- Ύψος ορόφων : 3 m
- 4 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση x – x
- 3 ανοίγματα, 6 m μήκους στην διεύθυνση y – y
- Προσθήκη πυρήνα ανελκυστήρα. Τοιχία ανελκυστήρα πάχους 20 cm
- ΥΛΙΚΑ :
 - Ποιότητα Σκυροδέματος : B225
 - Χάλυβας κυρίων οπλισμών : St III
 - Χάλυβας συνδετήρων : St I

Σε όλα τα κτίρια τα φορτία και η σεισμική διέγερση είναι τα εξής :

ΦΟΡΤΙΑ :

- Μόνιμα
 - Ειδ. βάρος ωπλ. σκυρ/τος : 24.0 KN/m³
 - Δρομική οπτοπλινθοδομή : (2.1 KN/m²)
και αντ' αυτού προσαύξηση
νεκρού φορτίου πλακών : 1.0 KN/m²
 - Μπατική οπτοπλινθοδομή : 3.6 KN/m²
 - Επικάλυψη δαπέδων : 1.5 KN/m²

- Κινητά
 - Κινητό φορτίο ορόφων : 2.0 KN/m²
 - Κινητό φορτίο εξωστών : 5.0 KN/m²
 - Κινητό φορτίο κλιμ/σίων : 3.5 KN/m²
- Σεισμικά
 - Κατηγορία σεισμικότητας περιοχής : I
 - Σεισμικός συντελεστής ε : 0.04
 - Κατηγορία εδάφους : A

Τα φορτία της τοιχοποιίας δεν εφαρμόστηκαν στην οροφή των κτιρίων.

Τέλος τρία κτίρια της δεκαετίας του '60 (1^η κατηγορία), τα K60A59, K60D59 και K60E59, μελετήθηκαν και για κατηγορία σεισμικότητας περιοχής II, δηλαδή για σεισμικό συντελεστή $\varepsilon = 0.06$.

3.2 ΕΠΙΛΟΓΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΜΕΛΕΤΗ ΤΩΝ ΚΤΙΡΙΩΝ

Τα κτίρια που εξετάζονται είναι τυπικά κτίρια της δεκαετίας του 1960, 1970 και 1980. Συνεπώς ο σχεδιασμός τους πρέπει να γίνει σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959, τα Πρόσθετα Άρθρα του 1984 και τον Κανονισμό Ωπλισμένου Σκυροδέματος του 1954, ανάλογα με την κάθε περίπτωση.

Το μεγάλο πλήθος των κτιρίων, έκανε αναγκαία την εύρεση λογισμικού για την μελέτη και τον σχεδιασμό τους. Για τον έλεγχο των αποτελεσμάτων των διαφόρων προγραμμάτων, δύο από τα κτίρια της δεκαετίας του '60 μελετήθηκαν όπως γινόταν την εποχή εκείνη, χωρίς την χρήση στατικού προγράμματος. Εφαρμόστηκε δηλαδή η «ακριβής ελληνική μέθοδος» κατά Ρουσσόπουλο (μέθοδος μονώροφου) για την εύρεση των εντατικών μεγεθών, και οι διατομές οπλίστηκαν με επιτρεπόμενες τάσεις, με την βοήθεια λογιστικών φύλλων που αναπτύχθηκαν στο Excel για αυτόν τον λόγο.

Μετά από διερεύνηση διαφόρων προγραμμάτων της αγοράς, επιλέχθηκε το εμπορικό πρόγραμμα H/Y FESPA for Windows της LH Λογισμική, για την διαστασιολόγηση

των κτιρίων. Το πρόγραμμα αυτό διαθέτει τους παλαιούς κανονισμούς και κάνει όλους τους απαιτούμενους ελέγχους βάσει αυτών των κανονισμών.

Μειονέκτημα του προγράμματος είναι το γεγονός ότι κατά την στατική επίλυση, επιλύει χωρικό πλαίσιο, αντίθετα με την πρακτική της εποχής εκείνης. Παρ' όλα αυτά, η σύγκριση των αποτελεσμάτων του προγράμματος με εκείνα από την επίλυση χωρίς την χρήση προγράμματος, έδειξε ότι το πρόγραμμα Fespa μπορεί να χρησιμοποιηθεί ικανοποιητικά για τον σχεδιασμό των κτιρίων σύμφωνα με τους παλαιούς κανονισμούς.

3.3 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Τα φορτία είναι ίσα με: 1.5 KN/m^2 επικάλυψη και 2.0 KN/m^2 κινητό. Η εσωτερική τοιχοποιία λαμβάνεται ως φορτίο ομοιόμορφα κατανεμημένο σε όλες τις πλάκες ίσο με 1.0 KN/m^2 , ενώ το φορτίο της εξωτερικής τοιχοποιίας (ανά m^2 όψεως) είναι ίσο με 3.6 KN/m^2 . Τα κτίρια μελετήθηκαν για κατηγορία σεισμικής ζώνης I σε έδαφος τύπου A, με αντίστοιχο σεισμικό συντελεστή, $\varepsilon=0.04$. Επί πλέον, παρόμοια κτίρια μελετώνται και για κατηγορία σεισμικότητας περιοχής II, δηλαδή για σεισμικό συντελεστή $\varepsilon = 0.06$. Σύμφωνα με τον Κανονισμό του '59, οι επιτρεπόμενες τάσεις για τον σεισμικό συνδυασμό αυξάνονται κατά 20%.

Τα υλικά που θεωρήθηκαν κατά τον σχεδιασμό ήταν B160 (μέση αντοχή κύβου 16.0 MPa) για το σκυρόδεμα και St I (μέση τιμή διαρροής 310 MPa , αστοχίας 420 MPa) για τον χάλυβα για τα κτίρια της δεκαετίας του '60. Για τα κτίρια της δεκαετίας του '70 το σκυρόδεμα είναι B225 (μέση αντοχή κύβου 22.5 MPa) και ο χάλυβας του διαμήκους οπλισμού είναι St III (μέση τιμή διαρροής 430 MPa , αστοχίας 630 MPa), ενώ των συνδετήρων παραμένει St I.

Κατά την προμελέτη, για την αρχική εκτίμηση των διατομών των υποστλωμάτων, ελέγχονται οι διατομές σε κεντρική θλίψη υπό την φόρτιση των μονίμων και των κινητών φορτίων ($g + q$), με την παραδοχή ότι οι διατομές πρέπει να λειτουργούν σε τάση:

- Για σκυρόδεμα B160 $\rightarrow 45 - 50 \text{ kg/cm}^2$
- Για σκυρόδεμα B225 $\rightarrow 60 - 65 \text{ kg/cm}^2$

εκτός αν απαιτούνται μεγαλύτερες διατομές λόγω κατασκευαστικών διατάξεων (π.χ. γωνιακά υποστυλώματα).

Για τετραγωνική διατομή υποστυλώματος η διατομή εκτιμάται λαμβάνοντας $\mu = 0.8\%$

$$P \leq F_b / \omega \cdot (\beta_p/3 + \mu \cdot \sigma_s/3)$$

$$\Rightarrow F_b \geq P \cdot \omega / (\beta_p/3 + \mu \cdot \sigma_s/3)$$

$$\Rightarrow b = \sqrt{F_b}$$

όπου

- Για σκυρόδεμα B160 $\rightarrow \beta_p / 3 = 48 \text{ kg/cm}^2$
- Για σκυρόδεμα B225 $\rightarrow \beta_p / 3 = 65 \text{ kg/cm}^2$
- Για χάλυβα St I $\rightarrow \sigma_s / 3 = 800 \text{ kg/cm}^2$
- Για χάλυβα St III $\rightarrow \sigma_s / 3 = 1400 \text{ kg/cm}^2$

Οι διαστάσεις των διατομών μειώνονται καθ' ύψος του κτιρίου, με σκοπό την επιλογή οικονομικότερης λύσης, όπως συνηθιζόταν την εποχή εκείνη. Έτσι στα πεντάωροφα κτίρια, οι διατομές μειώνονται σε κάθε όροφο, μέχρι την ελάχιστη διατομή, συνήθως στον 2^ο όροφο και άνω. Αντίθετα στα κτίρια της δεκαετίας του '70 και '80, οι διατομές επιλέχθηκε να αλλάζουν κάθε δύο ορόφους.

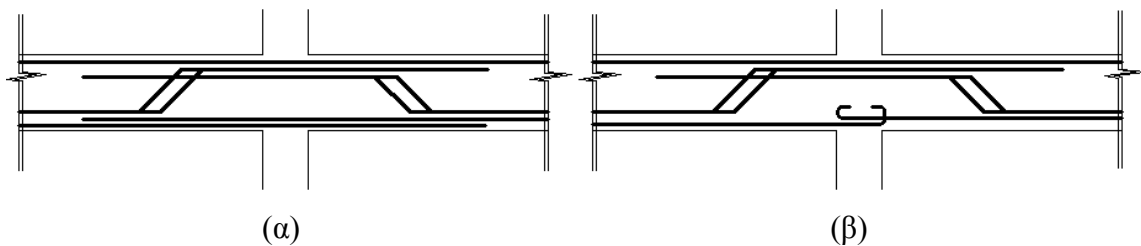
Κατά τον σχεδιασμό θεωρήθηκε για τις πλακοδοκούς, συνεργαζόμενο πλάτος σύμφωνα με τους τύπους του Κανονισμού Ωπλισμένου Σκυροδέματος του 1954 (Άρθρο 57^ο).

$b_{ef} = 12 d + 2 b_s + b_o$ για εσωτερικές δοκούς

$b_{ef} = 4.5 d + b_s + b_o$ για περιμετρικές δοκούς

Ο τρόπος όπλισης εκείνης της περιόδου λαμβάνεται υπόψη σαν πρόσθετη παράμετρος. Πιο συγκεκριμένα, για τα κτίρια των δεκαετιών '60 και '70, θεωρήθηκε ότι ο κάτω οπλισμός των δοκών αγκυρώνεται μέσα στον κόμβο για τις δοκούς των εσωτερικών πλαισίων, όπως συνηθιζόταν την εποχή εκείνη, και δεν επεκτείνεται για να αγκυρωθεί στο διπλανό άνοιγμα. Αντίθετα, στα περιμετρικά πλαίσια στα οποία

γινόταν επί πλέον ο έλεγχος περιμετρικών δοκών και τα οποία οπλίζονταν για πλαισιακή λειτουργία, ο κάτω οπλισμός των περιμετρικών δοκών θεωρείται ότι επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα. Έτσι, διπλασιάζεται ο κάτω οπλισμός δοκού στις κρίσιμες ζώνες εκατέρωθεν του κόμβου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 2. Όσον αφορά τις κεκαμμένες ράβδους, αυτές επεκτείνονται πάντα στο διπλανό άνοιγμα σε μήκος που είναι επαρκές για να θεωρηθεί ότι συμμετέχουν στην ανάληψη ροπής και στο διπλανό άνοιγμα. Αποτελέσματα με την θεώρηση ότι ο κάτω οπλισμός των δοκών εκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα σε όλες τις δοκούς, έχουν ήδη δημοσιευθεί [18], όπου και φαίνεται η επιρροή του τρόπου όπλισης στα χαρακτηριστικά των πλαισίων. Αντίθετα, για τα κτίρια της δεκαετίας του '80, θεωρήθηκε ότι ο κάτω οπλισμός των δοκών επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα διπλασιάζοντας έτσι τον κάτω οπλισμό δοκού στις κρίσιμες ζώνες εκατέρωθεν του κόμβου, και στις περιμετρικές αλλά και στις εσωτερικές δοκούς.



Σχήμα 2. Λεπτομέρειες όπλισης δοκών σε (α) περιμετρικά και (β) εσωτερικά πλαίσια.

3.4 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗΣ

Όλα τα πλαίσια K60-59 για την ζώνη I έχουν τετραγωνικά υποστυλώματα 35/35 [cm] στο ισόγειο, τα οποία μειώνονται σε 30x30 [cm] στον 1^ο όροφο και στην συνέχεια μειώνονται επιπλέον σε 25x25 cm στους υπολοίπους ορόφους, εκτός από τα γωνιακά υποστυλώματα, τα οποία παραμένουν 30x30 [cm]. Εξαιρέση αποτελούν τα κτίρια K60B59 και K60D59. Στο κτίριο K60B59 τα υποστυλώματα του ισόγειου έχουν διαστάσεις 40x40 [cm]. Στο κτίριο K60D59 τα υποστυλώματα εκατέρωθεν του φυτευτού έχουν διαστάσεις 45x45 [cm], οι οποίες μειώνονται σε 40x40 [cm] στον 1^ο όροφο και 30x30 [cm] στους υπόλοιπους ορόφους. Σε όλα τα κτίρια, το ποσοστό οπλισμού στο ισόγειο κυμαίνεται μεταξύ 1.1% της διατομής, και 1.4% στον 1^ο

όροφο, ποσοστό το οποίο αυξάνεται σε 2.1% στον 2^ο όροφο λόγω της μείωσης των διαστάσεων των υποστυλωμάτων στο ελάχιστο (25x25 [cm]). Στους δύο ανωτέρους ορόφους ο οπλισμός στα υποστυλώματα είναι ο ελάχιστος επιτρεπόμενος (4Φ14 σε υποστυλώματα 25x25 [cm]). Εξαίρεση αποτελεί το κτίριο K60D59, στο οποίο το ποσοστό του οπλισμού αυξάνεται τοπικά στα υποστυλώματα που βρίσκονται εκατέρωθεν του φυτευτού, σε 2.1% στο ισόγειο και στον 1^ο όροφο, έως 2.4% στον 2^ο όροφο. Το κανονικό κτίριο (K60A59), το κτίριο με το φυτευτό υποστυλώμα (K60D59) και το κτίριο με την ασυνεχή δοκό (K60E59) έχουν σχεδιαστεί και για ζώνη II. Οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων αυτών των κτιρίων παρουσιάζουν μικρή αύξηση στους χαμηλούς ορόφους σε σχέση με εκείνα των κτιρίων για ζώνη I. Έτσι, οι δοκοί των κτιρίων της δεκαετίας του '60 έχουν διαστάσεις 20x50 [cm] και για τις δύο σεισμικές ζώνες. Ωστόσο, στο κτίριο K60D59 οι δοκοί στο ισόγειο κάτω από το φυτευτό υποστυλώμα αυξάνονται σε 30/60 [cm]. Σε όλες τις περιπτώσεις, οι πλάκες έχουν πάχος 12 cm. Οι μισές ράβδοι εφελκόμενου οπλισμού των ανοιγμάτων των δοκών κάμπτονται προς τα άνω στις περιοχές των στηρίξεων. Γενικά οι δοκοί είναι ελαφρά οπλισμένες με ποσοστά οπλισμού της τάξεως του 0.4% για τα κτίρια K60A59, K60B59, K60C59 και K60E59, ποσοστό το οποίο αυξάνεται σε 1.7% για τις δοκούς που στηρίζουν τα φυτευτά υποστυλώματα στο κτίριο K60D59, οι οποίες έχουν γενικά περισσότερο οπλισμό. Στις ακραίες στηρίξεις των συνεχών δοκών, συνήθως τοποθετούνται πρόσθετες ράβδοι μορφής Π (φουρκέτες), ενώ όπου απαιτούνται, τοποθετούνται πρόσθετα ευθέα ή κεκαμμένα (για να παραλάβουν και τέμνουσα) στις στηρίξεις.

Τα κτίρια K70-59 και K80-59, μελετημένα για ζώνη I, έχουν τετράγωνα υποστυλώματα 60x60 [cm] στα εσωτερικά πλαίσια και ορθογωνικά υποστυλώματα διαστάσεων 90/25 cm στα περιμετρικά πλαίσια του ισογείου, τα οποία μειώνονται σε 30x30 και 35x25 αντίστοιχα στην τελευταία στάθμη του κτιρίου. Τα κτίρια αυτά έχουν πυρήνα από Ω.Σ. στο φρέαρ του ανεγκυστήρα. Οι διαστάσεις των περιμετρικών δοκών γίνονται 25/50, και των εσωτερικών δοκών 20/60.

Αναλυτικότερα, οι διατομές που προέκυψαν από την μελέτη των κτιρίων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 1:

Χρονική περίοδος : Δεκαετία '60
 Κανονισμοί : ΒΔ 1959
 Παλιός Κανονισμός Ω.Σ. 1954

ΚΤΙΡΙΟ Α: Κ60Α59

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------|--------------|-------------|-----------|
| | 20/50 | 20/50 | |
| | | | |
| <u>ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ</u> | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 5 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 30/30 | 30/30 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 35/35 | 35/35 |

ΚΤΙΡΙΟ Β: Κ60Β59

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------|--------------|-------------|-----------|
| | 20/50 | 20/50 | |
| | | | |
| <u>ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ</u> | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 5 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 30/30 | 30/30 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 40/40 | 40/40 | 40/40 |

ΚΤΙΡΙΟ C: Κ60C59

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------|--------------|-------------|-----------|
| | 20/50 | 20/50 | |
| | | | |
| <u>ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ</u> | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 5 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 30/30 | 30/30 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 35/35 | 35/35 |

Τα υποστυλώματα Κ4, Κ11 και Κ14 τα οποία στους ορόφους 4 και 5 με την εσοχή γίνονται γωνιακά, παραμένουν 30/30 στον 3^ο, 4^ο, και 5^ο όροφο.

ΚΤΙΡΙΟ D: K60D59

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρ. | Εσωτερ. | | Κάτω από Φυτευτό | |
|------------------------|-----------|-----------|---------|------------------------|---------|
| | 20/50 | 20/50 | | 30/60 | |
| | | | | | |
| <u>ΥΠΟΣΤΥΛ.</u> | Γωνιακά | Περιμετρ. | Εσωτερ. | Εκατέρωθων Φυτευτού | Φυτευτό |
| 5 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 | 30/30 | 25/25 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 | 30/30 | 25/25 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 | 30/30 | 25/25 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 30/30 | 30/30 | 40/40 | 30/30 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 35/35 | 35/35 | 45/45 | - |

ΚΤΙΡΙΟ E: K60E59

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------|--------------|-------------|-----------|
| | 20/50 | 20/50 | |
| | | | |
| <u>ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ</u> | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 5 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 30/30 | 30/30 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 35/35 | 35/35 |

ΖΩΝΗ ΣΕΙΣΜΙΚΟΤΗΤΑΣ II ($\varepsilon = 0.06$)**ΚΤΙΡΙΟ Α-II : K60A59-II**

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------|--------------|-------------|-----------|
| | 20/50 | 20/50 | |
| | | | |
| <u>ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ</u> | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 5 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 30/30 | 30/30 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 35/35 | 35/35 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 35/35 | 35/35 |

ΚΤΙΡΙΟ D-II: K60D59-II

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρ. | Εσωτερ. | | Κάτω από Φυτευτό | |
|------------------------|-----------|-----------|---------|------------------------|---------|
| | 20/50 | 20/50 | | 30/60 | |
| | | | | | |
| <u>ΥΠΟΣΤΥΛ.</u> | Γωνιακά | Περιμετρ. | Εσωτερ. | Εκατέρωθων Φυτευτού | Φυτευτό |
| 5 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 | 30/30 | 25/25 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 | 30/30 | 25/25 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 | 35/35 | 25/25 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 30/30 | 30/30 | 40/40 | 30/30 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 35/35 | 35/35 | 45/45 | - |

ΚΤΙΡΙΟ E-II: K60E59-II

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------|--------------|-------------|-----------|
| | 20/50 | 20/50 | |
| | | | |
| <u>ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ</u> | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 5 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 25/25 | 25/25 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 30/30 | 30/30 | 30/30 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 35/35 | 35/35 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 35/35 | 35/35 | 35/35 |

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 2:

Χρονική περίοδος : Δεκαετία '70
Κανονισμοί : ΒΔ 1959
Παλιός Κανονισμός Ω.Σ. 1954

ΚΤΙΡΙΟ A: K70A59

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|--------------|--------------|------------|--|
| | 25/50 | 20/60 | |
| | | | |

| ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
|------------------------|----------------|--------------------|------------------|
| 7 ^{ος} Όροφος | 25/55/25/55 | 25/35 | 30/30 |
| 6 ^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 5 ^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |

Αυξάνεται το πλάτος των δοκών δίπλα στον πυρήνα του ανελκυστήρα σε 30 cm.

Ο πυρήνας του ανελκυστήρα είναι μορφής Π, με διαστάσεις 200/20/20/200/200/20.

ΚΤΙΡΙΟ Β: Κ70Β59

| ΔΟΚΟΙ | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| | 25/50 | 20/60 | |
| | | | |
| ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 7 ^{ος} Όροφος | 25/55/25/55 | 25/35 | 30/30 |
| 6 ^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 5 ^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |

Οι διαστάσεις των δοκών δίπλα στον πυρήνα του ανελκυστήρα αυξάνουν σε 30/60.

Ο πυρήνας του ανελκυστήρα είναι μορφής Π, με διαστάσεις 200/20/20/200/200/20.

ΚΤΙΡΙΟ C: Κ70C59

| ΔΟΚΟΙ | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| | 25/50 | 20/60 | |
| | | | |
| ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 7 ^{ος} Όροφος | 25/55/25/55 | 25/35 | 30/30 |
| 6 ^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 5 ^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 4 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 3 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 2 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |
| 1 ^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |

Οι διαστάσεις των δοκών δίπλα στον πυρήνα του ανελκυστήρα αυξάνουν σε 30/60. Ο πυρήνας του ανελκυστήρα είναι μορφής Π, με διαστάσεις 200/20/20/200/200/20.

ΚΑΤΗΓΟΡΙΑ 3:

Χρονική περίοδος : Δεκαετία '80
Κανονισμοί : Πρόσθετα Άρθρα 1984
 Παλιός Κανονισμός Ω.Σ. 1954

ΚΤΙΡΙΟ Α: Κ80Α84

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| | 25/50 | 20/60 | |
| | | | |
| <u>ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ</u> | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 7^{ος} Όροφος | 25/55/25/55 | 25/35 | 30/30 |
| 6^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 5^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 4^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 3^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 2^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |
| 1^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |

Οι διαστάσεις των δοκών δίπλα στον πυρήνα του ανελκυστήρα αυξάνουν σε 30/60. Ο πυρήνας του ανελκυστήρα είναι μορφής Π, με διαστάσεις 200/20/20/200/200/20.

ΚΤΙΡΙΟ Β: Κ80Β84

| <u>ΔΟΚΟΙ</u> | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| | 25/50 | 20/60 | |
| | | | |
| <u>ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ</u> | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 7^{ος} Όροφος | 25/55/25/55 | 25/35 | 30/30 |
| 6^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 5^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 4^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 3^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 2^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |
| 1^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |

Οι διαστάσεις των δοκών δίπλα στον πυρήνα του ανελκυστήρα αυξάνουν σε 30/60. Ο πυρήνας του ανελκυστήρα είναι μορφής Π, με διαστάσεις 200/20/20/200/200/20.

ΚΤΙΡΙΟ C: K80C84

| ΔΟΚΟΙ | Περιμετρικές | Εσωτερικές | |
|------------------------------|---------------------|--------------------|------------------|
| | 25/50 | 20/60 | |
| | | | |
| ΥΠΟΣΤΥΛΩΜΑΤΑ | Γωνιακά | Περιμετρικά | Εσωτερικά |
| 7^{ος} Όροφος | 25/55/25/55 | 25/35 | 30/30 |
| 6^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 5^{ος} Όροφος | 25/60/25/60 | 25/50 | 40/40 |
| 4^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 3^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/70 | 50/50 |
| 2^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |
| 1^{ος} Όροφος | 25/70/25/70 | 25/90 | 60/60 |

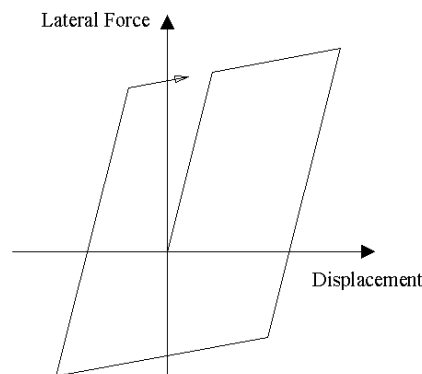
Οι διαστάσεις των δοκών δίπλα στον πυρήνα του ανελκυστήρα αυξάνουν σε 30/60.

Ο πυρήνας του ανελκυστήρα είναι μορφής Π, με διαστάσεις 200/20/20/200/200/20.

4 ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

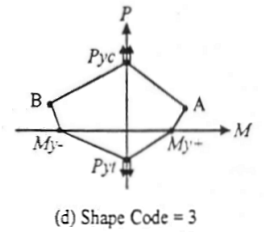
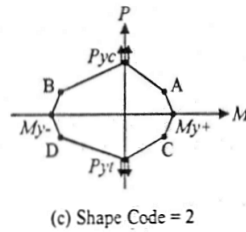
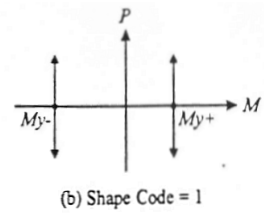
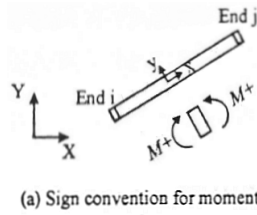
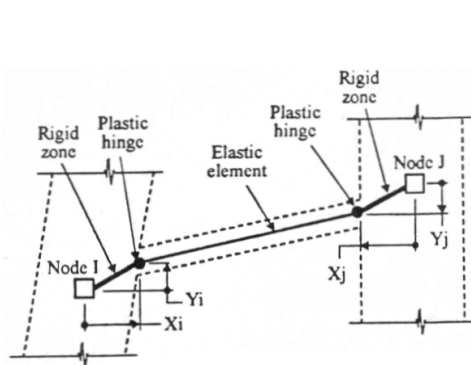
4.1 ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗ

Οι μη γραμμικές αναλύσεις των πλαισίων γίνονται με το πρόγραμμα Drain-2DX [8]. Δεδομένων των περιορισμών του προγράμματος, αναλύονται επίπεδα πλαίσια. Σημειώνεται ότι αυτός ο τρόπος αναλύσεως είναι αποδεκτός, καθώς τα εξεταζόμενα κτίρια είναι κανονικά εν κατόψει. Για την προσομοίωση των δοκών και των υποστυλωμάτων χρησιμοποιούνται στοιχεία με διγραμμική συμπεριφορά και συγκεντρωμένη πλαστιμότητα στα άκρα τους (plastic hinge beam-column element – Element Type 02). Γίνεται δηλαδή η παραδοχή ότι η ανελαστική παραμόρφωση συγκεντρώνεται στις κρίσιμες περιοχές στα άκρα των μελών. Αυτή η προσέγγιση θεωρείται ικανοποιητική δεδομένου ότι υπό την δράση του σεισμού, οι ροπές γίνονται μέγιστες στα άκρα των στοιχείων. Ο νόμος συμπεριφοράς των γραμμικών στοιχείων φαίνεται στο Σχήμα 3.



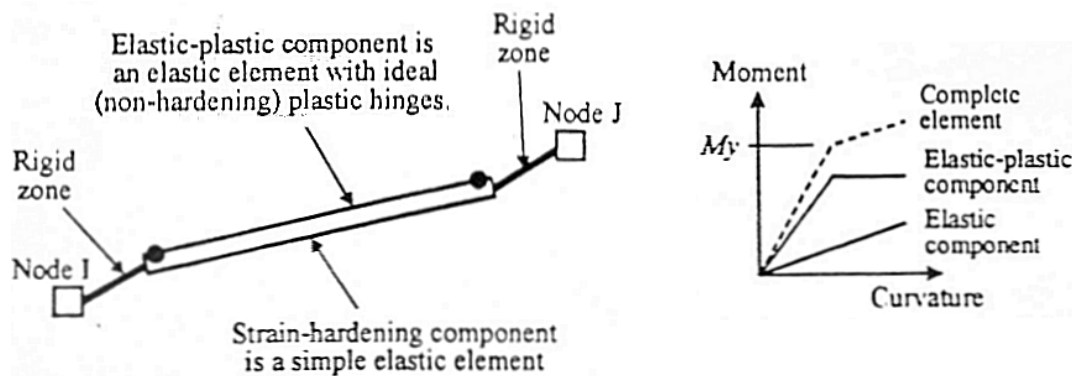
Σχήμα 3. Ανελαστική συμπεριφορά του στοιχείου δοκών – υποστυλωμάτων του Drain-2DX.

Το στοιχείο αυτό είναι απλό ανελαστικό στοιχείο για την προσομοίωση δοκών και υποστυλωμάτων από χάλυβα ή ωπλισμένο σκυρόδεμα. Το στοιχείο αποτελείται από μία ελαστική ράβδο, συγκεντρωμένες πλαστικές αρθρώσεις στα δύο άκρα της ράβδου και πιθανά άκαμπτα τμήματα στα άκρα για την ενσωμάτωση άκαμπτων κόμβων (Σχήμα 4) διαρροή συμβαίνει μόνο στις πλαστικές αρθρώσεις. Υπάρχει η δυνατότητα διαφορετικών ροπών διαρροής στα δύο άκρα. Η επιρροή του αξονικού φορτίου μπορεί να ληφθεί υπόψη μέσω του διαγράμματος αλληλεπίδρασης (Σχήμα 5).



Σχήμα 4. Γεωμετρία Στοιχείου [8]. Σχήμα 5. Επιφάνειες διαρροής για (b) δοκούς (c) χαλύβδινες δοκούς διατομής I και (d) υποστυλώματα Ω.Σ. [8].

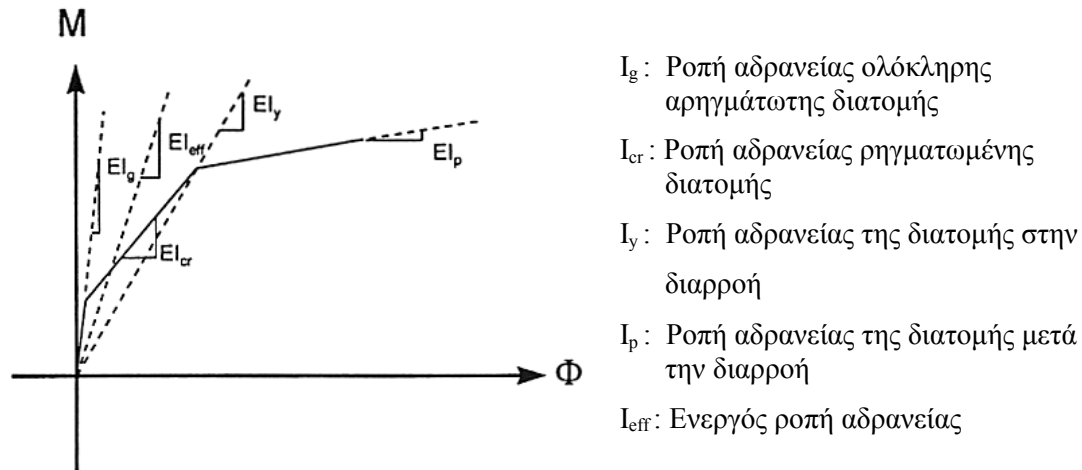
Η ακαμψία μετά την διαρροή προσομοιώνεται με το ελαστικό στοιχείο, το οποίο τοποθετείται παράλληλα με το ανελαστικό στοιχείο (Σχήμα 6). Οι πλαστικές αρθρώσεις οι οποίες διαρρέουν για σταθερή ροπή σχηματίζουν το ανελαστικό στοιχείο, ενώ οι ροπές στο ελαστικό στοιχείο συνεχίζουν να αυξάνουν, προσομοιώνοντας την κράτυνση.



Σχήμα 6. Παράλληλα στοιχεία [8].

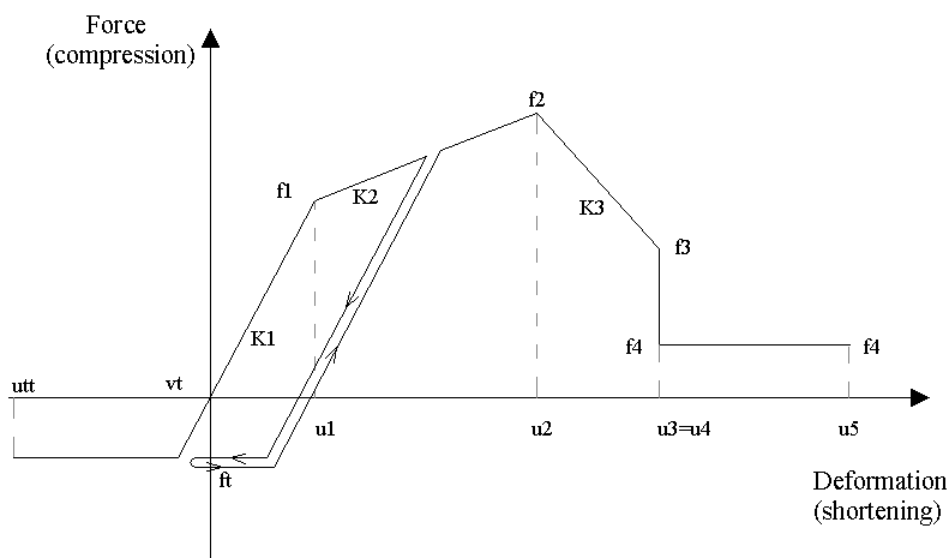
Μια τριγραμμική σχέση ροπών – καμπυλοτήτων μπορεί να χαρακτηρίσει την συμπεριφορά διατομών ωπλισμένου σκυροδέματος (Σχήμα 7). Στο Drain-2DX όμως, ο χρήστης πρέπει να δώσει διγραμμικό διάγραμμα ροπών – καμπυλοτήτων για την πλαστική άρθρωση. Η προσέγγιση αυτή είναι πιο ακριβής για χαλύβδινες διατομές. Έτσι, για διατομές ωπλισμένου σκυροδέματος πρέπει να χρησιμοποιηθεί η ενεργός ακαμψία, παρόλο που η ακαμψία συνεχώς αλλάζει. Τελικώς, για να ληφθεί υπόψη η μείωση της ακαμψίας λόγω της ρηγματώσεως, λαμβάνονται μειωμένες τιμές

ακαμψιάς των στοιχείων, όπως ορίζει ο ΕΑΚ (2000): 100% της αρηγμάτωτης διατομής για τα υποστυλώματα, 50% για τις δοκούς και 67% για τα τοιχώματα. Η μείωση της αντοχής των δοκών και υποστυλωμάτων μετά την διαρροή δεν λαμβάνεται υπόψη, λόγω αδυναμίας του στοιχείου που χρησιμοποιείται να προσομοιώσει το φαινόμενο.



Σχήμα 7. Διάγραμμα ροπών – καμπυλοτήτων διατομής ωπλισμένου σκυροδέματος.

Για την τοιχοποιία χρησιμοποιούνται διαγώνιοι θλιπτήρες, προσομοιωμένοι με ραβδόμορφο στοιχείο το οποίο έχει τριγωνική συμπεριφορά με φθίνοντα κλάδο (Σχήμα 8), το οποίο αναπτύχθηκε στο Εργαστήριο Ωπλισμένου Σκυροδέματος του ΕΜΠ σε παράλληλη εργασία [2].

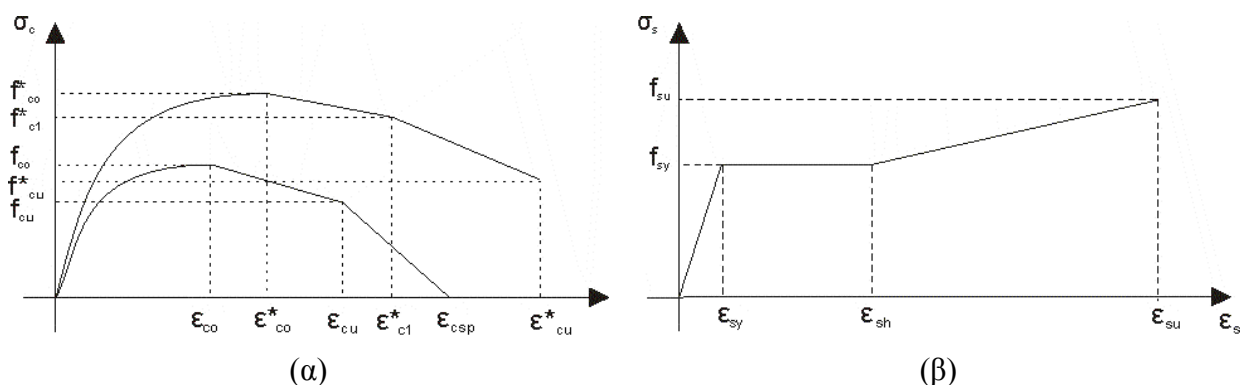


Σχήμα 8. Ανελαστική συμπεριφορά του στοιχείου της τοιχοποιίας για το Drain-2DX.

Τα διαφράγματα θεωρούνται άκαμπτα, οπότε η μάζα των εξεταζομένων κτιρίων λαμβάνεται συγκεντρωμένη στους κόμβους. Η μάζα η οποία λαμβάνεται για την μη γραμμική ανάλυση ισούται με την μάζα από τα μόνιμα φορτία και το 30% των κινητών φορτίων σχεδιασμού, δηλαδή $M = (G + 0.3 \cdot Q) / g$. Επίσης, για την ανάλυση ελήφθησαν υπόψη τα κατακόρυφα φορτία που προκύπτουν από τον συνδυασμό με σεισμό ($G + 0.3 \cdot Q$). Τέλος, φαινόμενα δευτέρας τάξεως συμπεριλαμβάνονται στην ανάλυση.

4.2 ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Τα υλικά που θεωρήθηκαν κατά τον σχεδιασμό ήταν B160 για το σκυρόδεμα και St I για τον χάλυβα για τα κτίρια της δεκαετίας του '60. Αντίστοιχα, για τα κτίρια της δεκαετίας του '70 το σκυρόδεμα είναι B225 και ο χάλυβας του διαμήκους οπλισμού είναι St III, ενώ των συνδετήρων είναι St I. Κατά την μη γραμμική ανάλυση χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές των υλικών, δηλαδή για το σκυρόδεμα B160 θεωρήθηκε μέση θλιπτική τάση ίση με 16 MPa, ενώ για το σκυρόδεμα B225 ίση με 22.5 MPa. Αντίστοιχα, για τον χάλυβα St I η τάση διαρροής και αστοχίας θεωρήθηκε ίση με 310 MPa και 430 MPa αντίστοιχα, ενώ για τον St III ίση με 430 MPa και 630 MPa. Τα διαγράμματα τάσεων – παραμορφώσεων των υλικών φαίνονται στο Σχήμα 9. Ειδικότερα για το σκυρόδεμα υπό περίσφιγξη, χρησιμοποιήθηκαν οι σχέσεις και το μοντέλο που προτείνει ο ΕΚΩΣ [7].



Σχήμα 9. Διαγράμματα Τάσεων – Παραμορφώσεων (α) για το Απερίσφιγκτο και (β) το Περίσφιγμένο Σκυρόδεμα και τον Χάλυβα

Για την ανάλυση των διατομών, οι τιμές τάσεων που χρησιμοποιήθηκαν για τον χάλυβα (προσωπική συνομιλία, Β. Σκαράκης) είναι οι εξής :

$$\text{St I} : f_y = 300 - 320 \text{ MPa} \quad f_u = 400 - 440 \text{ MPa}$$

$$\text{St III} : f_y = 430 \text{ MPa} \quad f_u = 620 - 640 \text{ MPa}$$

Για τις τιμές των παραμορφώσεων στα χαρακτηριστικά σημεία του διαγράμματος τάσεων – παραμορφώσεων του χάλυβα θεωρήθηκαν οι εξής τιμές :

$$\varepsilon_{sy} = f_y/E_s$$

$$\varepsilon_{sh} = 0.03$$

$$\varepsilon_{su} = 0.1$$

Για το σκυρόδεμα χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές, όπως αναφέρθηκαν παραπάνω, δηλαδή για το απερίσφιγτο σκυρόδεμα B160 είναι $f_{cm} = 16 \text{ MPa}$, ενώ για το B225 είναι $f_{cm} = 22.5 \text{ MPa}$. Οι παραμορφώσεις είναι

$$\varepsilon_{co} = 0.002$$

$$\varepsilon_{cu} = 0.0035$$

Στην περίπτωση περισφιγμένων διατομών, για τον υπολογισμό της οριακής καμπυλότητας αστοχίας του στοιχείου, λαμβάνεται υπόψη η οριακή παραμόρφωση αστοχίας της ακραίας ίνας του υπό περισφιγξη πυρήνα, μετά την αποφλοιώση του σκυροδέματος της επικάλυψης. Είναι δηλαδή παραδεκτό ότι σε υψηλές τιμές παραμορφώσεων μόνο το τμήμα της διατομής που βρίσκεται υπό περισφιγξη έχει την απαραίτητη αντίσταση και πλαστιμότητα. Για τον καθορισμό του διαγράμματος τάσεων – παραμορφώσεων για το περισφιγμένο σκυρόδεμα χρησιμοποιούνται οι σχέσεις και το προσομοίωμα του ΕΚΩΣ [7].

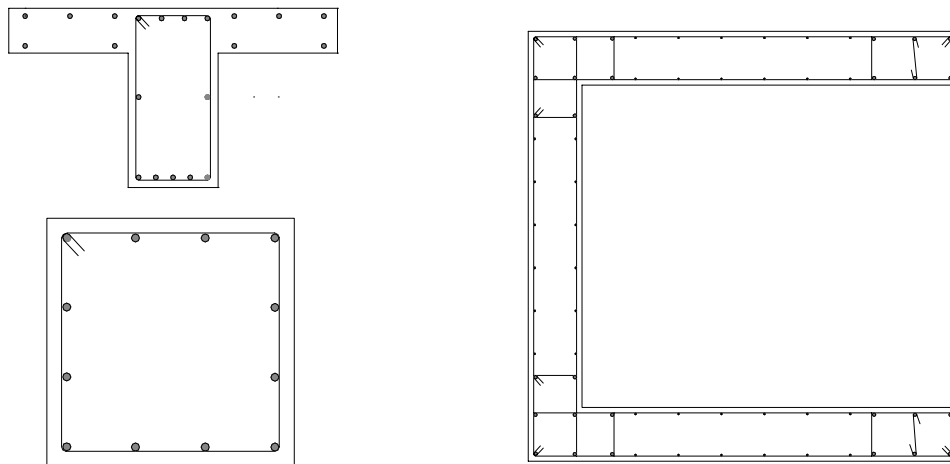
Στην περίπτωση αυτή, η μέγιστη παραμόρφωση για την οποία παρατηρείται η πλήρης αποδιοργάνωση της επικάλυψης (αποφλοιώση) είναι

$$\varepsilon_{csp} = 0.006 \text{ με αντίστοιχη τάση μηδενική.}$$

Στην περίπτωση που δεν υπάρχει περίσφιγξη στην διατομή, τότε η αστοχία λαμβάνεται όταν η ακραία ίνα της διατομής φτάσει στην παραμόρφωση αστοχίας ε_{cu} δηλαδή δεν φτάνει στην αποφλοίωση, δηλαδή σε παραμόρφωση ε_{csp} .

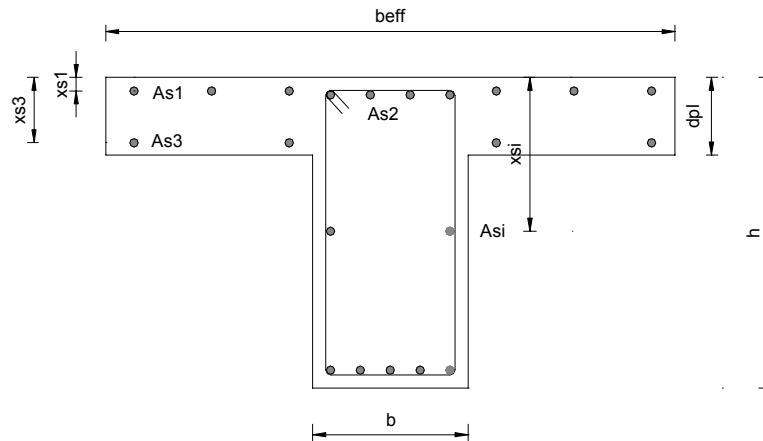
Για την εκτίμηση της καμπυλότητας διαρροής και αστοχίας αναπτύχθηκε αντίστοιχο λογισμικό για την ανελαστική ανάλυση διατομών από σκυρόδεμα, με διαφορετικούς καταστατικούς νόμους για απερίσφιγκτο και περισφιγμένο σκυρόδεμα, και για τον διαμήκη οπλισμό, χωρίς να λαμβάνεται υπόψη η επιρροή της τέμνουσας. Η ανάλυση βασίζεται στην παραδοχή της επιπεδότητας των διατομών.

Το λογισμικό αυτό προσεγγίζει το διάγραμμα ροπών – καμπυλοτήτων με μια διγραμμική καμπύλη, με χαρακτηριστικά σημεία αυτό της διαρροής και της αστοχίας της διατομής. Οι διατομές οι οποίες μπορούν να επιλυθούν είναι εκείνες των οποίων το σχήμα είναι ή μπορεί να προσεγγιστεί με διατομή μορφής T (δηλαδή ορθογωνικές δοκούς, πλακοδοκούς, ανεστραμμένες πλακοδοκούς, ορθογωνικά υποστυλώματα, υποστυλώματα μορφής Γ και πυρήνες μορφής Π όπως φαίνονται στο Σχήμα 10).



Σχήμα 10. Τυπικές διατομές στοιχείων

Για κάθε διατομή δίνονται οι διαστάσεις της, τα χαρακτηριστικά των υλικών της, και ο οπλισμός σε στρώσεις, δίνοντας τις αποστάσεις της κάθε στρώσης οπλισμού από την άνω ακραία ίνα της διατομής, όπως φαίνεται στο Σχήμα 11. Μπορεί να δοθεί απεριόριστος αριθμός στρώσεων οπλισμού, ώστε να μπορούν να επιλυθούν και τοιχία.

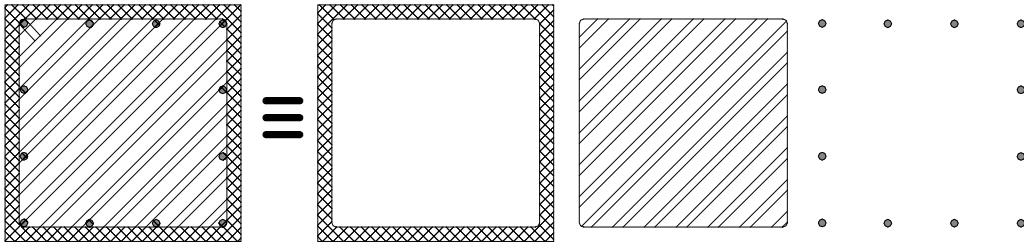


Σχήμα 11. Δεδομένα εισαγωγής για κάθε διατομή

Με μια επαναληπτική διαδικασία, υποθέτοντας επιπεδότητα των διατομών, επιλύεται η διατομή μέχρι την στιγμή που θα υπάρξει ισοδυναμία των εξωτερικών και των εσωτερικών δυνάμεων και υπολογίζεται η ροπή διαρροής, η ροπή αστοχίας και οι αντίστοιχες καμπυλότητες για κάθε διατομή. Στο σημείο της διαρροής θεωρείται ότι ο χάλυβας στην εφελκόμενη ίνα βρίσκεται στην διαρροή και έχει παραμόρφωση ϵ_{sy} , και αναζητείται η παραμόρφωση του σκυροδέματος ϵ_c για να υπάρξει ισορροπία. Αντίστοιχα για την αστοχία γίνονται δοκιμές για την διαπίστωση του κρισίμου υλικού και μετά είτε θεωρείται ότι ο χάλυβας βρίσκεται στην αστοχία με παραμόρφωση ϵ_{su} , είτε ότι το σκυρόδεμα έχει παραμόρφωση ϵ_{cu} .

Τα υλικά που δίνονται για την επίλυση της διατομής είναι τα χαρακτηριστικά του απερίσφιγκτου σκυροδέματος, του περισφιγμένου σκυροδέματος και του χάλυβα. Το διάγραμμα του σκυροδέματος αποτελείται από μία παραβολή και 2 ευθείες, ενώ το διάγραμμα του χάλυβα που μπορεί να δοθεί είναι τριγωνικό, όπως φαίνεται στο Σχήμα 9.

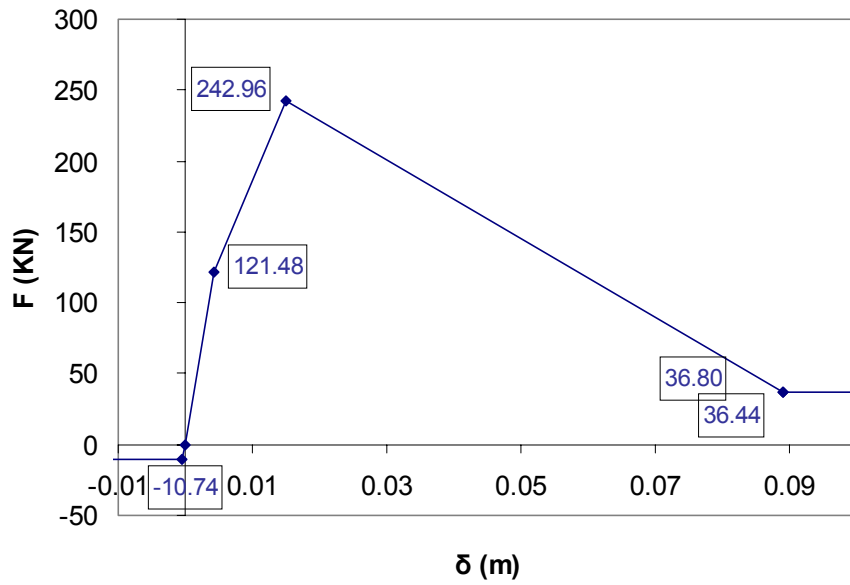
Η διατομή διαχωρίζεται στα 3 διαφορετικά τμήματα της, τον περισφιγμένο πυρήνα μέσα στον συνδετήρα, το απερίσφιγτο σκυρόδεμα και τον χάλυβα του διαμήκους οπλισμού, όπως φαίνεται στο Σχήμα 12 και γίνεται η επίλυση της. Ο συνδετήρας λαμβάνεται υπόψη στο διάγραμμα του περισφιγμένου σκυροδέματος.



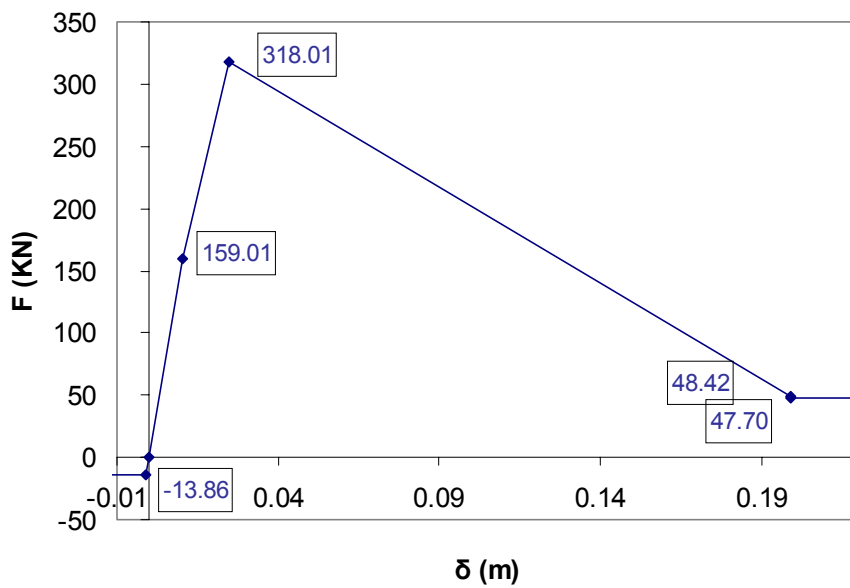
Σχήμα 12. Ανάλυση διατομής

Για τον υπολογισμό των χαρακτηριστικών του περισφιγμένου σκυροδέματος έχει αναπτυχθεί φύλλο στο Excel, το οποίο με δεδομένες τις διαστάσεις της διατομής, τα χαρακτηριστικά του απερίσφιγκτου σκυροδέματος και του χάλυβα, και την απόσταση των συνδετήρων, υπολογίζει τα χαρακτηριστικά του σύμφωνα με τις σχέσεις του ΕΚΩΣ [7].

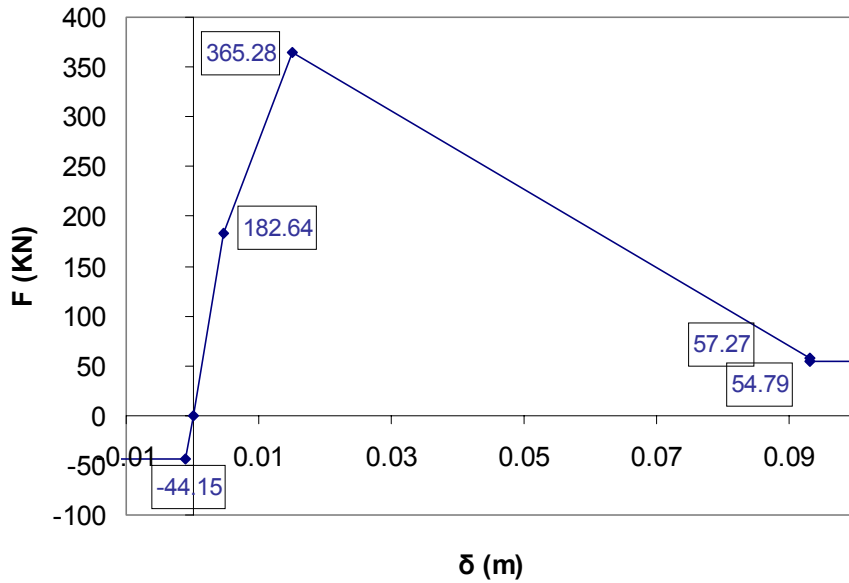
Για τον υπολογισμό των παραμέτρων των θλιπτήρων της τοιχοποιίας, χρησιμοποιήθηκαν οι σχέσεις που προτείνει ο Fajfar [13]. Η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας λαμβάνεται ίση με $f_m = 2.5 \text{ MPa}$ και το μέτρο ελαστικότητας της τοιχοπληρώσεως ίσο με $E_w = 750 \cdot f_m = 1.875 \text{ GPa}$. Το πάχος της τοιχοποιίας θεωρείται ίσο με 0.25 m . Το ισοδύναμο πλάτος του θλιπτήρα και η αρχική ακαμψία της τοιχοποιίας υπολογίζεται από την σχέση του Mainstone [20]. Η μέγιστη τιμή της θλιπτικής αντοχής του ισοδύναμου θλιπτήρα πραγματοποιείται σε μετακίνηση ίση με 0.5% του ύψους του ορόφου. Στο Σχήμα 13 φαίνεται το διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης για τον ισοδύναμο θλιπτήρα πλαισίου με μήκος φατνωμάτων 3.5 m και ύψος ορόφου ίσο με 3.0 m . Αντίστοιχα, στο Σχήμα 14 φαίνεται το διάγραμμα για ισοδύναμο θλιπτήρα πλαισίου με μήκος φατνωμάτων 3.5 m και ύψος ορόφου ίσο με 5.0 m . Τα αντίστοιχα διαγράμματα για μήκος φατνωμάτων 6.0 m , φαίνονται Σχήμα 15 για ύψος ορόφου 3.0 m , και στο Σχήμα 16 για ύψος ορόφου 5.0 m . Αποτελέσματα θεωρώντας απότομη πτώση της θλιπτικής αντοχής της τοιχοποιίας κατά την αστοχία παρουσιάζονται αλλού [17].



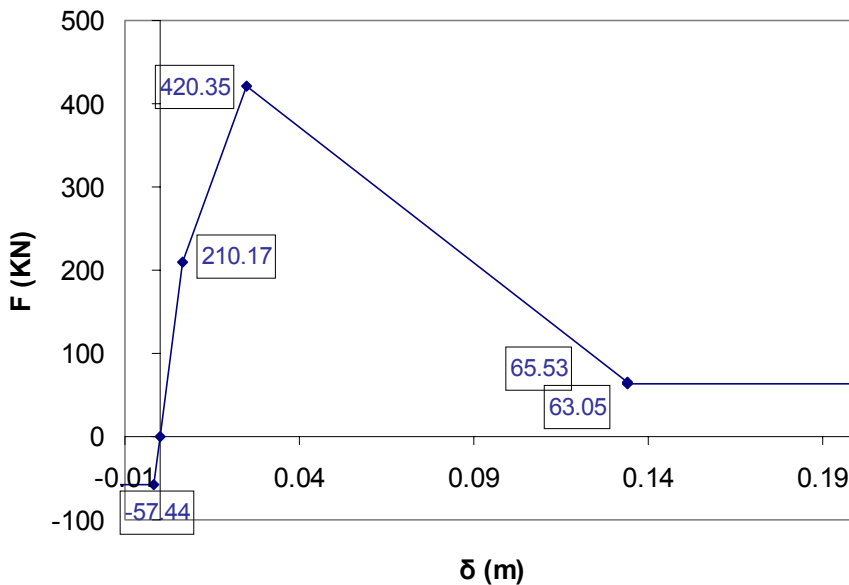
Σχήμα 13. Διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης για τον θλιπτήρα της τοιχοποιίας, για μήκος φατώματος 3.5 m και ύψος 3.0 m.



Σχήμα 14. Διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης για τον θλιπτήρα της τοιχοποιίας, για μήκος φατώματος 3.5 m και ύψος 5.0 m.



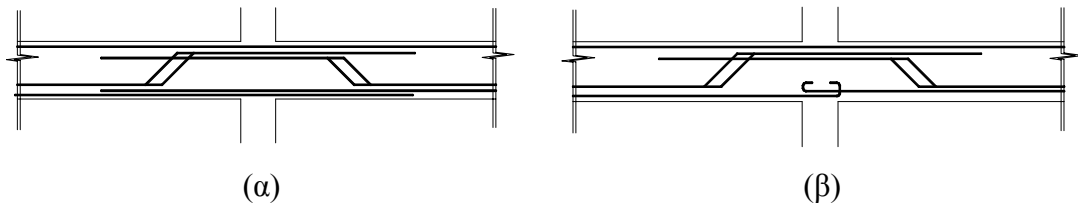
Σχήμα 15. Διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης για τον θλιπτήρα της τοιχοποιίας, για μήκος φατνώματος 6.0 m και ύψος 3.0 m.



Σχήμα 16. Διάγραμμα δύναμης – μετακίνησης για τον θλιπτήρα της τοιχοποιίας, για μήκος φατνώματος 6.0 m και ύψος 5.0 m.

Οι κατασκευαστικές συνήθειες των εξεταζόμενων περιόδων λαμβάνονται υπόψη κατά την όπλιση των κτιρίων. Πιο συγκεκριμένα, για τα κτίρια της δεκαετίας του '60 και '70, θεωρήθηκε ότι ο κάτω οπλισμός των δοκών αγκυρώνεται μέσα στον κόμβο για δοκούς εσωτερικών πλαισίων, όπως συνηθιζόταν την εποχή εκείνη, και δεν επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα (Σχήμα 17β). Αντίθετα, για τα περιμετρικά

πλαίσια, στα οποία γινόταν επιπλέον ο έλεγχος περιμετρικών δοκών και τα οποία οπλίζονταν με περισσότερη λεπτομέρεια, ο κάτω οπλισμός των δοκών θεωρείται ότι επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα διπλασιάζοντας έτσι τον κάτω οπλισμό στην κρίσιμη διατομή, όπως φαίνεται στο Σχήμα 17α. Οι καμπτόμενες ράβδοι περνάνε πάντα στο διπλανό άνοιγμα σε μήκος που είναι επαρκές για να θεωρηθεί ότι συμμετέχουν στην ανάληψη ροπής και στο διπλανό άνοιγμα. Τέλος, ο οπλισμός μοντάζ τοποθετείται σε όλο το μήκος των δοκών. Στην περίπτωση που το μήκος είναι μεγάλο θεωρείται ότι ματίζεται σε ενδιάμεση θέση. Για τα κτίρια της δεκαετίας του '80, ο κάτω οπλισμός των δοκών θεωρείται ότι επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα και στις εσωτερικές δοκούς.



Σχήμα 17. Λεπτομέρειες Δοκών σε (α) Περιμετρικά και (β) Εσωτερικά Πλαίσια

Το συνεργαζόμενο πλάτος θεωρήθηκε όπως φαίνεται στον παρακάτω πίνακα, ανάλογα με το κτίριο και το άνοιγμα των δοκών. Μέσα στο συνεργαζόμενο πλάτος θεωρείται ότι υπάρχει οπλισμός από την πλάκα ο οποίος λαμβάνεται υπόψη στον υπολογισμό των διαγραμμάτων ροπών – καμπυλοτήτων, όπως φαίνεται στον Πίνακα 4, θεωρώντας ότι ο οπλισμός της πλάκας είναι συνήθως $\Phi 8/20$ και λαμβάνεται μόνο ο πάνω οπλισμός της πλάκας (αφού ο κάτω οπλισμός δεν έχει επαρκή αγκύρωση στην στήριξη για να θεωρηθεί ότι λειτουργεί και αυτός).

Πίνακας 4. Συνεργαζόμενα Πλάτη Δοκών για τα Εξεταζόμενα Κτίρια

| Δεκαετία | Άνοιγμα δοκών | Περιμετρικές Δοκοί | | Εσωτερικές Δοκοί | |
|----------|---------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | | Συνεργαζόμενο Πλάτος | Οπλισμός στην πλάκα | Συνεργαζόμενο Πλάτος | Οπλισμός στην πλάκα |
| '60 | 3.5 m | 1.00 m | 4 Φ 8 | 0.50 m | 2 Φ 8 |
| '70 | 6.0 m | 1.30 m | 6 Φ 8 | 0.65 m | 2 Φ 8 |
| '80 | 6.0 m | 1.30 m | 6 Φ 8 | 0.65 m | 2 Φ 8 |

4.3 ΚΤΙΡΙΑ

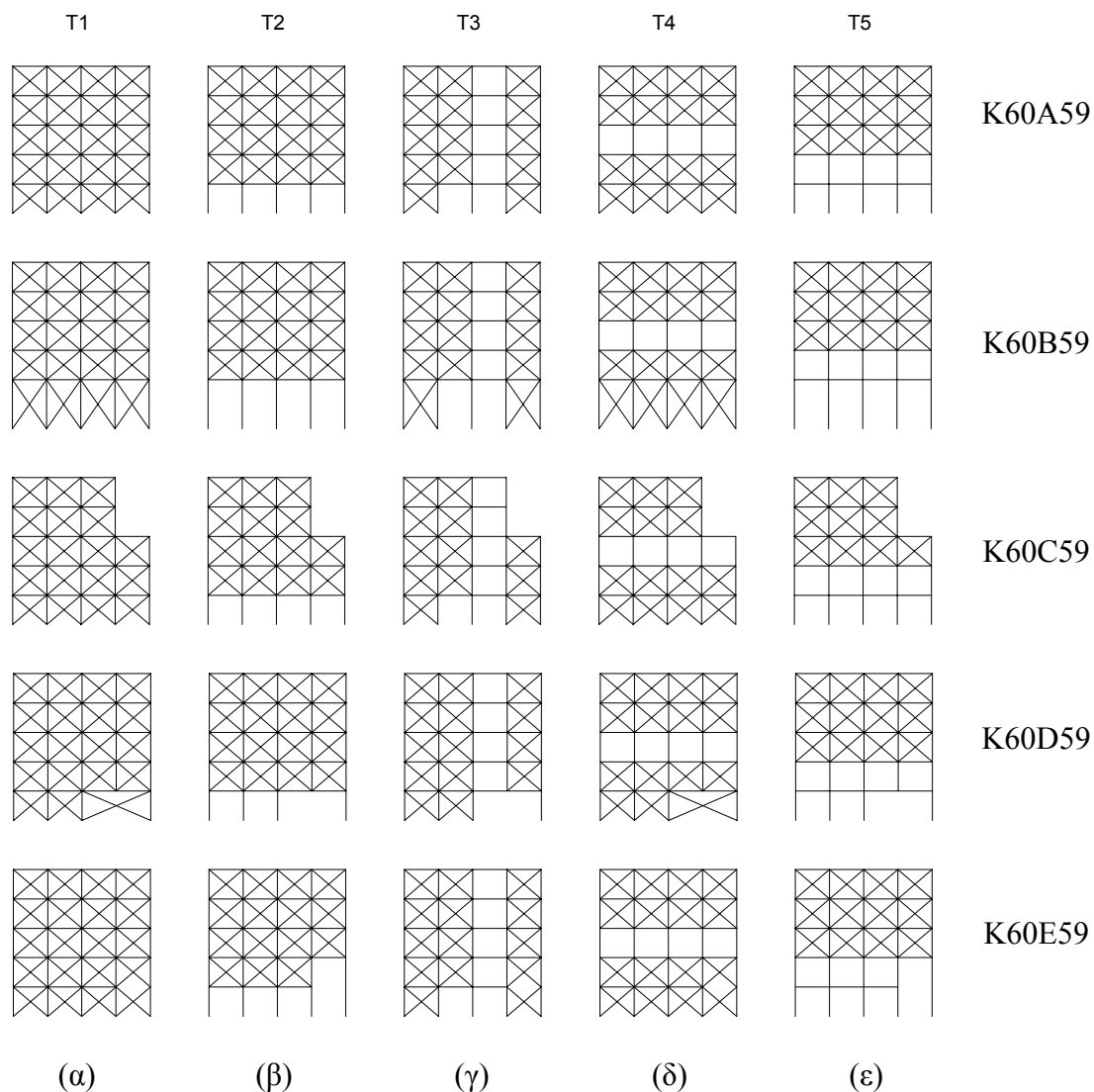
Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, τα κτίρια που παρουσιάζονται έχουν τέσσερα επί τρία φατνώματα σε κάτοψη. Τα κτίρια της περιόδου της δεκαετίας του '60 είναι πενταώροφα με ύψος ορόφων 3.0 m και με μήκος φατνωμάτων 3.5 m και στις δύο διευθύνσεις. Τα κτίρια των δεκαετιών του '70 και '80 είναι επταώροφα με ύψος ορόφων 3.0 m και με μήκος φατνωμάτων 6.0 m. Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά των πλαισίων είναι τα εξής:

1. Κτίριο K60A59: κανονικό κτίριο με σταθερό ύψος ορόφων 3.0 m
2. Κτίριο K60B59: όπως το K60A59, αλλά με ισόγειο μεγαλύτερου ύψους (5.0 m)
3. Κτίριο K60C59: όπως το K60A59, αλλά με εσοχή στους δύο ανώτερους ορόφους
4. Κτίριο K60D59: όπως το K60A59, αλλά με φυτευτό υποστύλωμα στην οροφή του ισογείου
5. Κτίριο K60E59: όπως το K60A59, αλλά με ασυνεχή δοκό στην οροφή του ισογείου (στοά)
6. Κτίριο K60F59: όπως το K60B59, αλλά με πατάρι στην μέση του ισογείου, σε ύψος 2.5 m.
7. Κτίριο K70A59: κανονικό κτίριο με σταθερό ύψος ορόφων 3.0 m
8. Κτίριο K70B59: όπως το K70A59, αλλά με ισόγειο ύψους 5.0 m
9. Κτίριο K70C59: όπως το K70A59, αλλά με εσοχή στους δύο ανώτερους ορόφους
10. Κτίριο K80A84: κανονικό κτίριο με σταθερό ύψος ορόφων 3.0 m
11. Κτίριο K80B84: όπως το K80A84, αλλά με ισόγειο ύψους 5.0 m
12. Κτίριο K80C84: όπως το K80A84, αλλά με εσοχή στους δύο ανώτερους ορόφους

Ένας σημαντικός παράγοντας που λαμβάνεται υπόψη στις αναλύσεις είναι η επιρροή της τοιχοποιίας της κατασκευής. Έτσι, για κάθε κτίριο εξετάστηκαν εκτός από τα γυμνά πλαίσια, και τα πλήρως ή μερικώς τοιχοπληρωμένα περιμετρικά πλαίσια. Μελετήθηκαν 5 διαφορετικές μορφές τοιχοπληρώσεων με τοιχοποιία πάχους 25 cm :

- a) Εξωτερική τοιχοποιία σε όλα τα φατνώματα (Σχήμα 18α).
- b) Εξωτερική τοιχοποιία σε όλα τα φατνώματα εκτός του ισογείου (πilotή) (Σχήμα 18β).
- c) Εξωτερική τοιχοποιία σε μερικά φατνώματα όπως φαίνεται Σχήμα 18γ.

- d) Εξωτερική τοιχοποιία σε όλα τα φαντώματα εκτός από τον 2^ο όροφο (πilotή σε ενδιάμεσο όροφο) όπως φαίνεται στο Σχήμα 18δ.
- e) Εξωτερική τοιχοποιία σε όλα τα φαντώματα εκτός από τους δύο κατώτατους ορόφους (πilotή) (Σχήμα 18ε)



Σχήμα 18. Μορφές τοιχοποιίας στα περιμετρικά πλαίσια

Για να εξεταστεί η επιρροή της αντοχής της τοιχοποιίας, το κτίριο K60A59 αναλύθηκε με τις διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, με θλιπτική αντοχή τοιχοποιίας $f_m = 2.5 \text{ MPa}$ και $f_m = 0.5 \text{ MPa}$. Τα κτίρια που εξετάστηκαν είναι τα εξής:

1. Κτίριο T160A59 και $f_m = 2.5 \text{ MPa}$.
2. Κτίριο T160A59 και $f_m = 0.5 \text{ MPa}$.

3. Κτίριο T260A59 και $f_m = 2.5$ MPa.
4. Κτίριο T260A59 και $f_m = 0.5$ MPa.
5. Κτίριο T360A59 και $f_m = 2.5$ MPa.
6. Κτίριο T360A59 και $f_m = 0.5$ MPa.
7. Κτίριο T460A59 και $f_m = 2.5$ MPa.
8. Κτίριο T460A59 και $f_m = 0.5$ MPa.
9. Κτίριο T560A59 και $f_m = 2.5$ MPa.
10. Κτίριο T560A59 και $f_m = 0.5$ MPa.

Για να διερευνηθεί η επιρροή των διαστάσεων των διατομών, του ποσοστού του οπλισμού των υποστυλωμάτων, και του τρόπου οπλίσεως, εξετάστηκαν επίσης τα εξής κτίρια:

1. Κτίριο K60A59: κανονικό κτίριο με σταθερό ύψος ορόφων 3.0 m
2. Κτίριο K60A259: όπως το K60A59, αλλά με αύξηση των διαστάσεων των υποστυλωμάτων κατά 5 cm.
3. Κτίριο K60A359: όπως το K60A59, αλλά με αύξηση των διαστάσεων των υποστυλωμάτων κατά 10 cm.
4. Κτίριο K60A459: όπως το K60A59, αλλά με αύξηση του ποσοστού του οπλισμού των υποστυλωμάτων κατά 1.0 %.
5. Κτίριο K60A559: όπως το K60A59, αλλά με τοποθέτηση συνολικού οπλισμού στα υποστυλώματα με ποσοστό 2.5 %.
6. Κτίριο K60A659: όπως το K60A59, αλλά με τοποθέτηση συνολικού οπλισμού στα υποστυλώματα με ποσοστό 4.0 %.
7. Κτίριο K60A759: όπως το K60A59, αλλά με αύξηση των δοκών σε 20/65.
8. Κτίριο K60A859: όπως το K60A59, αλλά με αύξηση των δοκών σε 20/80.
9. Κτίριο K60A959: όπως το K60A59, αλλά οι κάτω ράβδοι των δοκών επεκτείνονται στο διπλανό άνοιγμα και στις περιμετρικές και στις εσωτερικές δοκούς.
10. Κτίριο K60A1059: όπως το K60A59, αλλά οι κάτω ράβδοι των δοκών ΔΕΝ επεκτείνονται στο διπλανό άνοιγμα ούτε στις περιμετρικές ούτε στις εσωτερικές δοκούς, αλλά αγκυρώνεται μέσα στον κόμβο.

11. Κτίριο K60A1159: όπως το K60A59, αλλά οι κάτω ράβδοι των δοκών επεκτείνονται στο διπλανό άνοιγμα και στις περιμετρικές και στις εσωτερικές δοκούς, και ο οπλισμός «μοντάζ» διπλασιάζεται στην στήριξη.

Για να διερευνηθεί η επιρροή του πυρήνα στα κτίρια της δεκαετίας του '70 και του '80, εξετάστηκαν επίσης τα εξής κτίρια:

1. Κτίριο K70A59 χωρίς πυρήνα: όπως το κτίριο K70A59 αλλά χωρίς τον πυρήνα του ανελκυστήρα.
2. Κτίριο K80A84 χωρίς πυρήνα: όπως το κτίριο K80A84 αλλά χωρίς τον πυρήνα του ανελκυστήρα.

Για να διερευνηθεί η επιρροή της σεισμικής ζώνης που λαμβάνεται υπ' όψη κατά την μελέτη, μελετήθηκαν 3 κτίρια της δεκαετίας του '60 για σεισμικό συντελεστή $\varepsilon = 0.06$ (ζώνη II), και 1 κτίριο της δεκαετίας του '70 και '80 για σεισμικό συντελεστή $\varepsilon = 0.08$ (ζώνη III):

1. Κτίριο K60A59-II με $\varepsilon = 0.06$
2. Κτίριο K60D59-II με $\varepsilon = 0.06$
3. Κτίριο K60E59-II με $\varepsilon = 0.06$
4. Κτίριο K70A59-III χωρίς πυρήνα με $\varepsilon = 0.08$
5. Κτίριο K80A84-III χωρίς πυρήνα με $\varepsilon = 0.08$

Τέλος, για να μελετηθεί η επιρροή του Κανονισμού σχεδιασμού σε κτίρια τυπικά της περιόδου της δεκαετίας του '60, δηλαδή πενταώροφα κτίρια με μήκος φατνωμάτων 3.5 m, μελετήθηκαν δύο επιπλέον κτίρια (K60A84 και K60AEAK) τα οποία έχουν την ίδια γεωμετρία με το κτίριο K60A59, αλλά έχουν μελετηθεί σύμφωνα με τα Πρόσθετα Άρθρα του 1984 και τον ΕΑΚ αντίστοιχα. Η ίδια διαδικασία ακολουθήθηκε και για τα επταώροφα κτίρια με μήκος φατνωμάτων 6.0 m. Σχεδιάστηκε και αναλύθηκε ένα επιπλέον κτίριο (K80EAK) μελετημένο σύμφωνα με τον ΕΑΚ.

1. Κτίριο K60A84: όπως το κτίριο K60A59 αλλά μελετημένο σύμφωνα με τα Πρόσθετα Άρθρα

2. Κτίριο K60AΕΑΚ: όπως το κτίριο K60A59 αλλά μελετημένο σύμφωνα με τον ΕΑΚ
3. Κτίριο K80AΕΑΚ: όπως το κτίριο K60A59 αλλά μελετημένο σύμφωνα με τον ΕΑΚ

Η ευαισθησία των αποτελεσμάτων στην κατανομή της σεισμικής δράσης λαμβάνεται υπόψη μέσω στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ομοιόμορφη και τριγωνική κατανομή οριζόντιων δυνάμεων.

Έτσι, έγιναν συνολικώς 232 μη γραμμικές στατικές αναλύσεις κτιρίων, οι οποίες συμπληρώνουν τις 48 αναλύσεις που είχαν γίνει παλιότερα με άλλη σειρά κτιρίων και των οποίων τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στην πρώτη Έκθεση Προόδου του προγράμματος. Επίσης για τα κτίρια αυτά έγιναν 21 δυναμικές αναλύσεις, και συμπληρώνουν τις 243 δυναμικές αναλύσεις των προηγούμενων κτιρίων.

4.4 ΚΡΙΤΗΡΙΑ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

Για τον υπολογισμό της υπεραντοχής, της πλαστιμότητας και του δείκτη συμπεριφοράς των κτιρίων, απαιτείται ο προσδιορισμός των σημείων που αντιστοιχούν στην αστοχία και στην διαρροή τους. Για αυτό τον λόγο εξετάστηκαν τοπικά και γενικά κριτήρια αστοχίας, καθώς και κριτήρια διαρροής. Για τον ορισμό αυτών των κριτηρίων υπολογίζονται οι ακόλουθες παράμετροι:

- Μέγιστη πλαστική στροφή των κρίσιμων διατομών των δοκών και υποστυλωμάτων
- Αντοχή έναντι τέμνουσας μεμονωμένων μελών με ή χωρίς αξονικό φορτίο
- Μέγιστη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας
- Σχετική μετακίνηση των ορόφων 1.25%
- Μείωση κατά 15% της μέγιστης τέμνουσας βάσης του κτιρίου, η οποία θεωρείται αποδεκτή από τους σύγχρονους κανονισμούς.

Πλαστική στροφή

Για το πρώτο κριτήριο, εκτιμήσεις της μέγιστης πλαστικής στροφής γίνονται είτε με ανάλυση των διατομών, είτε χρησιμοποιώντας τις μέσες τιμές που προτείνει ο ATC-40 [9] για δοκούς και υποστυλώματα.

Για τον υπολογισμό της μέγιστης πλαστικής στροφής $\Delta\theta_{pl}$ με ανάλυση διατομών ακολουθείται η εξής διαδικασία: Υιοθετείται η έννοια της πλαστικής άρθρωσης, η οποία είναι γενικά αποδεκτή. Καθορίζονται το μήκος πλαστικής άρθρωσης και υπολογίζεται η πλαστική στροφή ενός στοιχείου ως το γινόμενο του μήκους πλαστικής άρθρωσης επί την πλαστική καμπυλότητα. Έτσι, η πλαστική στροφή υπολογίζεται από την σχέση

$$\Delta\theta_{pl} = \Delta\varphi \cdot l_{pl} \quad (1)$$

Όπου $\Delta\varphi = \varphi_u - \varphi_y$, και

l_{pl} = το μήκος πλαστικής άρθρωσης.

εισάγοντας τις υπολογιζόμενες καμπυλότητες διαρροής φ_y και αστοχίας φ_u , για κάθε κρίσιμη διατομή κάθε μέλους. Για τον καθορισμό των διαγραμμάτων ροπών – καμπυλοτήτων της τυπικής για την κρίσιμη περιοχή διατομής, λαμβάνονται υπόψη τα μέσα διαγράμματα τάσεων – παραμορφώσεων των υλικών της. Η αποτελεσματικότητα αυτής της μεθόδου εξαρτάται κυρίως από την αξιοπιστία εκτίμησης του μήκους πλαστικής άρθρωσης. Το μήκος πλαστικής στροφής l_{pl} εκτιμάται με μία από τις ακόλουθες σχέσεις:

- Τη σχέση των Paulay & Priestley [16]

$$l_{pl} = 0.08 \cdot l_o + 0.022 \cdot f_y \cdot d_b \quad (\text{μονάδες σε m και MPa}) \quad (2)$$

όπου d_b = η διάμετρος των διαμήκων ράβδων και

f_y = η τάση διαρροής του χάλυβα

- Μία μέση τιμή του μήκους πλαστικής αρθρώσεως ανάλογη του ύψους της εξεταζόμενης διατομής:

$$l_{pl} = 0.50 \cdot d \quad (3)$$

όπου d = το στατικό ύψος της διατομής

Οι Paulay & Priestley [16] θεωρούν ότι η τιμή αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί με αρκετά μεγάλη ακρίβεια για τυπικές διατομές δοκών και υποστυλωμάτων.

- Τη σχέση των Panagiotakos & Fardis [15] για μονοτονική φόρτιση:

$$l_{pl,monot} = 0.18 \cdot l_o + 0.021 a_{sl} \cdot d_b \cdot f_y \quad (\text{μονοτονική φόρτιση}) \quad (4)$$

όπου l_o = διατμητικό μήκος,

a_{sl} = συντελεστής ίσος με μηδέν ή μονάδα, για την απουσία ή παρουσία ολίσθησης των ράβδων από την περιοχή αγκύρωσης τους, πέρα από την διατομή μέγιστης ροπής,

d_b = διάμετρος των ράβδων και

f_y = τάση διαρροής του οπλισμού.

Τελικώς, στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, υιοθετήθηκε η σχέση των Paulay & Priestley [16] για τον υπολογισμό της μέγιστης πλαστικής στροφής των κρισίμων διατομών των δοκών και υποστυλωμάτων. Οι τιμές που δίνει η σχέση αυτή είναι συνήθως οι συντηρητικότερες. Από σχετική έρευνα που έγινε από τους Manfredi και Pecce [19] αναφέρεται ότι η απλοποιημένη σχέση εκτίμησης του μήκους πλαστικής άρθρωσης των Paulay and Priestley, έχει βαθμονομηθεί με συγκεκριμένα πειραματικά αποτελέσματα, στα οποία συνήθως χρησιμοποιήθηκαν χάλυβες θερμής εξελάσεως με χαμηλή τάση διαρροής.

Αντοχή έναντι τέμνουσας V_{R3} .

Η τέμνουσα η οποία αναπτύσσεται στα μέλη της κατασκευής κατά την διάρκεια της ανελαστικής ανάλυσης συγκρίνεται με την αντοχή των στοιχείων σε τέμνουσα

α) λόγω λοξής θλίψης κορμού V_{R2} και

β) λόγω οπλισμού διατμήσεως V_{R3}

Για τον υπολογισμό της V_{R1} , λαμβάνεται υπόψη η μέση τιμή της τ_R , δηλαδή $\tau_{Rd} \cdot \gamma_c$.

Για τα υλικά της υπόψη εργασίας,

B160 → $\tau_R = 0.18 \text{ MPa} \cdot 1.5 = 0.27 \text{ MPa}$ και για

B225 → $\tau_R = 0.22 \text{ MPa} \cdot 1.5 = 0.33 \text{ MPa}$.

Η τέμνουσα αντοχής V_{R3} λόγω συνδετήρων, λοξών ράβδων και λοιπών μηχανισμών είναι

$$V_{R3} = V_w + V_{\text{λοξός}} + V_c$$

όπου

$$V_w = 0.9 \cdot d / s \cdot A_{sw} \cdot f_{yw}$$

$$V_{\text{λοξός}} = A_{s \text{ λοξός}} \cdot 0.7 \cdot f_y \cdot \sqrt{2}$$

Κατά τον υπολογισμό της αντοχής σε τέμνουσα λόγω των λοξών ράβδων, το f_y αντικαθίσταται με $0.7 \cdot f_y$, γιατί όπως αναφέρεται στον ΕΚΩΣ [7], στα σημεία θλάσεως των λοξών ράβδων που προέρχονται από την ανάκαμψη των διαμήκων ράβδων κοντά στα στηρίγματα παρουσιάζονται σημαντικές συγκεντρωμένες δυνάμεις στο σκυρόδεμα.

Για τον υπολογισμό του V_c διακρίνονται δύο περιπτώσεις ανάλογα με την τιμή του λόγου της ανηγμένης αξονικής δύναμης $v = N_s / (A_c \cdot f_c)$,

όπου N_s : η αξονική δύναμη σε κάθε βήμα της ανάλυσης.

(i) Για $v > -0.10$ (στοιχεία κυρίως καμπτόμενα)

Ο όρος V_c λαμβάνεται μειωμένος ως εξής:

- Για γραμμικά στοιχεία, στις κρίσιμες περιοχές

$$V_c = 0.30 \cdot V_{R1}$$

- Για τοιχώματα, στην κρίσιμη περιοχή

$$V_c = 0.25 \cdot V_{R1}$$

(ii) Για $v < -0.10$ (στοιχεία υπό κάμψη με θλιπτική δύναμη)

- Για γραμμικά στοιχεία, στις κρίσιμες περιοχές

$$V_c = 0.90 \cdot V_{R1}$$

- Για τοιχώματα, στην κρίσιμη περιοχή

$$V_c = 0.70 \cdot V_{R1}$$

Μέγιστη θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας

Η τοιχοποιία θεωρείται ότι αστοχεί όταν η αντοχή της φτάσει στην μέγιστη τιμή της, πριν τον φθίνοντα κλάδο.

Σχετική Μετακίνηση ορόφου

Το πρώτο κριτήριο οριακής κατάστασης γενικής αστοχίας λαμβάνει την σχετική μετακίνηση των ορόφων ίση με 1.25%.

Πτώση της συνολικής τέμνουσας του κτιρίου

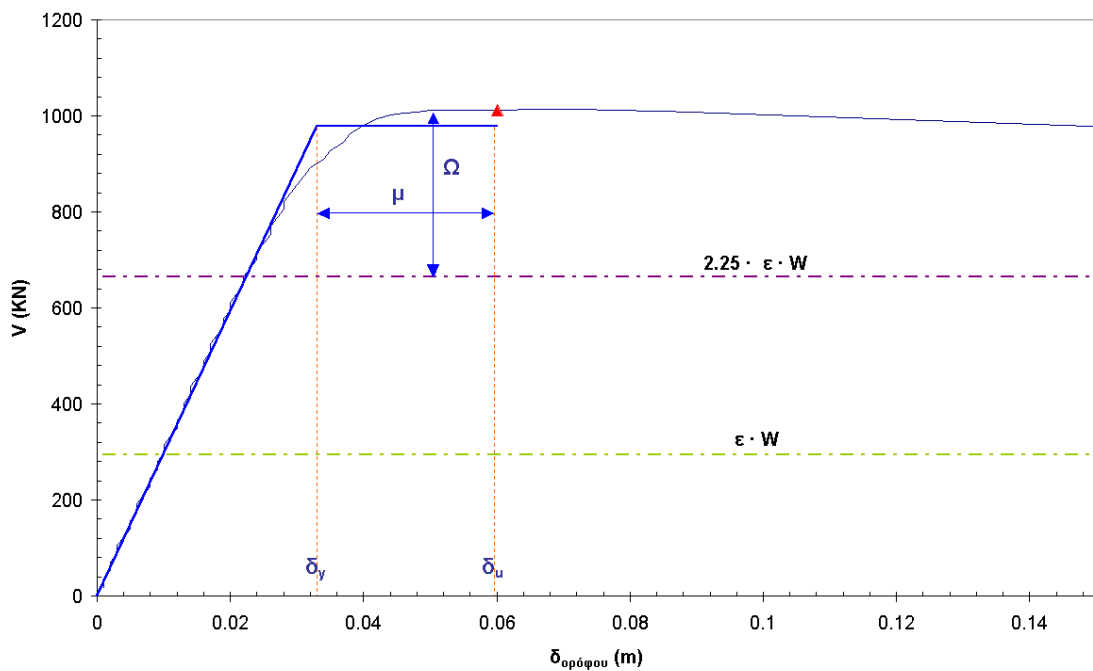
Ως δεύτερο γενικό κριτήριο αστοχίας υιοθετήθηκε η πτώση κατά 15% της συνολικής τέμνουσας του κτιρίου, η οποία θεωρείται αποδεκτή από τους σύγχρονους κανονισμούς.

4.5 ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΕΚΤΙΜΗΣΗΣ ΥΠΕΡΑΝΤΟΧΗΣ ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑΣ ΚΑΙ ΔΕΙΚΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΚΤΙΡΙΩΝ

Όλα τα κριτήρια που παρουσιάστηκαν παραπάνω, συγκρίνονται βήμα προς βήμα κατά την διάρκεια της ανελαστικής στατικής ανάλυσης και υπολογίζεται η ελάχιστη μετακίνηση οροφής του κτιρίου για την οποία εξαντλείται το όριο ενός απ' τα τεθέντα κριτήρια.

Η μετακίνηση διαρροής του κάθε κτιρίου προσδιορίζεται βάσει ενός ισοδύναμου διγραμμικού διαγράμματος, το οποίο χαράσσεται ως εξής: Ο αρχικός ανερχόμενος κλάδος ξεκινάει απ' την αρχή των αξόνων και διέρχεται από το 60% της μέγιστης τέμνουσας βάσης. Ο οριζόντιος κλάδος καταλήγει στην θεωρούμενη μετακίνηση αστοχίας της κατασκευής, ενώ εξασφαλίζεται ισότητα καταναλισκόμενης ενέργειας μεταξύ «πραγματικού» και διγραμμικού διαγράμματος (Σχήμα 19). Ο ελάχιστος λόγος της μετακίνησης κατά την οποία ικανοποιείται για πρώτη φορά ένα από τα εξεταζόμενα κριτήρια (μετακίνηση αστοχίας), προς την ισοδύναμη ολική μετακίνηση διαρροής του κτιρίου, καθορίζει την ολική πλαστιμότητα της κατασκευής.

Η υπεραντοχή Ω ορίζεται ως ο λόγος της μέγιστης τέμνουσας βάσεως του κτιρίου (όπως αυτή εκτιμάται με την μεθοδολογία που αναπτύσσεται στην παρούσα εργασία) προς το $1.70 \cdot \varepsilon \cdot W$, όπου ε ο σεισμικός συντελεστής και W το βάρος του κτιρίου ($\varepsilon \cdot W$ η τέμνουσα βάσης σχεδιασμού). Το όριο $1.70 \cdot \varepsilon \cdot W$ αναφέρεται στην υπεραντοχή που υπάρχει από την αναγωγή της επιτρεπομένης τάσης σχεδιασμού του χάλυβα, και της πραγματικής του τάσης διαρροής (θεωρώντας την ίση με 220 MPa). Η τιμή αυτή χρησιμοποιήθηκε στην 1^η σειρά κτιρίων, στα οποία είχε χρησιμοποιηθεί ως τάση διαρροής του χάλυβα η τιμή 220 MPa. Στην συνέχεια, για τα επόμενα κτίρια στα οποία χρησιμοποιήθηκαν οι μέσες τιμές για την διαρροή του χάλυβα οι οποίες είναι αυξημένες (310 MPa για τον χάλυβα St I και 430 MPa για τον St III), το όριο αυξήθηκε σε $2.25 \cdot \varepsilon \cdot W$ για τα κτίρια της δεκαετίας του '60, τα οποία είναι κατασκευασμένα με St I, και $2.0 \cdot \varepsilon \cdot W$ για τα κτίρια της δεκαετίας του '70 και '80, τα οποία είναι κατασκευασμένα με St III.



Σχήμα 19. Εκτίμηση υπεραντοχής και πλαστιμότητας του κτιρίου.

Για την εκτίμηση του δείκτη συμπεριφοράς ακολουθήθηκε η εξής διαδικασία: Αρχικά εκτιμάται μία νέα τιμή για την πλαστιμότητα της κατασκευής, για ένα ισοδύναμο σύστημα στην στάθμη σχεδιασμού (Σχήμα 20), η οποία λαμβάνει υπόψη την υπεραντοχή της κατασκευής, πολλαπλασιάζοντας την πλαστιμότητα μ με την υπεραντοχή της κατασκευής Ω .

$$\mu' = \Omega \cdot \mu - \Omega / 2 + 1/(2\Omega)$$

Με την νέα τιμή της πλαστιμότητας, εκτιμάται μία καινούργια τιμή μετακίνησης αστοχίας από το ισοδύναμο ελαστοπλαστικό σύστημα.

$$\delta_u' = \mu' \cdot \delta_y'$$

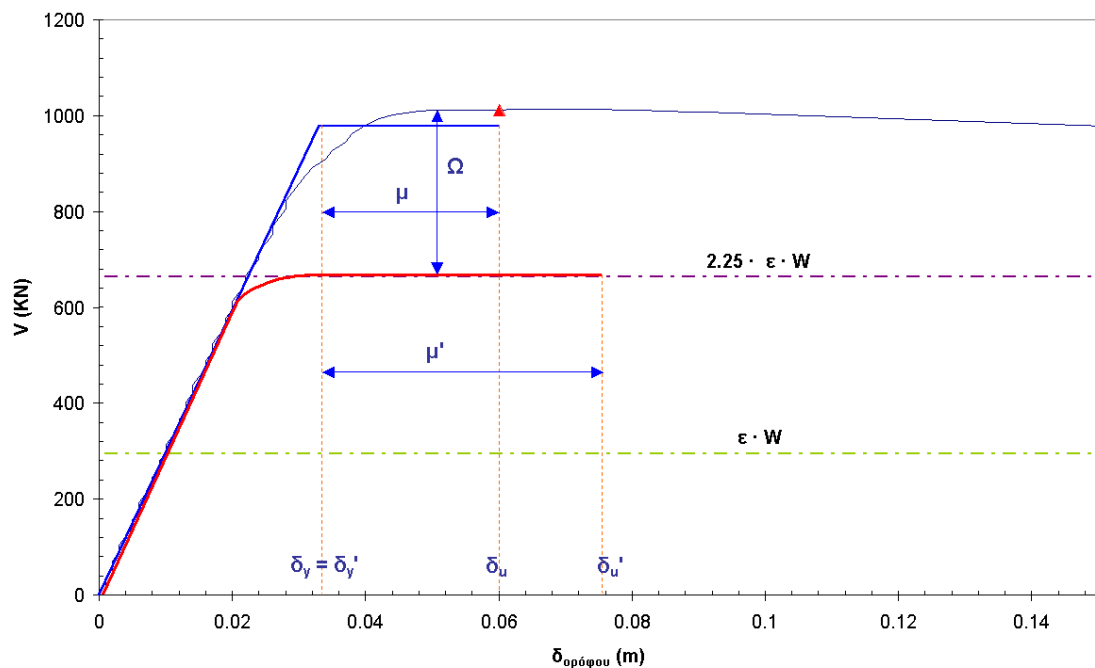
με την θεώρηση ότι είναι

$$\delta_y' = \delta_y$$

$$\Omega = V_d / V_{\max}$$

όπου

$$\begin{cases} V_d = 2.25 \varepsilon \cdot W, & \text{για τα κτίρια της δεκαετίας του '60} \\ V_d = 2.0 \varepsilon \cdot W, & \text{για τα κτίρια της δεκαετίας του '70 και του '80} \end{cases}$$



Σχήμα 20. Εκτίμηση δείκτη συμπεριφοράς

Στην συνέχεια χρησιμοποιούνται οι σχέσεις R- μ -T των Newmark και Hall για τον υπολογισμό του q, χρησιμοποιώντας την νέα τιμή της πλαστιμότητας:

$$\begin{cases} q = 1, & \text{για } T < 0.03 \text{ sec} \\ q = \sqrt{2 \cdot \mu' - 1}, & \text{για } 0.12 \text{ sec} < T < 0.5 \text{ sec} \\ q = \mu', & \text{για } T > 1.0 \text{ sec} \end{cases}$$

Για τον υπολογισμό του q σε ενδιάμεσες ιδιοπεριόδους μπορεί να γίνει γραμμική παρεμβολή.

Τέλος η νέα τιμή της μετακίνησης αστοχίας δι' συγκρίνεται με την απαίτηση του κτιρίου σε μετακίνηση από τον σεισμό, σύμφωνα με την μέθοδο του ATC-40 και την N2 μέθοδο.

Κατά τον υπολογισμό της νέας πλαστιμότητας μ' του ισοδυνάμου συστήματος, στο οποίο λαμβάνεται υπόψη η υπεραντοχή του κτιρίου, γίνεται η εξής παραδοχή. Αν το κτίριο είναι τοιχοπληρωμένο, θεωρείται ότι δεν μπορεί να ληφθεί υπόψη ολόκληρη η υπεραντοχή του, καθώς αυτή οφείλεται σε δευτερεύοντα στοιχεία, για τα οποία υπάρχουν αβεβαιότητες, και τα οποία μπορεί να αστοχήσουν γρήγορα. Έτσι, ως τιμή αναφοράς λαμβάνεται η υπεραντοχή του κτιρίου με πιλοτή. Αν η υπεραντοχή του κτιρίου είναι μεγαλύτερη από αυτήν, τότε λαμβάνεται η υπεραντοχή του κτιρίου με την πιλοτή, η οποία θεωρείται αποδεκτή, αφού οι τοίχοι που δέχονται τις μεγαλύτερες καταπονήσεις και αναμένεται να αστοχήσουν, είναι εκείνοι των κατωτέρων ορόφων.

Για την επεξεργασία του μεγάλου όγκου των αναλυτικών αποτελεσμάτων αναπτύχθηκε λογισμικό το οποίο παρακολουθεί και ελέγχει βήμα προς βήμα την κατάσταση της κατασκευής κατά την διάρκεια της στατικής ανάλυσης.

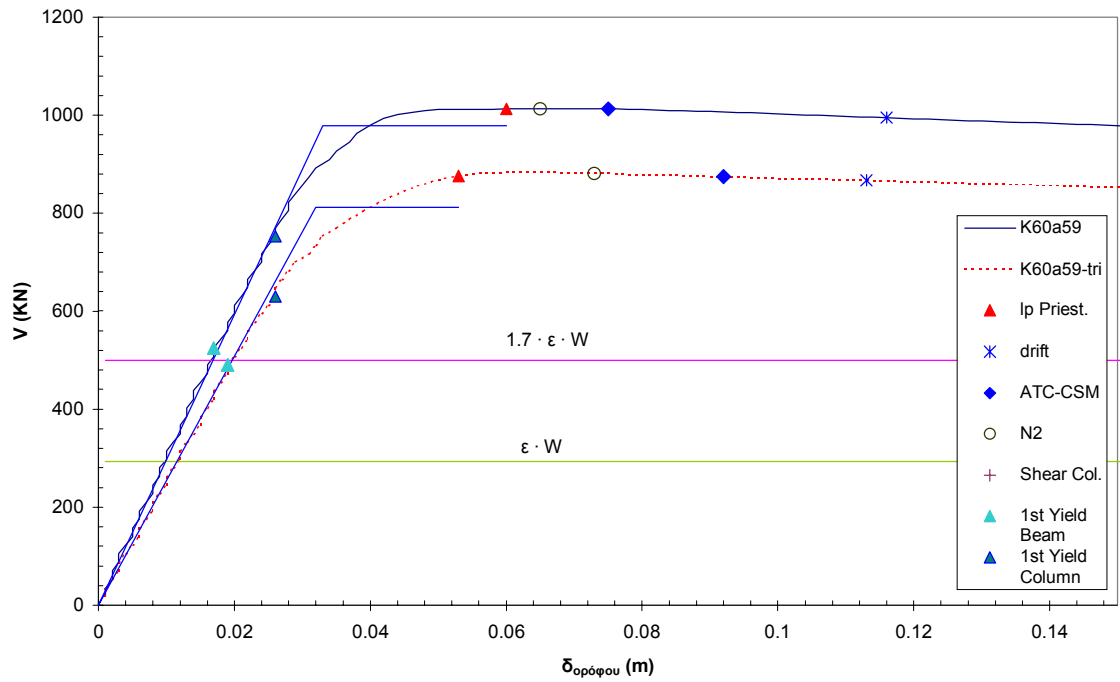
5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Για τα κτίρια που αναφέρθηκαν παραπάνω, πραγματοποιήθηκαν μη γραμμικές στατικές αναλύσεις με αυξανόμενη επιβαλλόμενη οριζόντια δύναμη με ορθογωνική και τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσης. Επίσης πραγματοποιήθηκαν και τρεις δυναμικές αναλύσεις επιβάλλοντας στα κτίρια το επιταχυνσιογράφημα της Πάρνηθας και δύο τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα διάρκειας 20 sec και 30 sec αντιστοίχως. Στα κτίρια τα οποία έχουν σχεδιαστεί για σεισμικό συντελεστή 0.06 επιβλήθηκαν τα επιταχυνσιογραφήματα του Αιγίου και της Καλαμάτας. Συνολικά έγιναν 232 μη γραμμικές στατικές αναλύσεις κτιρίων και 21 δυναμικές αναλύσεις.

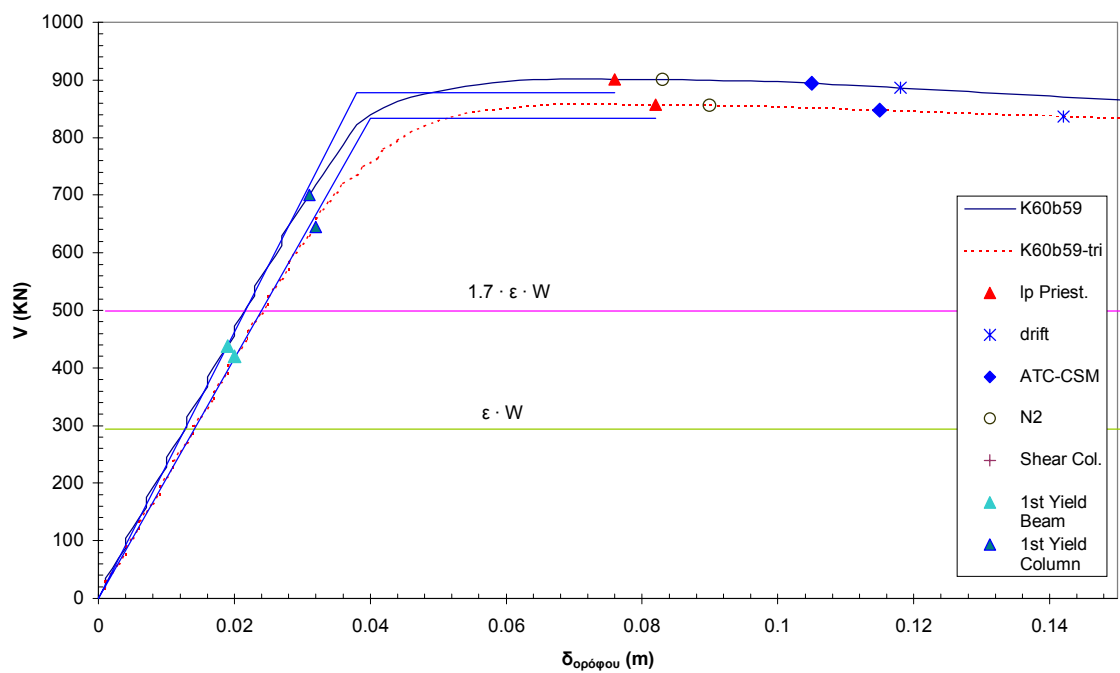
5.1 ΜΗ ΓΡΑΜΜΙΚΕΣ ΣΤΑΤΙΚΕΣ ΑΝΑΛΥΣΕΙΣ

Στα παρακάτω σχήματα 21-67, φαίνεται το διάγραμμα τέμνουσας βάσης – μετακίνησης οροφής των κτιρίων για ορθογωνική και τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσης. Στο ίδιο σχήμα φαίνονται επίσης:

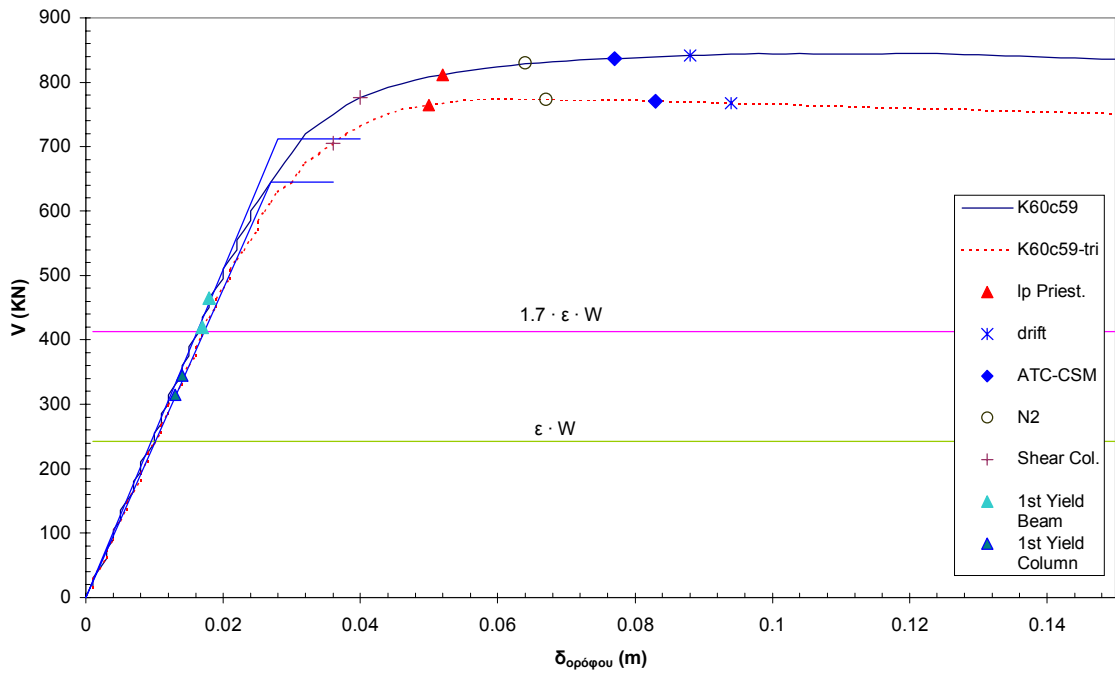
- (i) Η σεισμική δράση σχεδιασμού, με σεισμικό συντελεστή $\varepsilon = 0.04$
- (ii) Η σεισμική δράση σχεδιασμού αναγόμενη σε οριακή κατάσταση αστοχίας. Η αύξηση του σεισμικού συντελεστή κατά 70% εκφράζει τον λόγο της χαρακτηριστικής αντοχής σε διαρροή προς την επιτρεπόμενη τάση σχεδιασμού του οπλισμού.
- (iii) Τα σημεία στα οποία ξεπεράστηκε πρώτο κάθε ένα από τα κριτήρια αστοχίας σε οποιοδήποτε μέλος του κτιρίου.
- (iv) Το σημείο όπου σημειώνεται η πρώτη διαρροή δοκού και υποστυλώματος της κατασκευής.
- (v) Το ισοδύναμο διγραμμικό διάγραμμα της καμπύλης V-δ
- (vi) Τα σημεία επιτελεστικότητας, σύμφωνα με τις δύο στατικές μη γραμμικές μεθόδους, την “Capacity Spectrum Method” του ATC-40 [9] και την “N2 Method” του Fajfar [12].



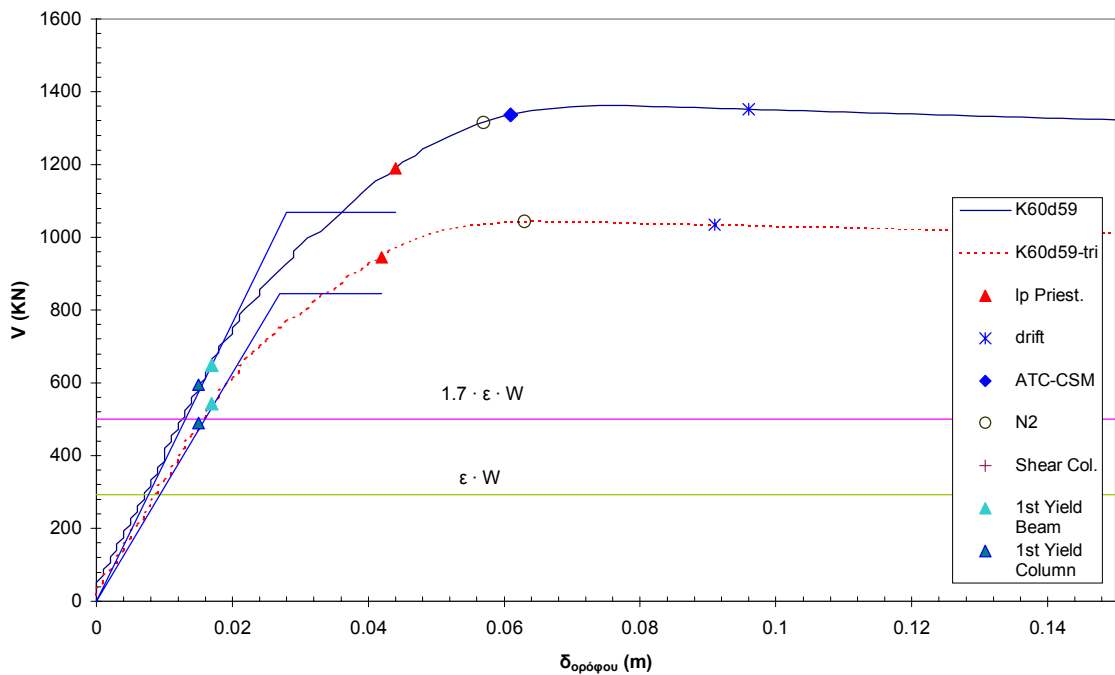
Σχήμα 21. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60A59, για περιοχή σεισμικότητας I.



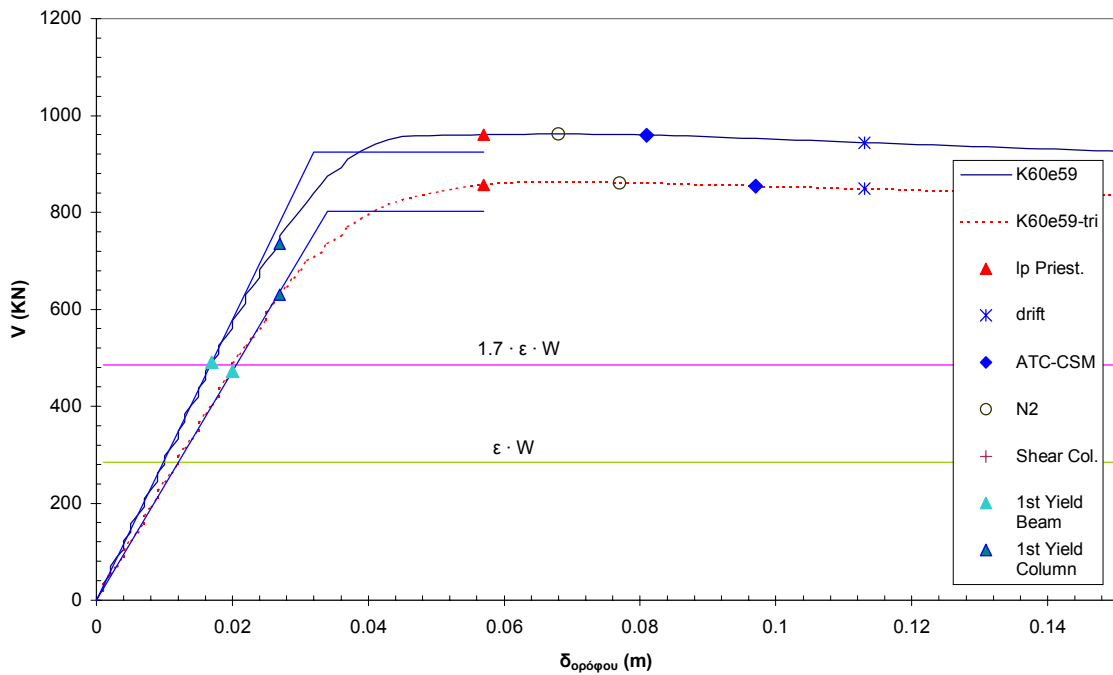
Σχήμα 22. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60B59, για περιοχή σεισμικότητας I.



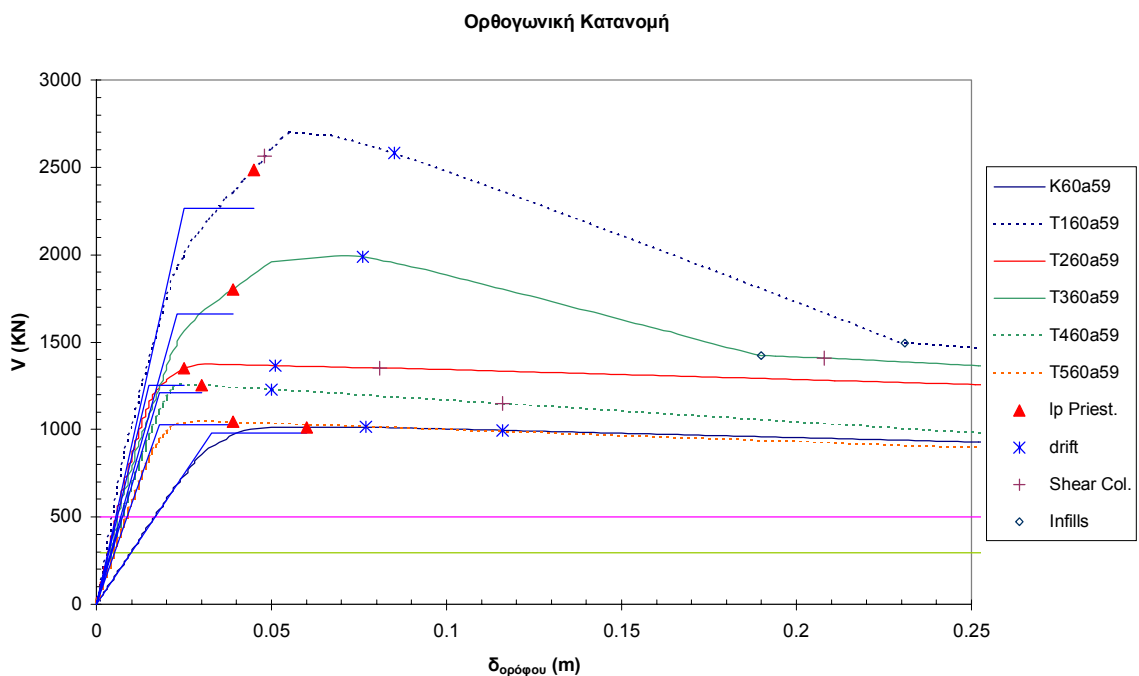
Σχήμα 23. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60C59, για περιοχή σεισμικότητας I.



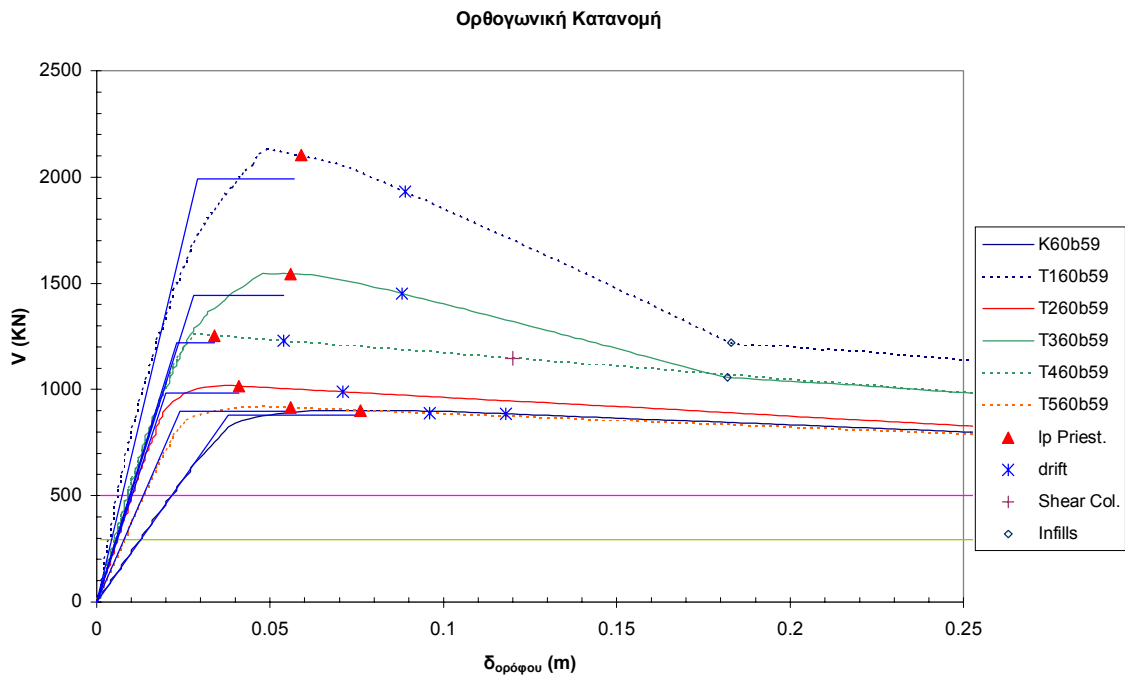
Σχήμα 24. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60D59, για περιοχή σεισμικότητας I.



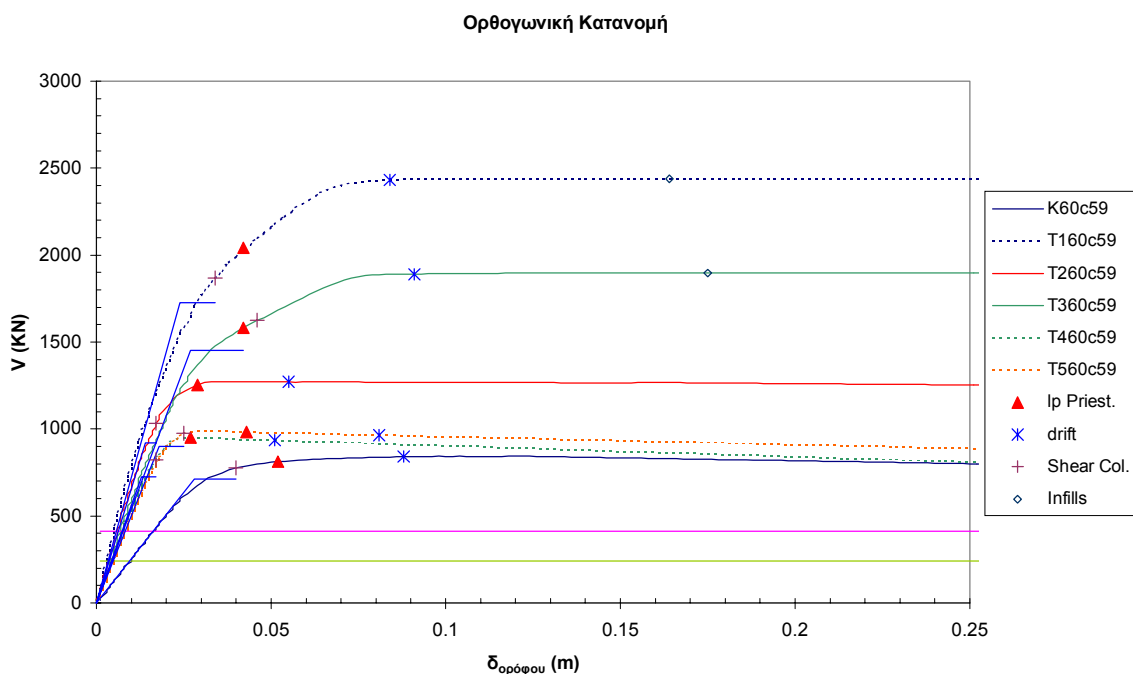
Σχήμα 25. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60E59, για περιοχή σεισμικότητας I.



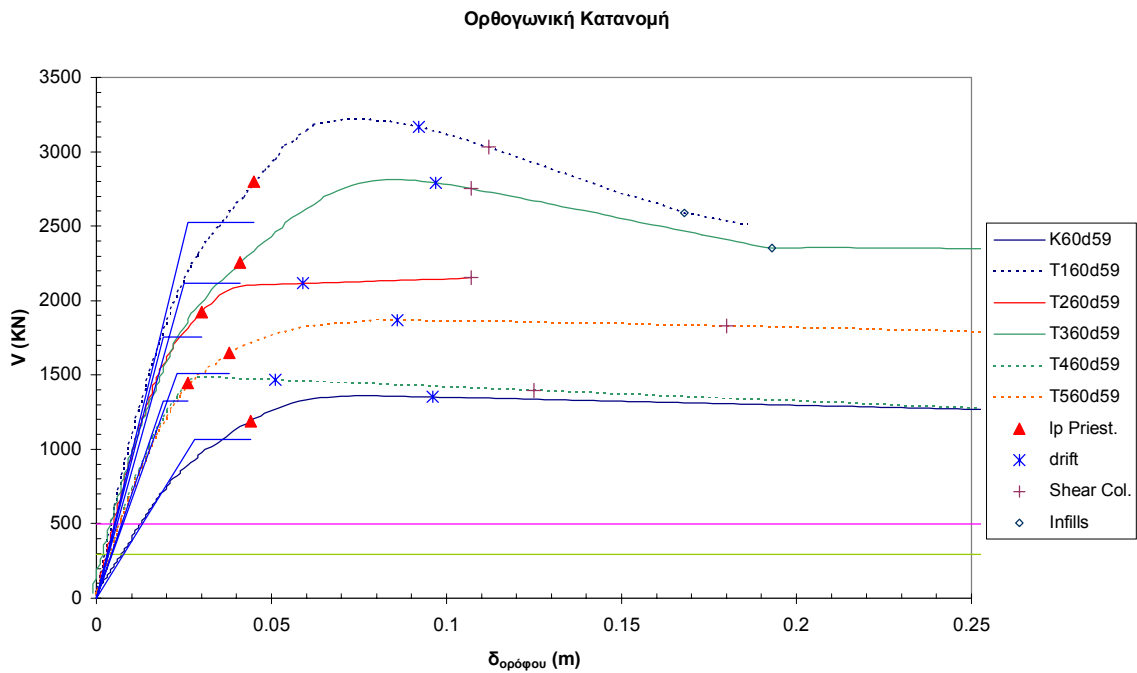
Σχήμα 26. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K60A59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



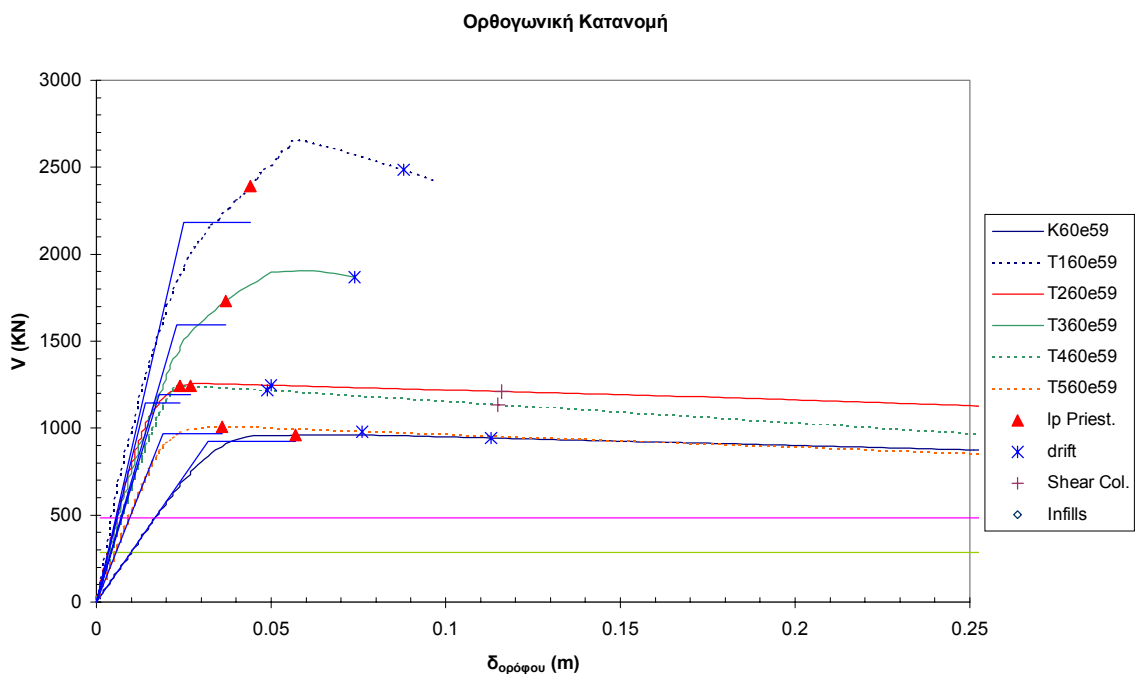
Σχήμα 27. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K60B59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



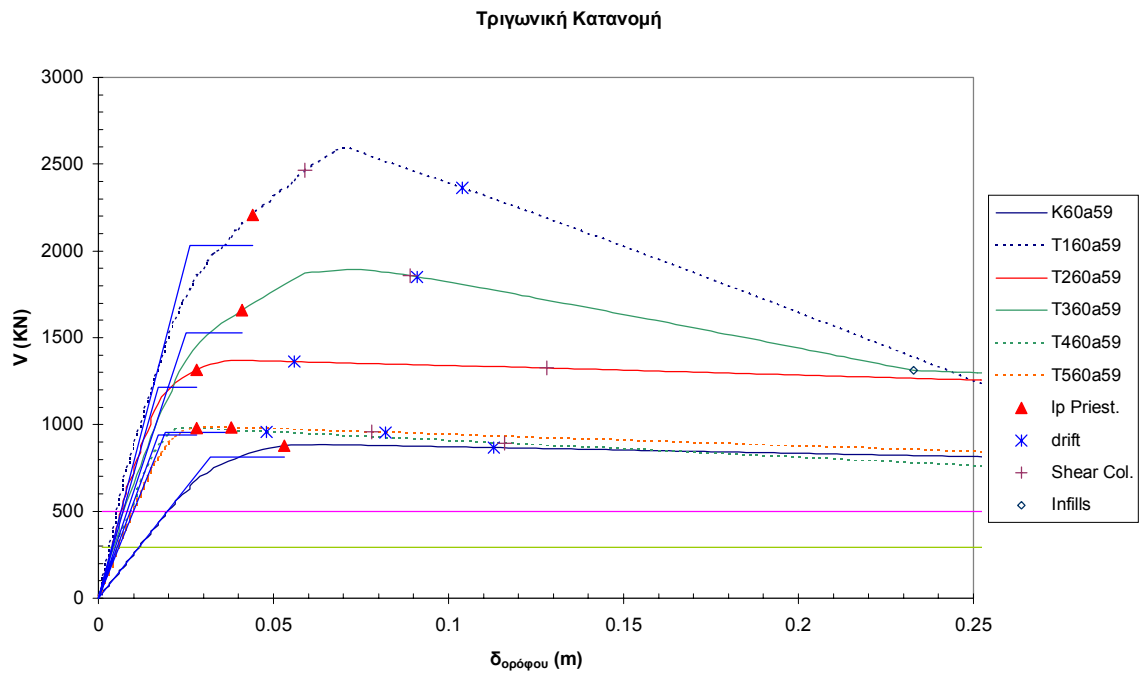
Σχήμα 28. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K60C59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



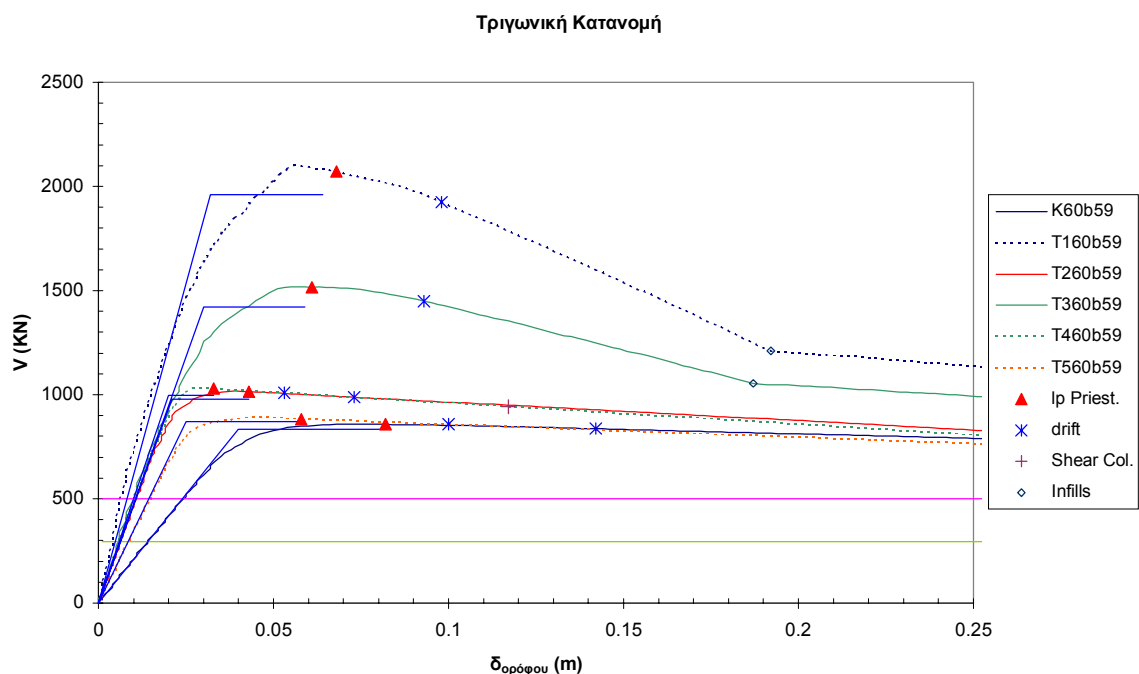
Σχήμα 29. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K60D59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



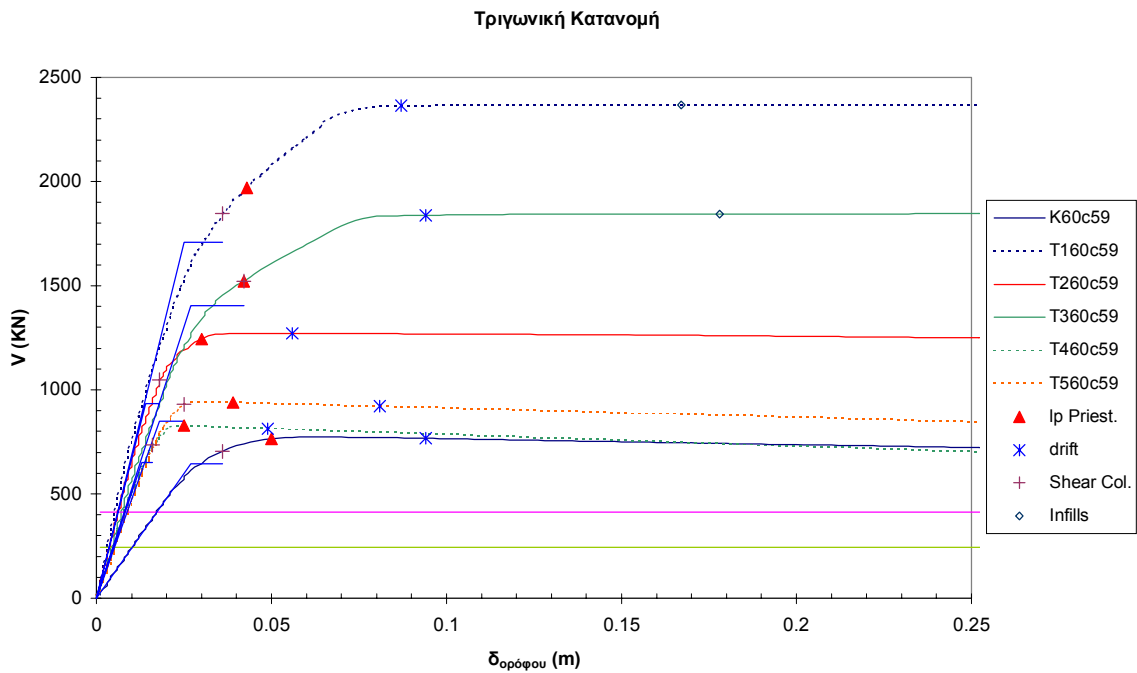
Σχήμα 30. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60E59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



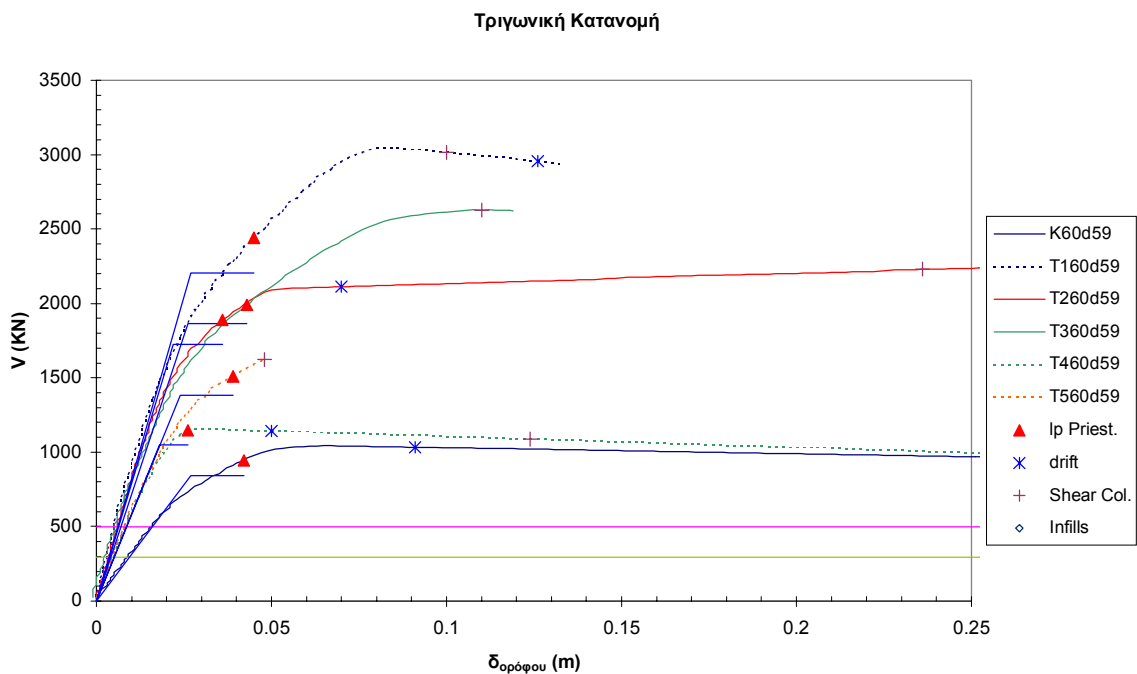
Σχήμα 31. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60A59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



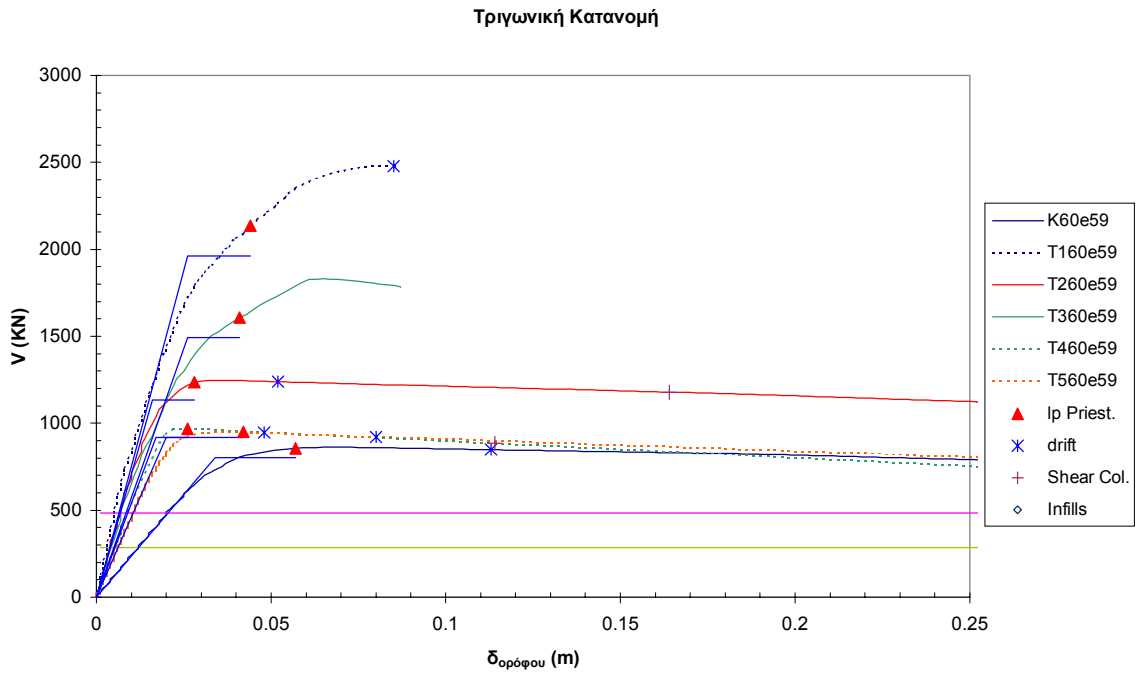
Σχήμα 32. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60B59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



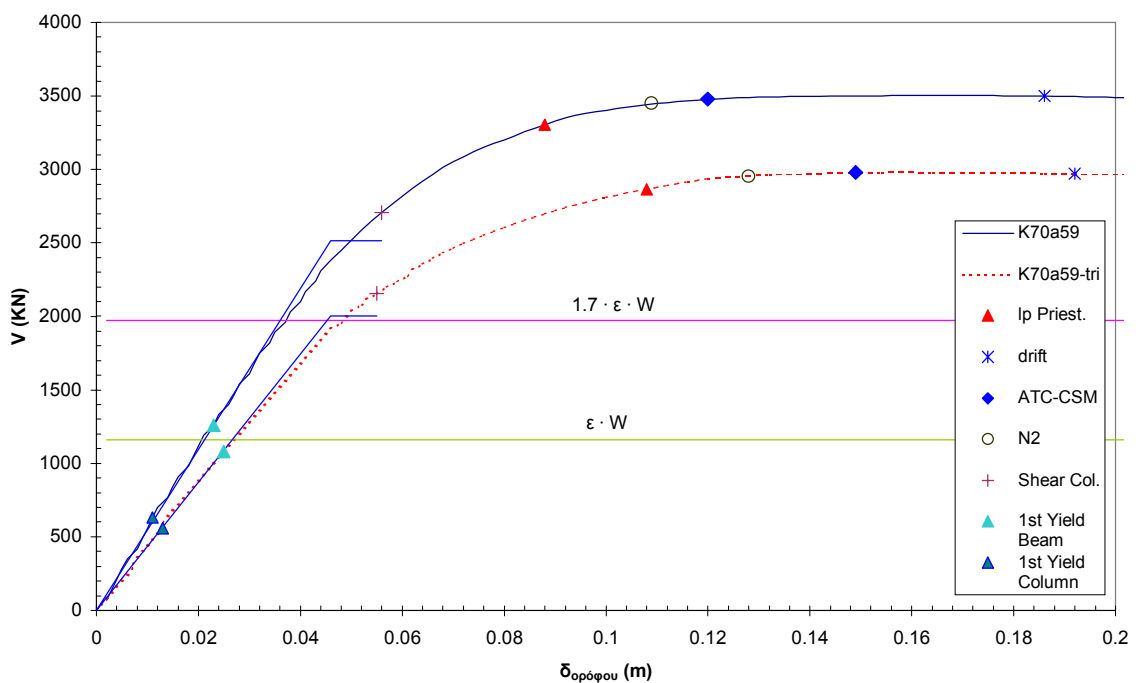
Σχήμα 33. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60C59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



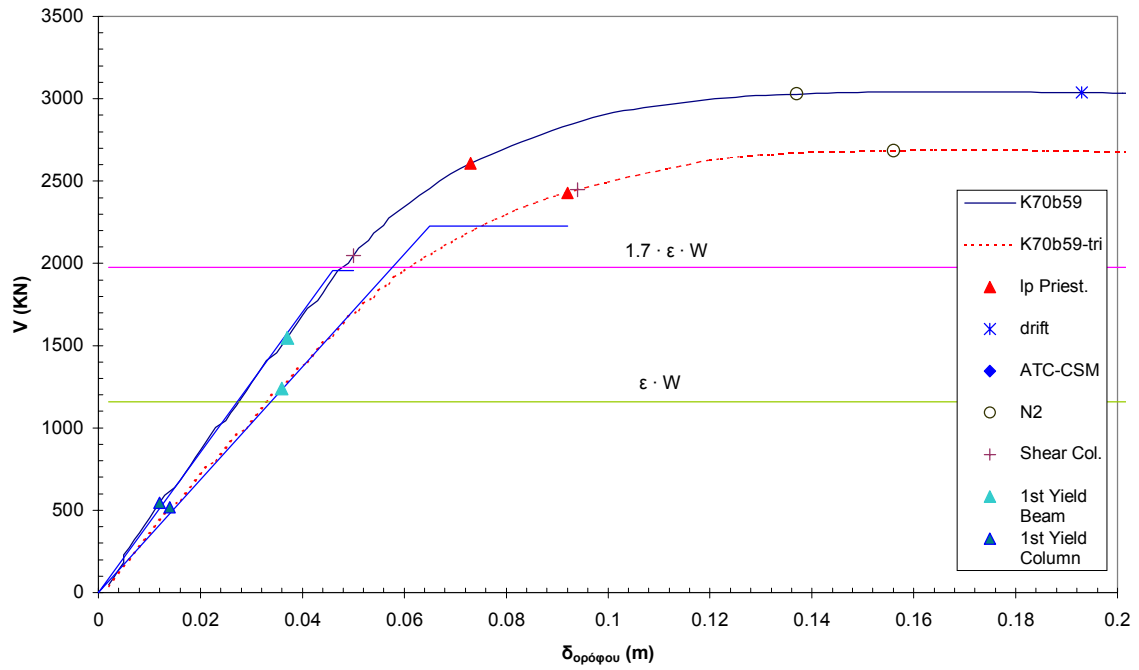
Σχήμα 34. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60D59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



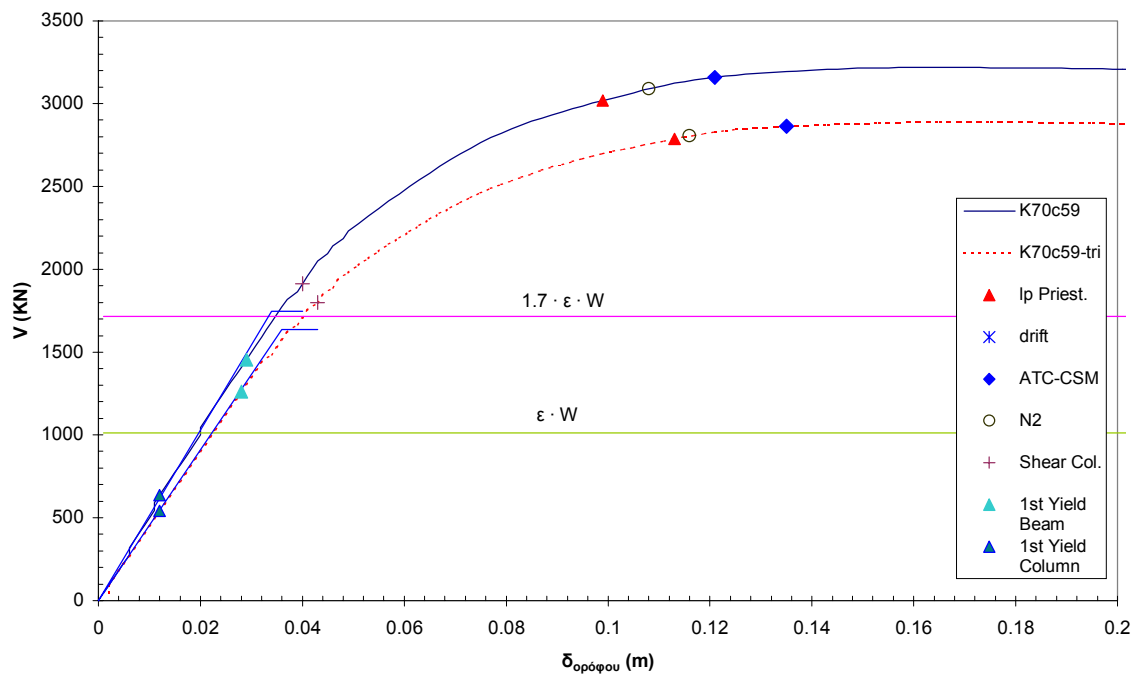
Σχήμα 35. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K60E59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



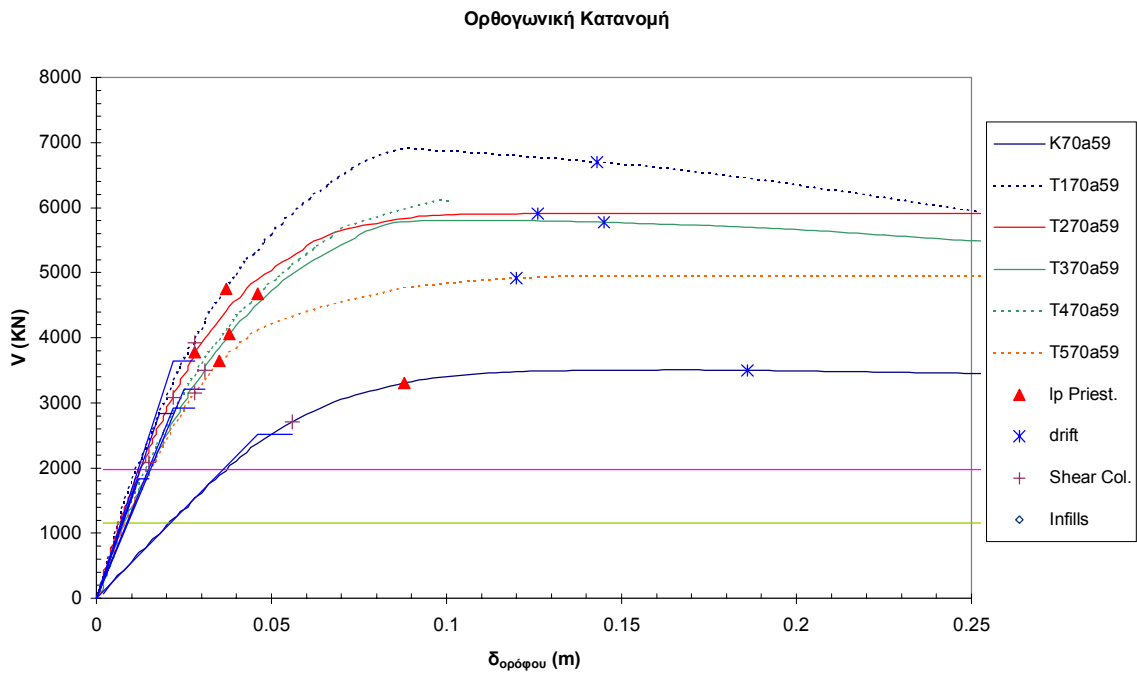
Σχήμα 36. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K70A59, για περιοχή σεισμικότητας I.



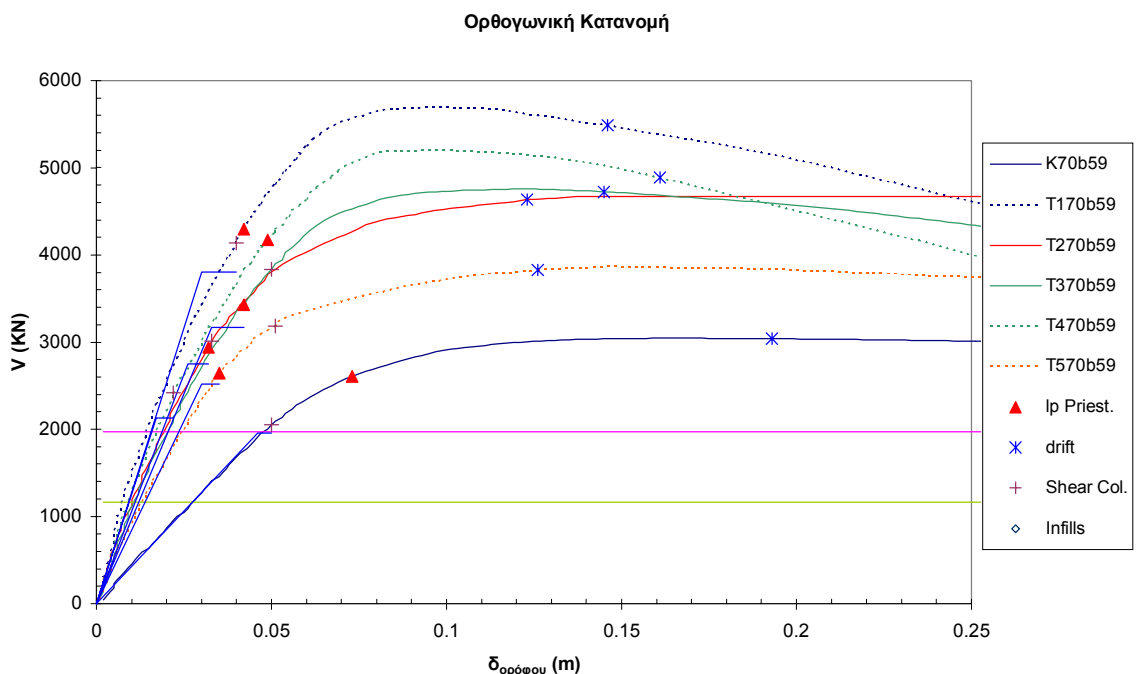
Σχήμα 37. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K70B59, για περιοχή σεισμικότητας I.



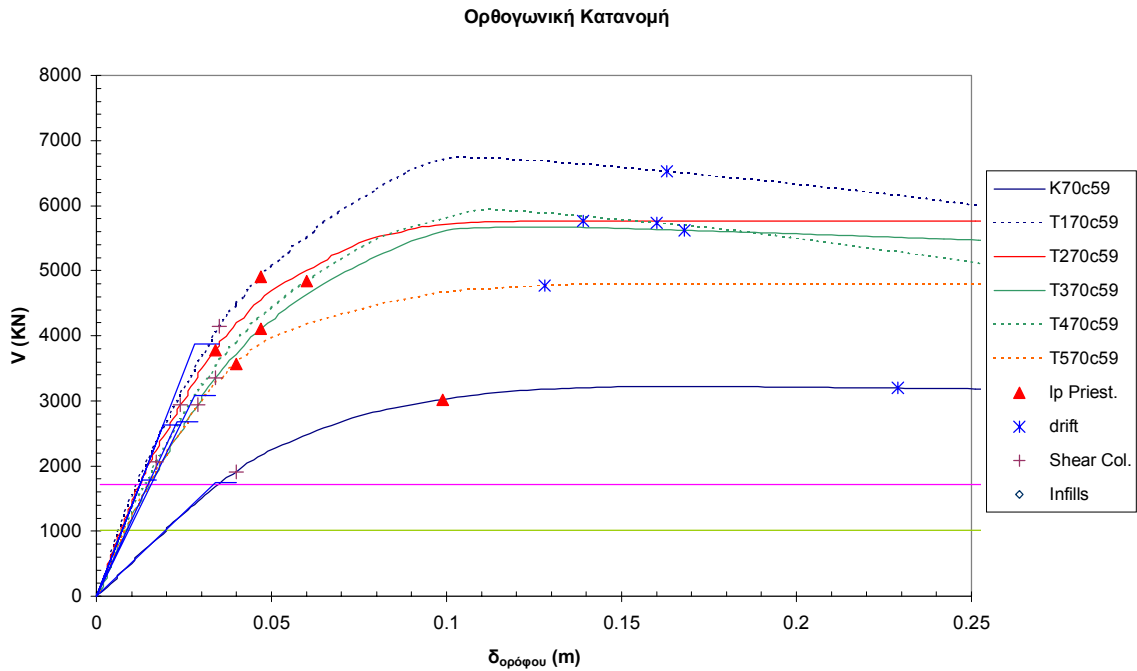
Σχήμα 38. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K70C59, για περιοχή σεισμικότητας I.



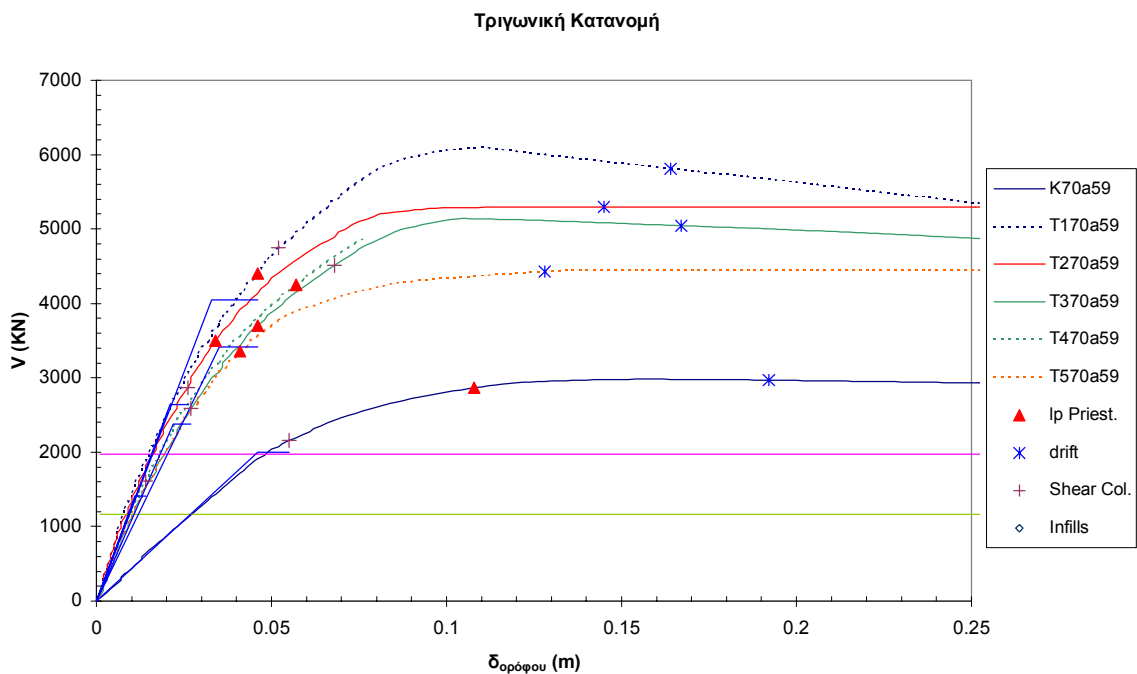
Σχήμα 39. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K70A59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



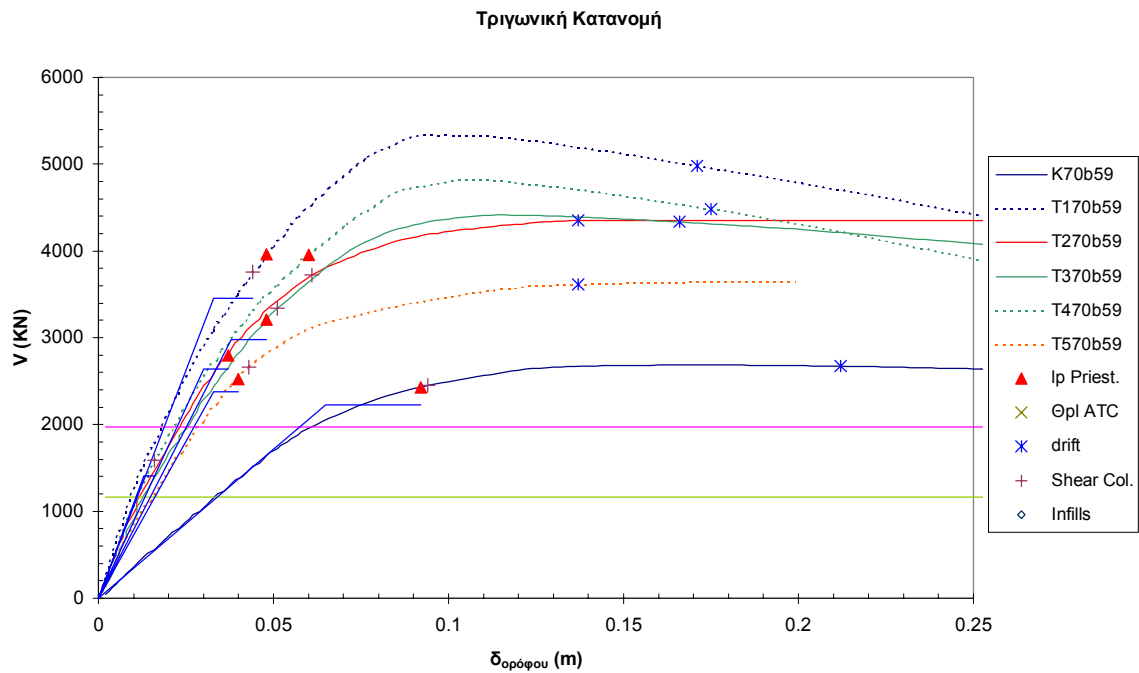
Σχήμα 40. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K70B59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



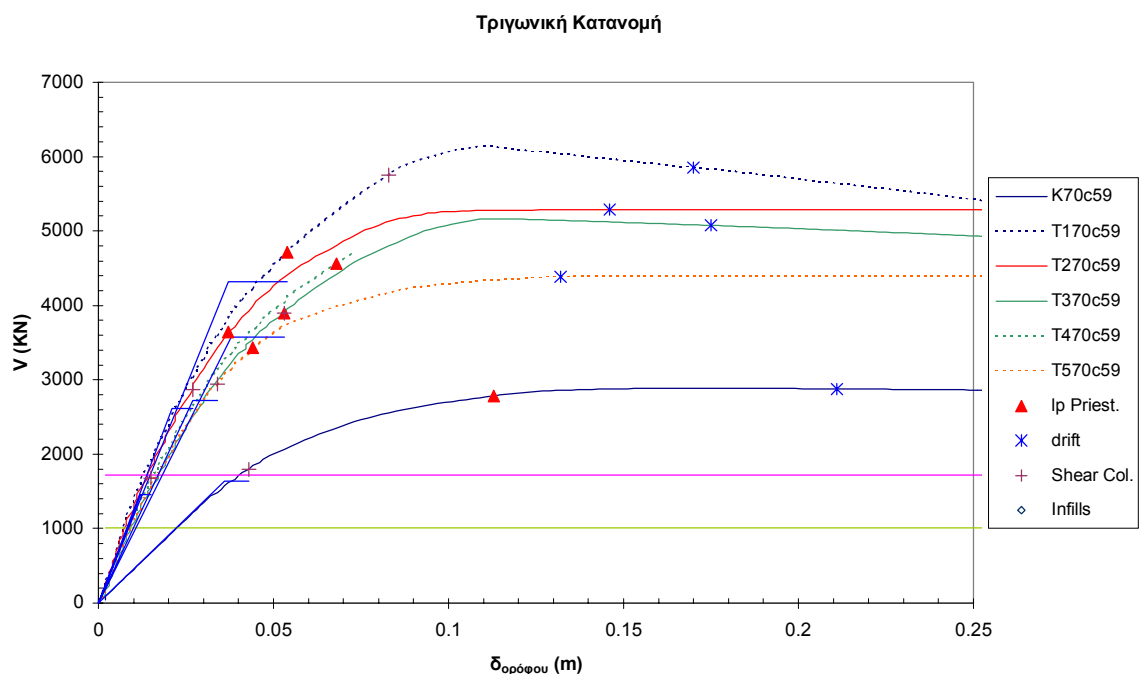
Σχήμα 41. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K70C59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



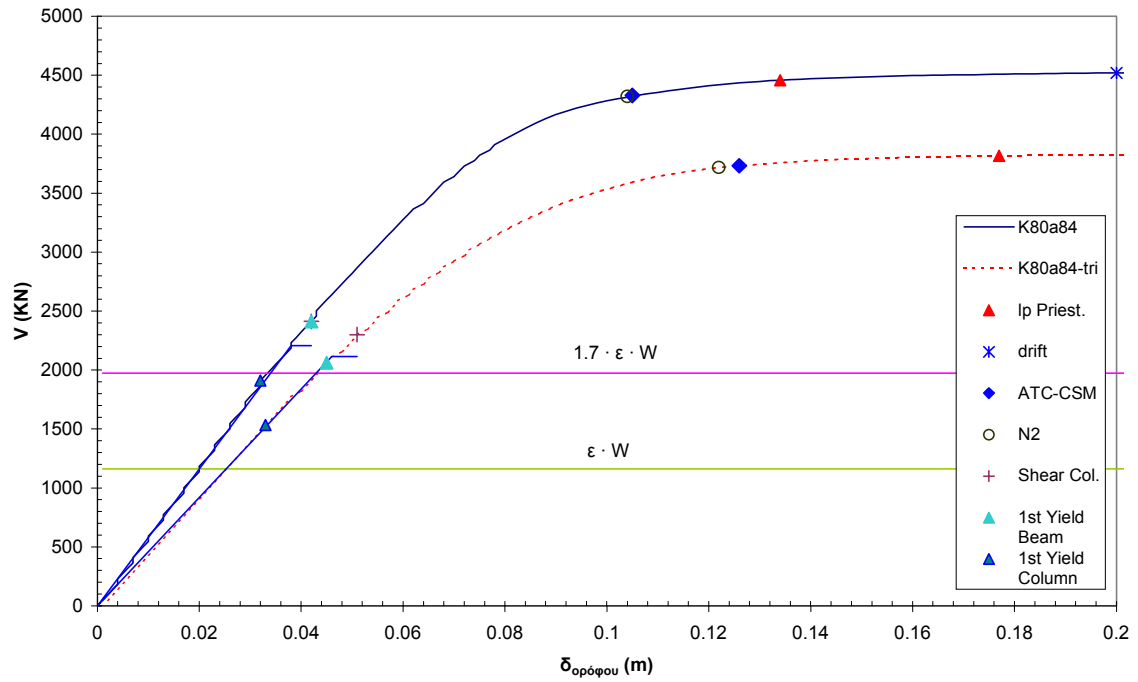
Σχήμα 42. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K70A59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



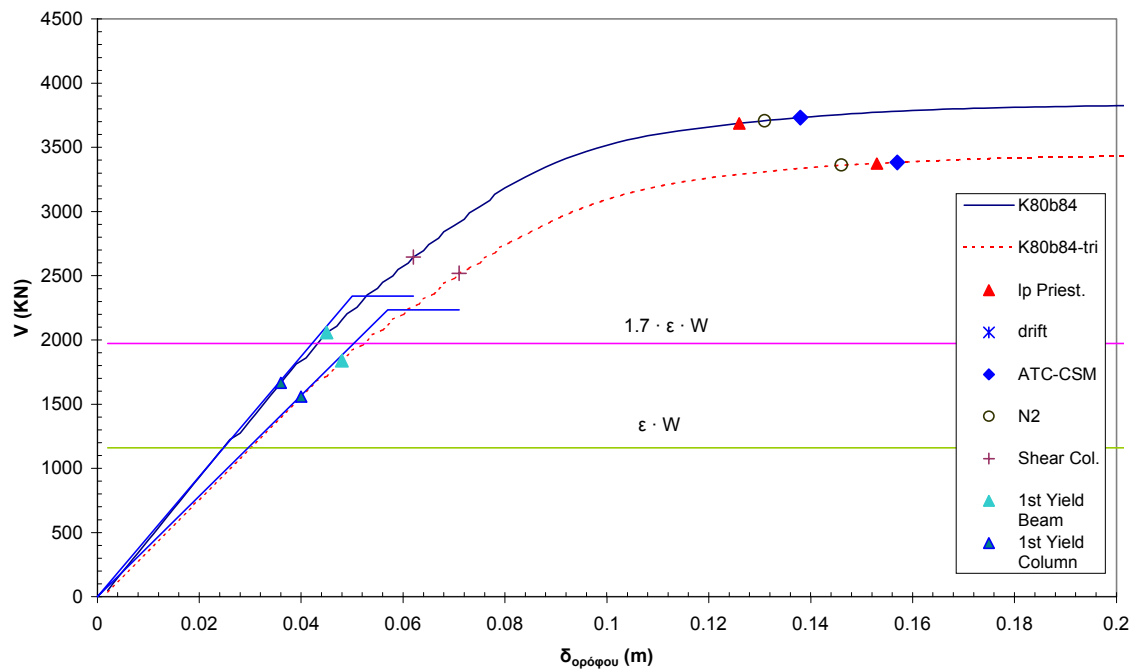
Σχήμα 43. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K70B59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



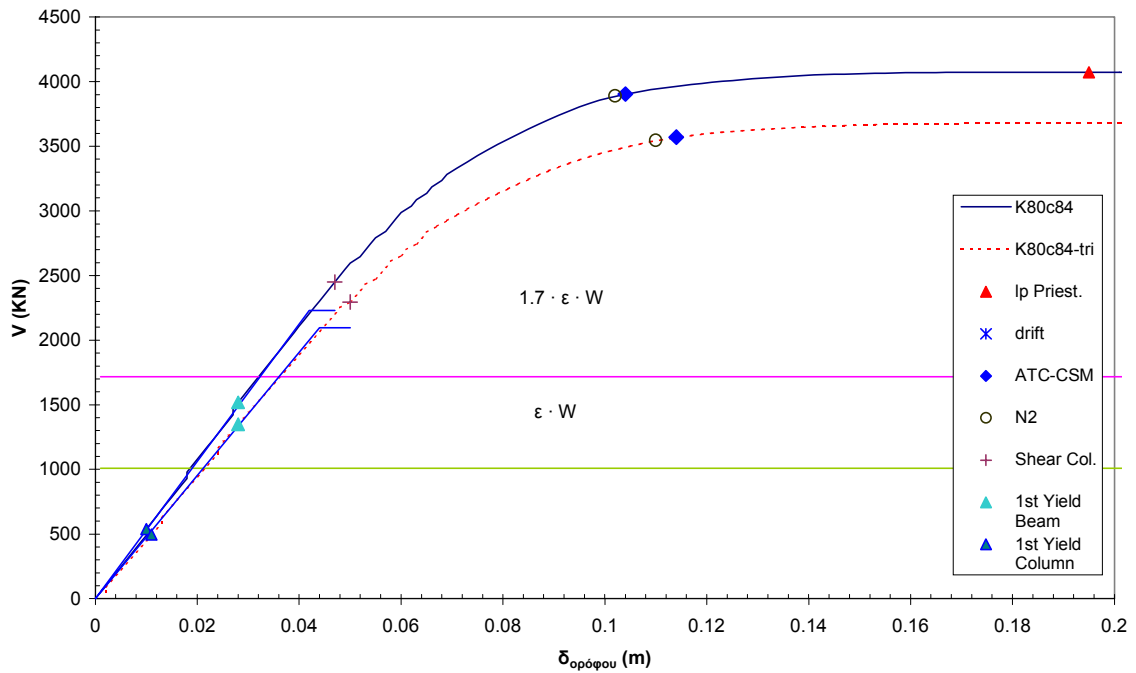
Σχήμα 44. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K70C59, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



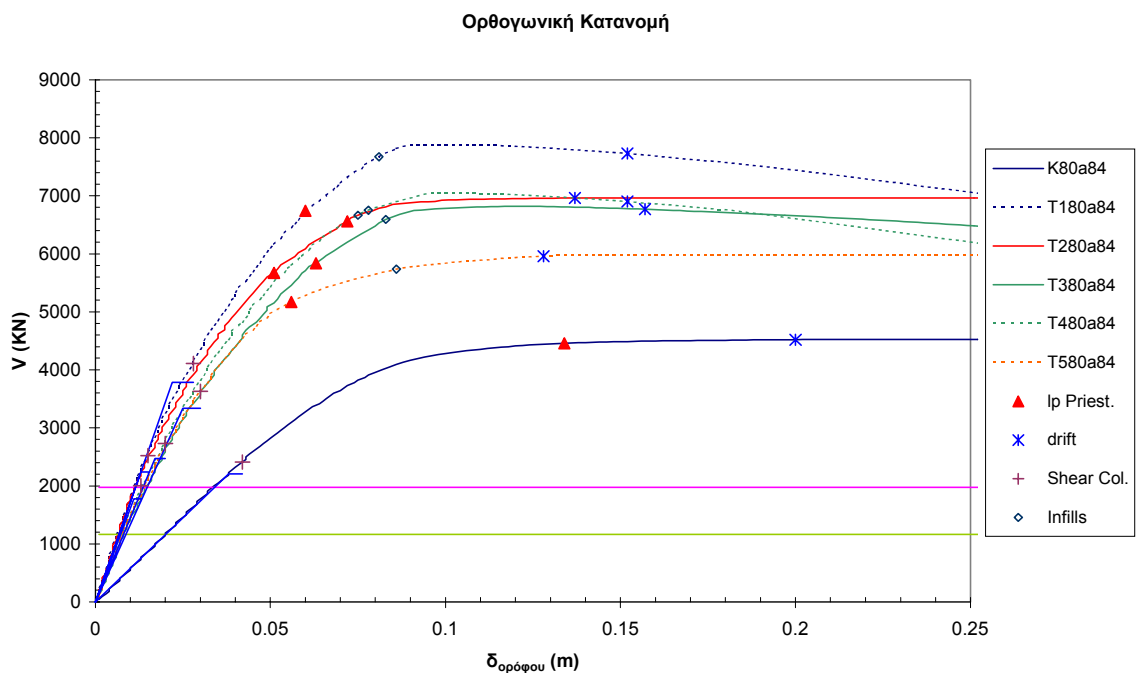
Σχήμα 45. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K80A84, για περιοχή σεισμικότητας I.



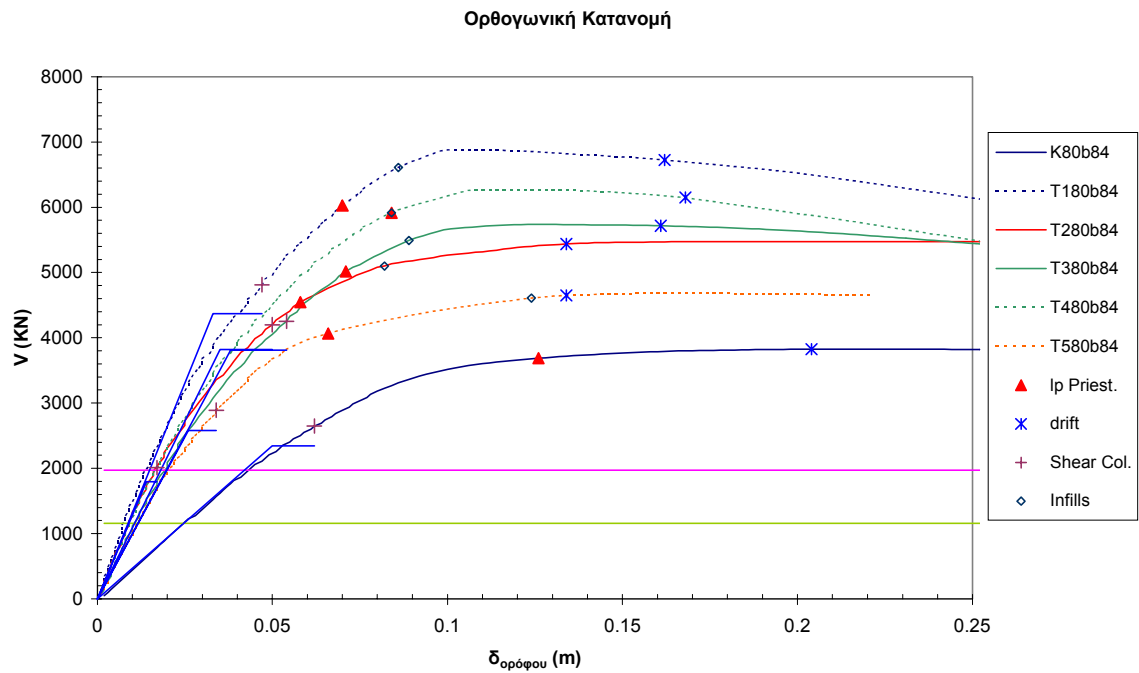
Σχήμα 46. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K80B84, για περιοχή σεισμικότητας I.



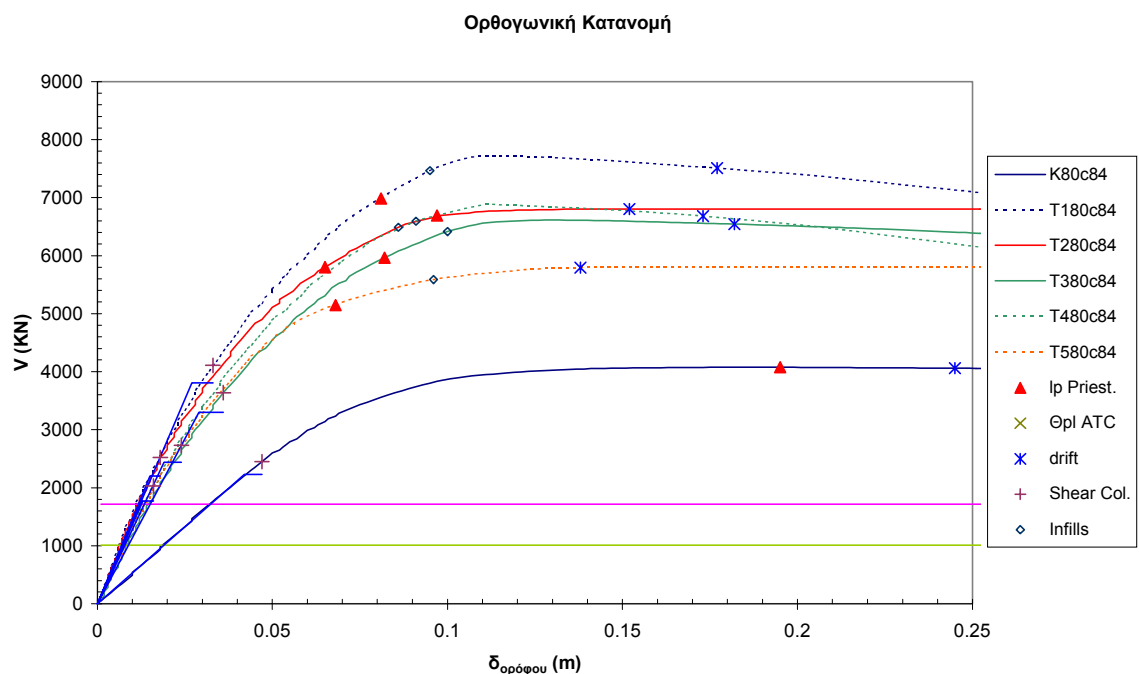
Σχήμα 47. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K80C84, για περιοχή σεισμικότητας I.



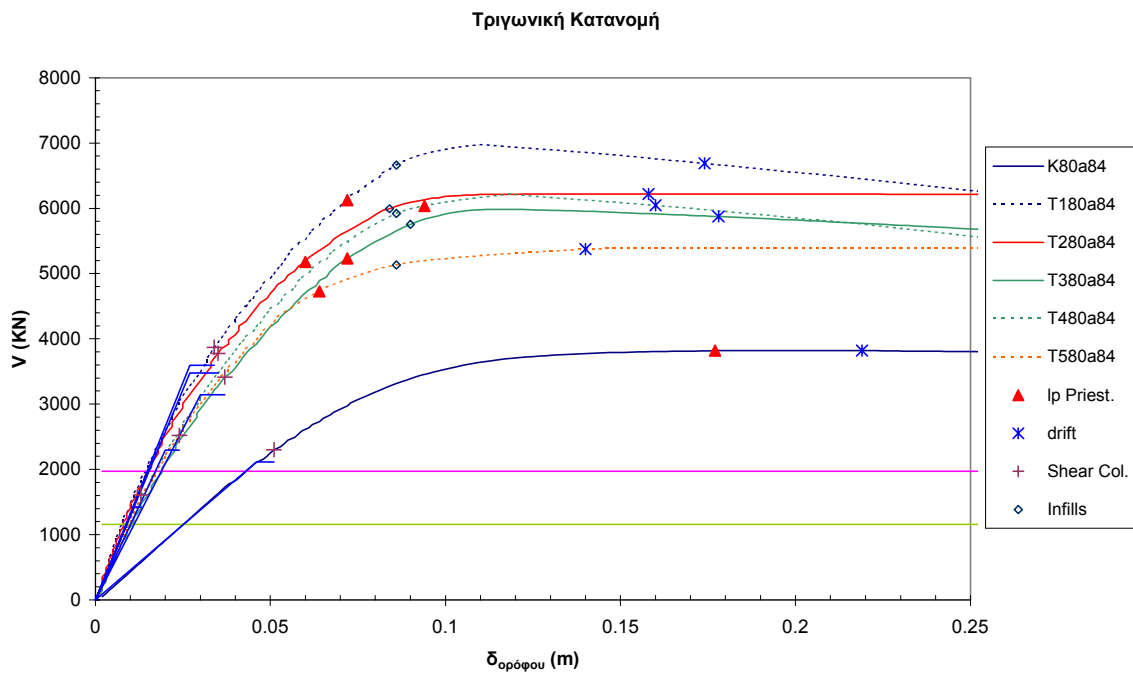
Σχήμα 48. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K80A84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



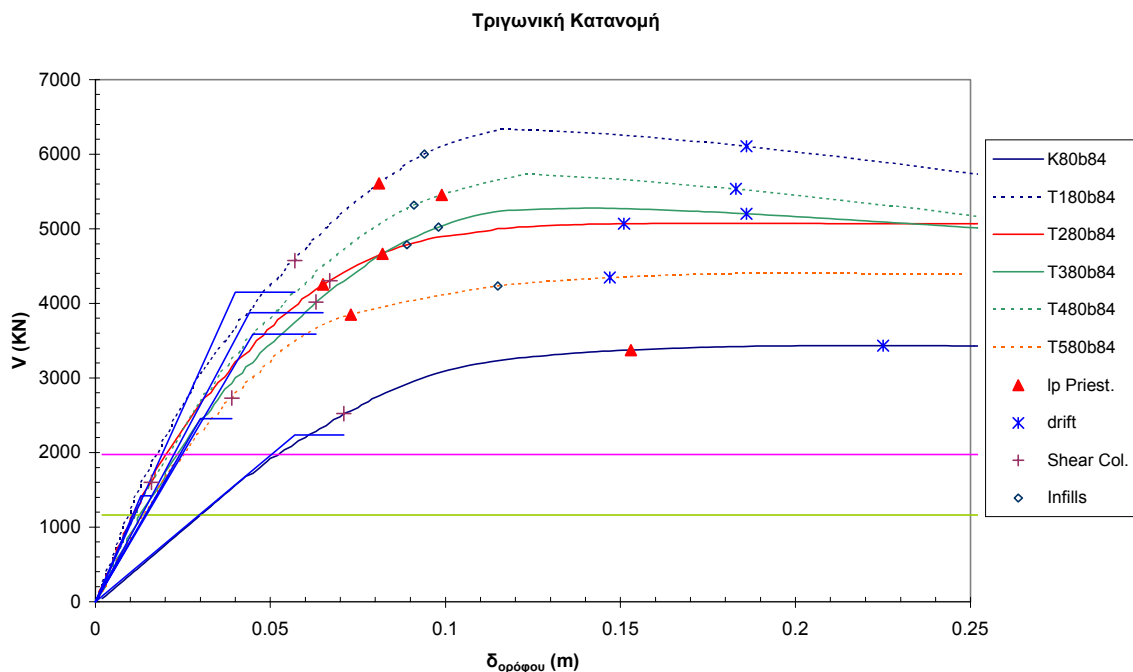
Σχήμα 49. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K80B84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



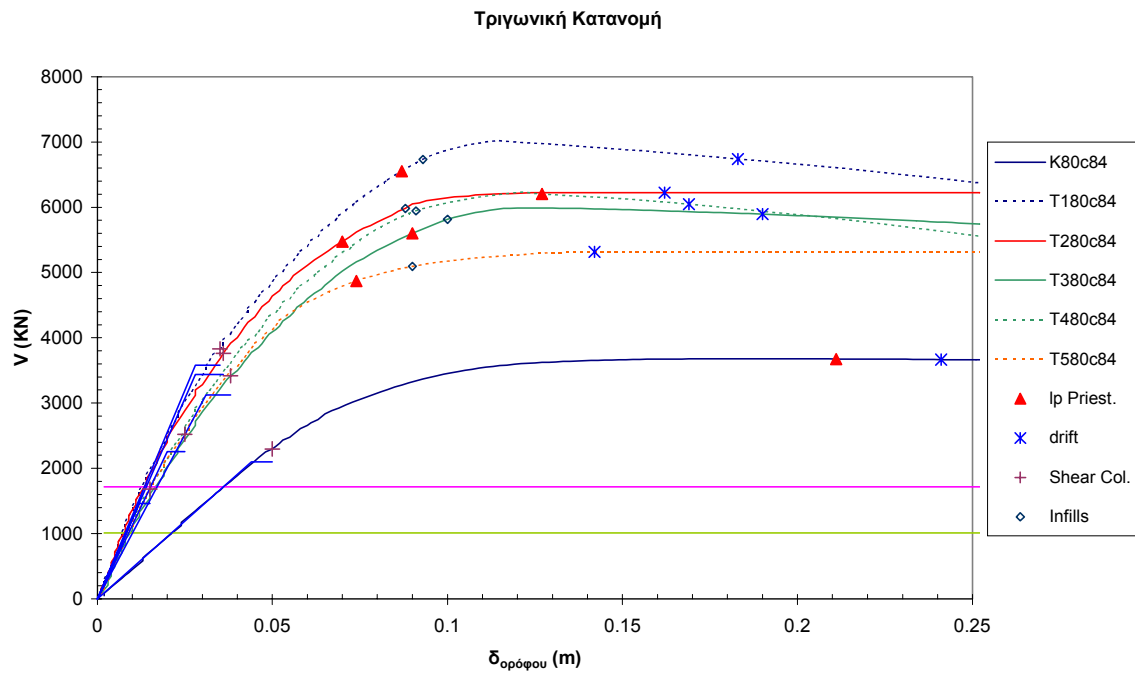
Σχήμα 50. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή του κτιρίου K80C84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



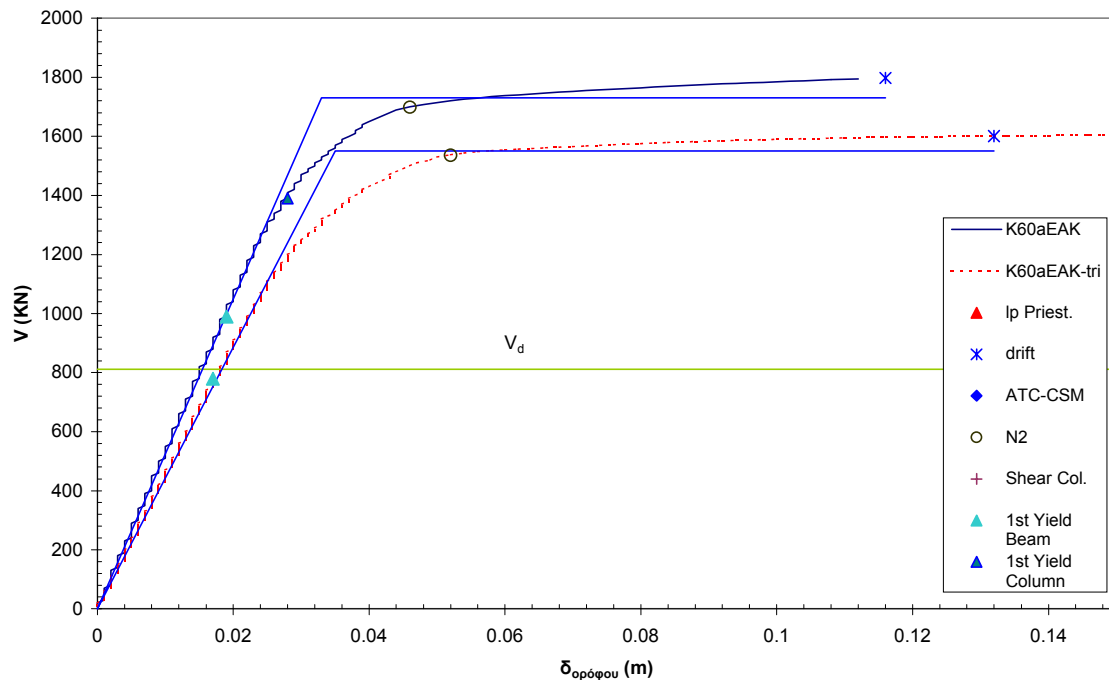
Σχήμα 51. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K80A84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



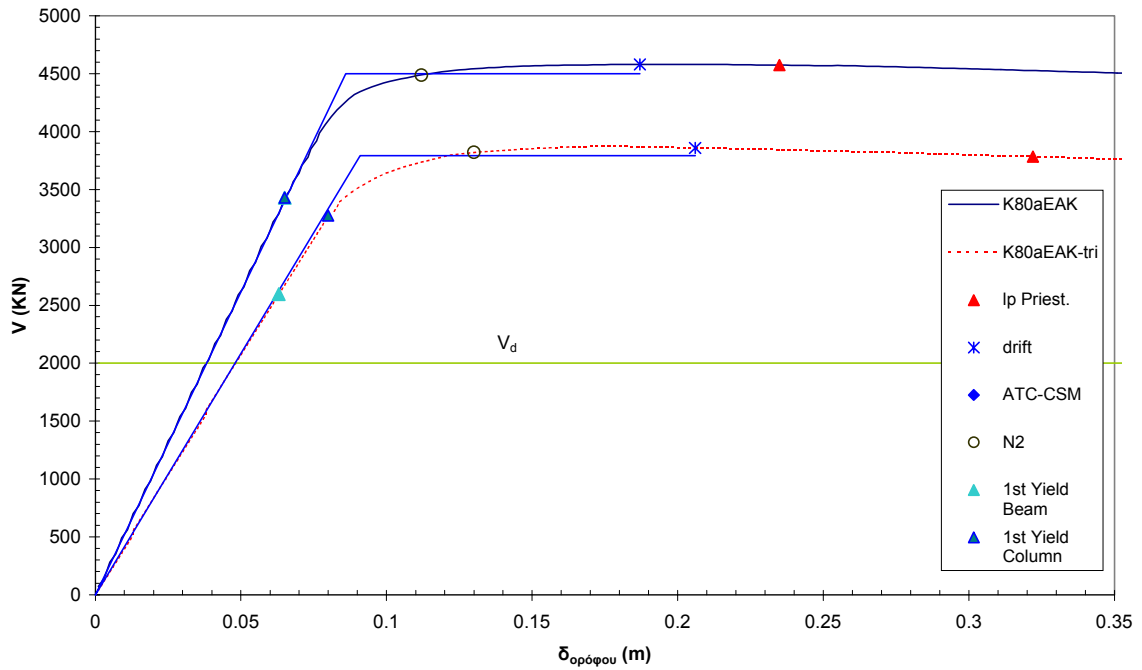
Σχήμα 52. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K80B84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



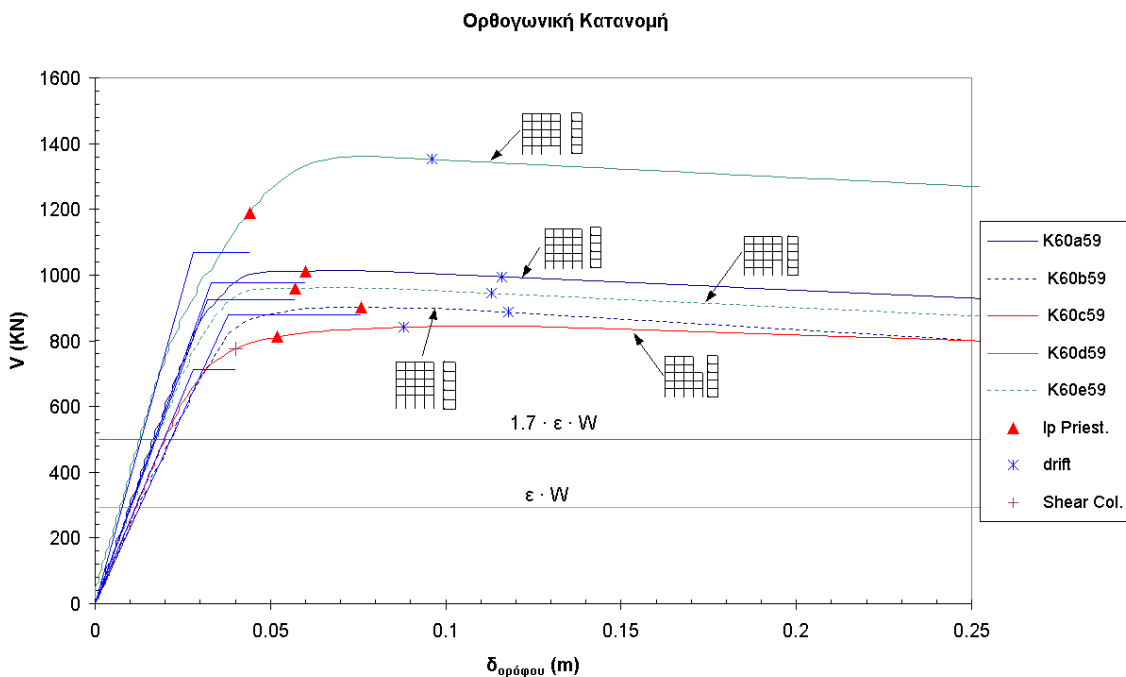
Σχήμα 53. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή του κτιρίου K80C84, γυμνό πλαίσιο και οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως, για περιοχή σεισμικότητας I.



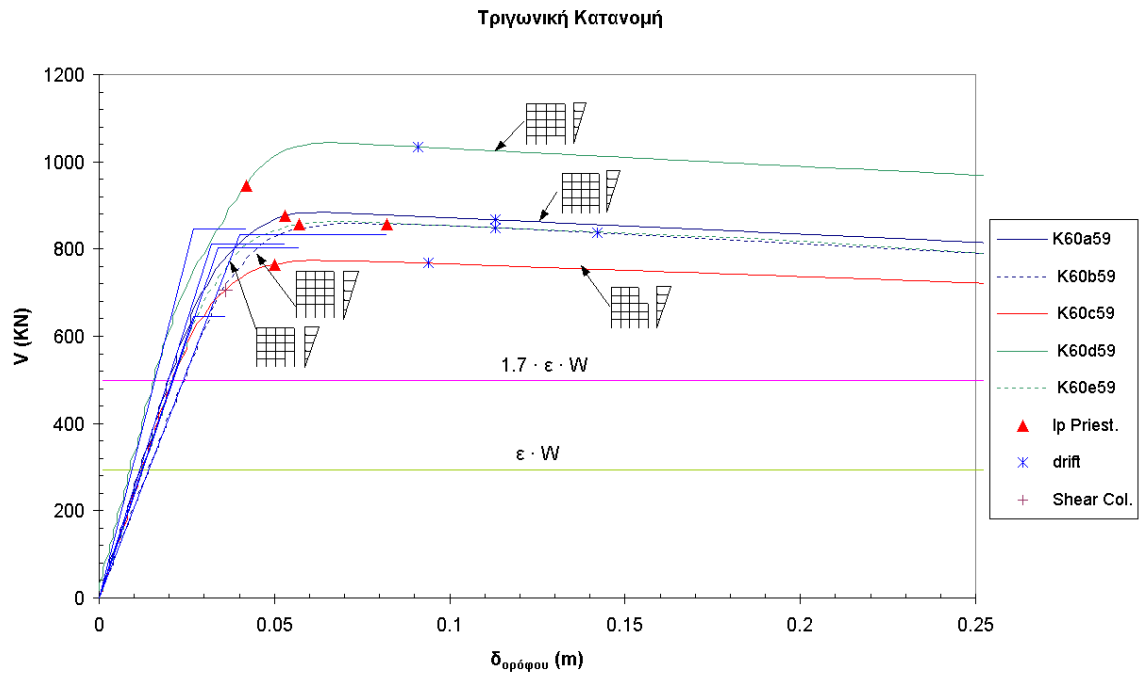
Σχήμα 54. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K60AEAK, για ζώνη II ($\alpha = 0.16g$).



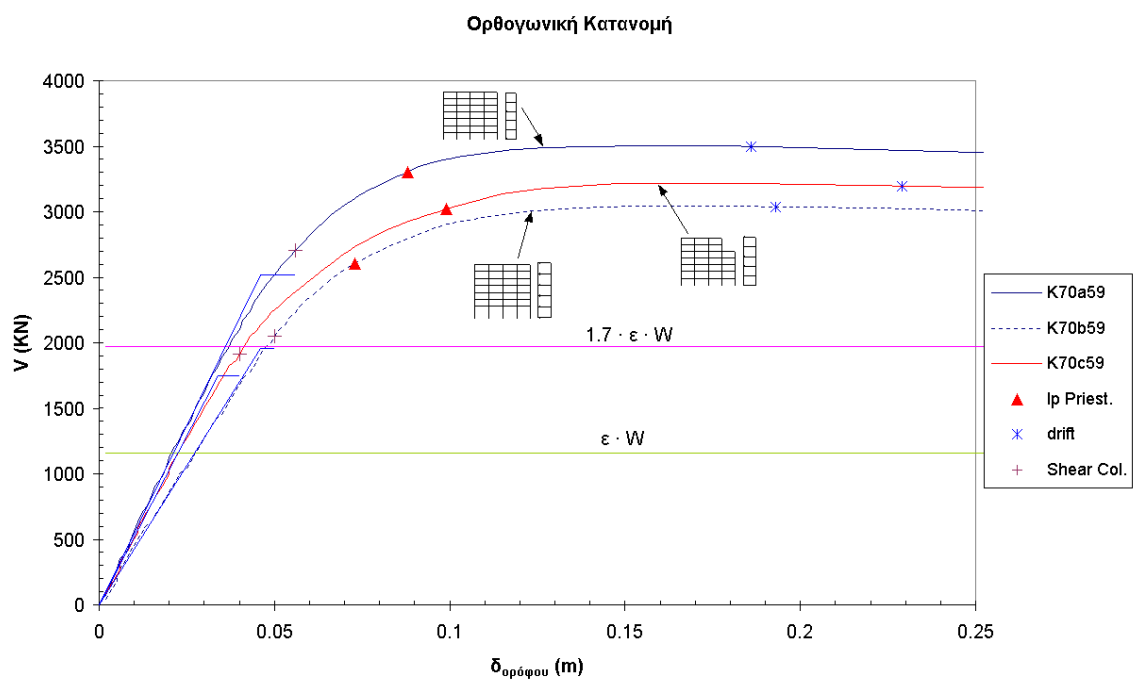
Σχήμα 55. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης του κτιρίου K80AEAK, για ζώνη II ($\alpha = 0.16g$).



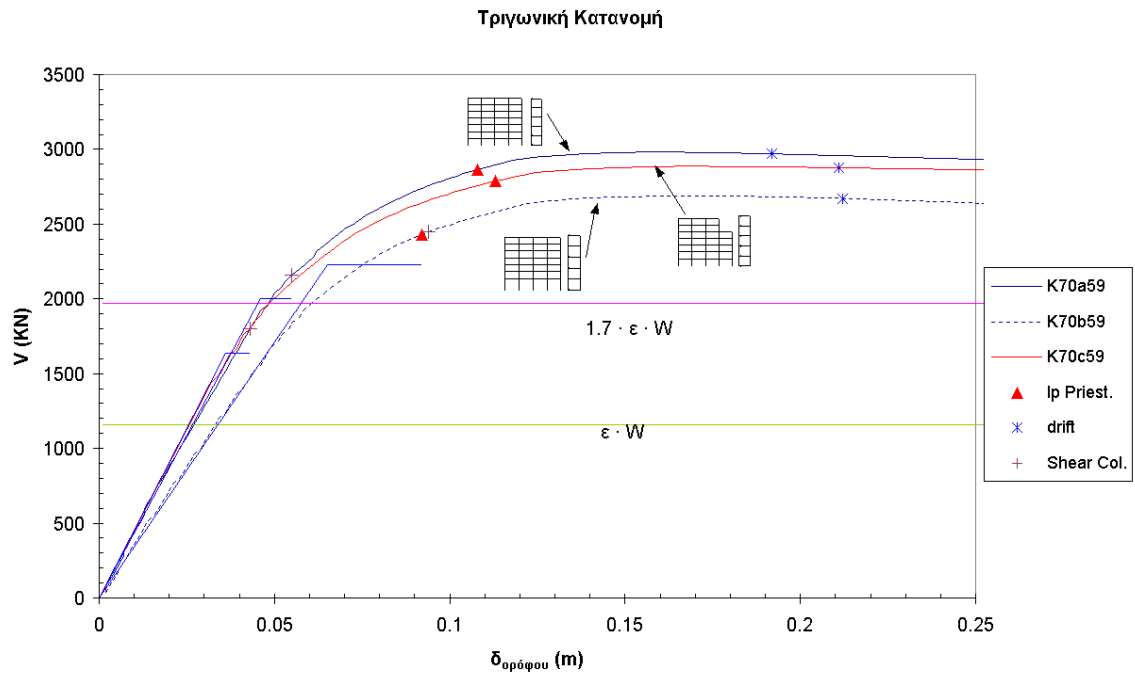
Σχήμα 56. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60B59, K60C59, K60D59 και K60E59 για περιοχή σεισμικότητας I.



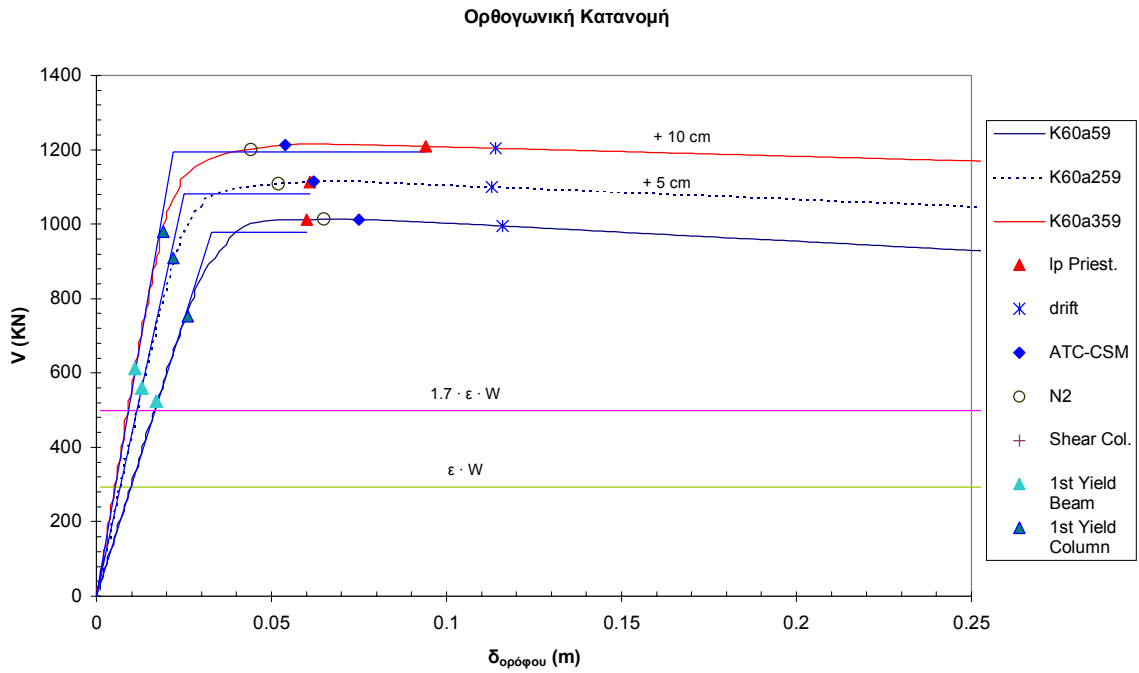
Σχήμα 57. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60B59 K60C59, K60D59 και K60E59 για περιοχή σεισμικότητας I.



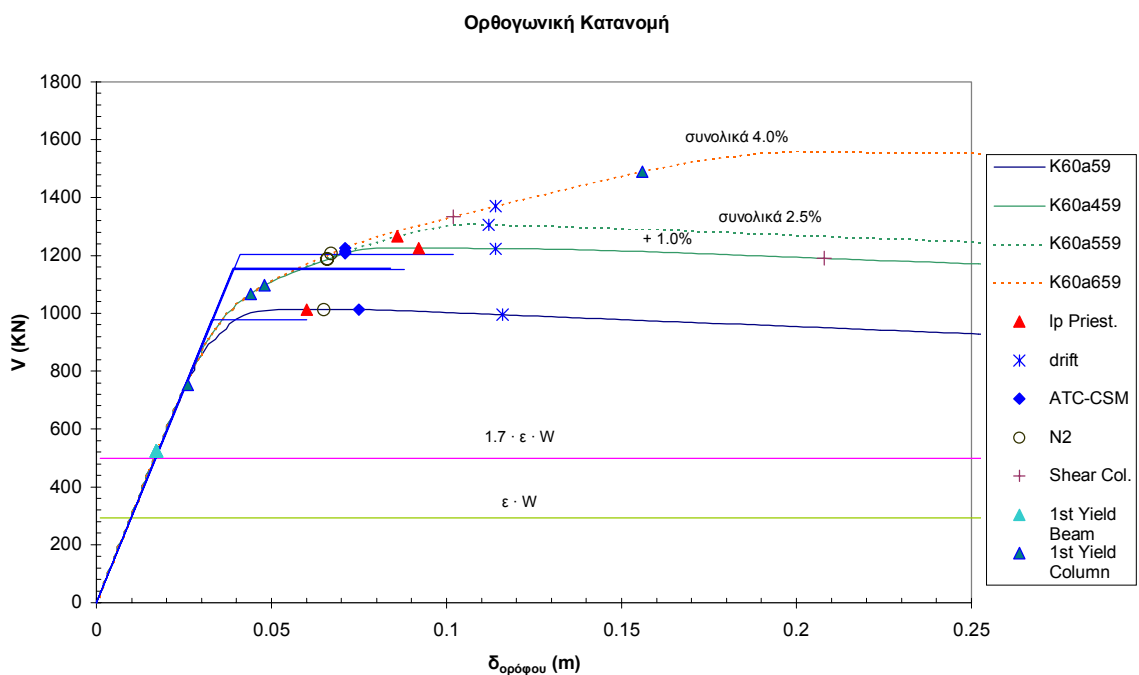
Σχήμα 58. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K70A59, K70B59 και K70C59 για περιοχή σεισμικότητας I.



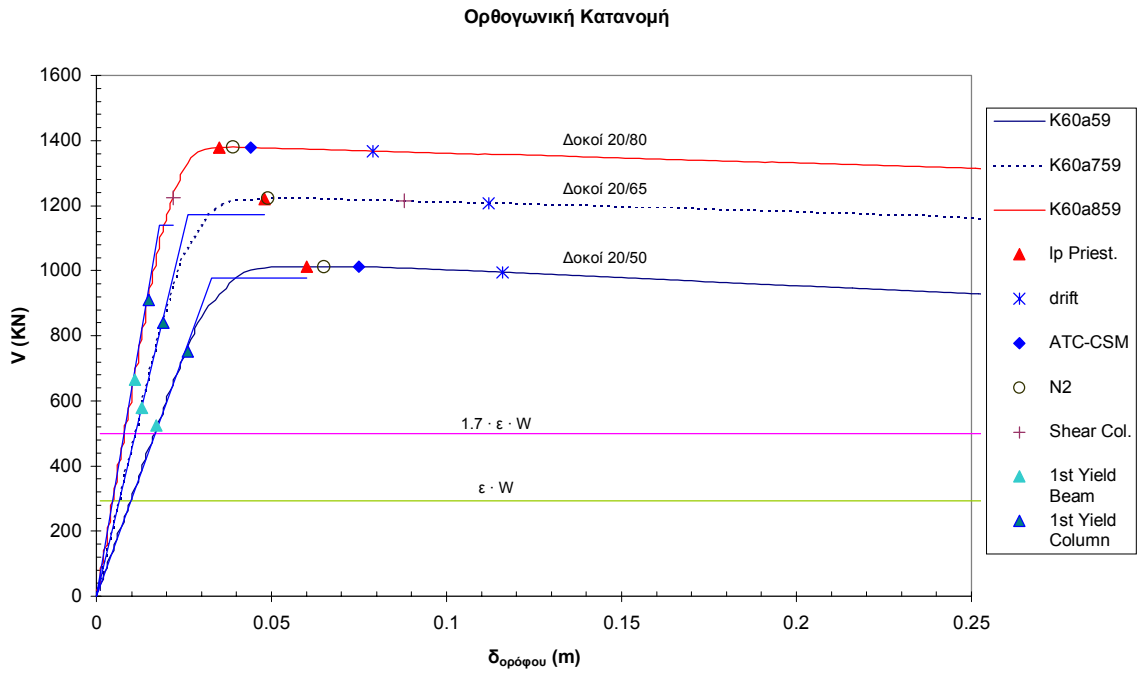
Σχήμα 59. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K70A59, K70B59 και K70C59 για περιοχή σεισμικότητας Ι.



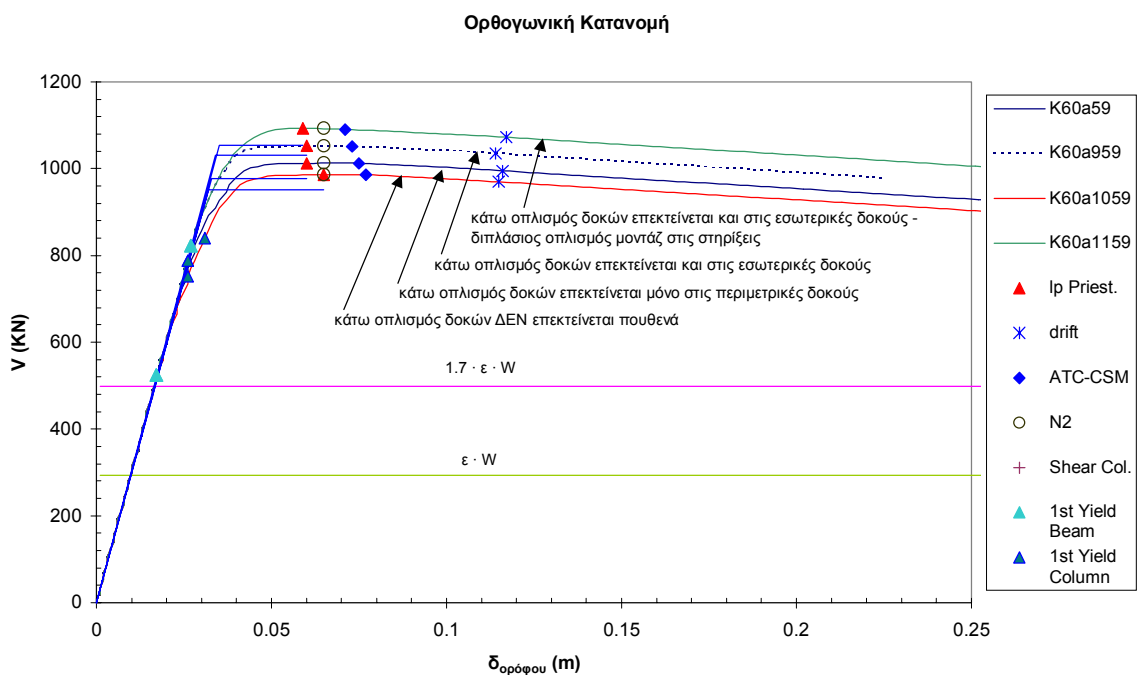
Σχήμα 60. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A259 και K60A359, για περιοχή σεισμικότητας I.



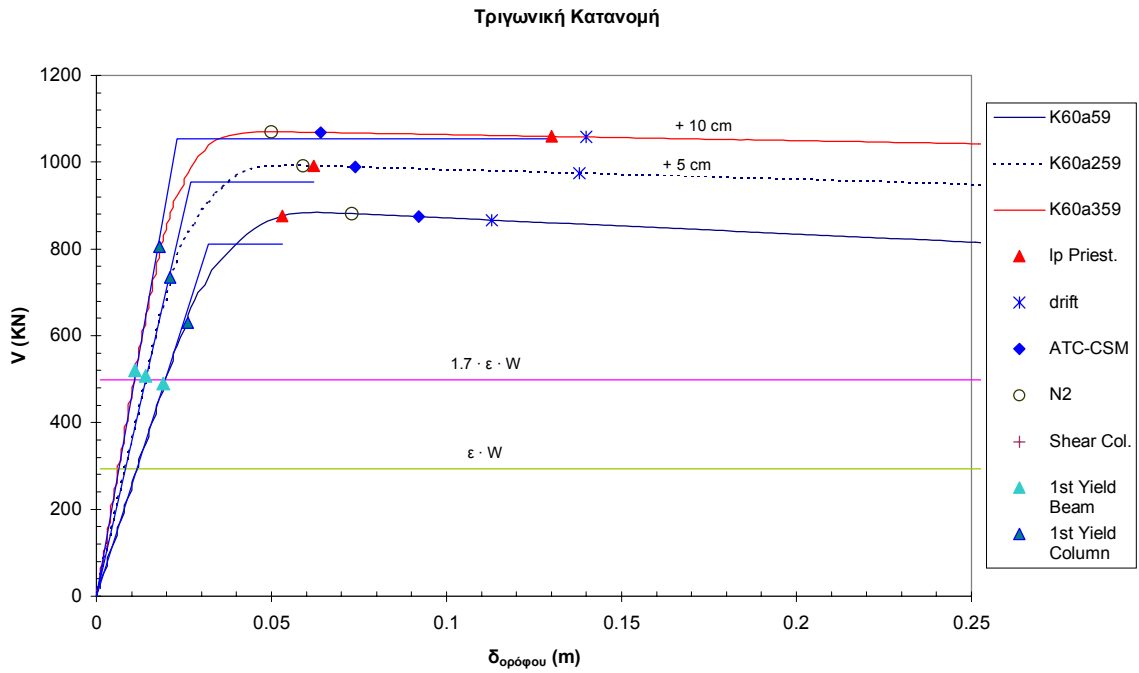
Σχήμα 61. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A459, K60A559 και K60A659, για περιοχή σεισμικότητας I.



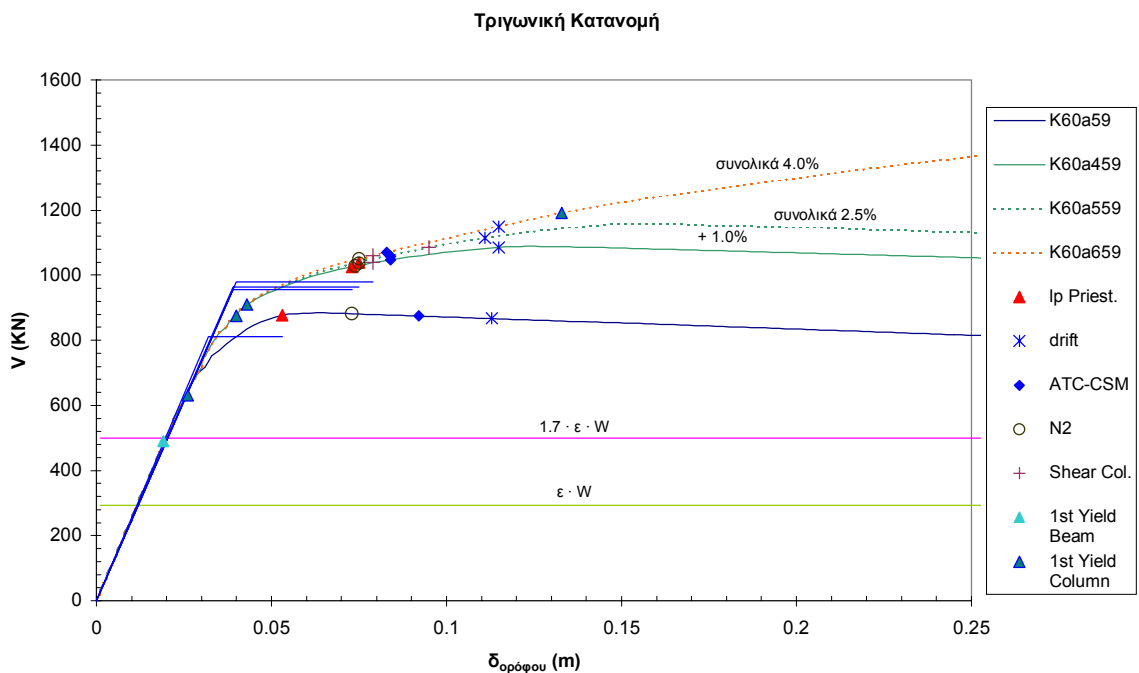
Σχήμα 62. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A759 και K60A859, για περιοχή σεισμικότητας I.



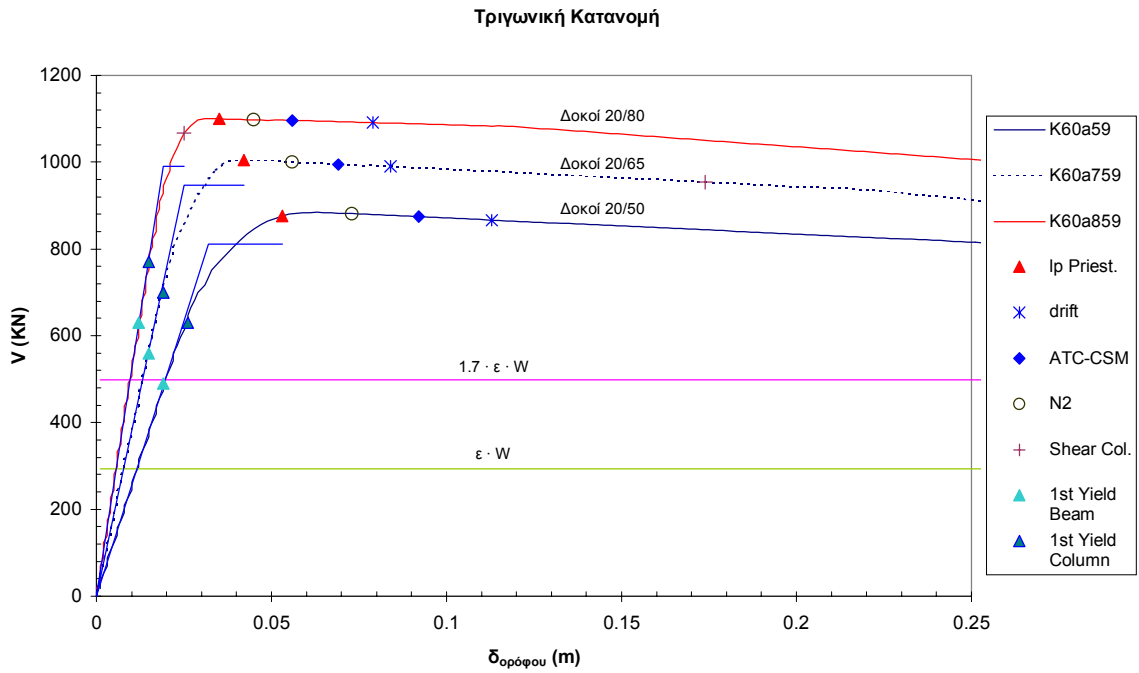
Σχήμα 63. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για ορθογωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A959, K60A1059 και K60A1159, για περιοχή σεισμικότητας I.



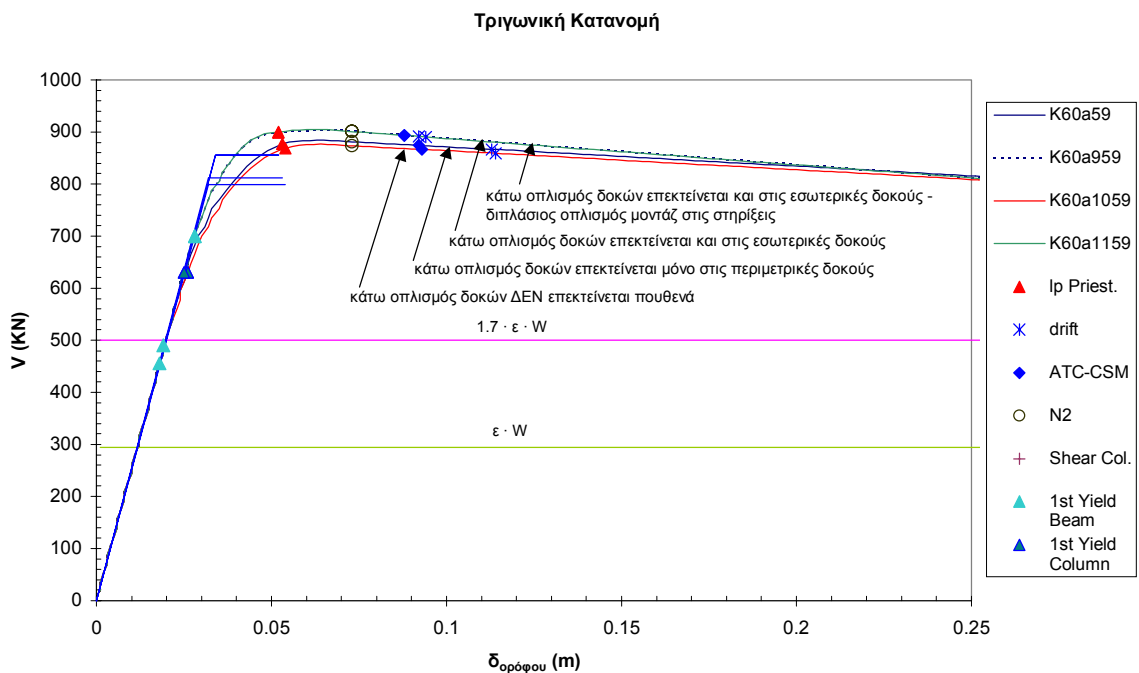
Σχήμα 64. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A259 και K60A359, για περιοχή σεισμικότητας I.



Σχήμα 65. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A459, K60A559 και K60A659, για περιοχή σεισμικότητας I.



Σχήμα 66. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A759 και K60A859, για περιοχή σεισμικότητας I.



Σχήμα 67. Αποτελέσματα στατικής ανελαστικής ανάλυσης για τριγωνική κατανομή των κτιρίων K60A59, K60A959, K60A1059 και K60A1159, για περιοχή σεισμικότητας I.

Στους Πίνακες που ακολουθούν συνοψίζονται τα αποτελέσματα του υπολογισμού του δείκτη συμπεριφοράς για όλα τα κτίρια που εξετάστηκαν στο πλαίσιο του προγράμματος. Στους ίδιους Πίνακες φαίνονται και οι τιμές που προέκυψαν για τις μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας του κάθε κτιρίου, καθώς και οι αντίστοιχες τιμές σκοπούμενης μετακινήσεως, όπως αυτές υπολογίσθηκαν βάσει της βιβλιογραφίας.

Στα σχήματα 68 – 79 παρουσιάζεται η σύγκριση μεταξύ χαρακτηριστικών της συμπεριφοράς των διαφόρων κτιρίων. Αυτά τα χαρακτηριστικά σχολιάζονται στην επόμενη παράγραφο.

Πίνακας 5. Αποτελέσματα αναλύσεων των κτιρίων της δεκαετίας του '60

| ΚΤΙΡΙΑ | T (sec) | Τέμνουσα Βάσης (KN) | | Υπεραντοχή Ω | | Πλαστιμότητα μ | | Υπεραντοχή Ω' (για μ' & q) | | Πλαστιμότητα μ' | | Δείκτης Συμπεριφ. q | |
|---------|------------|------------------------|--------|--------------|-------|----------------|-------|-------------------------------|-------|-----------------|-------|------------------------|-------|
| | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. |
| K60a59 | 0.84 | 1012.4 | 876.6 | 1.53 | 1.32 | 1.85 | 1.63 | 1.53 | 1.32 | 2.39 | 1.87 | 2.25 | 1.80 |
| T160a59 | 0.44 | 2485.7 | 2207.9 | 3.74 | 3.32 | 1.83 | 1.69 | 2.03 | 1.98 | 2.95 | 2.61 | 2.21 | 2.05 |
| T260a59 | 0.51 | 1349.2 | 1315.2 | 2.03 | 1.98 | 1.72 | 1.67 | 2.03 | 1.98 | 2.72 | 2.57 | 2.12 | 2.04 |
| T360a59 | 0.51 | 1801.8 | 1658.3 | 2.71 | 2.50 | 1.70 | 1.62 | 2.03 | 1.98 | 2.68 | 2.47 | 2.10 | 1.99 |
| T460a59 | 0.59 | 1260.1 | 980.5 | 1.89 | 1.47 | 1.62 | 1.62 | 1.89 | 1.47 | 2.39 | 1.99 | 2.02 | 1.77 |
| T560a59 | 0.65 | 1048.8 | 988.3 | 1.58 | 1.49 | 2.19 | 1.99 | 1.58 | 1.49 | 2.99 | 2.55 | 2.46 | 2.19 |
| K60b59 | 0.97 | 901.8 | 858.7 | 1.36 | 1.29 | 2.00 | 2.03 | 1.36 | 1.29 | 2.41 | 2.37 | 2.38 | 2.34 |
| T160b59 | 0.51 | 2131.1 | 2103.6 | 3.21 | 3.17 | 2.00 | 2.01 | 1.53 | 1.53 | 2.63 | 2.64 | 2.07 | 2.08 |
| T260b59 | 0.71 | 1018.5 | 1017.1 | 1.53 | 1.53 | 2.07 | 2.05 | 1.53 | 1.53 | 2.73 | 2.70 | 2.37 | 2.35 |
| T360b59 | 0.61 | 1546.2 | 1517.8 | 2.33 | 2.29 | 1.94 | 1.93 | 1.53 | 1.53 | 2.53 | 2.52 | 2.13 | 2.12 |
| T460b59 | 0.64 | 1258.9 | 1032.3 | 1.89 | 1.56 | 1.51 | 1.59 | 1.53 | 1.53 | 1.88 | 2.00 | 1.72 | 1.81 |
| T560b59 | 0.83 | 919.9 | 891.2 | 1.38 | 1.34 | 2.31 | 2.29 | 1.38 | 1.34 | 2.87 | 2.77 | 2.63 | 2.55 |
| K60c59 | 0.72 | 776.5 | 705 | 1.41 | 1.29 | 1.41 | 1.33 | 1.41 | 1.29 | 1.64 | 1.46 | 1.57 | 1.42 |
| T160c59 | 0.39 | 1869.7 | 1845.2 | 3.41 | 3.36 | 1.42 | 1.45 | 1.89 | 1.91 | 2.00 | 2.08 | 1.73 | 1.78 |
| T260c59 | 0.45 | 1034.7 | 1049.5 | 1.89 | 1.91 | 1.27 | 1.29 | 1.89 | 1.91 | 1.72 | 1.77 | 1.56 | 1.59 |
| T360c59 | 0.46 | 1582.7 | 1519.6 | 2.88 | 2.77 | 1.59 | 1.55 | 1.89 | 1.91 | 2.32 | 2.27 | 1.91 | 1.88 |
| T460c59 | 0.51 | 824.5 | 734.1 | 1.50 | 1.34 | 1.29 | 1.29 | 1.50 | 1.34 | 1.52 | 1.43 | 1.43 | 1.37 |
| T560c59 | 0.57 | 975 | 930 | 1.77 | 1.69 | 1.37 | 1.37 | 1.77 | 1.69 | 1.83 | 1.77 | 1.66 | 1.62 |
| K60d59 | 0.76 | 1189.9 | 945 | 1.79 | 1.42 | 1.55 | 1.56 | 1.79 | 1.42 | 2.16 | 1.86 | 2.00 | 1.76 |
| T160d59 | 0.43 | 2798.7 | 2439.9 | 4.21 | 3.68 | 1.73 | 1.66 | 2.89 | 2.84 | 3.73 | 3.47 | 2.54 | 2.44 |
| T260d59 | 0.47 | 1924.6 | 1889.9 | 2.89 | 2.84 | 1.60 | 1.63 | 2.89 | 2.84 | 3.36 | 3.39 | 2.39 | 2.40 |
| T360d59 | 0.49 | 2255.2 | 1992.4 | 3.40 | 3.00 | 1.67 | 1.62 | 2.89 | 2.84 | 3.56 | 3.36 | 2.47 | 2.39 |
| T460d59 | 0.55 | 1445.6 | 1145.7 | 2.17 | 1.72 | 1.38 | 1.44 | 2.17 | 1.72 | 2.14 | 1.91 | 1.85 | 1.70 |
| T560d59 | 0.57 | 1649.6 | 1511.4 | 2.48 | 2.28 | 1.67 | 1.59 | 2.48 | 2.28 | 3.10 | 2.70 | 2.40 | 2.18 |
| K60e59 | 0.87 | 959.9 | 856.9 | 1.49 | 1.33 | 1.76 | 1.69 | 1.49 | 1.33 | 2.21 | 1.96 | 2.12 | 1.89 |
| T160e59 | 0.45 | 2392.9 | 2135.8 | 3.71 | 3.31 | 1.78 | 1.69 | 1.92 | 1.92 | 2.72 | 2.54 | 2.11 | 2.02 |
| T260e59 | 0.53 | 1241.6 | 1234.9 | 1.92 | 1.92 | 1.69 | 1.70 | 1.92 | 1.92 | 2.55 | 2.56 | 2.06 | 2.06 |
| T360e59 | 0.51 | 1730.2 | 1607.7 | 2.68 | 2.49 | 1.63 | 1.58 | 1.92 | 1.92 | 2.43 | 2.33 | 1.98 | 1.92 |
| T460e59 | 0.59 | 1245 | 969.6 | 1.93 | 1.50 | 1.49 | 1.55 | 1.92 | 1.50 | 2.17 | 1.91 | 1.89 | 1.72 |
| T560e59 | 0.68 | 1009 | 951.3 | 1.56 | 1.47 | 1.93 | 2.08 | 1.56 | 1.47 | 2.56 | 2.67 | 2.22 | 2.29 |

Πίνακας 6. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '60

| ΚΤΙΡΙΑ | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Yield | Failure |
|---------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | δy | δu | δATC | $\delta N2$ | δy | δu | δATC | $\delta N2$ | $\delta y'$ | $\delta u'$ | $\delta y'$ | $\delta u'$ |
| | Ορθογ. | | | | Τριγ. | | | | Ορθογ. | | Τριγ. | |
| K60a59 | 0.033 | 0.06 | 0.075 | 0.065 | 0.032 | 0.053 | 0.092 | 0.073 | 0.033 | 0.079 | 0.032 | 0.060 |
| T160a59 | 0.025 | 0.045 | 0.026 | 0.029 | 0.026 | 0.044 | 0.092 | 0.034 | 0.025 | 0.074 | 0.026 | 0.068 |
| T260a59 | 0.015 | 0.025 | 0.047 | 0.035 | 0.017 | 0.028 | 0.05 | 0.039 | 0.015 | 0.041 | 0.017 | 0.044 |
| T360a59 | 0.023 | 0.039 | 0.039 | 0.037 | 0.025 | 0.041 | 0.045 | 0.042 | 0.023 | 0.062 | 0.025 | 0.062 |
| T460a59 | 0.018 | 0.03 | 0.041 | 0.035 | 0.017 | 0.028 | 0.056 | 0.04 | 0.018 | 0.043 | 0.017 | 0.034 |
| T560a59 | 0.018 | 0.039 | 0.071 | 0.045 | 0.019 | 0.038 | 0.081 | 0.049 | 0.018 | 0.054 | 0.019 | 0.049 |
| K60b59 | 0.038 | 0.076 | 0.105 | 0.083 | 0.04 | 0.082 | 0.115 | 0.09 | 0.038 | 0.092 | 0.040 | 0.095 |
| T160b59 | 0.029 | 0.057 | 0.041 | 0.038 | 0.032 | 0.064 | 0.044 | 0.042 | 0.029 | 0.076 | 0.032 | 0.085 |
| T260b59 | 0.02 | 0.041 | 0.091 | 0.052 | 0.021 | 0.043 | 0.091 | 0.054 | 0.020 | 0.055 | 0.021 | 0.057 |
| T360b59 | 0.028 | 0.054 | 0.091 | 0.049 | 0.03 | 0.059 | 0.091 | 0.053 | 0.028 | 0.071 | 0.030 | 0.076 |
| T460b59 | 0.023 | 0.034 | 0.05 | 0.044 | 0.02 | 0.033 | 0.063 | 0.047 | 0.023 | 0.043 | 0.020 | 0.040 |
| T560b59 | 0.024 | 0.056 | 0.105 | 0.062 | 0.025 | 0.058 | 0.113 | 0.065 | 0.024 | 0.069 | 0.025 | 0.069 |
| K60c59 | 0.028 | 0.04 | 0.077 | 0.064 | 0.027 | 0.036 | 0.083 | 0.067 | 0.028 | 0.046 | 0.027 | 0.039 |
| T160c59 | 0.024 | 0.034 | 0.077 | 0.025 | 0.025 | 0.036 | 0.083 | 0.027 | 0.024 | 0.048 | 0.025 | 0.052 |
| T260c59 | 0.014 | 0.017 | | 0.036 | 0.014 | 0.018 | | 0.037 | 0.014 | 0.024 | 0.014 | 0.025 |
| T360c59 | 0.027 | 0.042 | | 0.036 | 0.027 | 0.042 | | 0.038 | 0.027 | 0.063 | 0.027 | 0.061 |
| T460c59 | 0.013 | 0.017 | | 0.034 | 0.013 | 0.016 | 0.05 | 0.037 | 0.013 | 0.020 | 0.013 | 0.019 |
| T560c59 | 0.018 | 0.025 | 0.058 | 0.044 | 0.018 | 0.025 | 0.062 | 0.046 | 0.018 | 0.033 | 0.018 | 0.032 |
| K60d59 | 0.028 | 0.044 | 0.061 | 0.057 | 0.027 | 0.042 | 0.062 | 0.063 | 0.028 | 0.060 | 0.027 | 0.050 |
| T160d59 | 0.026 | 0.045 | 0.061 | 0.025 | 0.027 | 0.045 | 0.03 | 0.029 | 0.026 | 0.097 | 0.027 | 0.094 |
| T260d59 | 0.019 | 0.03 | 0.032 | 0.03 | 0.022 | 0.036 | 0.039 | 0.035 | 0.019 | 0.064 | 0.022 | 0.075 |
| T360d59 | 0.025 | 0.041 | 0.032 | 0.03 | 0.026 | 0.043 | 0.036 | 0.035 | 0.025 | 0.089 | 0.026 | 0.087 |
| T460d59 | 0.019 | 0.026 | | 0.033 | 0.018 | 0.026 | 0.047 | 0.039 | 0.019 | 0.041 | 0.018 | 0.034 |
| T560d59 | 0.023 | 0.038 | 0.044 | 0.041 | 0.024 | 0.039 | 0.047 | 0.043 | 0.023 | 0.071 | 0.024 | 0.065 |
| K60e59 | 0.032 | 0.057 | 0.081 | 0.068 | 0.034 | 0.057 | 0.097 | 0.077 | 0.032 | 0.071 | 0.034 | 0.067 |
| T160e59 | 0.025 | 0.044 | 0.081 | 0.027 | 0.026 | 0.044 | 0.034 | 0.032 | 0.025 | 0.068 | 0.026 | 0.066 |
| T260e59 | 0.014 | 0.024 | 0.051 | 0.036 | 0.016 | 0.028 | 0.054 | 0.04 | 0.014 | 0.036 | 0.016 | 0.041 |
| T360e59 | 0.023 | 0.037 | 0.04 | 0.036 | 0.026 | 0.041 | 0.046 | 0.042 | 0.023 | 0.056 | 0.026 | 0.061 |
| T460e59 | 0.018 | 0.027 | 0.041 | 0.036 | 0.017 | 0.026 | 0.057 | 0.041 | 0.018 | 0.039 | 0.017 | 0.032 |
| T560e59 | 0.019 | 0.036 | 0.077 | 0.048 | 0.02 | 0.042 | 0.088 | 0.052 | 0.019 | 0.049 | 0.020 | 0.053 |

Πίνακας 7. Αποτελέσματα αναλύσεων του κτιρίου K60A59 και των παραμετρικών αναλύσεών του

| ΚΤΙΡΙΑ | T (sec) | Τένουσα Βάσης (KN) | | Υπεραντοχή Ω | | Πλαστιμότητα μ | | Υπεραντοχή Ω' (για μ' & q) | | Πλαστιμότητα μ' | | Δείκτης Συμπεριφ. q | |
|-------------------------------|------------|-----------------------|--------|--------------|-------|----------------|-------|-------------------------------|------|-----------------|-------|------------------------|-------|
| | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. |
| K60a59 | 0.84 | 1012.4 | 876.6 | 1.53 | 1.32 | 1.85 | 1.63 | 1.53 | 1.32 | 2.39 | 1.87 | 2.25 | 1.80 |
| K60a259 | 0.71 | 1113.9 | 993.2 | 1.68 | 1.50 | 2.42 | 2.31 | 1.68 | 1.50 | 3.52 | 3.04 | 2.90 | 2.59 |
| K60a359 | 0.62 | 1216.6 | 1070.2 | 1.83 | 1.61 | 4.31 | 5.63 | 1.83 | 1.61 | 7.26 | 8.57 | 4.54 | 5.11 |
| K60a459 | 0.84 | 1225.6 | 1025.9 | 1.84 | 1.54 | 2.26 | 1.90 | 1.84 | 1.54 | 3.51 | 2.48 | 3.17 | 2.33 |
| K60a559 | 0.84 | 1259 | 1040 | 1.89 | 1.56 | 2.15 | 1.93 | 1.89 | 1.56 | 3.39 | 2.56 | 3.07 | 2.39 |
| K60a659 | 0.84 | 1333.3 | 1060 | 2.01 | 1.59 | 2.48 | 2.00 | 2.01 | 1.59 | 4.22 | 2.70 | 3.75 | 2.51 |
| K60a759 | 0.68 | 1221.2 | 1004.7 | 1.84 | 1.51 | 1.84 | 1.67 | 1.84 | 1.51 | 2.74 | 2.10 | 2.34 | 1.90 |
| K60a859 | 0.58 | 1225 | 1067.5 | 1.84 | 1.61 | 1.19 | 1.32 | 1.84 | 1.61 | 1.54 | 1.63 | 1.46 | 1.52 |
| K60a959 | 0.84 | 1052.9 | 899 | 1.59 | 1.35 | 1.77 | 1.54 | 1.59 | 1.35 | 2.33 | 1.78 | 2.20 | 1.72 |
| K60a1059 | 0.84 | 985.9 | 869.2 | 1.48 | 1.31 | 2.04 | 1.70 | 1.48 | 1.31 | 2.62 | 1.95 | 2.44 | 1.87 |
| K60a1159 | 0.84 | 1092.7 | 900.1 | 1.65 | 1.35 | 1.71 | 1.54 | 1.65 | 1.35 | 2.30 | 1.78 | 2.17 | 1.72 |
| | | | | | | | | | | | | | |
| K60f59 | 0.94 | 997.2 | 925.3 | 1.45 | 1.35 | 1.90 | 1.61 | 1.45 | 1.35 | 2.53 | 1.99 | 2.47 | 1.96 |
| T160f59 | 0.55 | 2040.5 | 2179.3 | 2.97 | 3.17 | 1.41 | 1.71 | 1.77 | 1.70 | 2.11 | 2.56 | 1.83 | 2.08 |
| T260f59 | 0.67 | 1217.5 | 1163.8 | 1.77 | 1.70 | 1.48 | 1.72 | 1.77 | 1.70 | 2.24 | 2.57 | 1.99 | 2.22 |
| T360f59 | 0.64 | 1612.8 | 1587.9 | 2.35 | 2.32 | 1.42 | 1.64 | 1.77 | 1.70 | 2.13 | 2.44 | 1.90 | 2.10 |
| T460f59 | 0.66 | 1511.3 | 1042.4 | 2.20 | 1.52 | 1.53 | 1.56 | 1.77 | 1.52 | 2.33 | 2.11 | 2.04 | 1.90 |
| T560f59 | 0.78 | 1127.6 | 993.6 | 1.64 | 1.45 | 1.63 | 2.04 | 1.64 | 1.45 | 2.35 | 2.73 | 2.16 | 2.46 |
| Τοιχοποιία με $f_m = 2.5$ MPa | | | | | | | | | | | | | |
| K60a59 | 0.84 | 1012.4 | 876.6 | 1.53 | 1.32 | 1.85 | 1.63 | 1.53 | 1.32 | 2.39 | 1.87 | 2.25 | 1.80 |
| T160a59 | 0.44 | 2485.7 | 2207.9 | 3.74 | 3.32 | 1.83 | 1.69 | 2.03 | 1.98 | 2.95 | 2.61 | 2.21 | 2.05 |
| T260a59 | 0.51 | 1349.2 | 1315.2 | 2.03 | 1.98 | 1.72 | 1.67 | 2.03 | 1.98 | 2.72 | 2.57 | 2.12 | 2.04 |
| T360a59 | 0.51 | 1801.8 | 1658.3 | 2.71 | 2.50 | 1.70 | 1.62 | 2.03 | 1.98 | 2.68 | 2.47 | 2.10 | 1.99 |
| T460a59 | 0.59 | 1260.1 | 980.5 | 1.89 | 1.47 | 1.62 | 1.62 | 1.89 | 1.47 | 2.39 | 1.99 | 2.02 | 1.77 |
| T560a59 | 0.65 | 1048.8 | 988.3 | 1.58 | 1.49 | 2.19 | 1.99 | 1.58 | 1.49 | 2.99 | 2.55 | 2.46 | 2.19 |
| Τοιχοποιία με $f_m = 0.5$ MPa | | | | | | | | | | | | | |
| K60a59 | 0.84 | 1012.4 | 876.6 | 1.53 | 1.32 | 1.85 | 1.63 | 1.53 | 1.32 | 2.56 | 2.00 | 2.39 | 1.91 |
| T160a59-0.5 | 0.44 | 1367 | 1245.3 | 2.06 | 1.87 | 2.34 | 2.21 | 1.77 | 1.70 | 3.76 | 3.41 | 2.56 | 2.41 |
| T260a59-0.5 | 0.51 | 1177 | 1126.8 | 1.77 | 1.70 | 1.91 | 1.96 | 1.77 | 1.70 | 3.00 | 2.98 | 2.25 | 2.24 |
| T360a59-0.5 | 0.52 | 1232.9 | 1138.1 | 1.86 | 1.71 | 2.09 | 2.29 | 1.77 | 1.70 | 3.32 | 3.54 | 2.41 | 2.51 |
| T460a59-0.5 | 0.59 | 1237.6 | 974.3 | 1.86 | 1.47 | 1.74 | 1.59 | 1.77 | 1.47 | 2.70 | 2.10 | 2.21 | 1.84 |
| T560a59-0.5 | 0.65 | 1041.8 | 976.9 | 1.57 | 1.47 | 2.18 | 2.06 | 1.57 | 1.47 | 3.14 | 2.80 | 2.55 | 2.34 |

Πίνακας 8. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας του κτιρίου K60A59 και των παραμετρικών αναλύσεών του

| ΚΤΙΡΙΑ | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Yield | Failure |
|---------------------------------------|----------------|-------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| | $\delta\gamma$ | $\delta\mu$ | δATC | δN2 | $\delta\gamma$ | $\delta\mu$ | δATC | δN2 | $\delta\gamma'$ | $\delta\mu'$ | $\delta\gamma'$ | $\delta\mu'$ |
| | Ορθογ. | | | | Τριγ. | | | | Ορθογ. | | Τριγ. | |
| K60a59 | 0.033 | 0.06 | 0.075 | 0.065 | 0.032 | 0.053 | 0.092 | 0.073 | 0.033 | 0.079 | 0.032 | 0.060 |
| K60a259 | 0.025 | 0.061 | 0.062 | 0.052 | 0.027 | 0.062 | 0.074 | 0.059 | 0.025 | 0.088 | 0.027 | 0.082 |
| K60a359 | 0.022 | 0.094 | 0.054 | 0.044 | 0.023 | 0.13 | 0.064 | 0.05 | 0.022 | 0.160 | 0.023 | 0.197 |
| K60a459 | 0.039 | 0.088 | 0.071 | 0.066 | 0.039 | 0.073 | 0.084 | 0.074 | 0.039 | 0.137 | 0.039 | 0.097 |
| K60a559 | 0.039 | 0.084 | 0.071 | 0.066 | 0.039 | 0.075 | 0.084 | 0.075 | 0.039 | 0.132 | 0.039 | 0.100 |
| K60a659 | 0.041 | 0.102 | 0.071 | 0.067 | 0.04 | 0.079 | 0.083 | 0.075 | 0.041 | 0.173 | 0.040 | 0.108 |
| K60a759 | 0.026 | 0.048 | 0.071 | 0.049 | 0.025 | 0.042 | 0.069 | 0.056 | 0.026 | 0.071 | 0.025 | 0.052 |
| K60a859 | 0.018 | 0.022 | 0.044 | 0.039 | 0.019 | 0.025 | 0.056 | 0.045 | 0.018 | 0.028 | 0.019 | 0.031 |
| K60a959 | 0.034 | 0.06 | 0.073 | 0.065 | 0.034 | 0.052 | 0.088 | 0.073 | 0.034 | 0.079 | 0.034 | 0.060 |
| K60a1059 | 0.032 | 0.065 | 0.077 | 0.065 | 0.032 | 0.054 | 0.093 | 0.073 | 0.032 | 0.084 | 0.032 | 0.062 |
| K60a1159 | 0.035 | 0.059 | 0.071 | 0.065 | 0.034 | 0.052 | 0.088 | 0.073 | 0.035 | 0.080 | 0.034 | 0.060 |
| | | | | | | | | | | | | |
| K60f59 | 0.039 | 0.074 | 0.094 | 0.08 | 0.039 | 0.063 | 0.104 | 0.086 | 0.039 | 0.099 | 0.039 | 0.078 |
| T160f59 | 0.023 | 0.032 | 0.038 | 0.039 | 0.033 | 0.057 | 0.046 | 0.048 | 0.023 | 0.049 | 0.033 | 0.084 |
| T260f59 | 0.018 | 0.027 | 0.06 | 0.045 | 0.021 | 0.037 | 0.069 | 0.052 | 0.018 | 0.040 | 0.021 | 0.054 |
| T360f59 | 0.024 | 0.034 | 0.049 | 0.047 | 0.031 | 0.052 | 0.058 | 0.057 | 0.024 | 0.051 | 0.031 | 0.076 |
| T460f59 | 0.024 | 0.036 | 0.049 | 0.042 | 0.021 | 0.033 | 0.069 | 0.05 | 0.024 | 0.056 | 0.021 | 0.044 |
| T560f59 | 0.023 | 0.038 | 0.07 | 0.054 | 0.025 | 0.052 | 0.089 | 0.062 | 0.023 | 0.054 | 0.025 | 0.068 |
| Τοιχοποιία με $f_m = 2.5 \text{ MPa}$ | | | | | | | | | | | | |
| K60a59 | 0.033 | 0.06 | 0.075 | 0.065 | 0.032 | 0.053 | 0.092 | 0.073 | 0.033 | 0.079 | 0.032 | 0.060 |
| T160a59 | 0.025 | 0.045 | 0.026 | 0.029 | 0.026 | 0.044 | 0.092 | 0.034 | 0.025 | 0.074 | 0.026 | 0.068 |
| T260a59 | 0.015 | 0.025 | 0.047 | 0.035 | 0.017 | 0.028 | 0.05 | 0.039 | 0.015 | 0.041 | 0.017 | 0.044 |
| T360a59 | 0.023 | 0.039 | 0.039 | 0.037 | 0.025 | 0.041 | 0.045 | 0.042 | 0.023 | 0.062 | 0.025 | 0.062 |
| T460a59 | 0.018 | 0.03 | 0.041 | 0.035 | 0.017 | 0.028 | 0.056 | 0.04 | 0.018 | 0.043 | 0.017 | 0.034 |
| T560a59 | 0.018 | 0.039 | 0.071 | 0.045 | 0.019 | 0.038 | 0.081 | 0.049 | 0.018 | 0.054 | 0.019 | 0.049 |
| Τοιχοποιία με $f_m = 0.5 \text{ MPa}$ | | | | | | | | | | | | |
| K60a59 | 0.033 | 0.06 | 0.075 | 0.065 | 0.032 | 0.053 | 0.092 | 0.073 | 0.033 | 0.084 | 0.032 | 0.064 |
| T160a59-0.5 | 0.024 | 0.057 | 0.053 | 0.044 | 0.028 | 0.061 | 0.062 | 0.051 | 0.024 | 0.090 | 0.028 | 0.095 |
| T260a59-0.5 | 0.021 | 0.041 | 0.053 | 0.048 | 0.026 | 0.05 | 0.062 | 0.056 | 0.021 | 0.063 | 0.026 | 0.078 |
| T360a59-0.5 | 0.025 | 0.053 | 0.06 | 0.05 | 0.029 | 0.066 | 0.07 | 0.057 | 0.025 | 0.083 | 0.029 | 0.103 |
| T460a59-0.5 | 0.026 | 0.045 | 0.06 | 0.047 | 0.024 | 0.039 | 0.063 | 0.052 | 0.026 | 0.070 | 0.024 | 0.050 |
| T560a59-0.5 | 0.022 | 0.047 | 0.071 | 0.051 | 0.024 | 0.05 | 0.081 | 0.059 | 0.022 | 0.069 | 0.024 | 0.067 |

Πίνακας 9. Αποτελέσματα αναλύσεων των κτιρίων της δεκαετίας του '70

| ΚΤΙΡΙΑ | T (sec) | Τέμνουσα Βάσης (KN) | | Υπεραντοχή Ω | | Πλαστιμότητα μ | | Υπεραντοχή Ω' (για μ' & q) | | Πλαστιμότητα μ' | | Δείκτης Συμπεριφ. q | |
|-----------|------------|------------------------|--------|--------------|-------|----------------|-------|-------------------------------|------|-----------------|-------|------------------------|-------|
| | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. |
| K70a59 | 1.17 | 2707.5 | 2156.8 | 1.17 | 0.93 | 1.20 | 1.19 | 1.17 | 1.00 | 1.25 | 1.19 | 1.25 | 1.19 |
| T170a59 | 0.67 | 3922.8 | 4402.8 | 1.70 | 1.91 | 1.26 | 1.39 | 1.33 | 1.24 | 1.39 | 1.51 | 1.35 | 1.45 |
| T270a59 | 0.69 | 3080 | 2870.4 | 1.33 | 1.24 | 1.23 | 1.24 | 1.33 | 1.24 | 1.35 | 1.32 | 1.32 | 1.30 |
| T370a59 | 0.73 | 3495.2 | 3703.6 | 1.51 | 1.61 | 1.24 | 1.32 | 1.33 | 1.24 | 1.36 | 1.42 | 1.34 | 1.39 |
| T470a59 | 0.74 | 2077.4 | 1610.2 | 0.90 | 0.70 | 1.26 | 1.23 | 1.00 | 1.00 | 1.26 | 1.23 | 1.25 | 1.22 |
| T570a59 | 0.76 | 3150 | 2590.4 | 1.37 | 1.12 | 1.24 | 1.25 | 1.33 | 1.12 | 1.36 | 1.29 | 1.34 | 1.27 |
| K70b59 | 1.33 | 2047.5 | 2430 | 0.89 | 1.05 | 1.08 | 1.42 | 1.00 | 1.05 | 1.08 | 1.44 | 1.08 | 1.44 |
| T170b59 | 0.74 | 4135.5 | 3761.7 | 1.79 | 1.63 | 1.34 | 1.36 | 1.27 | 1.21 | 1.46 | 1.46 | 1.42 | 1.42 |
| T270b59 | 0.83 | 2939.9 | 2800.4 | 1.27 | 1.21 | 1.23 | 1.24 | 1.27 | 1.21 | 1.32 | 1.31 | 1.31 | 1.30 |
| T370b59 | 0.83 | 3427.9 | 3209.9 | 1.49 | 1.39 | 1.27 | 1.28 | 1.27 | 1.21 | 1.37 | 1.36 | 1.36 | 1.34 |
| T470b59 | 0.82 | 2417.5 | 1588.2 | 1.05 | 0.68 | 1.32 | 1.25 | 1.05 | 1.00 | 1.34 | 1.25 | 1.32 | 1.24 |
| T570b59 | 0.94 | 2645.8 | 2520.1 | 1.15 | 1.09 | 1.18 | 1.22 | 1.15 | 1.09 | 1.22 | 1.24 | 1.21 | 1.24 |
| K70c59 | 1.01 | 1911 | 1800 | 0.95 | 0.90 | 1.16 | 1.19 | 1.00 | 1.00 | 1.16 | 1.19 | 1.16 | 1.19 |
| T170c59 | 0.59 | 4146.4 | 4711 | 2.07 | 2.34 | 1.24 | 1.45 | 1.46 | 1.43 | 1.42 | 1.71 | 1.37 | 1.58 |
| T270c59 | 0.61 | 2940 | 2870 | 1.46 | 1.43 | 1.26 | 1.25 | 1.46 | 1.43 | 1.45 | 1.42 | 1.40 | 1.37 |
| T370c59 | 0.64 | 3357.5 | 3895.8 | 1.68 | 1.94 | 1.22 | 1.38 | 1.46 | 1.43 | 1.39 | 1.61 | 1.35 | 1.52 |
| T470c59 | 0.66 | 2066 | 1679.3 | 1.03 | 0.84 | 1.28 | 1.25 | 1.03 | 1.00 | 1.29 | 1.25 | 1.27 | 1.23 |
| T570c59 | 0.68 | 2940 | 2940 | 1.46 | 1.46 | 1.25 | 1.26 | 1.46 | 1.43 | 1.44 | 1.44 | 1.39 | 1.39 |
| K70a59nw | 1.38 | 2944 | 2570.3 | 1.27 | 1.11 | 1.35 | 1.52 | 1.27 | 1.11 | 1.48 | 1.58 | 1.48 | 1.58 |
| T170a59nw | 0.72 | 4281.3 | 4109.3 | 1.85 | 1.79 | 1.28 | 1.35 | 1.31 | 1.25 | 1.40 | 1.46 | 1.37 | 1.42 |
| T270a59nw | 0.76 | 3010 | 2870.4 | 1.31 | 1.25 | 1.21 | 1.23 | 1.31 | 1.25 | 1.31 | 1.31 | 1.29 | 1.29 |
| T370a59nw | 0.82 | 3555.2 | 3348.3 | 1.54 | 1.45 | 1.23 | 1.28 | 1.31 | 1.25 | 1.34 | 1.37 | 1.32 | 1.36 |
| T470a59nw | 0.83 | 3407 | 2710.3 | 1.48 | 1.18 | 1.21 | 1.21 | 1.31 | 1.18 | 1.31 | 1.26 | 1.30 | 1.25 |
| T570a59nw | 0.9 | 3080 | 2868.3 | 1.33 | 1.25 | 1.19 | 1.22 | 1.31 | 1.25 | 1.28 | 1.30 | 1.28 | 1.29 |

Πίνακας 10. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '70

| ΚΤΙΡΙΑ | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Yield | Failure |
|-----------|----------------|-------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| | $\delta\gamma$ | $\delta\mu$ | δATC | δN2 | $\delta\gamma$ | $\delta\mu$ | δATC | δN2 | $\delta\gamma'$ | $\delta\mu'$ | $\delta\gamma'$ | $\delta\mu'$ |
| | Ορθογ. | | | | Τριγ. | | | | Ορθογ. | | Τριγ. | |
| K70a59 | 0.046 | 0.056 | 0.12 | 0.109 | 0.046 | 0.055 | 0.149 | 0.128 | 0.046 | 0.057 | 0.046 | 0.055 |
| T170a59 | 0.022 | 0.028 | 0.058 | 0.058 | 0.033 | 0.046 | 0.07 | 0.07 | 0.022 | 0.031 | 0.033 | 0.050 |
| T270a59 | 0.018 | 0.022 | 0.064 | 0.06 | 0.021 | 0.026 | 0.075 | 0.07 | 0.018 | 0.024 | 0.021 | 0.028 |
| T370a59 | 0.025 | 0.031 | 0.068 | 0.066 | 0.035 | 0.046 | 0.082 | 0.078 | 0.025 | 0.034 | 0.035 | 0.050 |
| T470a59 | 0.012 | 0.015 | 0.066 | 0.06 | 0.011 | 0.014 | 0.082 | 0.066 | 0.012 | 0.015 | 0.011 | 0.014 |
| T570a59 | 0.022 | 0.028 | 0.077 | 0.067 | 0.022 | 0.027 | 0.089 | 0.078 | 0.022 | 0.030 | 0.022 | 0.028 |
| K70b59 | 0.046 | 0.05 | 0.077 | 0.137 | 0.065 | 0.092 | 0.089 | 0.156 | 0.046 | 0.050 | 0.065 | 0.094 |
| T170b59 | 0.03 | 0.04 | 0.072 | 0.071 | 0.033 | 0.044 | 0.084 | 0.081 | 0.030 | 0.044 | 0.033 | 0.048 |
| T270b59 | 0.026 | 0.032 | 0.093 | 0.081 | 0.03 | 0.037 | 0.104 | 0.092 | 0.026 | 0.034 | 0.030 | 0.039 |
| T370b59 | 0.033 | 0.042 | 0.089 | 0.083 | 0.038 | 0.048 | 0.104 | 0.095 | 0.033 | 0.045 | 0.038 | 0.052 |
| T470b59 | 0.017 | 0.022 | 0.08 | 0.076 | 0.013 | 0.016 | 0.092 | 0.087 | 0.017 | 0.023 | 0.013 | 0.016 |
| T570b59 | 0.03 | 0.035 | 0.114 | 0.092 | 0.033 | 0.04 | 0.127 | 0.1 | 0.030 | 0.036 | 0.033 | 0.041 |
| K70c59 | 0.034 | 0.04 | 0.121 | 0.108 | 0.036 | 0.043 | 0.135 | 0.116 | 0.034 | 0.039 | 0.036 | 0.043 |
| T170c59 | 0.028 | 0.035 | 0.059 | 0.06 | 0.037 | 0.054 | 0.065 | 0.065 | 0.028 | 0.040 | 0.037 | 0.063 |
| T270c59 | 0.019 | 0.024 | 0.063 | 0.062 | 0.021 | 0.027 | 0.069 | 0.066 | 0.019 | 0.028 | 0.021 | 0.030 |
| T370c59 | 0.028 | 0.034 | 0.069 | 0.069 | 0.038 | 0.053 | 0.076 | 0.074 | 0.028 | 0.039 | 0.038 | 0.061 |
| T470c59 | 0.013 | 0.017 | 0.065 | 0.065 | 0.012 | 0.015 | 0.076 | 0.062 | 0.013 | 0.017 | 0.012 | 0.015 |
| T570c59 | 0.023 | 0.029 | 0.074 | 0.069 | 0.027 | 0.034 | 0.081 | 0.074 | 0.023 | 0.033 | 0.027 | 0.039 |
| K70a59nw | 0.06 | 0.081 | 0.136 | 0.124 | 0.066 | 0.101 | 0.17 | 0.147 | 0.060 | 0.089 | 0.066 | 0.105 |
| T170a59nw | 0.027 | 0.035 | 0.063 | 0.063 | 0.033 | 0.045 | 0.075 | 0.076 | 0.027 | 0.038 | 0.033 | 0.048 |
| T270a59nw | 0.019 | 0.024 | 0.063 | 0.066 | 0.023 | 0.029 | 0.081 | 0.076 | 0.019 | 0.025 | 0.023 | 0.030 |
| T370a59nw | 0.029 | 0.036 | 0.075 | 0.074 | 0.035 | 0.045 | 0.089 | 0.087 | 0.029 | 0.039 | 0.035 | 0.048 |
| T470a59nw | 0.027 | 0.032 | 0.071 | 0.071 | 0.026 | 0.032 | 0.085 | 0.085 | 0.027 | 0.035 | 0.026 | 0.033 |
| T570a59nw | 0.026 | 0.031 | 0.085 | 0.075 | 0.03 | 0.036 | 0.098 | 0.087 | 0.026 | 0.033 | 0.030 | 0.039 |

Πίνακας 11. Αποτελέσματα αναλύσεων των κτιρίων της δεκαετίας του '80

| ΚΤΙΡΙΑ | T (sec) | Τέμνουσα Βάσης (KN) | | Υπεραντοχή Ω | | Πλαστιμότητα μ | | Υπεραντοχή Ω' (για μ' & q) | | Πλαστιμότητα μ' | | Δείκτης Συμπεριφ. q | |
|-----------|------------|------------------------|--------|--------------|-------|----------------|-------|-------------------------------|------|-----------------|-------|------------------------|-------|
| | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. |
| K80a84 | 1.17 | 2411.5 | 2300.5 | 1.04 | 1.00 | 1.11 | 1.12 | 1.04 | 1.00 | 1.14 | 1.12 | 1.14 | 1.12 |
| T180a84 | 0.67 | 4107.4 | 3871.3 | 1.78 | 1.68 | 1.25 | 1.27 | 1.00 | 1.00 | 1.25 | 1.27 | 1.23 | 1.25 |
| T280a84 | 0.69 | 2520 | 3777.7 | 1.09 | 1.63 | 1.22 | 1.30 | 1.09 | 1.63 | 1.29 | 1.81 | 1.27 | 1.69 |
| T380a84 | 0.76 | 3628.3 | 3415.5 | 1.57 | 1.48 | 1.21 | 1.24 | 1.09 | 1.48 | 1.28 | 1.59 | 1.26 | 1.54 |
| T480a84 | 0.74 | 2002 | 1610.2 | 0.86 | 0.70 | 1.19 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.19 | 1.20 | 1.18 | 1.19 |
| T580a84 | 0.76 | 2730 | 2520.4 | 1.18 | 1.09 | 1.22 | 1.22 | 1.09 | 1.09 | 1.29 | 1.29 | 1.27 | 1.27 |
| K80b84 | 1.33 | 2646 | 2520 | 1.15 | 1.09 | 1.23 | 1.25 | 1.15 | 1.09 | 1.34 | 1.32 | 1.34 | 1.32 |
| T180b84 | 0.75 | 4814.4 | 4571.4 | 2.09 | 1.98 | 1.42 | 1.43 | 1.00 | 1.00 | 1.42 | 1.43 | 1.39 | 1.40 |
| T280b84 | 0.83 | 4199.8 | 4254.8 | 1.82 | 1.85 | 1.43 | 1.47 | 1.82 | 1.85 | 2.19 | 2.29 | 2.07 | 2.16 |
| T380b84 | 0.87 | 4254.1 | 4016.2 | 1.85 | 1.74 | 1.41 | 1.42 | 1.00 | 1.00 | 1.41 | 1.42 | 1.39 | 1.40 |
| T480b84 | 0.83 | 2008.8 | 1599.8 | 0.87 | 0.69 | 1.20 | 1.20 | 1.00 | 1.00 | 1.20 | 1.20 | 1.19 | 1.19 |
| T580b84 | 0.94 | 2891 | 2730.4 | 1.26 | 1.18 | 1.32 | 1.31 | 1.00 | 1.00 | 1.32 | 1.31 | 1.32 | 1.31 |
| K80c84 | 1.01 | 2450 | 2295 | 1.22 | 1.15 | 1.13 | 1.13 | 1.22 | 1.15 | 1.27 | 1.22 | 1.27 | 1.22 |
| T180c84 | 0.59 | 4107.7 | 3829.2 | 2.04 | 1.91 | 1.24 | 1.23 | 1.26 | 1.87 | 1.43 | 1.87 | 1.38 | 1.69 |
| T280c84 | 0.61 | 2520 | 3760.4 | 1.26 | 1.87 | 1.26 | 1.31 | 1.26 | 1.87 | 1.45 | 2.02 | 1.40 | 1.80 |
| T380c84 | 0.66 | 3637.7 | 3417.6 | 1.81 | 1.70 | 1.24 | 1.23 | 1.26 | 1.70 | 1.43 | 1.74 | 1.38 | 1.63 |
| T480c84 | 0.66 | 2027.9 | 1680 | 1.01 | 0.84 | 1.22 | 1.22 | 1.01 | 1.00 | 1.23 | 1.22 | 1.21 | 1.21 |
| T580c84 | 0.68 | 2730 | 2520 | 1.36 | 1.26 | 1.24 | 1.24 | 1.26 | 1.26 | 1.43 | 1.43 | 1.39 | 1.39 |
| K80a84nw | 1.38 | 3819.8 | 3304.7 | 1.66 | 1.44 | 1.57 | 1.83 | 1.66 | 1.44 | 2.27 | 2.41 | 2.27 | 2.41 |
| T180a84nw | 0.72 | 6339 | 5775.8 | 2.75 | 2.50 | 1.43 | 1.41 | 2.15 | 2.01 | 2.50 | 2.33 | 2.22 | 2.09 |
| T280a84nw | 0.76 | 4969.2 | 4620.6 | 2.15 | 2.01 | 1.38 | 1.39 | 2.15 | 2.01 | 2.40 | 2.29 | 2.18 | 2.10 |
| T380a84nw | 0.82 | 5368.2 | 4883.8 | 2.32 | 2.12 | 1.37 | 1.37 | 2.15 | 2.01 | 2.37 | 2.25 | 2.22 | 2.11 |
| T480a84nw | 0.83 | 5291.7 | 3699.9 | 2.30 | 1.61 | 1.34 | 1.29 | 2.15 | 1.61 | 2.31 | 1.77 | 2.17 | 1.71 |
| T580a84nw | 0.9 | 4457.1 | 4130.2 | 1.93 | 1.79 | 1.47 | 1.47 | 1.93 | 1.79 | 2.37 | 2.24 | 2.29 | 2.17 |

Πίνακας 12. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '80

| ΚΤΙΡΙΑ | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Yield | Failure |
|-----------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | δy | δu | δATC | $\delta N2$ | δy | δu | δATC | $\delta N2$ | $\delta y'$ | $\delta u'$ | $\delta y'$ | $\delta u'$ |
| | Ορθογ. | | | | Τριγ. | | | | Ορθογ. | | Τριγ. | |
| K80a84 | 0.038 | 0.042 | | 0.104 | 0.046 | 0.051 | 0.126 | 0.122 | 0.038 | 0.043 | 0.046 | 0.052 |
| T180a84 | 0.022 | 0.028 | 0.056 | 0.058 | 0.027 | 0.034 | 0.067 | 0.069 | 0.022 | 0.028 | 0.027 | 0.034 |
| T280a84 | 0.013 | 0.015 | 0.06 | 0.059 | 0.027 | 0.035 | 0.071 | 0.07 | 0.013 | 0.017 | 0.027 | 0.049 |
| T380a84 | 0.025 | 0.03 | 0.066 | 0.067 | 0.03 | 0.037 | 0.078 | 0.079 | 0.025 | 0.032 | 0.030 | 0.048 |
| T480a84 | 0.011 | 0.013 | 0.062 | 0.063 | 0.011 | 0.013 | 0.073 | 0.075 | 0.011 | 0.013 | 0.011 | 0.013 |
| T580a84 | 0.017 | 0.02 | 0.068 | 0.066 | 0.02 | 0.024 | 0.079 | 0.076 | 0.017 | 0.022 | 0.020 | 0.026 |
| K80b84 | 0.05 | 0.062 | 0.138 | 0.131 | 0.057 | 0.071 | 0.157 | 0.146 | 0.050 | 0.067 | 0.057 | 0.075 |
| T180b84 | 0.033 | 0.047 | 0.07 | 0.071 | 0.04 | 0.057 | 0.081 | 0.083 | 0.033 | 0.047 | 0.040 | 0.057 |
| T280b84 | 0.035 | 0.05 | 0.084 | 0.078 | 0.044 | 0.065 | 0.094 | 0.089 | 0.035 | 0.077 | 0.044 | 0.101 |
| T380b84 | 0.038 | 0.054 | 0.085 | 0.084 | 0.045 | 0.063 | 0.098 | 0.096 | 0.038 | 0.054 | 0.045 | 0.064 |
| T480b84 | 0.014 | 0.017 | 0.076 | 0.076 | 0.013 | 0.016 | 0.088 | 0.088 | 0.014 | 0.017 | 0.013 | 0.016 |
| T580b84 | 0.026 | 0.034 | 0.097 | 0.085 | 0.03 | 0.039 | 0.109 | 0.095 | 0.026 | 0.034 | 0.030 | 0.039 |
| K80c84 | 0.042 | 0.047 | 0.104 | 0.102 | 0.044 | 0.05 | 0.114 | 0.11 | 0.042 | 0.053 | 0.044 | 0.054 |
| T180c84 | 0.027 | 0.033 | 0.057 | 0.061 | 0.028 | 0.035 | 0.062 | 0.066 | 0.027 | 0.039 | 0.028 | 0.052 |
| T280c84 | 0.015 | 0.018 | 0.06 | 0.062 | 0.028 | 0.036 | 0.066 | 0.066 | 0.015 | 0.022 | 0.028 | 0.056 |
| T380c84 | 0.029 | 0.036 | 0.067 | 0.069 | 0.031 | 0.038 | 0.073 | 0.075 | 0.029 | 0.041 | 0.031 | 0.054 |
| T480c84 | 0.013 | 0.016 | 0.062 | 0.065 | 0.012 | 0.015 | 0.068 | 0.07 | 0.013 | 0.016 | 0.012 | 0.015 |
| T580c84 | 0.019 | 0.024 | 0.067 | 0.067 | 0.02 | 0.025 | 0.073 | 0.072 | 0.019 | 0.027 | 0.020 | 0.029 |
| K80a84nw | 0.081 | 0.127 | 0.126 | 0.124 | 0.089 | 0.164 | 0 | 0.146 | 0.081 | 0.184 | 0.089 | 0.214 |
| T180a84nw | 0.045 | 0.065 | 0.063 | 0.065 | 0.054 | 0.076 | 0.075 | 0.077 | 0.045 | 0.113 | 0.054 | 0.126 |
| T280a84nw | 0.036 | 0.049 | 0.069 | 0.067 | 0.042 | 0.059 | 0.08 | 0.078 | 0.036 | 0.086 | 0.042 | 0.096 |
| T380a84nw | 0.048 | 0.066 | 0.074 | 0.075 | 0.057 | 0.078 | 0.088 | 0.088 | 0.048 | 0.114 | 0.057 | 0.128 |
| T480a84nw | 0.046 | 0.061 | 0.071 | 0.072 | 0.037 | 0.048 | 0.084 | 0.085 | 0.046 | 0.106 | 0.037 | 0.065 |
| T580a84nw | 0.04 | 0.059 | 0.082 | 0.075 | 0.046 | 0.068 | 0.095 | 0.088 | 0.040 | 0.095 | 0.046 | 0.103 |

Πίνακας 13. Αποτελέσματα αναλύσεων των κτιρίων που είναι σχεδιασμένα κατά ΕΑΚ

| ΚΤΙΡΙΑ | T (sec) | Τέμνουσα Βάσης (KN) | | Υπεραντοχή Ω | | Πλαστιμότητα μ | | Υπεραντοχή Ω' (για μ' & q) | | Πλαστιμότητα μ' | | Δείκτης Συμπεριφ. q | |
|--------------------|------------|------------------------|--------|--------------|-------|----------------|-------|-------------------------------|------|-----------------|-------|------------------------|-------|
| | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. |
| Drift 1.25% | | | | | | | | | | | | | |
| K60aEAK | 0.63 | 1797.7 | 1601 | 1.57 | 1.40 | 3.56 | 3.79 | 1.57 | 1.40 | 5.32 | 5.10 | 3.68 | 3.57 |
| T160aEAK | 0.4 | 3527.2 | 3306.7 | 2.98 | 2.79 | 3.07 | 3.22 | 1.99 | 1.98 | 5.62 | 5.88 | 3.20 | 3.28 |
| T260aEAK | 0.45 | 2359.8 | 2340.1 | 1.99 | 1.98 | 2.75 | 2.61 | 1.99 | 1.98 | 4.98 | 4.68 | 2.99 | 2.89 |
| T360aEAK | 0.45 | 2851.6 | 2641.7 | 2.41 | 2.23 | 2.97 | 3.12 | 1.99 | 1.98 | 5.42 | 5.68 | 3.14 | 3.22 |
| T460aEAK | 0.45 | 3246 | 2743.8 | 2.74 | 2.32 | 3.70 | 2.57 | 1.99 | 1.98 | 6.88 | 4.60 | 3.57 | 2.86 |
| T560aEAK | 0.53 | 1839.4 | 1730.7 | 1.55 | 1.46 | 3.54 | 3.44 | 1.55 | 1.46 | 5.22 | 4.80 | 3.20 | 3.04 |
| K80aEAK | 1.28 | 4580.2 | 3873.5 | 2.13 | 1.80 | 2.19 | 2.26 | 2.13 | 1.80 | 4.10 | 3.66 | 4.10 | 3.66 |
| T180aEAK | 0.7 | 7895.5 | 7033.9 | 2.46 | 2.19 | 1.90 | 2.34 | 2.15 | 1.98 | 3.51 | 4.15 | 2.88 | 3.28 |
| T280aEAK | 0.73 | 6677.4 | 6160.3 | 2.15 | 1.98 | 1.68 | 1.69 | 2.15 | 1.98 | 3.04 | 2.86 | 2.61 | 2.49 |
| T380aEAK | 0.79 | 6838.2 | 6062.2 | 2.32 | 2.05 | 1.77 | 2.05 | 2.15 | 1.98 | 3.23 | 3.57 | 2.85 | 3.11 |
| T480aEAK | 0.79 | 7192.8 | 6334.2 | 2.44 | 2.14 | 2.22 | 2.17 | 2.15 | 1.98 | 4.20 | 3.81 | 3.58 | 3.29 |
| T580aEAK | 0.86 | 5788.2 | 5310.3 | 2.06 | 1.89 | 1.88 | 1.90 | 2.06 | 1.89 | 3.34 | 3.14 | 3.07 | 2.91 |
| Drift 2.50% | | | | | | | | | | | | | |
| K60aEAK | 0.63 | 1807.2 | 1607.7 | 1.58 | 1.40 | 5.71 | 7.63 | 1.58 | 1.40 | 8.74 | 10.51 | 5.28 | 6.04 |
| T160aEAK | 0.4 | 3527.2 | 3306.7 | 2.98 | 2.79 | 3.47 | 3.71 | 1.99 | 1.98 | 6.42 | 6.85 | 3.44 | 3.56 |
| T260aEAK | 0.45 | 2359.8 | 2340.1 | 1.99 | 1.98 | 2.75 | 2.61 | 1.99 | 1.98 | 4.98 | 4.68 | 2.99 | 2.89 |
| T360aEAK | 0.45 | 2851.6 | 2641.7 | 2.41 | 2.23 | 3.23 | 3.47 | 1.99 | 1.98 | 5.94 | 6.38 | 3.30 | 3.43 |
| T460aEAK | 0.45 | 3246 | 2807.6 | 2.74 | 2.37 | 5.50 | 3.63 | 1.99 | 1.98 | 10.46 | 6.69 | 4.46 | 3.52 |
| T560aEAK | 0.53 | 1839.4 | 1730.7 | 1.55 | 1.46 | 5.96 | 5.59 | 1.55 | 1.46 | 8.98 | 7.94 | 4.41 | 4.10 |
| K80aEAK | 1.28 | 4581.5 | 3873.5 | 1.62 | 1.37 | 2.73 | 3.51 | 1.62 | 1.37 | 4.12 | 4.62 | 4.12 | 4.62 |
| T180aEAK | 0.7 | 7895.5 | 7033.9 | 1.87 | 1.67 | 1.90 | 2.34 | 1.87 | 1.67 | 3.12 | 3.57 | 2.62 | 2.91 |
| T280aEAK | 0.73 | 6677.4 | 6160.3 | 1.64 | 1.51 | 1.68 | 1.69 | 1.64 | 1.51 | 2.43 | 2.30 | 2.18 | 2.08 |
| T380aEAK | 0.79 | 6838.2 | 6062.2 | 1.77 | 1.56 | 1.77 | 2.05 | 1.77 | 1.56 | 2.74 | 2.92 | 2.48 | 2.62 |
| T480aEAK | 0.79 | 7192.8 | 6334.2 | 1.86 | 1.63 | 2.22 | 2.65 | 1.86 | 1.63 | 3.70 | 4.01 | 3.21 | 3.44 |
| T580aEAK | 0.86 | 5788.2 | 5310.3 | 1.57 | 1.44 | 1.88 | 1.90 | 1.57 | 1.44 | 2.66 | 2.52 | 2.50 | 2.37 |

Πίνακας 14. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας των κτιρίων που είναι σχεδιασμένα κατά ΕΑΚ

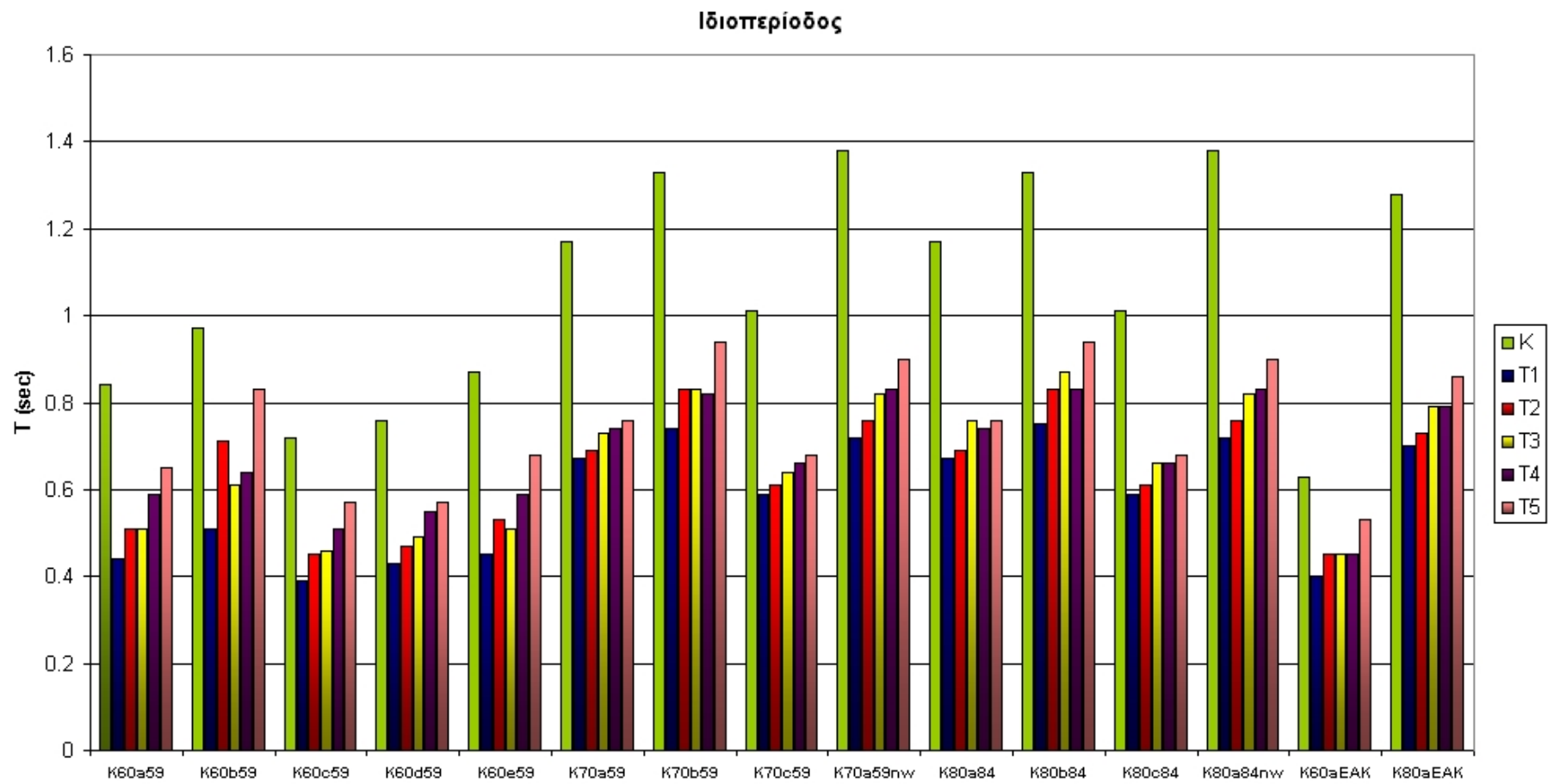
| ΚΤΙΡΙΑ | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Yield | Failure |
|--------------------|----------------|-------------|--------------------|-------------------|----------------|-------------|--------------------|-------------------|-----------------|--------------|-----------------|--------------|
| | $\delta\gamma$ | $\delta\mu$ | δATC | δN2 | $\delta\gamma$ | $\delta\mu$ | δATC | δN2 | $\delta\gamma'$ | $\delta\mu'$ | $\delta\gamma'$ | $\delta\mu'$ |
| | Ορθογ. | | | | Τριγ. | | | | Ορθογ. | | Τριγ. | |
| Drift 1.25% | | | | | | | | | | | | |
| K60aEAK | 0.033 | 0.116 | 0 | 0.046 | 0.035 | 0.132 | 0.054 | 0.052 | 0.033 | 0.175 | 0.035 | 0.178 |
| T160aEAK | 0.03 | 0.091 | 0 | 0.021 | 0.033 | 0.107 | 0.054 | 0.026 | 0.030 | 0.169 | 0.033 | 0.194 |
| T260aEAK | 0.022 | 0.06 | 0 | 0.026 | 0.025 | 0.065 | 0 | 0.031 | 0.022 | 0.110 | 0.025 | 0.117 |
| T360aEAK | 0.029 | 0.087 | 0 | 0.027 | 0.032 | 0.101 | 0 | 0.032 | 0.029 | 0.157 | 0.032 | 0.182 |
| T460aEAK | 0.033 | 0.12 | 0 | 0.024 | 0.032 | 0.083 | 0 | 0.029 | 0.033 | 0.227 | 0.032 | 0.147 |
| T560aEAK | 0.022 | 0.078 | 0 | 0.034 | 0.024 | 0.083 | 0 | 0.038 | 0.022 | 0.115 | 0.024 | 0.115 |
| K80aEAK | 0.086 | 0.187 | 0 | 0.112 | 0.091 | 0.206 | 0 | 0.13 | 0.086 | 0.353 | 0.091 | 0.333 |
| T180aEAK | 0.059 | 0.113 | 0.06 | 0.063 | 0.069 | 0.16 | 0.071 | 0.074 | 0.059 | 0.207 | 0.069 | 0.286 |
| T280aEAK | 0.049 | 0.082 | 0.064 | 0.065 | 0.059 | 0.099 | 0.075 | 0.076 | 0.049 | 0.149 | 0.059 | 0.169 |
| T380aEAK | 0.062 | 0.109 | 0.069 | 0.071 | 0.072 | 0.147 | 0.082 | 0.084 | 0.062 | 0.200 | 0.072 | 0.257 |
| T480aEAK | 0.064 | 0.143 | 0.066 | 0.069 | 0.072 | 0.155 | 0.078 | 0.081 | 0.064 | 0.269 | 0.072 | 0.274 |
| T580aEAK | 0.05 | 0.094 | 0.074 | 0.072 | 0.058 | 0.11 | 0.085 | 0.084 | 0.050 | 0.167 | 0.058 | 0.182 |
| Drift 2.50% | | | | | | | | | | | | |
| K60aEAK | 0.033 | 0.19 | 0 | 0.046 | 0.036 | 0.272 | 0.054 | 0.052 | 0.033 | 0.288 | 0.036 | 0.378 |
| T160aEAK | 0.03 | 0.103 | 0 | 0.021 | 0.033 | 0.123 | 0.054 | 0.026 | 0.030 | 0.193 | 0.033 | 0.226 |
| T260aEAK | 0.022 | 0.06 | 0 | 0.026 | 0.025 | 0.065 | 0 | 0.031 | 0.022 | 0.110 | 0.025 | 0.117 |
| T360aEAK | 0.029 | 0.095 | 0 | 0.027 | 0.032 | 0.113 | 0 | 0.032 | 0.029 | 0.172 | 0.032 | 0.204 |
| T460aEAK | 0.032 | 0.176 | 0 | 0.024 | 0.034 | 0.123 | 0 | 0.029 | 0.032 | 0.335 | 0.034 | 0.228 |
| T560aEAK | 0.022 | 0.132 | 0 | 0.034 | 0.024 | 0.135 | 0 | 0.038 | 0.022 | 0.198 | 0.024 | 0.190 |
| K80aEAK | 0.086 | 0.235 | 0 | 0.112 | 0.092 | 0.322 | 0 | 0.13 | 0.086 | 0.354 | 0.092 | 0.425 |
| T180aEAK | 0.059 | 0.113 | 0.06 | 0.063 | 0.069 | 0.16 | 0.071 | 0.074 | 0.059 | 0.184 | 0.069 | 0.246 |
| T280aEAK | 0.049 | 0.082 | 0.064 | 0.065 | 0.059 | 0.099 | 0.075 | 0.076 | 0.049 | 0.119 | 0.059 | 0.136 |
| T380aEAK | 0.062 | 0.109 | 0.069 | 0.071 | 0.072 | 0.147 | 0.082 | 0.084 | 0.062 | 0.170 | 0.072 | 0.210 |
| T480aEAK | 0.064 | 0.143 | 0.066 | 0.069 | 0.072 | 0.189 | 0.078 | 0.081 | 0.064 | 0.237 | 0.072 | 0.289 |
| T580aEAK | 0.05 | 0.094 | 0.074 | 0.072 | 0.058 | 0.11 | 0.085 | 0.084 | 0.050 | 0.133 | 0.058 | 0.146 |

Πίνακας 15. Αποτελέσματα αναλύσεων των κτιρίων της δεκαετίας του '60, '70 και '80 για ζώνες σεισμικότητας I, II και III

| ΚΤΙΡΙΑ | T (sec) | Τέμνουσα Βάσης (KN) | | Υπεραντοχή Ω | | Πλαστιμότητα μ | | Υπεραντοχή Ω' (για μ' & q) | | Πλαστιμότητα μ' | | Δείκτης Συμπεριφ. q | |
|-----------------------|------------|------------------------|--------|--------------|-------|----------------|-------|-------------------------------|------|-----------------|-------|------------------------|-------|
| | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. | | | Ορθογ. | Τριγ. | Ορθογ. | Τριγ. |
| Ζώνη I και II | | | | | | | | | | | | | |
| K60a59 | 0.84 | 1012.4 | 876.6 | 1.53 | 1.32 | 1.85 | 1.63 | 1.53 | 1.32 | 2.39 | 1.87 | 2.25 | 1.80 |
| K60d59 | 0.76 | 1189.9 | 945 | 1.79 | 1.42 | 1.55 | 1.56 | 1.79 | 1.42 | 2.16 | 1.86 | 2.00 | 1.76 |
| K60e59 | 0.87 | 959.9 | 856.9 | 1.49 | 1.33 | 1.76 | 1.69 | 1.49 | 1.33 | 2.21 | 1.96 | 2.12 | 1.89 |
| K60a59-II | 0.76 | 1187.2 | 973.5 | 1.19 | 0.98 | 2.36 | 1.72 | 1.19 | 1.00 | 2.63 | 1.72 | 2.36 | 1.64 |
| K60d59-II | 0.75 | 1399.6 | 1120 | 1.41 | 1.12 | 1.61 | 1.59 | 1.41 | 1.12 | 1.92 | 1.67 | 1.80 | 1.60 |
| K60e59-II | 0.79 | 1212.4 | 963.1 | 1.26 | 0.99 | 2.12 | 1.68 | 1.26 | 1.00 | 2.43 | 1.68 | 2.24 | 1.62 |
| Ζώνη I και III | | | | | | | | | | | | | |
| K70a59nw | 1.38 | 2944 | 2570.3 | 1.27 | 1.11 | 1.35 | 1.52 | 1.27 | 1.11 | 1.48 | 1.58 | 1.48 | 1.58 |
| K80a84nw | 1.38 | 3819.8 | 3304.7 | 1.66 | 1.44 | 1.57 | 1.83 | 1.66 | 1.44 | 2.27 | 2.41 | 2.27 | 2.41 |
| K70a59-III | 1.31 | 4350.2 | 3640.9 | 0.94 | 0.79 | 1.17 | 1.31 | 1.00 | 1.00 | 1.17 | 1.31 | 1.17 | 1.31 |
| K80a84-III | 1.27 | 6325 | 5299.3 | 1.38 | 1.15 | 1.20 | 1.34 | 1.38 | 1.00 | 1.46 | 1.34 | 1.46 | 1.34 |

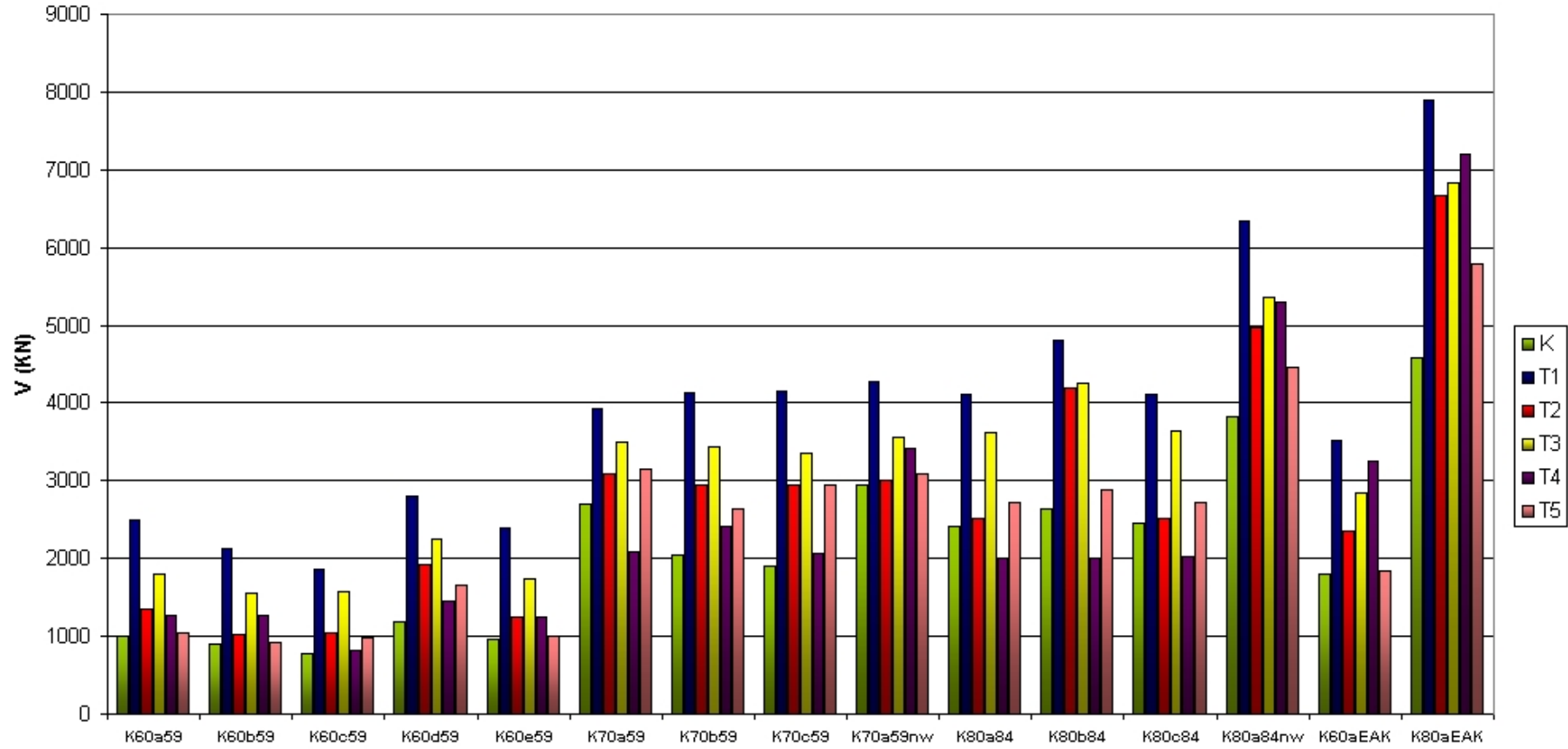
Πίνακας 16. Μετακινήσεις διαρροής και αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '60, '70 και '80 για ζώνες σεισμικότητας I, II και III

| ΚΤΙΡΙΑ | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Target | | Yield | Failure | Yield | Failure |
|-----------------------|------------|------------|--------------|-------------|------------|------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | δy | δu | δATC | $\delta N2$ | δy | δu | δATC | $\delta N2$ | $\delta y'$ | $\delta u'$ | $\delta y'$ | $\delta u'$ |
| | Ορθογ. | | | | Τριγ. | | | | Ορθογ. | | Τριγ. | |
| Ζώνη I και II | | | | | | | | | | | | |
| K60a59 | 0.033 | 0.06 | 0.075 | 0.065 | 0.032 | 0.053 | 0.092 | 0.073 | 0.033 | 0.079 | 0.032 | 0.060 |
| K60d59 | 0.028 | 0.044 | 0.061 | 0.057 | 0.027 | 0.042 | 0.062 | 0.063 | 0.028 | 0.060 | 0.027 | 0.050 |
| K60e59 | 0.032 | 0.057 | 0.081 | 0.068 | 0.034 | 0.057 | 0.097 | 0.077 | 0.032 | 0.071 | 0.034 | 0.067 |
| K60a59-II | 0.032 | 0.077 | 0.169 | 0.089 | 0.031 | 0.053 | 0.283 | 0.1 | 0.032 | 0.084 | 0.031 | 0.053 |
| K60d59-II | 0.033 | 0.053 | 0.103 | 0.09 | 0.031 | 0.049 | 0.128 | 0.097 | 0.033 | 0.063 | 0.031 | 0.052 |
| K60e59-II | 0.035 | 0.075 | 0.16 | 0.094 | 0.033 | 0.055 | 0.296 | 0.106 | 0.035 | 0.085 | 0.033 | 0.055 |
| Ζώνη I και III | | | | | | | | | | | | |
| K70a59nw | 0.06 | 0.081 | 0.136 | 0.124 | 0.066 | 0.101 | 0.17 | 0.147 | 0.060 | 0.089 | 0.066 | 0.105 |
| K80a84nw | 0.081 | 0.127 | 0.126 | 0.124 | 0.089 | 0.164 | 0 | 0.146 | 0.081 | 0.184 | 0.089 | 0.214 |
| K70a59-III | 0.083 | 0.097 | 0.288 | 0.23 | 0.089 | 0.116 | 0.407 | 0.272 | 0.083 | 0.097 | 0.089 | 0.117 |
| K80a84-III | 0.115 | 0.139 | 0.237 | 0.225 | 0.122 | 0.164 | 0.299 | 0.264 | 0.115 | 0.168 | 0.122 | 0.163 |



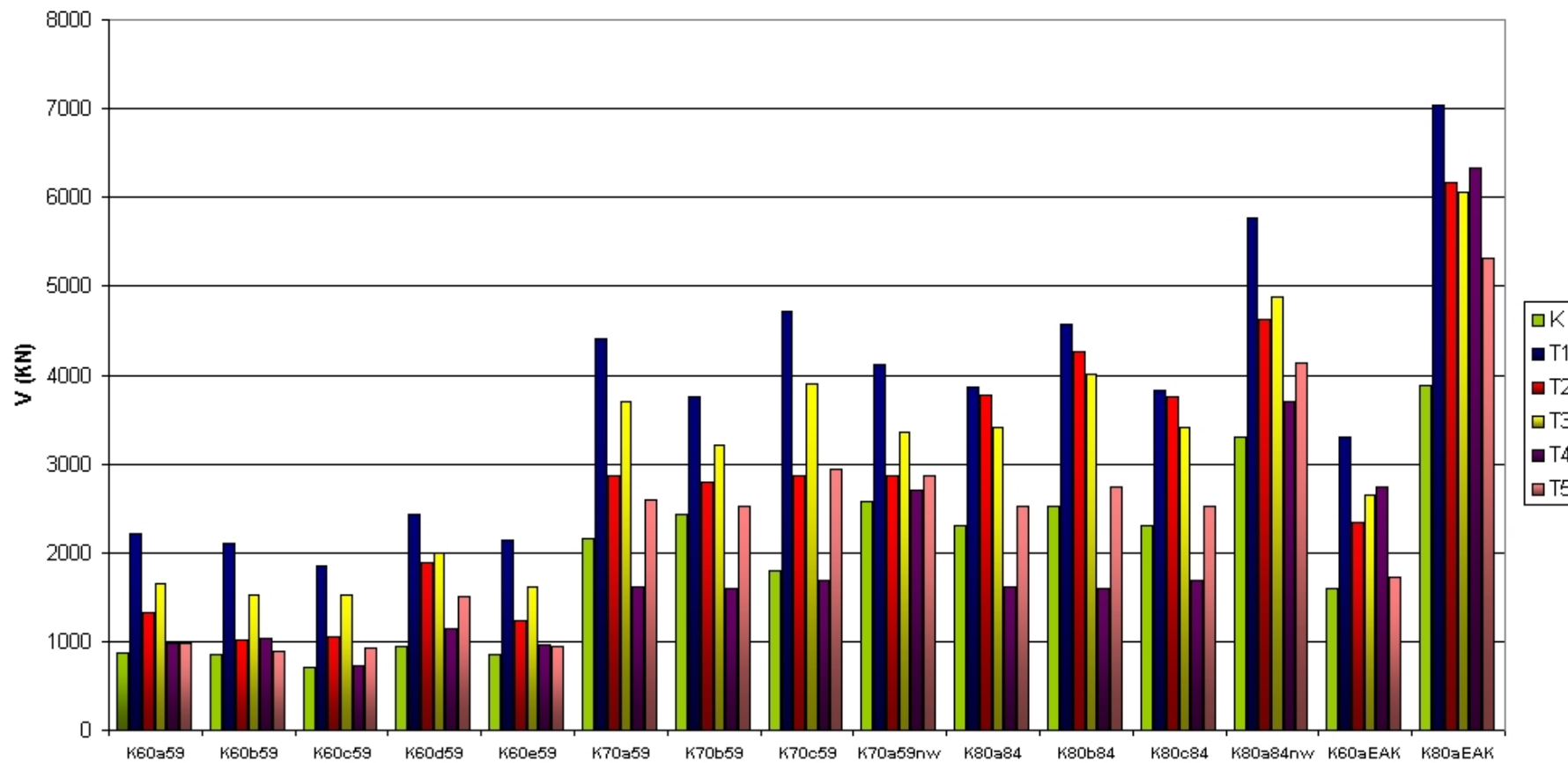
Σχήμα 68. Ιδιοπερίοδος των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων.

Τέμνουσα Βάσης - Ορθογωνική Κατανομή



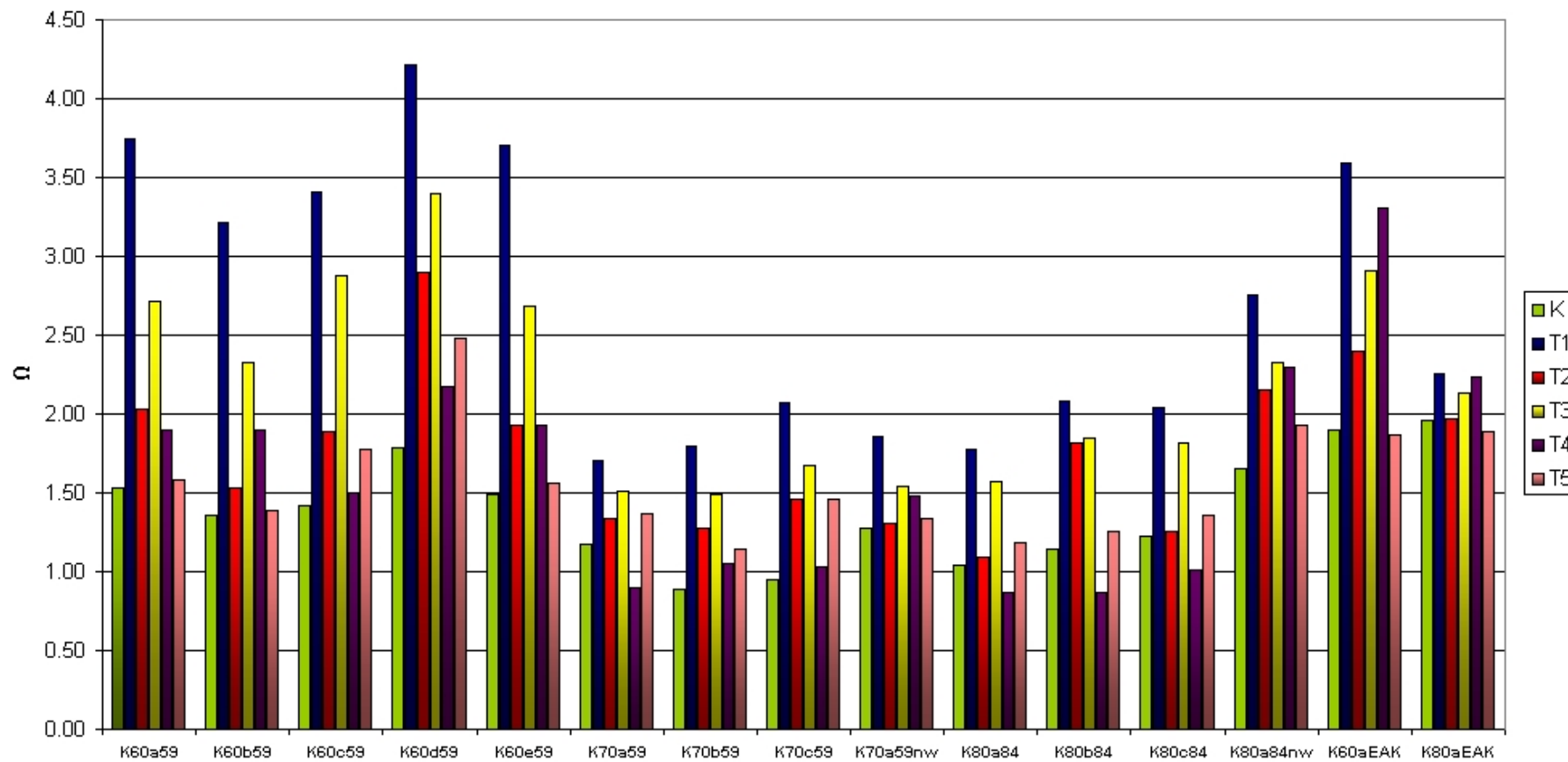
Σχήμα 69. Τέμνουσα βάσης των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για ορθογωνική φόρτιση

Τέμνουσα Βάσης - Τριγωνική Κατανομή

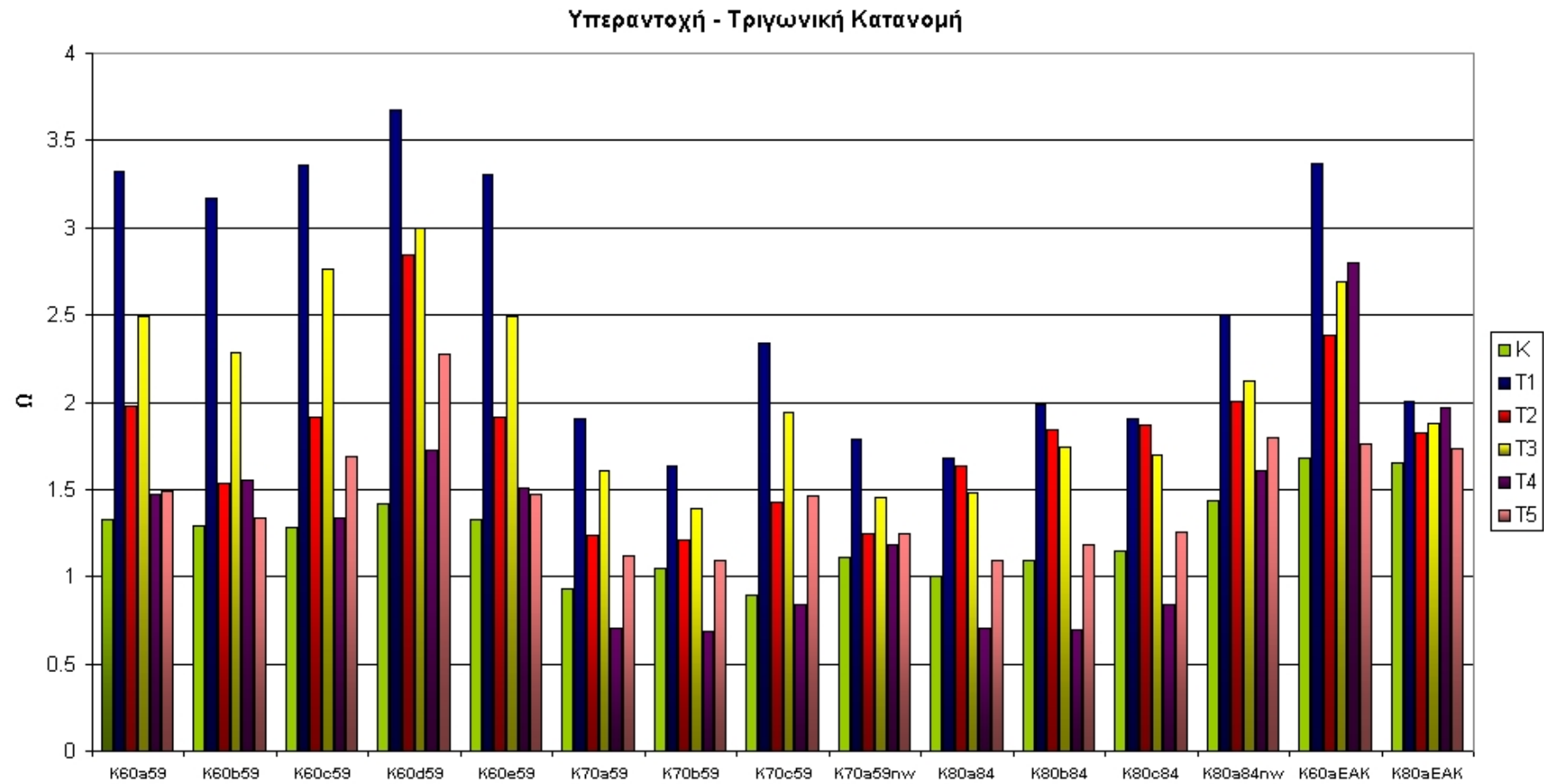


Σχήμα 70. Τέμνουσα βάσης των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για τριγωνική φόρτιση

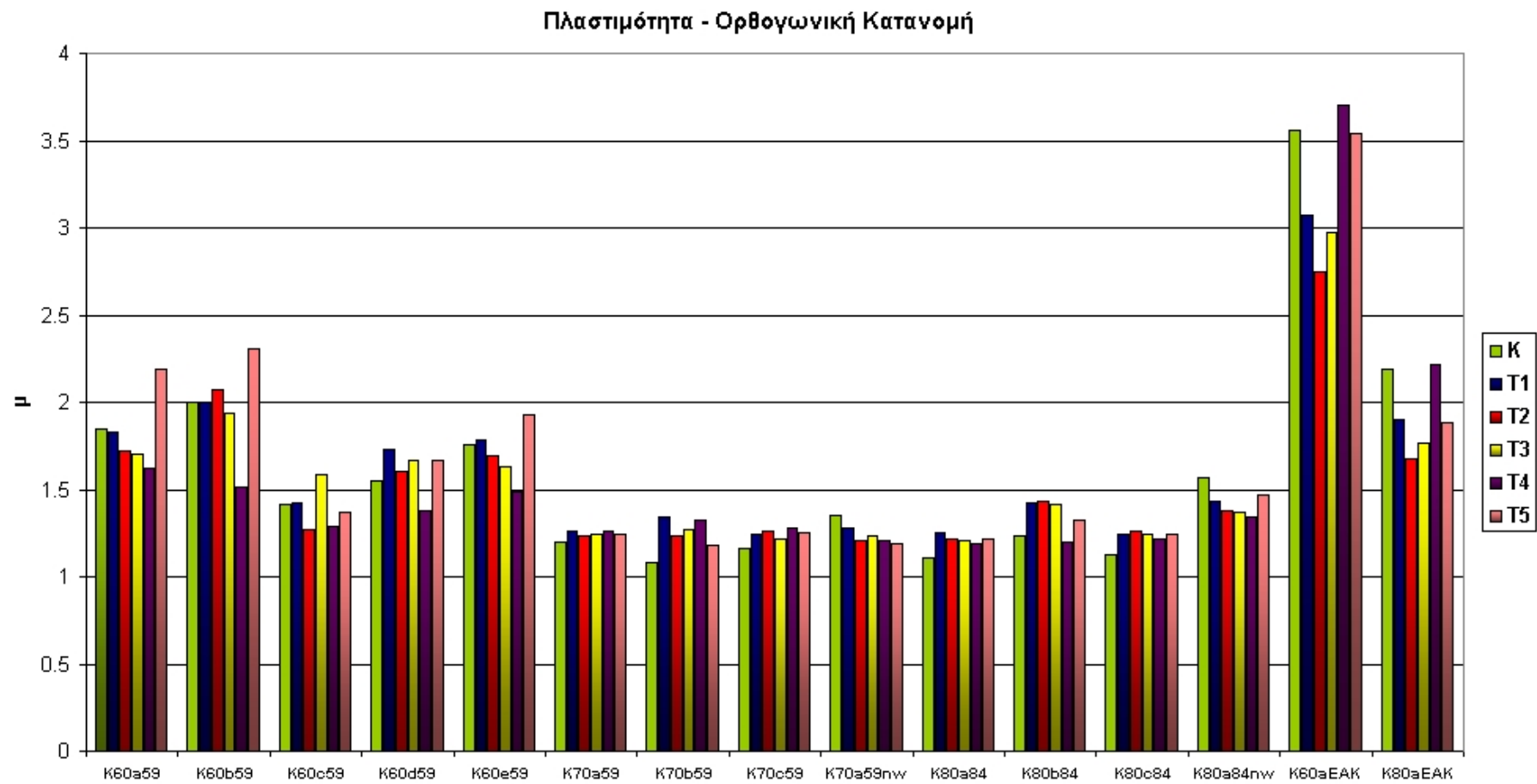
Υπεραντοχή - Ορθογωνική Κατανομή



Σχήμα 71. Υπεραντοχή των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για ορθογωνική φόρτιση

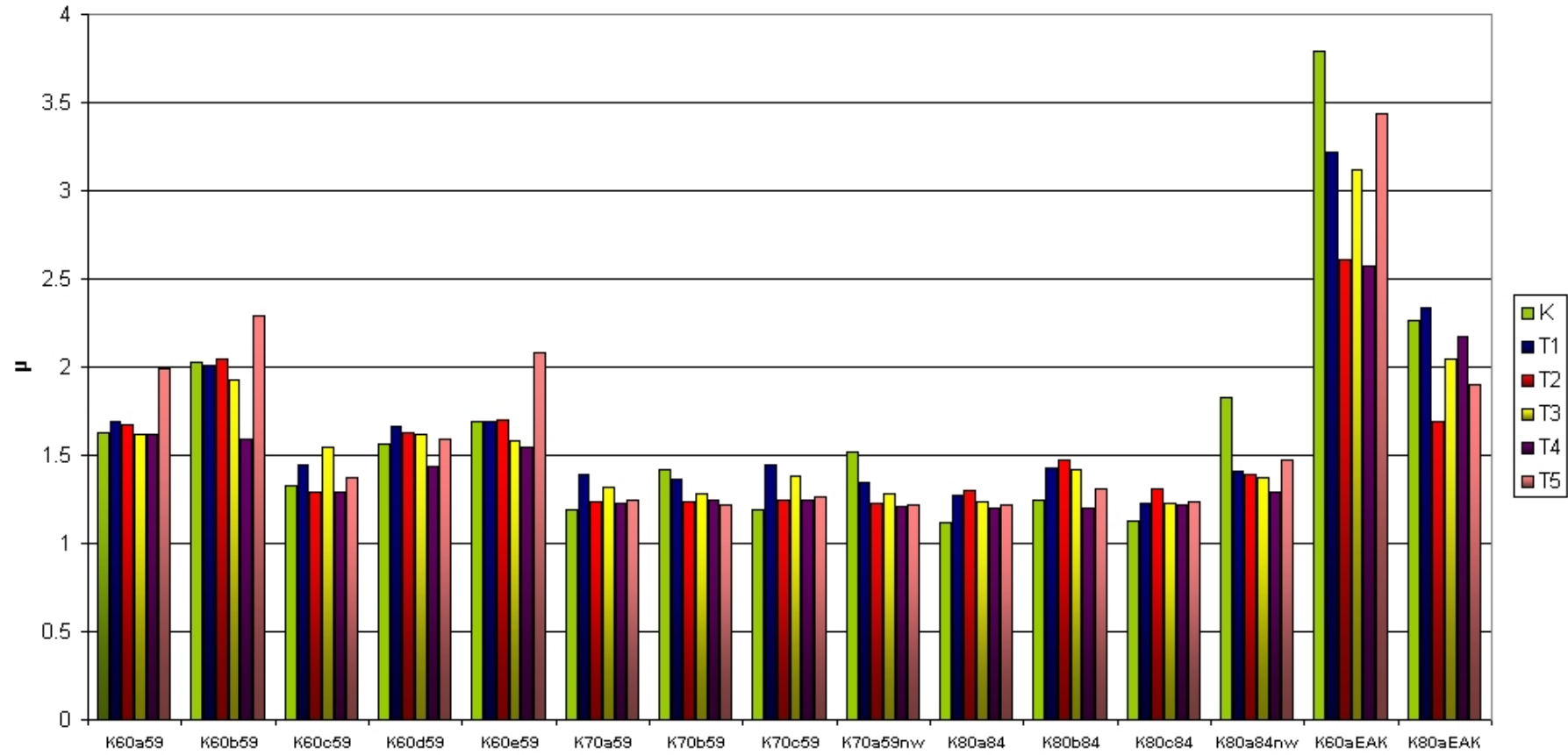


Σχήμα 72. Υπεραντοχή των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για τριγωνική φόρτιση

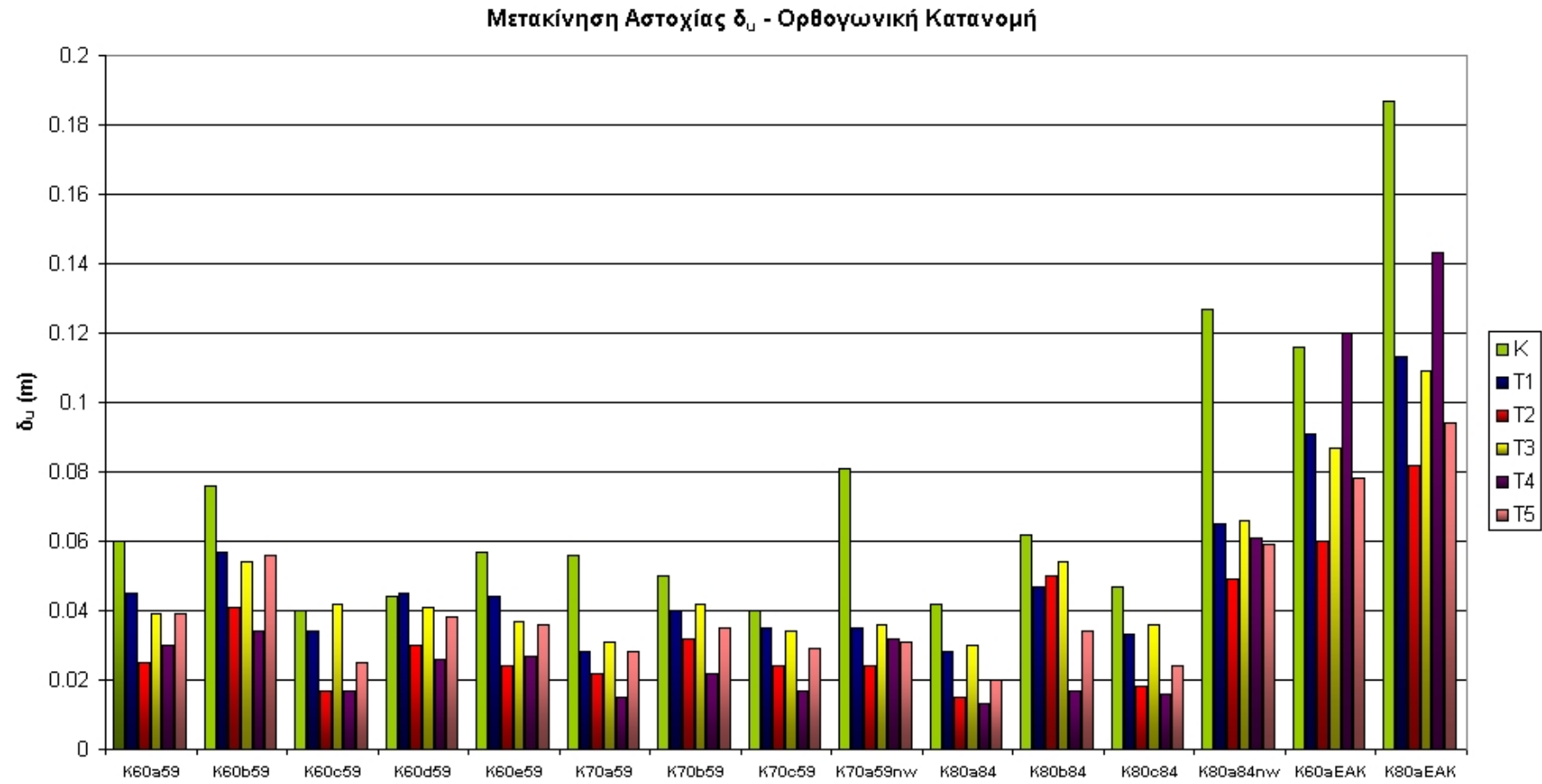


Σχήμα 73. Πλαστιμότητα των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για ορθογωνική φόρτιση

Πλαστιμότητα - Τριγωνική Κατανομή

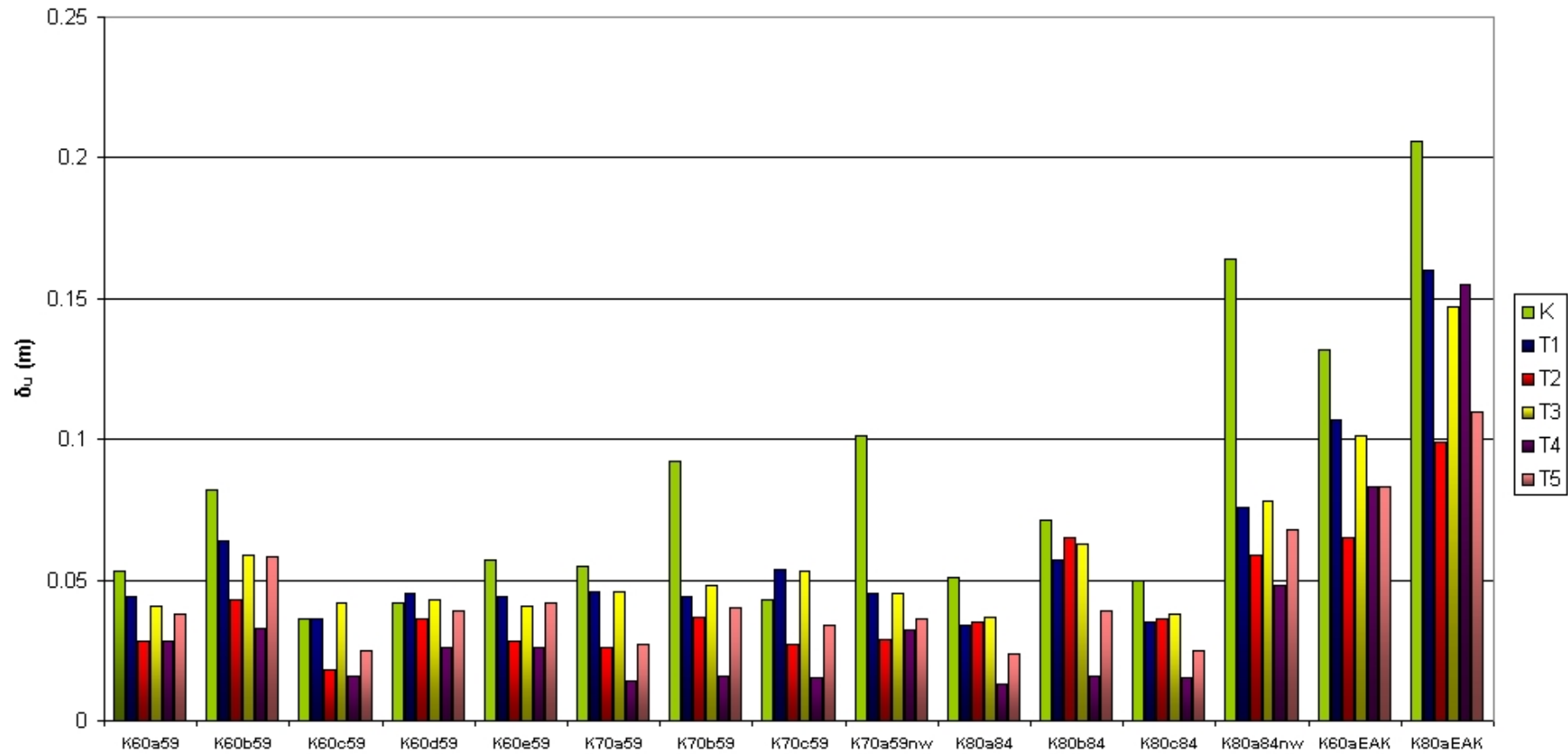


Σχήμα 74. Πλαστιμότητα των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για τριγωνική φόρτιση



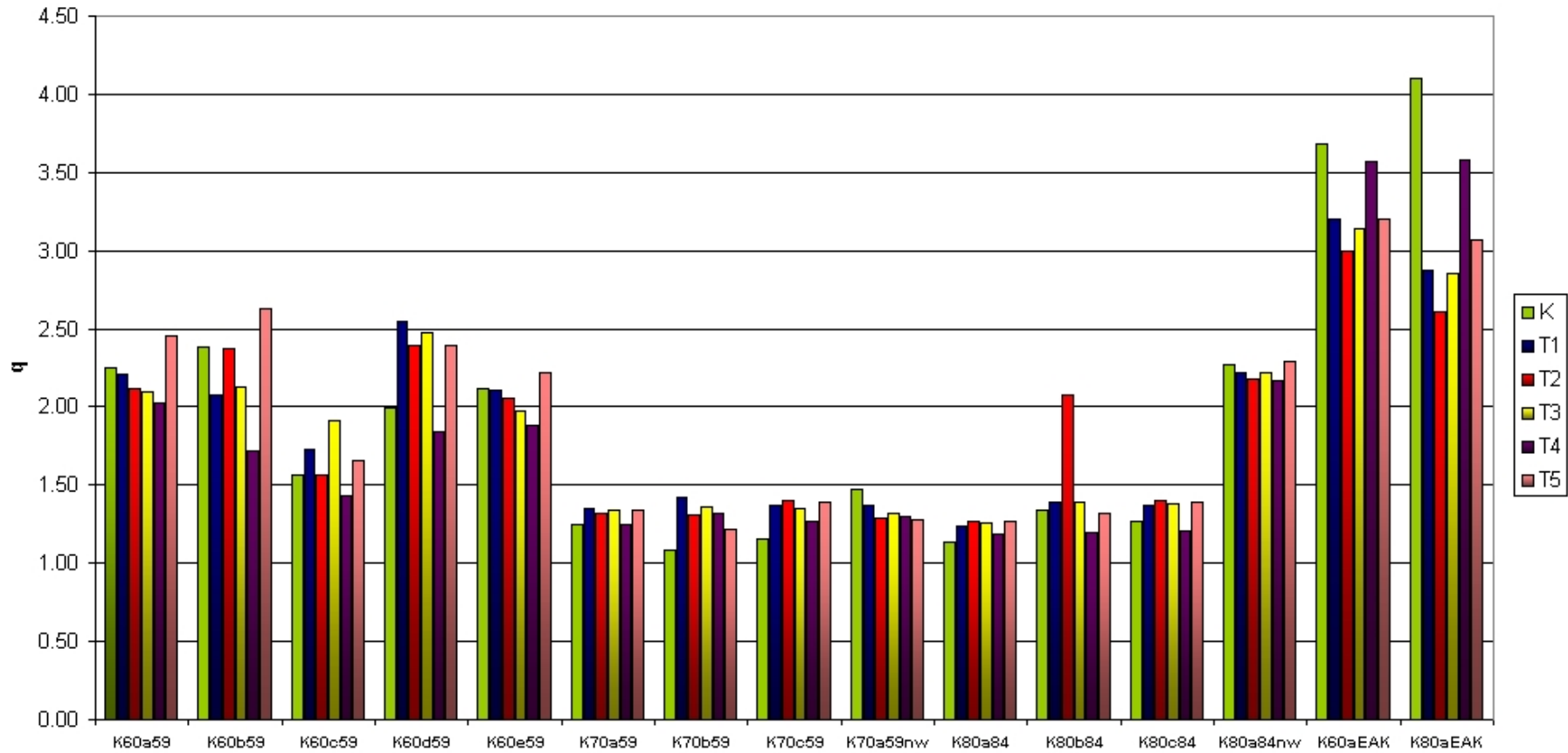
Σχήμα 75. Μετακίνηση αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για ορθογωνική φόρτιση

Μετακίνηση Αστοχίας δ_u - Τριγωνική Κατανομή



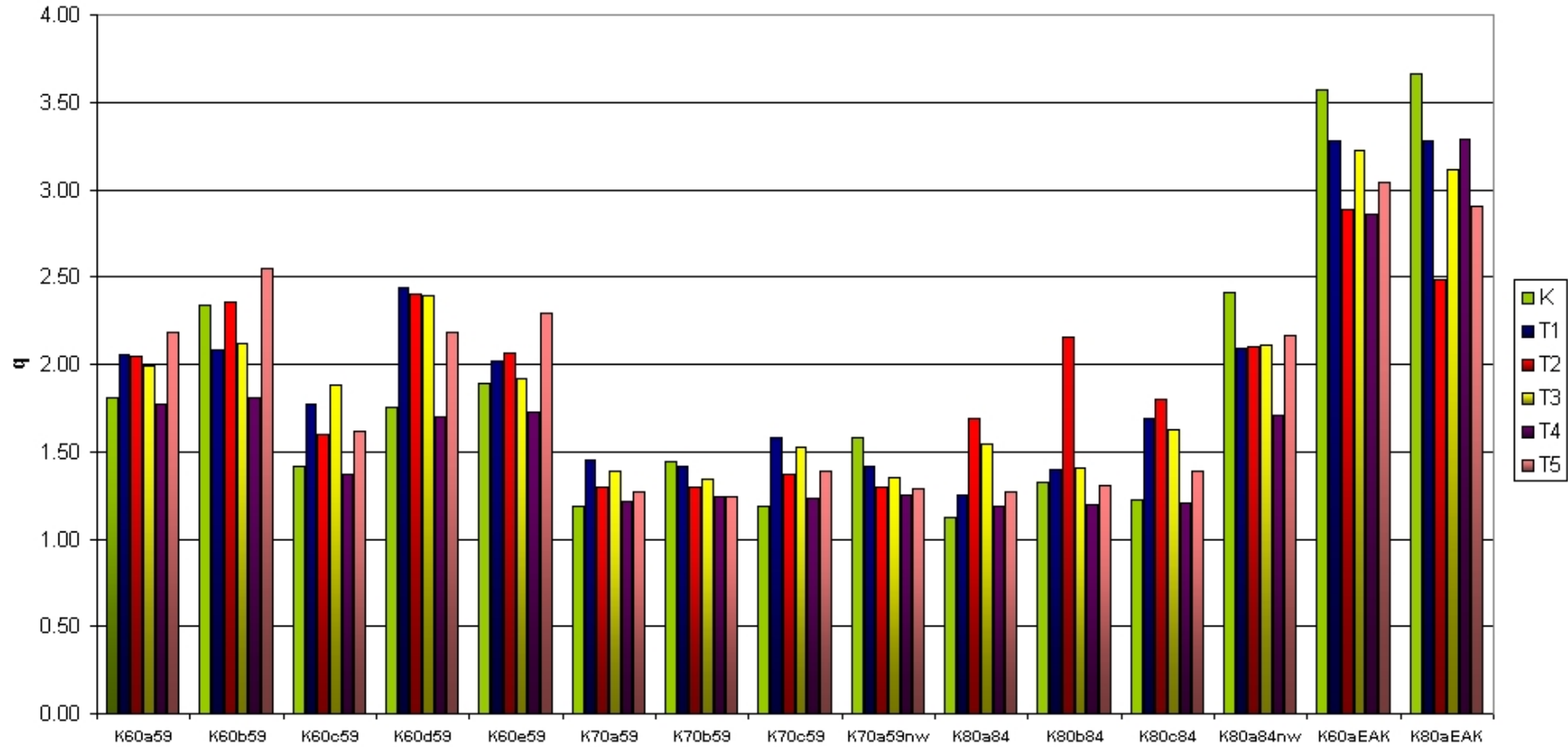
Σχήμα 76. Μετακίνηση αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για τριγωνική φόρτιση

Δείκτης Συμπεριφοράς η - Ορθογωνική Κατανομή



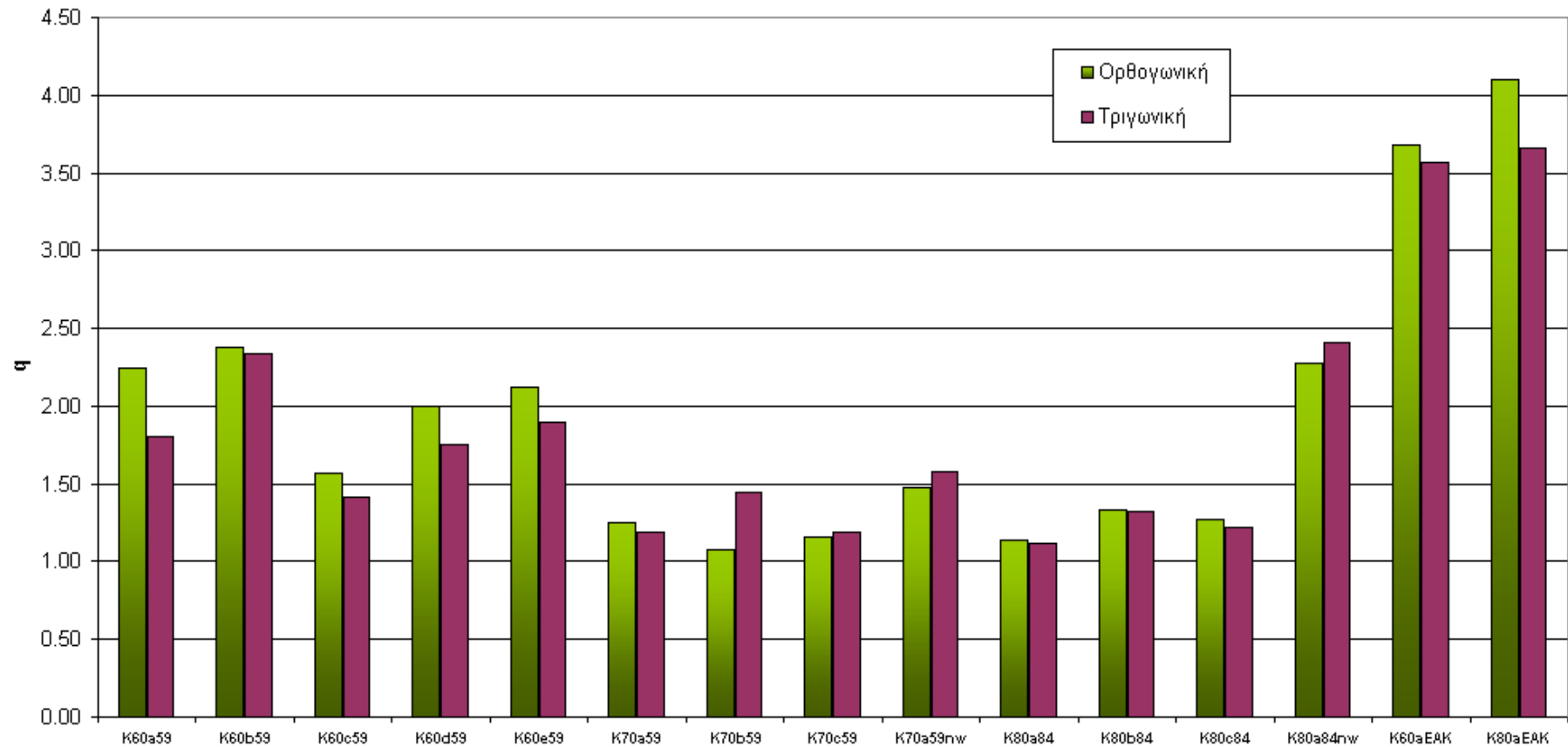
Σχήμα 77. Δείκτης συμπεριφοράς των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για ορθογωνική φόρτιση

Δείκτης Συμπεριφοράς η - Τριγωνική Κατανομή



Σχήμα 78. Δείκτης συμπεριφοράς των κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, γυμνών και τοιχοπληρωμένων, για τριγωνική φόρτιση.

Δείκτης Συμπεριφοράς η



Σχήμα 79. Δείκτης συμπεριφοράς των γυμνών κτιρίων της δεκαετίας του '60 , '70 και '80, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση.

5.2 ΙΔΙΟΠΕΡΙΟΔΟΣ

Στο Σχήμα 68 φαίνονται οι ιδιοπερίοδοι των κτιρίων. Η ιδιοπερίοδος του K60A59 είναι 0.84 sec. Το κτίριο K60B59 με το ψηλό ισόγειο έχει αυξημένη ιδιοπερίοδο ίση με 0.97 sec , ενώ τα κτίρια K60C59 με την εσοχή και K60D59 με το φυτευτό υποστύλωμα έχουν μειωμένη ιδιοπερίοδο, 0.72 sec και 0.76 sec αντίστοιχα, ως αποτέλεσμα της μειωμένης μάζας στους ανώτερους ορόφους για το κτίριο K60C59, και εξαιτίας των αυξημένων διατομών των υποστυλωμάτων για το κτίριο K60D59. Το κτίριο K60E59 με την ασυνεχή δοκό έχει την ίδια ιδιοπερίοδο (0.87 sec) με το κανονικό κτίριο. Το κτίριο K60F59 με το πατάρι έχει ιδιοπερίοδο ίση με 0.97 sec.

Τα κτίρια της δεκαετίας του '70 και του '80 έχουν μεγαλύτερο μήκος φατνωμάτων, είναι γενικά πιο εύκαμπτα και η ιδιοπερίοδος τους είναι αυξημένη σε σχέση με τα κτίρια της δεκαετίας του '60 που έχουν μικρότερα ανοίγματα. Το κανονικό κτίριο K70A59 έχει ιδιοπερίοδο 1.17 sec, ενώ και πάλι παρατηρείται ίδια συμπεριφορά, δηλαδή το κτίριο K70B59 με το ψηλό ισόγειο έχει αυξημένη ιδιοπερίοδο 1.33 sec. Αντίθετα, το κτίριο με την εσοχή παρουσιάζει μικρότερη ιδιοπερίοδο, ίση με 1.01 sec. Τέλος το κανονικό κτίριο χωρίς τον πυρήνα του ανελκυστήρα έχει αυξημένη ιδιοπερίοδο, ίση με 1.38 sec.

Οι μορφές της τοιχοποιίας επηρεάζουν την ιδιοπερίοδο της κατασκευής. Έτσι, το πλήρως τοιχοπληρωμένο πλαίσιο παρουσιάζει πάντα την μικρότερη ιδιοπερίοδο, ενώ το κτίριο με πιλοτή στους δύο κατωτάτους ορόφους την μεγαλύτερη.

Για την παραμετρική ανάλυση στο κτίριο K60A59 φαίνεται ότι αυξάνοντας την διάσταση των υποστυλωμάτων, μειώνεται η ιδιοπερίοδος. Το ίδιο συμβαίνει με την αύξηση του ύψους των δοκών. Η ιδιοπερίοδος παραμένει η ίδια κατά την αύξηση του ποσοστού οπλισμού σε υποστυλώματα ή δοκούς, χωρίς την αλλαγή των διαστάσεων τους.

Τα κτίρια σεισμικότητας II παρουσιάζουν την ίδια τάση μεταξύ τους. Η ιδιοπερίοδος όμως των κτιρίων σεισμικότητας II είναι μειωμένη σε σχέση με αυτήν των αντιστοιχών κτιρίων σεισμικότητας I, λόγω των αυξημένων διαστάσεων των

υποστυλωμάτων που προκύπτουν κατά τον σχεδιασμό. Το ίδιο συμβαίνει και στην περίπτωση των κτιρίων σεισμικότητας I και III.

Στην περίπτωση που τα κτίρια σχεδιάζονται σύμφωνα με τον ΕΑΚ, η ιδιοπερίοδος παρουσιάζει σημαντική μείωση ως αποτέλεσμα των αυξημένων διατομών των υποστυλωμάτων που επιβάλλει ο ΕΑΚ.

5.3 ΤΕΜΝΟΥΣΑ ΒΑΣΗΣ – ΥΠΕΡΑΝΤΟΧΗ

Η τέμνουσα βάσης και η υπεραντοχή των κτιρίων φαίνονται στο Σχήμα 69 και στο Σχήμα 71 για ορθογωνική κατανομή της φόρτισης και στο Σχήμα 70 και Σχήμα 72 για τριγωνική κατανομή της φόρτισης. Ανάλογα με την ακανονικότητα των κτιρίων, η υπεραντοχή των γυμνών πλαισίων της δεκαετίας του '60, σε ζώνη σεισμικότητας I, κυμαίνεται μεταξύ 135% και 180%, το οποίο αντιστοιχεί σε μέγιστη τέμνουσα βάσης ίση με 12% και 16% της μάζας τους, για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης.

Το κανονικό κτίριο K60A59 παρουσιάζει υπεραντοχή ίση με 155%. Η υπεραντοχή μειώνεται για το κτίριο K60B59 με το ψηλό ισόγειο, σε 135%, ενώ στο κτίριο με την εσοχή, λόγω της πρόωρης αστοχίας σε τέμνουσα των υποστυλωμάτων κάτω από την εσοχή, η υπεραντοχή είναι και εδώ μειωμένη σε 140%, ενώ αν η συγκεκριμένη αστοχία δεν θεωρηθεί κρίσιμη για το κτίριο και αγνοηθεί, τότε η υπεραντοχή γίνεται 147%. Το κτίριο K60D59 με το φυτευτό υποστύλωμα έχει αυξημένη υπεραντοχή, 180%, λόγω των αυξημένων διαστάσεων των υποστυλωμάτων εκατέρωθεν του φυτευτού υποστυλώματος, ενώ το κτίριο με την στοά (K60E59), το οποίο έχει συμπεριφορά που προσεγγίζει το κανονικό κτίριο, παρουσιάζει υπεραντοχή 150%.

Οι τιμές αυτές μειώνονται στην περίπτωση της τριγωνικής κατανομής της σεισμικής δράσης. Η υπεραντοχή των κτιρίων K60A59 μειώνεται σε 135%, ενώ η υπεραντοχή των κτιρίων K60B59 και K60C59 μειώνεται σε 130%. Την σημαντικότερη μείωση παρουσιάζει το κτίριο K60D59 με το φυτευτό υποστύλωμα, η υπεραντοχή του οποίου γίνεται 142%. Το κτίριο K60E59 με την στοά παρουσιάζει υπεραντοχή 133%. Οι τιμές αυτές αντιστοιχούν σε μέγιστη τέμνουσα βάσης ίση με 12% και 13% της μάζας τους.

Η τέμνουσα βάσης των γυμνών πλαισίων της δεκαετίας του '70, σε κατηγορία σεισμικότητας I, αυξάνεται σημαντικά λόγω των μεγαλύτερων διατομών και των δύο επιπλέον ορόφων, αλλά η υπεραντοχή παρουσιάζεται μειωμένη σε σχέση με τα κτίρια της δεκαετίας του '60. Το κτίριο K70A59 παρουσιάζει υπεραντοχή 117%, ενώ το κτίριο K70B59 με το ψηλό ισόγειο και το K70C59 με την εσοχή δεν παρουσιάζουν υπεραντοχή. Η χαμηλή τιμή της υπεραντοχής οφείλεται στην πρόωρη αστοχία του πυρήνα του ανελκυστήρα έναντι τέμνουσας. Αν αγνοηθεί η αστοχία του πυρήνα έναντι τέμνουσας, (δεδομένου ότι αυτός αναλαμβάνει μικρό σχετικώς ποσοστό της συνολικής τέμνουσας βάσεως του κτιρίου), τότε η αστοχία οφείλεται σε εξάντληση της πλαστικής γωνίας στροφής υποστυλώματος και η υπεραντοχή αυξάνεται σε 140%, 110% και 150% για τα τρία κτίρια αντίστοιχα. Το κτίριο K70A59 έχει σχεδιαστεί και χωρίς την ύπαρξη πυρήνα ωπλισμένου σκυροδέματος στην θέση του ανελκυστήρα. Στο κτίριο αυτό η αστοχία είναι καμπτική και το κτίριο παρουσιάζει υπεραντοχή 130%.

Στην περίπτωση της τριγωνικής κατανομής, οι τιμές των υπεραντοχών των κτιρίων της δεκαετίας του '70 μειώνονται και πάλι. Εξαίρεση αποτελεί το κτίριο K70B59, στο οποίο η αστοχία του πυρήνα λόγω τέμνουσας συμβαίνει ταυτόχρονα με την καμπτική αστοχία γωνιακού υποστυλώματος του ισογείου, και έτσι η υπεραντοχή του είναι αυξημένη σε σχέση με την ορθογωνική φόρτιση, κατά την οποία αστοχεί ο πυρήνας σε τέμνουσα νωρίτερα.

Αντίστοιχα αποτελέσματα παρουσιάζονται στα γυμνά κτίρια της δεκαετίας του '80 με πυρήνα στον ανελκυστήρα. Μικρή αύξηση παρατηρείται στην τέμνουσα βάσης στα κτίρια με πυρήνα σε σχέση με τα αντίστοιχα κτίρια της δεκαετίας του '70. Η αύξηση είναι σημαντική όταν το κτίριο δεν έχει πυρήνα, οπότε και η αστοχία είναι καμπτική. Η υπεραντοχή για ορθογωνική κατανομή κυμαίνεται από 105% - 125% για τα κτίρια K80A84, K80B84 και K80C84, ενώ για τριγωνική κατανομή κυμαίνεται από 100% - 115%. Στο κτίριο χωρίς πυρήνα η υπεραντοχή γίνεται 165% και 145%, για ορθογωνική και τριγωνική κατανομή αντίστοιχα, σημαντικά αυξημένη σε σχέση με το κτίριο της δεκαετίας του '70 που ήταν 130% και 110%.

Ανεξαρτήτως Κανονισμού σχεδιασμού, η διάταξη των τοιχοπληρώσεων επηρεάζει την τέμνουσα βάσης και την υπεραντοχή των κτιρίων. Έτσι, το πλήρως τοιχοπληρωμένο κτίριο παρουσιάζει την μεγαλύτερη υπεραντοχή. Αντίθετα, το κτίριο

με την ενδιάμεση πιλοτή και το κτίριο με πιλοτή στους δύο κατωτάτους ορόφους παρουσιάζουν την μικρότερη υπεραντοχή. Για την περίπτωση του κανονικού κτιρίου K60A59, για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, η υπεραντοχή αυξάνεται κατά 145% και είναι ίση με 375%, για την περίπτωση των πλήρως τοιχοπληρωμένων περιμετρικών πλαισίων (T160A59). Στην περίπτωση της πιλοτής (T260A59), η υπεραντοχή είναι 205%, δηλαδή η αύξηση είναι μόλις 33%. Για μερική τοιχοπλήρωση της πιλοτής και των υπολοίπων ορόφων, κτίριο T360A59, η αύξηση της υπεραντοχής είναι 78% σε σχέση με το κανονικό κτίριο, και φτάνει το 275%. Το κτίριο με την πιλοτή στον 2^ο όροφο, παρουσιάζει μια αύξηση της υπεραντοχής κατά 24% και φτάνει το 190%, ενώ για το κτίριο T560A59, στο οποίο οι δύο κατώτεροι όροφοι δεν είναι τοιχοπληρωμένοι η υπεραντοχή είναι σχεδόν ίδια με αυτή του κανονικού κτιρίου (160%). Για τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, η αύξηση της υπεραντοχής είναι μεγαλύτερη για τα κτίρια T1, T2 T3 και T5, ενώ για το κτίριο T4 με την έλλειψη τοιχοπληρώσεως στον 2^ο όροφο, η αύξηση είναι μικρότερη από αυτήν της ομοιόμορφης κατανομής. Παρόμοια συμπεριφορά παρουσιάζουν οι διάφορες μορφές τοιχοποιίας για όλα τα κτίρια.

Στην περίπτωση που μειωθεί η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, η υπεραντοχή των τοιχοπληρωμένων κτιρίων μειώνεται, κυρίως για τις περιπτώσεις T1, T2 και T3, ενώ η μείωση είναι μικρή για τις περιπτώσεις T4 και T5.

Όπως αναφέρθηκε στα προηγούμενα, το κτίριο K60A59 μελετήθηκε και για διάφορες περιπτώσεις αυθαίρετης αυξήσεως των διατομών και του οπλισμού των υποστυλωμάτων ή των δοκών. Ο λόγος για τον οποίον έγινε αυτή η διερεύνηση ήταν ο εξής: Καθώς οι παλαιότεροι Κανονισμοί δεν περιελάμβαναν διατάξεις ικανοτικού σχεδιασμού κόμβων δοκών και υποστυλωμάτων, έγινε προσπάθεια μέσω των τροποποιήσεων που αναφέρθηκαν, να επηρεασθεί η σχετική φέρουσα ικανότητα δοκών και υποστυλωμάτων, ώστε να μελετηθεί η επιρροή αυτής της παραμέτρου. Όπως αναμενόταν, αυξάνοντας την διάσταση των υποστυλωμάτων, αυξάνεται η υπεραντοχή. Για αύξηση των υποστυλωμάτων 5 cm, η υπεραντοχή αυξάνεται κατά 10% και γίνεται 170%, ενώ για αύξηση 10 cm των υποστυλωμάτων, η υπεραντοχή γίνεται 185%, δηλαδή αυξάνεται κατά 20%.

Η αύξηση του ποσοστού του οπλισμού των υποστυλωμάτων κατά 1.0% προκαλεί αύξηση κατά 21% στην υπεραντοχή. Στην περίπτωση που τοποθετηθεί οπλισμός σε

κάθε υποστύλωμα με ποσοστό ίσο με 2.5% ή 4.0%, τότε η υπεραντοχή αυξάνεται κατά 24% και 31% αντίστοιχα και γίνεται 190% και 200%. Αύξηση της υπεραντοχής παρατηρείται και στην περίπτωση της αύξησης του ύψους των δοκών. Η αύξηση είναι 21% και για τις δύο περιπτώσεις, γιατί στην περίπτωση της μεγάλης αύξησης των δοκών παρατηρείται πρόωρη διατμητική αστοχία γωνιακού υποστυλώματος στον 1^ο όροφο.

Στην περίπτωση που εξεταστεί ο τρόπος οπλίσεως των δοκών, αν θεωρηθεί ότι ο κάτω οπλισμός των δοκών επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα, και στις εσωτερικές δοκούς εκτός από τις περιμετρικές, δεν παρατηρείται καμία αύξηση της υπεραντοχής του κτιρίου. Μικρή μείωση της υπεραντοχής, 3-8% ανάλογα με την κατανομή της σεισμικής δράσης, παρατηρείται για την περίπτωση που θεωρηθεί ότι ο οπλισμός των δοκών δεν επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα ούτε στις περιμετρικές, ούτε στις εσωτερικές δοκούς.

Τα κτίρια που υπολογίσθηκαν για ζώνη σεισμικότητας II παρουσιάζουν παρόμοιες διαφορές μεταξύ τους, όσον αφορά την υπεραντοχή. Και πάλι το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα έχει την μεγαλύτερη υπεραντοχή, ως αποτέλεσμα των αυξημένων διαστάσεων των υποστυλωμάτων εκατέρωθεν του φυτευτού. Παρ' όλο που η τέμνουσα βάσης αυξάνεται για τα κτίρια σεισμικότητας II, οι υπεραντοχές είναι μειωμένες σε σχέση με τα αντίστοιχα κτίρια σεισμικότητας I κατά 15-22%. Η υπεραντοχή του κανονικού κτιρίου K60A59-II είναι 120%, για το κτίριο K60D59-II είναι 140% και για το K60E59-II είναι 125%. Οι τιμές αυτές μειώνονται περισσότερο για τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσης. Αντίστοιχα παρουσιάζεται μεγάλη μείωση της υπεραντοχής για τα κτίρια σεισμικότητας III.

Στην περίπτωση που τα κτίρια μελετώνται σύμφωνα με τον ΕΑΚ, η τέμνουσα βάσης και η υπεραντοχή παρουσιάζουν σημαντική αύξηση. Η υπεραντοχή του κτιρίου K60αΕΑΚ (πενταώροφο κτίριο με μήκος φατνωμάτων 3.5 m) είναι ίση με 190% και 170% για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, ενώ στο κτίριο K80αΕΑΚ (επταώροφο κτίριο με μήκος φατνωμάτων 6.0 m) είναι ίση με 195% και 165% αντίστοιχα.

5.4 ΠΛΑΣΤΙΜΟΤΗΤΑ

Η πλαστιμότητα των κτιρίων φαίνεται στο Σχήμα 73 για ορθογωνική κατανομή της φόρτισης και στο Σχήμα 74 για τριγωνική κατανομή της φόρτισης. Όπως αναμένεται, η πλαστιμότητα σε όρους μετακινήσεων των κτιρίων εξαρτάται από την ακανονικότητα τους. Για τα γυμνά κτίρια της δεκαετίας του '60, σε κατηγορία σεισμικότητας I, κυμαίνεται μεταξύ 1.4 και 2.0, για ομοιόμορφη κατανομή της σεισμικής δράσης. Για τριγωνική κατανομή οι τιμές αυτές μειώνονται και κυμαίνονται μεταξύ 1.35 και 2.05.

Το κανονικό κτίριο K60A59 παρουσιάζει πλαστιμότητα ίση με 1.85. Η πλαστιμότητα για το κτίριο K60B59 με το ψηλό ισόγειο παρουσιάζει μικρή αύξηση ($\mu=2.0$), καθώς το πιο εύκαμπτο κτίριο αστοχεί για ελαφρώς μεγαλύτερη οριζόντια μετακίνηση. Αντίθετα, για το κτίριο με την εσοχή, λόγω της πρόωρης αστοχίας σε τέμνουσα του γωνιακού υποστυλώματος κάτω από την εσοχή, η πλαστιμότητα μειώνεται σε 1.4. Αν αγνοηθεί αυτή η τοπική αστοχία λόγω τέμνουσας, τότε η αστοχία οφείλεται σε υπέρβαση της πλαστικής γωνιάς στροφής υποστυλώματος κατώτερου ορόφου και η πλαστιμότητα αυξάνεται σε 1.95. Το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα (K60D59) έχει μικρή πλαστιμότητα (=1.55), ενώ το κτίριο με την ασυνεχή δοκό (K60E59) έχει πλαστιμότητα ίση με 1.75, προσεγγίζοντας το κανονικό κτίριο. Το κτίριο με το πατάρι (K60F59) έχει πλαστιμότητα 1.9.

Οι τιμές αυτές μειώνονται στην περίπτωση της τριγωνικής κατανομής της σεισμικής δράσης. Η πλαστιμότητα του κτιρίου K60A59 μειώνεται σε 1.65. Αντίθετα για το κτίριο K60B59, η πλαστιμότητα πρακτικώς δεν μεταβάλλεται. Μικρή μείωση παρουσιάζει η πλαστιμότητα του κτιρίου με την εσοχή (K60C59) και γίνεται 1.35, ενώ για το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα (K60D59) παραμένει ίση με 1.55. Για το κτίριο με την στοά (K60E59) μειώνεται σε 1.7 και για το κτίριο με το πατάρι (K60F59) σε 1.6.

Η πλαστιμότητα των γυμνών κτιρίων της δεκαετίας του '70, σε ζώνη σεισμικότητας I, παρουσιάζεται σημαντικά μειωμένη σε σχέση με τα κτίρια της δεκαετίας του '60. Για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, το κτίριο K70A59 παρουσιάζει πλαστιμότητα 1.2, το κτίριο K70B59 με το ψηλό ισόγειο 1.1 και το K70C59 με την εσοχή 1.15. Η μικρή πλαστιμότητα οφείλεται στην πρόωρη αστοχία σε τέμνουσα του

πυρήνα του ανελκυστήρα. Αν αγνοηθεί η αστοχία του πυρήνα έναντι τέμνουσας, τότε η αστοχία οφείλεται σε εξάντληση πλαστικής γωνίας στροφής υποστυλώματος και η πλαστιμότητα αυξάνεται σε 1.5, 1.25 και 1.75 για τα τρία κτίρια αντίστοιχα. Το κτίριο K70A59 έχει σχεδιαστεί και χωρίς την ύπαρξη πυρήνα ωπλισμένου σκυροδέματος στην θέση του ανελκυστήρα. Σ' αυτήν την περίπτωση η αστοχία είναι καμπτική και το κτίριο παρουσιάζει πλαστιμότητα 1.35. Παρατηρείται, επομένως, ότι σε κάθε περίπτωση, η πλαστιμότητα παραμένει σημαντικά μειωμένη για τα κτίρια της δεκαετίας του '70, έναντι εκείνων της δεκαετίας του 60.

Στην περίπτωση της τριγωνικής κατανομής, οι τιμές των πλαστιμοτήτων των κτιρίων της δεκαετίας του '70 παραμένουν μικρές. Για το κανονικό κτίριο K70A59 η πλαστιμότητα παραμένει ίση με 1.2. Για το κτίριο K70B59, στο οποίο η αστοχία του πυρήνα λόγω τέμνουσας συμβαίνει ταυτόχρονα με την καμπτική αστοχία γωνιακού υποστυλώματος του ισογείου, η πλαστιμότητα του είναι αυξημένη (1.4) σε σχέση με την ορθογωνική φόρτιση, κατά την οποία αστοχεί ο πυρήνας σε τέμνουσα νωρίτερα. Για το κτίριο με την εσοχή, η πλαστιμότητα παραμένει σε μικρές τιμές και είναι ίση με 1.2. Στο κανονικό κτίριο χωρίς πυρήνα στον ανελκυστήρα, η πλαστιμότητα είναι ίση με 1.5.

Η διάταξη των τοιχοπληρώσεων επηρεάζει την πλαστιμότητα των κτιρίων. Η αστοχία των τοιχοπληρωμένων κτιρίων παρατηρείται σε μικρότερη μετακίνηση από αυτήν του γυμνού πλαισίου. Το ίδιο συμβαίνει και στην ισοδύναμη μετακίνηση διαρροής του διγραμμικού διαγράμματος, αφού η κλίση είναι πιο απότομη λόγω της μεγαλύτερης ακαμψίας των τοιχοπληρωμένων κτιρίων. Οι πλαστιμότητες των τοιχοπληρωμένων κτιρίων είναι γενικά μικρότερες από αυτές των γυμνών πλαισίων. Για το κανονικό κτίριο K60A59 της δεκαετίας του '60 για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, το πλήρως τοιχοπληρωμένο πλαίσιο (T160A59) παρουσιάζει την ίδια πλαστιμότητα με το γυμνό πλαίσιο (1.85). Η τιμή αυτή μειώνεται σε 1.7 για το κτίριο με την πιλοτή (T260A59). Την ίδια πλαστιμότητα παρουσιάζει το κτίριο με την μερική ενίσχυση της πιλοτής (T360A59), ενώ μειωμένη πλαστιμότητα, ίση με 1.6, έχει και το κτίριο με ασυνέχεια της τοιχοποιίας σε ενδιάμεσο όροφο (T460A59), το οποίο γενικά παρουσιάζει την μικρότερη τιμή πλαστιμότητας. Το κτίριο με την πιλοτή στους δύο κατώτερους ορόφους (T560A59) παρουσιάζει αύξηση της πλαστιμότητας, παρόλο που οι μετακινήσεις αστοχίας και διαρροής είναι μικρότερες

από τις αντίστοιχες του γυμνού πλαισίου. Για το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα, K60D59, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα κτίρια της δεκαετίας του '60, οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεων προσδίδουν γενικά στο κτίριο αυξημένη πλαστιμότητα και βελτιώνουν την συμπεριφορά του. Για τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσης οι τιμές των πλαστιμοτήτων είναι συνήθως μικρότερες από τις αντίστοιχες τιμές για ορθογωνική κατανομή.

Στην περίπτωση που μειωθεί η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, η πλαστιμότητα των τοιχοπληρωμένων κτιρίων αυξάνεται, κυρίως για τις περιπτώσεις T1, T2 και T3, ενώ η αύξηση είναι μικρή για τις περιπτώσεις T4 και T5 και εμφανίζει τιμές ενδιάμεσες (μεταξύ εκείνων των γυμνών πλαισίων και των τοιχοπληρωμένων με ισχυρές τοιχοπληρώσεις).

Σε αντίθεση με τα κτίρια της δεκαετίας του '60, για τα κτίρια του '70 οι πλαστιμότητες των τοιχοπληρωμένων κτιρίων είναι αυξημένες σε σχέση με αυτές των γυμνών πλαισίων, αλλά οι τιμές τους παρουσιάζουν μικρότερο εύρος. Έτσι, για το κτίριο K70A59, για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, οι πλαστιμότητες κυμαίνονται μεταξύ 1.2 (γυμνό πλαίσιο) και 1.25 (πλήρως τοιχοπληρωμένο) για τις διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεων. Για την τριγωνική κατανομή, το εύρος κυμαίνεται μεταξύ 1.2 (γυμνό πλαίσιο) και 1.4 (πλήρως τοιχοπληρωμένο).

Για την παραμετρική ανάλυση στο κτίριο K60A59 φαίνεται ότι αυξάνοντας την διάσταση των υποστυλωμάτων, αυξάνεται σημαντικά η πλαστιμότητα. Για αύξηση των υποστυλωμάτων κατά 5 cm, η πλαστιμότητα αυξάνεται κατά 31% και γίνεται 2.4, ενώ για αύξηση 10 cm των υποστυλωμάτων, η πλαστιμότητα γίνεται 4.3, δηλαδή αυξάνεται κατά 133%.

Η αύξηση του ποσοστού του οπλισμού των υποστυλωμάτων κατά 1.0% προκαλεί αύξηση κατά 22% στην πλαστιμότητα, η οποία γίνεται 2.25. Στην περίπτωση που τοποθετηθεί οπλισμός σε κάθε υποστύλωμα με ποσοστό ίσο με 2.5% ή 4.0%, τότε η πλαστιμότητα αυξάνεται κατά 16% και 34% αντίστοιχα και γίνεται 2.15 και 2.5. Αντίθετα, μείωση της πλαστιμότητας παρατηρείται στην περίπτωση της αύξησης του ύψους των δοκών. Η πλαστιμότητα για το κτίριο με τις δοκούς 20/65 παραμένει 1.85, ενώ όταν οι δοκοί γίνονται 20/85 τότε η μείωση είναι σημαντική, 36%, και η

πλαστιμότητα γίνεται 1.2, γιατί στην περίπτωση της μεγάλης αύξησης των δοκών παρατηρείται πρόωρη διατμητική αστοχία γωνιακού υποστυλώματος στον 1^ο όροφο.

Στην περίπτωση που εξεταστεί ο τρόπος οπλίσεως των δοκών, αν θεωρηθεί ότι ο κάτω οπλισμός των δοκών επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα, και στις εσωτερικές δοκούς εκτός από τις περιμετρικές, παρατηρείται μικρή μείωση της πλαστιμότητας του κτιρίου η οποία είναι 1.75. Αύξηση κατά 10% παρατηρείται για την περίπτωση που θεωρηθεί ότι ο οπλισμός των δοκών δεν επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα ούτε στις περιμετρικές, ούτε στις εσωτερικές δοκούς.

Τα κτίρια που υπολογίσθηκαν για ζώνη σεισμικότητας II παρουσιάζουν παρόμοιες διαφορές μεταξύ τους. Και πάλι το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα έχει την μικρότερη πλαστιμότητα ίση με 1.6, αυξημένη μόλις κατά 4% σε σχέση με το κτίριο σεισμικότητας I. Το κανονικό κτίριο K60A59-II έχει πλαστιμότητα 2.35, αυξημένη σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σεισμικότητας I κατά 28%. Το κτίριο με την στοά (K60E59-II) παρουσιάζει πλαστιμότητα 2.1, δηλαδή στην περίπτωση αυτή η αύξηση είναι 20%.

Οι τιμές αυτές μειώνονται για τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, και γίνονται 1.7, 1.6 και 1.7 αντίστοιχα, πλησιάζοντας περισσότερο τις τιμές που έχουν τα αντίστοιχα κτίρια σεισμικότητας I για τριγωνική κατανομή (αντίστοιχες αυξήσεις 6%, 2% και μείωση 1%).

Τα κτίρια σεισμικότητας III παρουσιάζουν μικρότερες τιμές πλαστιμότητας. Το κανονικό κτίριο K70A59-III έχει πλαστιμότητα 1.15 και 1.3 για ορθογωνική και τριγωνική κατανομή, μειωμένη σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σεισμικότητας I κατά 13%. Το κτίριο K80A84-III παρουσιάζει πλαστιμότητα 1.2 και 1.35, δηλαδή στην περίπτωση αυτή η μείωση είναι μεγαλύτερη.

Στην περίπτωση που τα κτίρια σχεδιάζονται σύμφωνα με τον ΕΑΚ, η πλαστιμότητα παρουσιάζει μεγάλη αύξηση. Η πλαστιμότητα του κτιρίου K60αΕΑΚ (πενταώροφο κτίριο με μήκος φανωμάτων 3.5 m) είναι ίση με 3.55 και 3.8 για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, δηλαδή αύξηση κατά 90% και 130% σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σχεδιασμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό του '59.

Στο κτίριο K80αΕΑΚ (επταώροφο κτίριο με μήκος φατνωμάτων 6.0 m) η πλαστιμότητα είναι ίση με 2.2 και 2.25 για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, δηλαδή παρουσιάζει αύξηση κατά 60% και 50% σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σχεδιασμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό του '59, και κατά 40% και 25% σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σχεδιασμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό του '84.

5.5 ΜΕΤΑΚΙΝΗΣΗ ΑΣΤΟΧΙΑΣ

Οι μετακινήσεις αστοχίας και διαρροής εξαρτώνται από την ακανονικότητα των κτιρίων, και απ' την διάταξη των τοιχοπληρώσεων. Οι τιμές των μετακινήσεων αστοχίας φαίνονται στο Σχήμα 75 για ορθογωνική κατανομή της φόρτισης και στο Σχήμα 76 για τριγωνική κατανομή της φόρτισης. Για τα γυμνά πλαίσια της δεκαετίας του '60, σε κατηγορία σεισμικότητας I, οι μετακινήσεις στην αστοχία κυμαίνονται μεταξύ 4 cm και 7.6 cm για ομοιόμορφη κατανομή της σεισμικής δράσης.

Το κανονικό κτίριο K60A59 αστοχεί σε μετακίνηση ίση με 6 cm. Η μετακίνηση αστοχίας για το κτίριο K60B59 με το ψηλό ισόγειο είναι 7.6 cm, γιατί το κτίριο είναι πιο εύκαμπτο και αστοχεί σε μεγαλύτερη μετακίνηση. Αντίθετα, για το κτίριο με την εσοχή, λόγω της πρόωρης αστοχίας σε τέμνουσα του γωνιακού υποστυλώματος κάτω από την εσοχή, η μετακίνηση αστοχίας μειώνεται σε 4 cm. Αν αγνοηθεί η αστοχία λόγω τέμνουσας, τότε η αστοχία οφείλεται σε κάμψη και η μετακίνηση αστοχίας αυξάνεται σε 5.2 cm. Η μετακίνηση αστοχίας του κτιρίου με το φυτευτό υποστύλωμα K60D59 είναι μειωμένη σε σύγκριση με το κανονικό κτίριο (4.4 cm), ενώ στο κτίριο με την στοά (K60E59) η αστοχία παρατηρείται σε μετακίνηση παρόμοια με το κανονικό κτίριο (5.7 cm).

Οι τιμές αυτές μειώνονται στην περίπτωση της τριγωνικής κατανομής της σεισμικής δράσης. Η μετακίνηση αστοχίας του κτιρίου K60A59 μειώνεται σε 5.3 cm. Αντίθετα για το κτίριο K60B59, αυξάνεται και γίνεται 8.2 cm. Μικρή μείωση παρουσιάζει η μετακίνηση αστοχίας του κτιρίου με την εσοχή (K60C59) και γίνεται 3.6 cm, ενώ για το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα (K60D59) μειώνεται σε 4.2 cm. Για το κτίριο με την στοά (K60E59) παραμένει ίση με 5.7 cm.

Η αστοχία των γυμνών πλαισίων της δεκαετίας του '70 με πυρήνα, σε κατηγορία σεισμικότητας I, συμβαίνει σε παρόμοιες μετακινήσεις σε σχέση με τα κτίρια της δεκαετίας του '60. Αυτό συμβαίνει λόγω της πρόωρης διατμητικής αστοχίας του πυρήνα του ανελκυστήρα. Στην περίπτωση που δεν υπάρχει πυρήνας, τότε οι μετακινήσεις αστοχίας είναι αυξημένες. Για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, το κτίριο K70A59 με πυρήνα αστοχεί σε μετακίνηση ίση με 5.6 cm, το κτίριο K70B59 με το ψηλό ισόγειο σε μετακίνηση ίση με 5.0 cm και το K70C59 με την εσοχή στα 4.0 cm. Η μικρή μετακίνηση αστοχίας οφείλεται στην πρόωρη αστοχία σε τέμνουσα του πυρήνα του ανελκυστήρα. Αν αγνοηθεί η αστοχία του πυρήνα έναντι τέμνουσας, τότε η αστοχία οφείλεται σε κάμψη υποστυλώματος και η μετακίνηση αστοχίας αυξάνεται σε 8.4 cm, 7.3 cm και 9.7 cm για τα τρία κτίρια αντίστοιχα. Το κτίριο K70A59 έχει σχεδιαστεί και χωρίς την ύπαρξη πυρήνα ωπλισμένου σκυροδέματος στην θέση του ανελκυστήρα. Στο κτίριο αυτό η αστοχία είναι καμπτική και παρουσιάζει μετακίνηση αστοχίας ίση με 8.1 cm, δηλαδή στην περίπτωση του κτιρίου χωρίς πυρήνα, η μετακίνηση αστοχίας αυξάνεται κατά 45%.

Στην περίπτωση της τριγωνικής κατανομής, οι τιμές των μετακινήσεων αστοχίας των κτιρίων της δεκαετίας του '70 παραμένουν μικρές. Για το κανονικό κτίριο K70A59 η μετακίνηση αστοχίας παραμένει ίση με 5.5 cm. Για το κτίριο K70B59, στο οποίο η αστοχία του πυρήνα λόγω τέμνουσας συμβαίνει ταυτόχρονα με την καμπτική αστοχία γωνιακού υποστυλώματος του ισόγειου, η μετακίνηση αστοχίας του είναι αυξημένη (9.2 cm) σε σχέση με την ορθογωνική φόρτιση, κατά την οποία αστοχεί ο πυρήνας σε τέμνουσα νωρίτερα. Για το κτίριο με την εσοχή, η μετακίνηση αστοχίας παραμένει σε μικρές τιμές και είναι ίση με 4.3 cm. Το κτίριο χωρίς πυρήνα αστοχεί σε μετακίνηση ίση με 10.1 cm.

Παρόμοια αποτελέσματα παρουσιάζουν τα κτίρια της δεκαετίας του '80 με πυρήνα στον ανελκυστήρα. Τα κτίρια K80A84, K80B84 και K80C84 παρουσιάζουν μετακίνηση αστοχίας ίση με 4.2 cm, 6.2 cm και 4.7 cm για ορθογωνική κατανομή και 5.1 cm, 7.1 cm και 5.0 cm για τριγωνική κατανομή. Αντίθετα, το κτίριο που είναι σχεδιασμένο χωρίς πυρήνα στον ανελκυστήρα, παρουσιάζει μεγάλη αύξηση στην μετακίνηση αστοχίας, σε σχέση με το ίδιο κτίριο το οποίο είναι σχεδιασμένο με τον κανονισμό του '59. Η μετακίνηση αστοχίας είναι 12.7 cm για την ορθογωνική και 16.4 cm για την τριγωνική κατανομή.

Οι μορφές της τοιχοποιίας επηρεάζουν την μετακίνηση αστοχίας των κτιρίων. Η αστοχία των τοιχοπληρωμένων κτιρίων παρατηρείται γενικά σε μικρότερη μετακίνηση από αυτήν του γυμνού πλαισίου. Το ίδιο συμβαίνει και στην ισοδύναμη μετακίνηση διαρροής του διγραμμικού διαγράμματος, αφού η κλίση είναι πιο απότομη λόγω της μεγαλύτερης ακαμψίας των τοιχοπληρωμένων κτιρίων. Στην περίπτωση που μειωθεί η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, η μετακίνηση αστοχίας των τοιχοπληρωμένων κτιρίων αυξάνεται.

Για το κανονικό κτίριο K60A59 της δεκαετίας του '60 για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, το πλήρως τοιχοπληρωμένο πλαίσιο (T160A59) αστοχεί σε μικρότερη μετακίνηση σε σχέση με το γυμνό πλαίσιο, η οποία είναι 4.5 cm. Η τιμή αυτή μειώνεται σε 2.5 cm για το κτίριο με την πιλοτή (T260A59), ενώ το κτίριο με την μερική ενίσχυση της πιλοτής (T360A59) αστοχεί στα 3.9 cm. Μειωμένη μετακίνηση αστοχίας (3.0 cm) έχει και το κτίριο με ασυνέχεια της τοιχοποιίας σε ενδιάμεσο όροφο (T460A59). Το κτίριο με την πιλοτή στους δύο κατώτερους ορόφους (T560A59) παρουσιάζει αύξηση της πλαστιμότητας, παρόλο που οι μετακινήσεις αστοχίας και διαρροής είναι μικρότερες από τις αντίστοιχες του γυμνού πλαισίου. Για το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα, K60D59, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα κτίρια της δεκαετίας του '60, οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεων προσδίδουν γενικά στο κτίριο αυξημένη πλαστιμότητα και βελτιώνουν την συμπεριφορά του. Για τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσης οι τιμές των πλαστιμοτήτων είναι συνήθως μικρότερες από τις αντίστοιχες τιμές για ορθογωνική κατανομή.

Γενικά τα τοιχοπληρωμένα κτίρια παρουσιάζουν μετακίνηση αστοχίας μικρότερη από αυτή των γυμνών πλαισίων. Το πλήρως τοιχοπληρωμένο κτίριο (T1) έχει την μεγαλύτερη μετακίνηση μεταξύ των διαφόρων μορφών τοιχοπληρώσεως. Το κτίριο με την μερική τοιχοπλήρωση των ορόφων και της πιλοτής (T3) παρουσιάζει μικρότερη μετακίνηση αστοχίας, ενώ το κτίριο με τους δύο κατώτατους ορόφους χωρίς τοιχοπλήρωση (T5), η μετακίνηση μειώνεται ακόμα περισσότερο. Το κτίριο με την πιλοτή στο ισόγειο (T2) και το κτίριο με την ασυνέχεια της πιλοτής στον 2^ο όροφο (πιλοτή σε ενδιάμεσο όροφο) (T4) έχουν την μικρότερη μετακίνηση αστοχίας.

Για την παραμετρική ανάλυση στο κτίριο K60A59 φαίνεται ότι αυξάνοντας την διάσταση των υποστυλωμάτων, αυξάνεται και η μετακίνηση αστοχίας. Για αύξηση

των υποστυλωμάτων κατά 5 cm (K60A259), για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, η μετακίνηση αστοχίας παραμένει στα 6.1 cm, αλλά η μετακίνηση διαρροής είναι μειωμένη κατά 24%, επειδή η κατασκευή είναι πιο άκαμπτη και η αρχική κλίση πιο απότομη, οπότε γι' αυτό και η πλαστιμότητα είναι αυξημένη σε σχέση με το αρχικό κτίριο K60A59. Για αύξηση 10 cm των υποστυλωμάτων, η μετακίνηση αστοχίας αυξάνεται σημαντικά (57% αύξηση) και γίνεται 9.4 cm, με μικρότερη πάλι μετακίνηση διαρροής (33% μείωση), οπότε εξηγείται η μεγάλη αύξηση της πλαστιμότητας.

Η αύξηση του ποσοστού του οπλισμού των υποστυλωμάτων κατά 1.0% προκαλεί σημαντική αύξηση της μετακίνησης αστοχίας κατά 46%, η οποία γίνεται 8.8 cm. Αύξηση κατά 18% παρουσιάζεται όμως και στην μετακίνηση διαρροής, οπότε η πλαστιμότητα παρουσιάζει μικρότερη αύξηση από ότι στην περίπτωση της αύξησης των διαστάσεων των υποστυλωμάτων. Στην περίπτωση που τοποθετηθεί οπλισμός σε κάθε υποστυλώμα με ποσοστό ίσο με 2.5% ή 4.0%, τότε η μετακίνησης αστοχίας αυξάνεται κατά 40% και 70% αντίστοιχα και γίνεται 8.4 cm και 10.2 cm. Η μετακίνηση διαρροής αυξάνεται κατά 18% και 24% αντίστοιχα, οπότε και η αύξηση της πλαστιμότητας είναι μεγαλύτερη στην δεύτερη περίπτωση.

Αντίθετα, σημαντική μείωση της μετακίνησης αστοχίας παρατηρείται στην περίπτωση της αύξησης του ύψους των δοκών. Η μετακίνησης αστοχίας για το κτίριο με τις δοκούς 20/65 είναι 4.8 cm, ενώ όταν οι δοκοί γίνονται 20/85 τότε η μείωση είναι σημαντική, 63%, και η μετακίνησης αστοχίας γίνεται 2.2 cm, γιατί στην περίπτωση της μεγάλης αύξησης των δοκών παρατηρείται πρόωρη διατμητική αστοχία γωνιακού υποστυλώματος στον 1^ο όροφο. Κατά συνέπεια και οι πλαστιμότητες αυτών των κτιρίων είναι μειωμένες.

Στην περίπτωση που εξεταστεί ο τρόπος οπλίσεως των δοκών, αν θεωρηθεί ότι ο κάτω οπλισμός των δοκών επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα, και στις εσωτερικές δοκούς εκτός από τις περιμετρικές, η μετακίνησης αστοχίας παραμένει ίδια (6.0 cm). Αύξηση κατά 8% παρατηρείται για την περίπτωση που θεωρηθεί ότι ο οπλισμός των δοκών δεν επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα ούτε στις περιμετρικές, ούτε στις εσωτερικές δοκούς, ενώ και η μετακίνηση διαρροής του είναι μικρότερη κατά 3%, οπότε παρουσιάζεται αύξηση στην πλαστιμότητα. Για τριγωνική κατανομή της

σεισμικής δράσης, οι τιμές των μετακινήσεων αστοχίας είναι γενικά μικρότερες από τις αντίστοιχες της ορθογωνικής, αλλά η μεταξύ τους σχέση παραμένει ίδια.

Τα κτίρια που υπολογίσθηκαν για ζώνη σεισμικότητας II παρουσιάζουν παρόμοιες διαφορές μεταξύ τους, αλλά οι μετακινήσεις αστοχίας είναι μεγαλύτερες από αυτές των αντιστοιχών κτιρίων σεισμικότητας I. Και πάλι το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα έχει την μικρότερη μετακίνηση αστοχίας ίση με 5.3 cm, αυξημένη μόλις κατά 20% σε σχέση με το κτίριο σεισμικότητας I, αλλά και η μετακίνηση διαρροής αυξάνεται κατά 18%, οπότε η αύξηση της πλαστιμότητας είναι μικρή. Το κανονικό κτίριο K60A59-II έχει μετακίνηση αστοχίας 7.7 cm, αυξημένη σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σεισμικότητας I κατά 28%, ενώ η μετακίνηση διαρροής είναι μικρότερη κατά 3%, με αποτέλεσμα και η πλαστιμότητα να είναι σημαντικά αυξημένη. Το κτίριο με την στοά (K60E59-II) παρουσιάζει μετακίνηση αστοχίας 7.5 cm, δηλαδή στην περίπτωση αυτή η αύξηση είναι 32%.

Οι τιμές των μετακινήσεων αστοχίας μειώνονται για τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, και γίνονται 5.3, 4.9 και 5.5 cm αντίστοιχα για τα κτίρια K60A59, K60D59 και K60E59, πλησιάζοντας περισσότερο τις τιμές που έχουν τα αντίστοιχα κτίρια σεισμικότητας I για τριγωνική κατανομή (αντίστοιχες αυξήσεις 0%, 17% και μείωση 4%).

Το κανονικό κτίριο της δεκαετίας του '70 σεισμικότητας III (K70A59-III) παρουσιάζει μικρή αύξηση της μετακίνησης αστοχίας, η οποία είναι ίση με 9.7 cm και 11.6 cm, για ορθογωνική και τριγωνική κατανομή. Το κτίριο K80A84-III παρουσιάζει μετακίνηση αστοχίας 13.9 cm και 16.4 cm, δηλαδή και στην περίπτωση αυτή παρατηρείται μικρή αύξηση, σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σεισμικότητας I.

Στην περίπτωση που τα κτίρια σχεδιάζονται σύμφωνα με τον ΕΑΚ, η μετακίνηση αστοχίας παρουσιάζει μεγάλη αύξηση. Η μετακίνηση αστοχίας του κτιρίου K60αΕΑΚ (πενταώροφο κτίριο με μήκος φατνωμάτων 3.5 m) είναι ίση με 11.6 cm και 13.2 cm για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, δηλαδή αύξηση κατά 95% και 150% σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σχεδιασμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό του '59.

Στο κτίριο K80αΕΑΚ (επταώροφο κτίριο με μήκος φατνωμάτων 6.0 m) η μετακίνηση αστοχίας είναι ίση με 18.7 cm και 20.6 cm για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, δηλαδή παρουσιάζει αύξηση κατά 130% και 104% σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σχεδιασμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό του '59, και κατά 47% και 26% σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σχεδιασμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό του '84.

5.6 ΔΕΙΚΤΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ q

Ο δείκτης συμπεριφοράς των κτιρίων εξαρτάται από την ακανονικότητά τους. Οι τιμές του δείκτη συμπεριφοράς φαίνονται στο Σχήμα 77 για ορθογωνική κατανομή της φόρτισης και στο Σχήμα 78 για τριγωνική κατανομή της φόρτισης. Για τα γυμνά πλαίσια της δεκαετίας του '60, σε κατηγορία σεισμικότητας I, κυμαίνεται μεταξύ 1.6 και 2.4, για ομοιόμορφη κατανομή της σεισμικής δράσης. Για τριγωνική κατανομή οι τιμές αυτές μειώνονται και κυμαίνονται μεταξύ 1.4 και 2.35.

Το κανονικό κτίριο K60A59 παρουσιάζει δείκτη συμπεριφοράς ίσο με 2.25. Ο δείκτης συμπεριφοράς για το κτίριο K60B59 με το ψηλό ισόγειο γίνεται 2.4. Αντίθετα, για το κτίριο με την εσοχή, λόγω της πρόωρης αστοχίας σε τέμνουσα του γωνιακού υποστυλώματος κάτω από την εσοχή, ο δείκτης συμπεριφοράς μειώνεται σε 1.6. Το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα (K60D59) έχει δείκτη συμπεριφοράς ίσο με 2.0, ενώ το κτίριο με την ασυνεχή δοκό (K60E59) ίσο με 2.1, προσεγγίζοντας το κανονικό κτίριο.

Οι τιμές αυτές μειώνονται στην περίπτωση της τριγωνικής κατανομής της σεισμικής δράσης. Ο δείκτης συμπεριφοράς του κτιρίου K60A59 μειώνεται σε 1.8. Αντίθετα για το κτίριο K60B59, ο δείκτης συμπεριφοράς δεν αλλάζει ουσιαστικά και γίνεται ίσος με 2.35. Μικρή μείωση παρουσιάζει ο δείκτης συμπεριφοράς του κτιρίου με την εσοχή (K60C59) και γίνεται 1.4, ενώ για το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα (K60D59) είναι ίσος με 1.75. Για το κτίριο με την στοά (K60E59) μειώνεται σε 1.9.

Ο δείκτης συμπεριφοράς των γυμνών κτιρίων της δεκαετίας του '70, σε κατηγορία σεισμικότητας I, παρουσιάζεται σημαντικά μειωμένος σε σχέση με τα κτίρια της δεκαετίας του '60. Για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, το κτίριο

K70A59 παρουσιάζει δείκτη συμπεριφοράς 1.25, το κτίριο K70B59 με το ψηλό ισόγειο 1.1 και το K70C59 με την εσοχή 1.15. Ο μικρός δείκτης συμπεριφοράς οφείλεται στην πρόωρη αστοχία σε τέμνουσα του πυρήνα του ανελκυστήρα. Το κτίριο K70A59 έχει σχεδιαστεί και χωρίς την ύπαρξη πυρήνα ωπλισμένου σκυροδέματος στην θέση του ανελκυστήρα. Στο κτίριο αυτό η αστοχία είναι καμπτική και παρουσιάζει δείκτη συμπεριφοράς 1.5, δηλαδή και στην περίπτωση του κτιρίου χωρίς πυρήνα, ο δείκτης συμπεριφοράς παραμένει σημαντικά μειωμένος για τα κτίρια της δεκαετίας του '70.

Στην περίπτωση της τριγωνικής κατανομής, οι τιμές των δεικτών συμπεριφοράς των κτιρίων της δεκαετίας του '70 παραμένουν μικρές. Για το κανονικό κτίριο K70A59 ο δείκτης συμπεριφοράς είναι ίσος με 1.2. Για το κτίριο K70B59, στο οποίο η αστοχία του πυρήνα λόγω τέμνουσας συμβαίνει ταυτόχρονα με την καμπτική αστοχία γωνιακού υποστυλώματος του ισόγειου, ο δείκτης συμπεριφοράς του είναι αυξημένος (1.45) σε σχέση με την ορθογωνική φόρτιση, κατά την οποία αστοχεί ο πυρήνας σε τέμνουσα νωρίτερα. Για το κτίριο με την εσοχή, ο δείκτης συμπεριφοράς παραμένει σε μικρές τιμές και είναι ίσος με 1.2. Στο κανονικό κτίριο χωρίς πυρήνα στον ανελκυστήρα, ο δείκτης συμπεριφοράς είναι ίσος με 1.6.

Αντίστοιχα αποτελέσματα για τα κτίρια της δεκαετίας του '80 σε κατηγορία σεισμικότητας I. Ο δείκτης συμπεριφοράς είναι μικρός, 1.15, 1.35 και 1.3 για τα κτίρια K80A84, K80B84 και K80C84 με πυρήνα και ορθογωνική κατανομή. Παρόμοιες τιμές λίγο μειωμένες (1.1, 1.3 και 1.2) παρουσιάζουν και για τριγωνική κατανομή. Αντίθετα, το κανονικό κτίριο χωρίς πυρήνα στον ανελκυστήρα, έχει δείκτη συμπεριφοράς σημαντικά αυξημένο και ίσο με 2.3 και 2.4 για ορθογωνική και τριγωνική κατανομή.

Η διάταξη των τοιχοπληρώσεων επηρεάζει τον δείκτη συμπεριφοράς των κτιρίων. Ο δείκτης συμπεριφοράς των τοιχοπληρωμένων κτιρίων μπορεί να είναι είτε μεγαλύτερος είτε μικρότερος από αυτόν του γυμνού κτιρίου. Αυτό συμβαίνει διότι, μολονότι η πλαστιμότητα μετακινήσεων των τοιχοπληρωμένων κτιρίων είναι συνήθως μικρότερη, η υπεραντοχή τους είναι μεγαλύτερη. Έτσι ο δείκτης συμπεριφοράς, ο οποίος λαμβάνει υπόψη την υπεραντοχή της κατασκευής, έχοντας όμως ως ανώτατη τιμή την υπεραντοχή του κτιρίου με την πιλοτή, αυξομειώνεται σε σχέση με αυτόν του γυμνού κτιρίου.

Για το κανονικό κτίριο K60A59 της δεκαετίας του '60 για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, το πλήρως τοιχοπληρωμένο πλαίσιο (T160A59) παρουσιάζει τον ίδιο δείκτη συμπεριφοράς με το γυμνό πλαίσιο (2.2). Η τιμή αυτή μειώνεται σε 2.1 για το κτίριο με την πιλοτή (T260A59). Τον ίδιο δείκτη συμπεριφοράς παρουσιάζει το κτίριο με την μερική ενίσχυση της πιλοτής (T360A59), ενώ μειωμένο q , ίσο με 2.0, έχει και το κτίριο με ασυνέχεια της τοιχοποιίας σε ενδιάμεσο όροφο (T460A59), το οποίο γενικά παρουσιάζει την μικρότερη τιμή δείκτη συμπεριφοράς. Το κτίριο με την πιλοτή στους δύο κατώτερους ορόφους (T560A59) παρουσιάζει αύξηση του q (2.45). Για το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα, K60D59, σε αντίθεση με τα υπόλοιπα κτίρια της δεκαετίας του '60, οι διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεων προσδίδουν γενικά στο κτίριο αυξημένο δείκτη συμπεριφοράς και βελτιώνουν την συμπεριφορά του. Για τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσης οι τιμές του δείκτη συμπεριφοράς είναι συνήθως μικρότερες από τις αντίστοιχες τιμές για ορθογωνική κατανομή.

Όταν μειώνεται η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, ο δείκτης συμπεριφοράς των τοιχοπληρωμένων κτιρίων αυξάνεται. Μολονότι η υπεραντοχή αυτών των κτιρίων είναι μειωμένη, αυξάνεται η μετακίνηση αστοχίας τους και, έτσι, παρατηρείται αύξηση του δείκτη συμπεριφοράς.

Σε αντίθεση με τα κτίρια της δεκαετίας του '60, για τα κτίρια του '70 ο δείκτης συμπεριφοράς των τοιχοπληρωμένων κτιρίων με πυρήνα στον ανελκυστήρα είναι αυξημένος σε σχέση με αυτόν των γυμνών πλαισίων, αλλά οι τιμές τους παρουσιάζουν μικρότερο εύρος. Έτσι, για το κτίριο K70A59, για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, ο δείκτης συμπεριφοράς κυμαίνεται μεταξύ 1.25 (γυμνό πλαίσιο) και 1.35 (πλήρως τοιχοπληρωμένο) για τις διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεων. Για την τριγωνική κατανομή, το εύρος κυμαίνεται μεταξύ 1.2 (γυμνό πλαίσιο) και 1.45 (πλήρως τοιχοπληρωμένο).

Για την παραμετρική ανάλυση στο κτίριο K60A59 φαίνεται ότι αυξάνοντας την διάσταση των υποστυλωμάτων, αυξάνεται σημαντικά και ο δείκτης συμπεριφοράς. Για αύξηση των υποστυλωμάτων κατά 5 cm, ο δείκτης συμπεριφοράς αυξάνεται κατά 30% και γίνεται 2.9, ενώ για αύξηση 10 cm των υποστυλωμάτων, ο δείκτης συμπεριφοράς γίνεται 4.55, δηλαδή αυξάνεται κατά 102%.

Η αύξηση του ποσοστού του οπλισμού των υποστυλωμάτων κατά 1.0% προκαλεί αύξηση κατά 40% στον δείκτη συμπεριφοράς, ο οποίος γίνεται 3.2. Στην περίπτωση που τοποθετηθεί οπλισμός σε κάθε υποστύλωμα με ποσοστό ίσο με 2.5% ή 4.0%, τότε ο δείκτης συμπεριφοράς αυξάνεται κατά 36% και 67% αντίστοιχα και γίνεται 3.1 και 3.75. Αντίθετα, μικρή αύξηση και μετά μείωση του δείκτη συμπεριφοράς παρατηρείται στην περίπτωση της αύξησης του ύψους των δοκών. Ο δείκτης συμπεριφοράς για το κτίριο με τις δοκούς 20/65 γίνεται 2.35, ενώ όταν οι δοκοί γίνονται 20/85 τότε η μείωση είναι σημαντική, 35%, και ο δείκτης συμπεριφοράς γίνεται 1.45, γιατί στην περίπτωση της μεγάλης αύξησης των δοκών παρατηρείται πρόωρη διατμητική αστοχία γωνιακού υποστυλώματος στον 1^ο όροφο.

Στην περίπτωση που εξεταστεί ο τρόπος οπλίσεως των δοκών, αν θεωρηθεί ότι ο κάτω οπλισμός των δοκών επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα, και στις εσωτερικές δοκούς εκτός από τις περιμετρικές, παρατηρείται μικρή μείωση του δείκτη συμπεριφοράς του κτιρίου ο οποίος είναι 2.2. Αύξηση κατά 10% ($q = 2.45$) παρατηρείται για την περίπτωση που θεωρηθεί ότι ο οπλισμός των δοκών δεν επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα ούτε στις περιμετρικές, ούτε στις εσωτερικές δοκούς.

Τα κτίρια που υπολογίσθηκαν για ζώνη σεισμικότητας II παρουσιάζουν παρόμοιες διαφορές μεταξύ τους. Και πάλι το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα έχει τον μικρότερο δείκτη συμπεριφοράς ίσο με 1.8, μειωμένο κατά 10% σε σχέση με το κτίριο σεισμικότητας I. Το κανονικό κτίριο K60A59-II έχει δείκτη συμπεριφοράς 2.35, αυξημένο σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σεισμικότητας I κατά 4%. Το κτίριο με την στοά (K60E59-II) παρουσιάζει δείκτη συμπεριφοράς 2.25, δηλαδή στην περίπτωση αυτή η αύξηση είναι 6%.

Οι τιμές αυτές μειώνονται για τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσης, και γίνονται 1.65, 1.6 και 1.6 αντίστοιχα, μειωμένες σε σχέση με τις τιμές που έχουν τα αντίστοιχα κτίρια σεισμικότητας I για τριγωνική κατανομή.

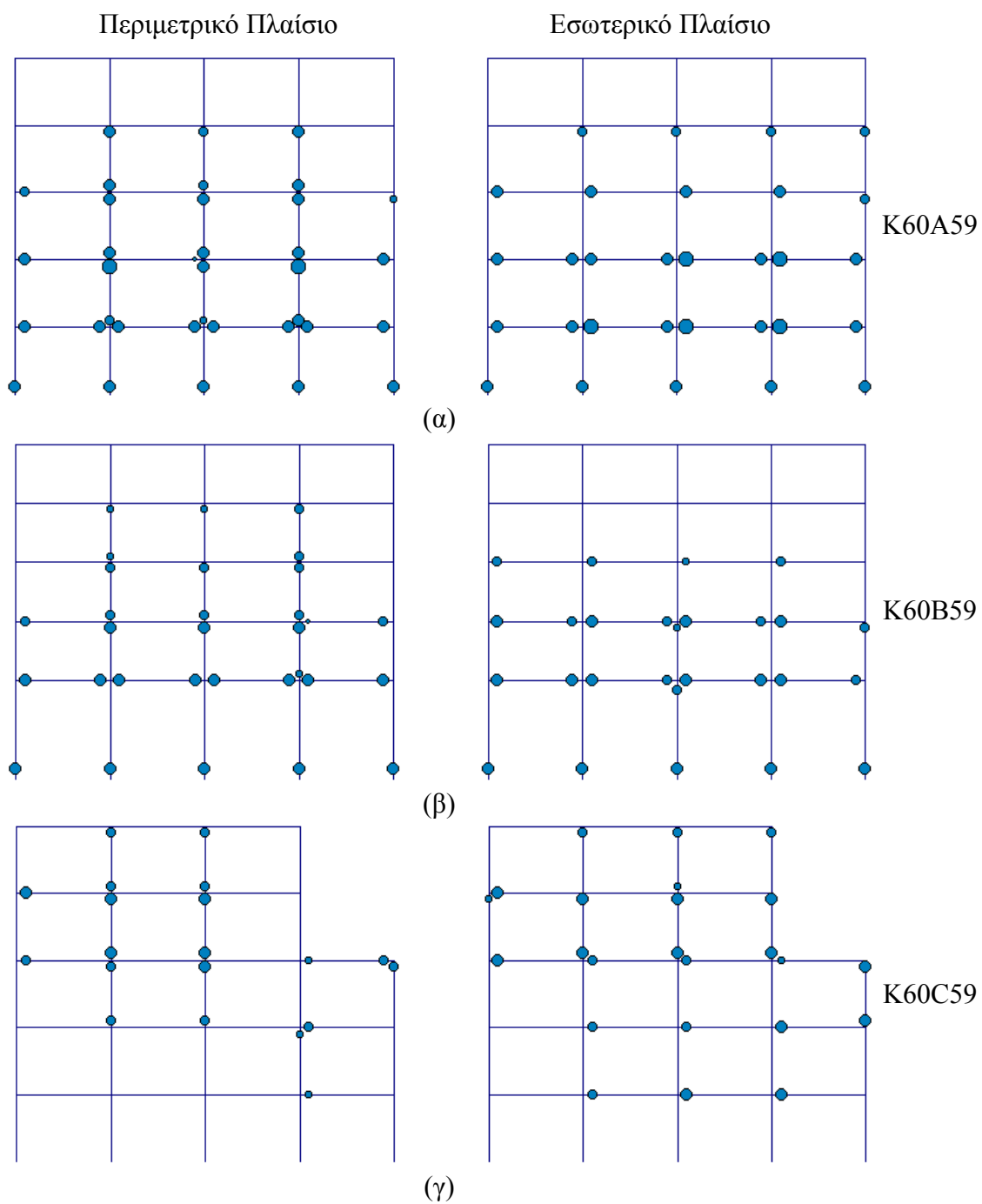
Τα κτίρια σεισμικότητας III παρουσιάζουν μικρότερες τιμές δείκτη συμπεριφοράς. Το κανονικό κτίριο K70A59-III έχει δείκτη συμπεριφοράς 1.15 και 1.3 για ορθογωνική και τριγωνική κατανομή, μειωμένο σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σεισμικότητας I

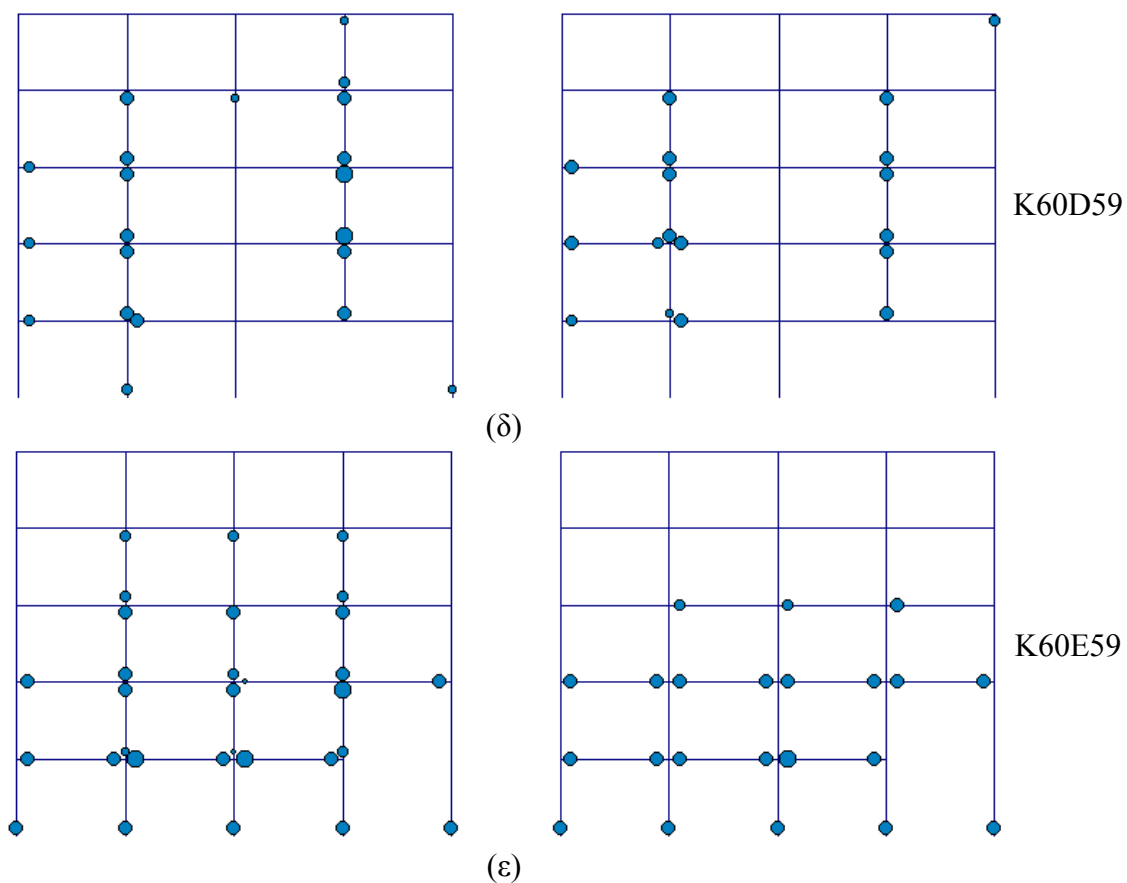
κατά 20%. Το κτίριο K80A84-III παρουσιάζει δείκτη συμπεριφοράς 1.45 και 1.35, δηλαδή στην περίπτωση αυτή η μείωση είναι σημαντικά μεγαλύτερη.

Στην περίπτωση που τα κτίρια σχεδιάζονται σύμφωνα με τον ΕΑΚ, ο δείκτης συμπεριφοράς παρουσιάζει μεγάλη αύξηση. Ο δείκτης συμπεριφοράς του κτιρίου K60αΕΑΚ (πενταώροφο κτίριο με μήκος φατνωμάτων 3.5 m) είναι ίσος με 3.7 και 3.55 για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, δηλαδή αύξηση κατά 64% και 98% σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σχεδιασμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό του '59.

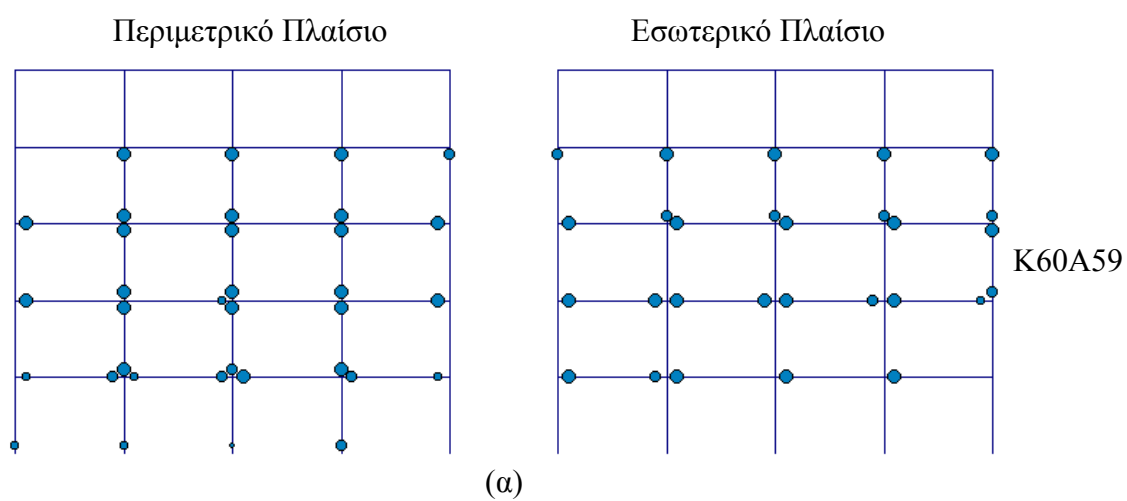
Στο κτίριο K80αΕΑΚ (επταώροφο κτίριο με μήκος φατνωμάτων 6.0 m) ο δείκτης συμπεριφοράς είναι ίσος με 4.1 και 3.65 για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, δηλαδή παρουσιάζει αύξηση κατά 177% και 130% σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σχεδιασμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό του '59, και κατά 80% και 52% σε σχέση με το αντίστοιχο κτίριο σχεδιασμένο σύμφωνα με τον Κανονισμό του '84.

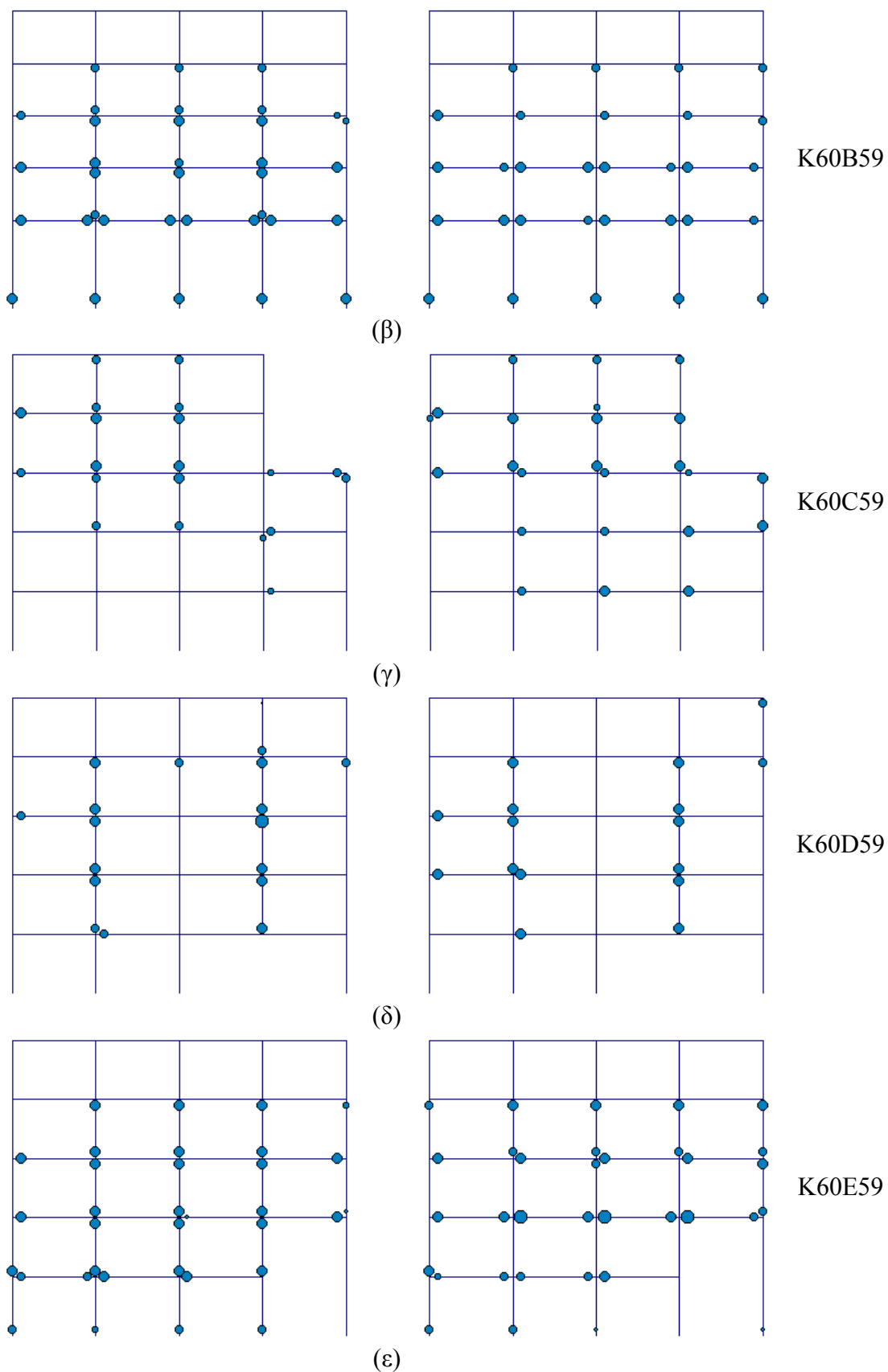
5.7 ΚΑΤΑΝΟΜΗ ΠΛΑΣΤΙΚΩΝ ΑΡΘΡΩΣΕΩΝ



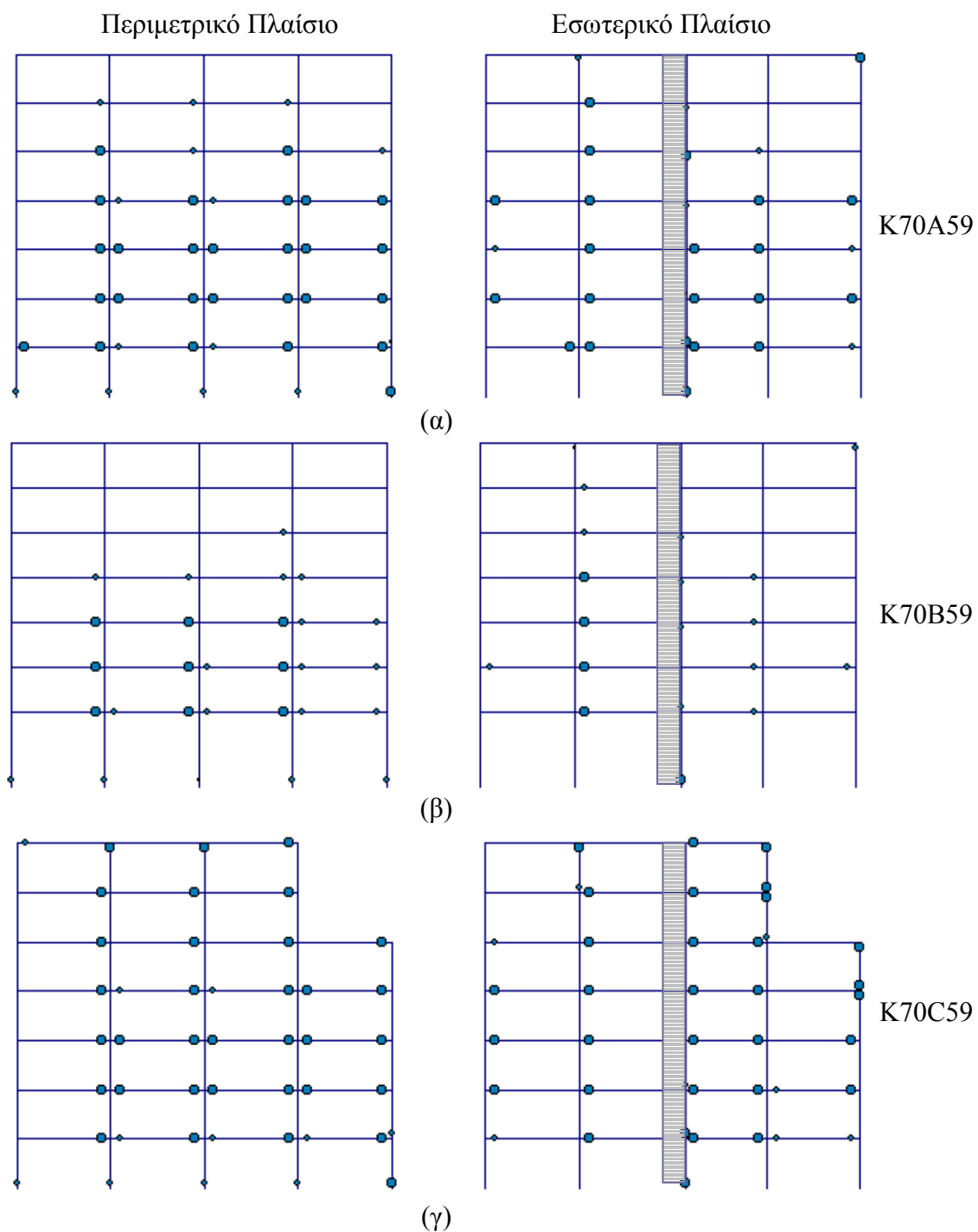


Σχήμα 80. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας

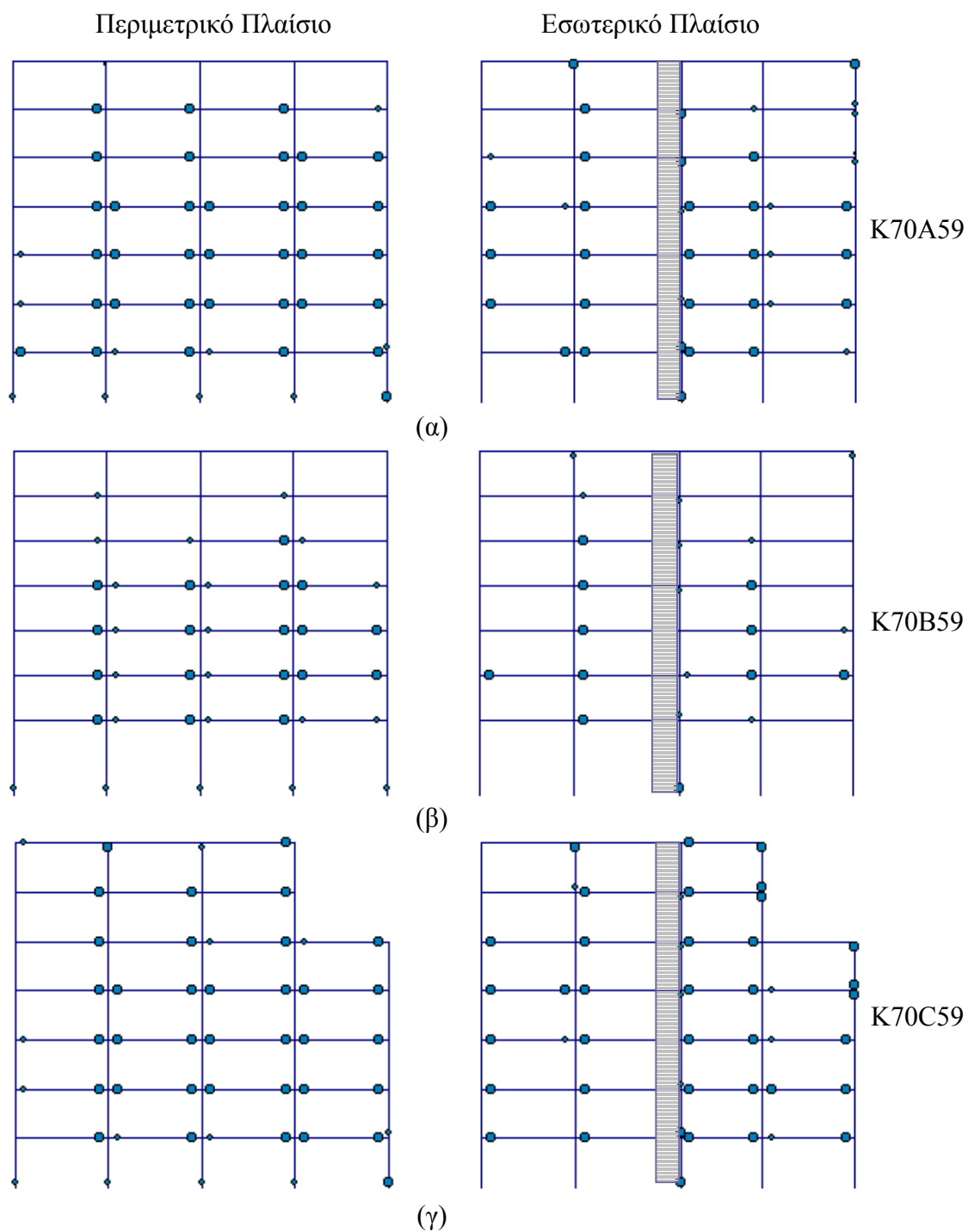




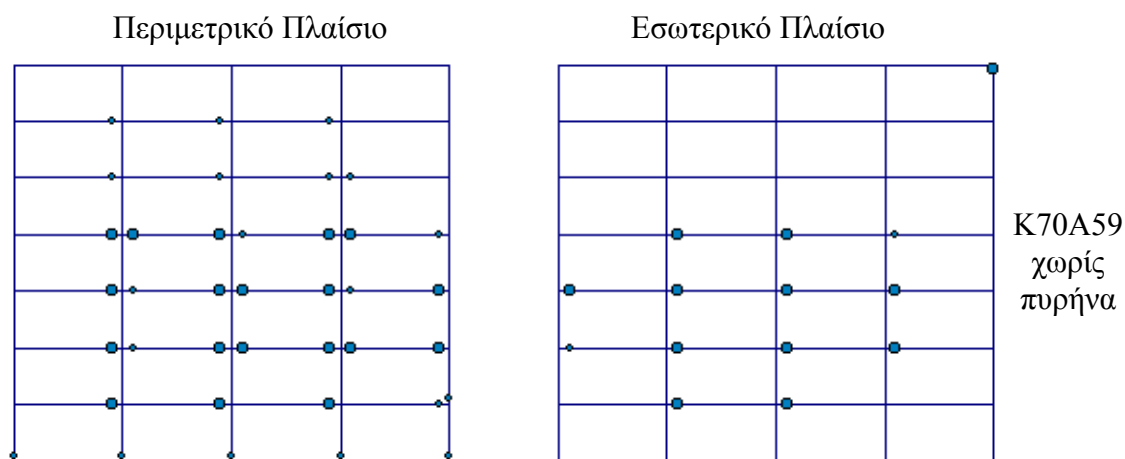
Σχήμα 81. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για τριγωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας



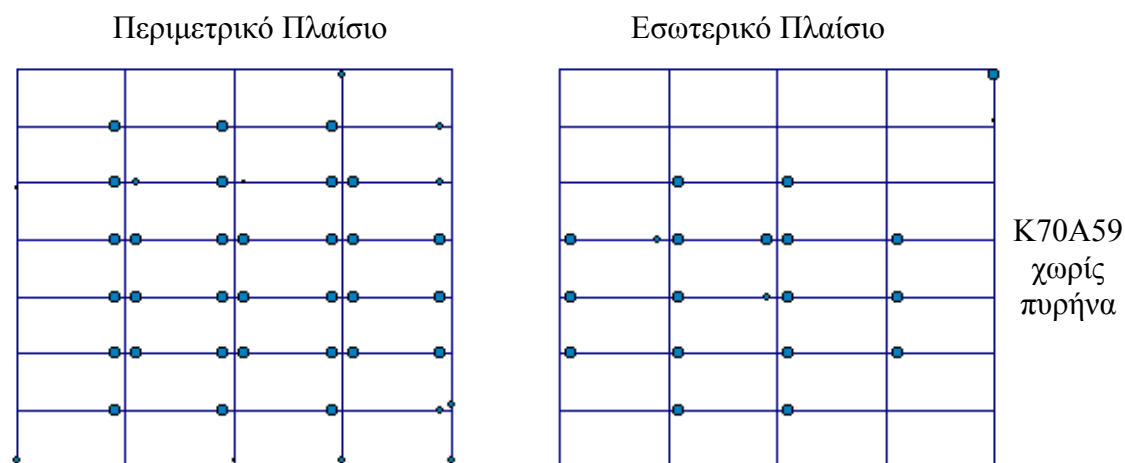
Σχήμα 82. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '70, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας.



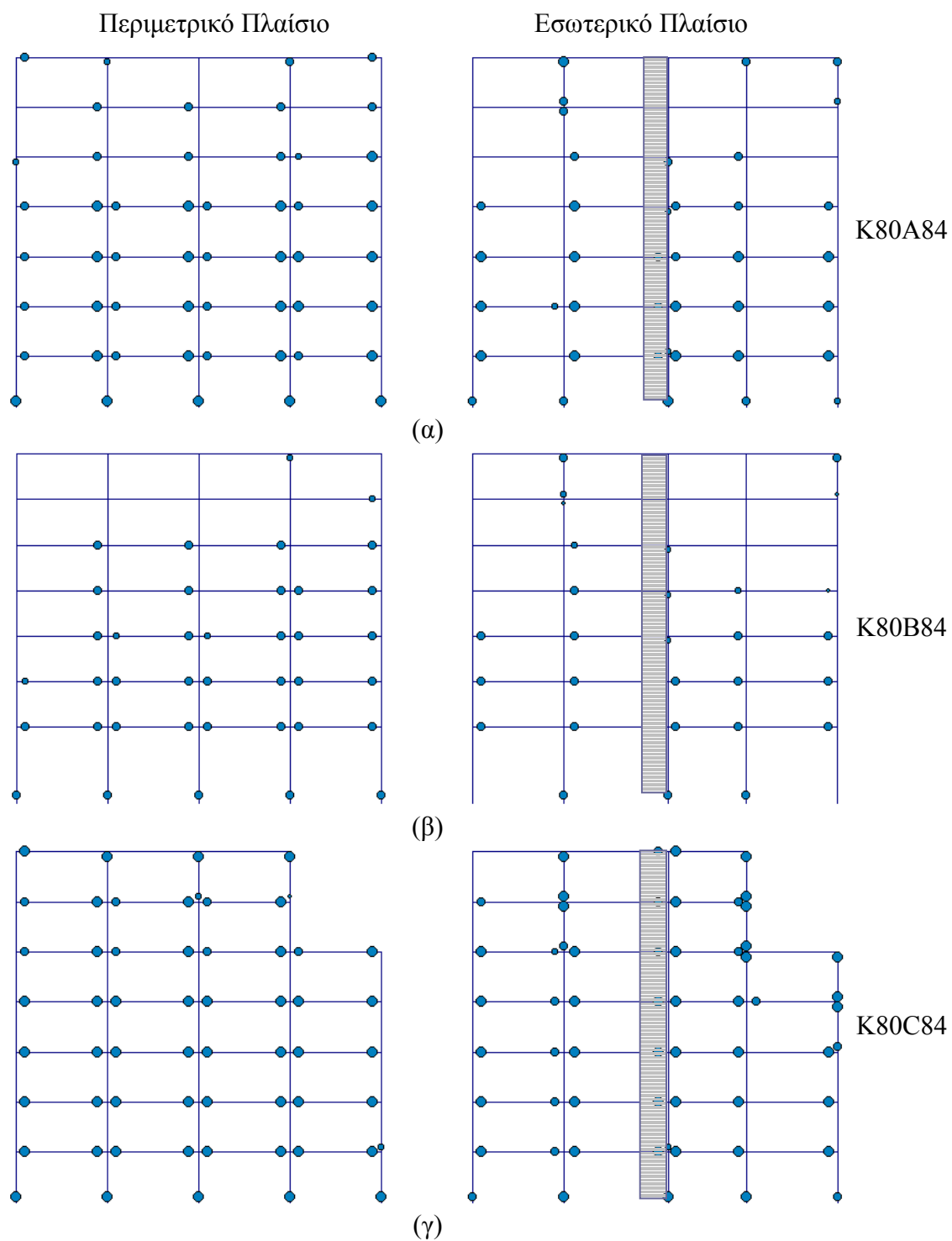
Σχήμα 83. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '70, για τριγωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας.



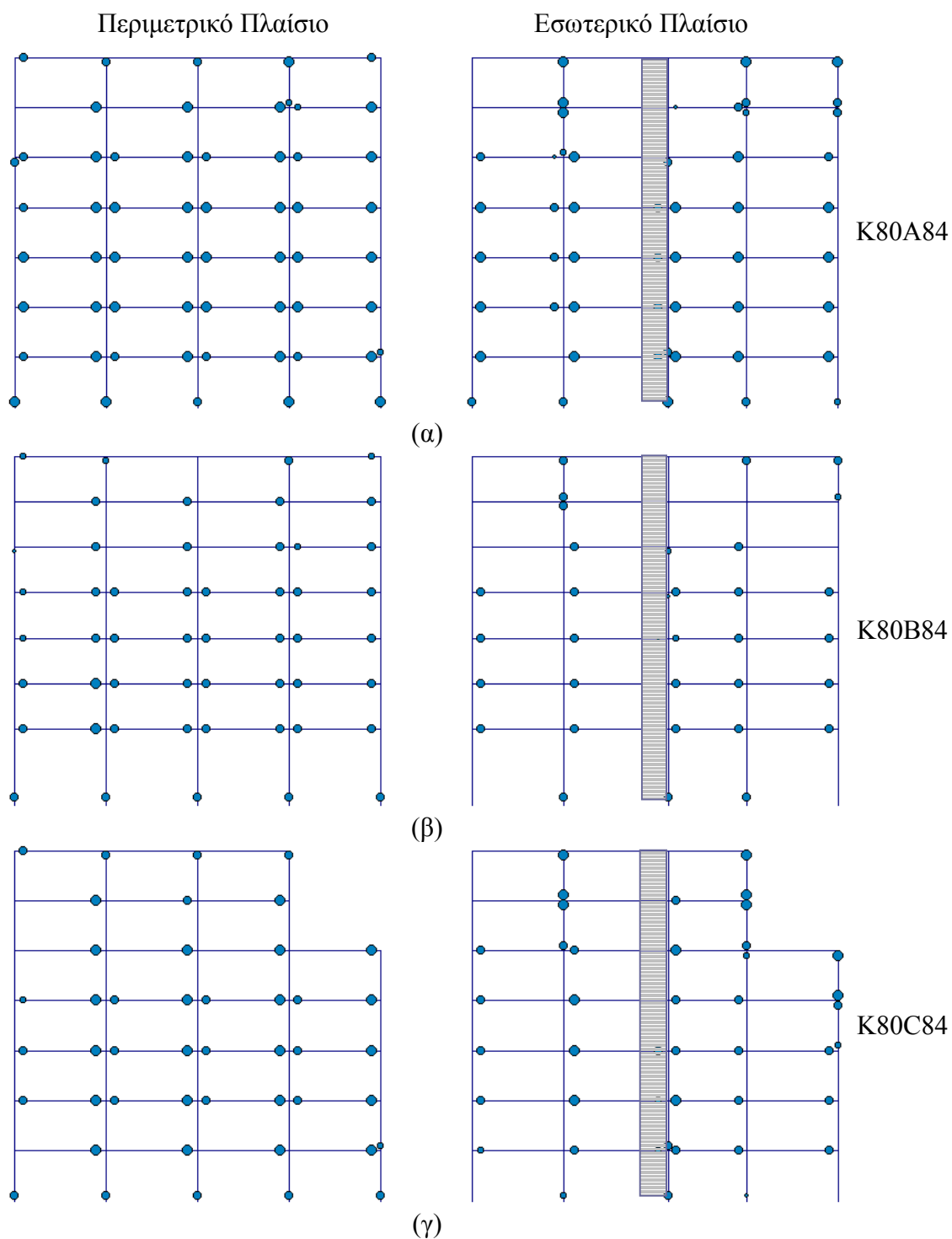
Σχήμα 84. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στο κτίριο K70A59 χωρίς πυρήνα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας



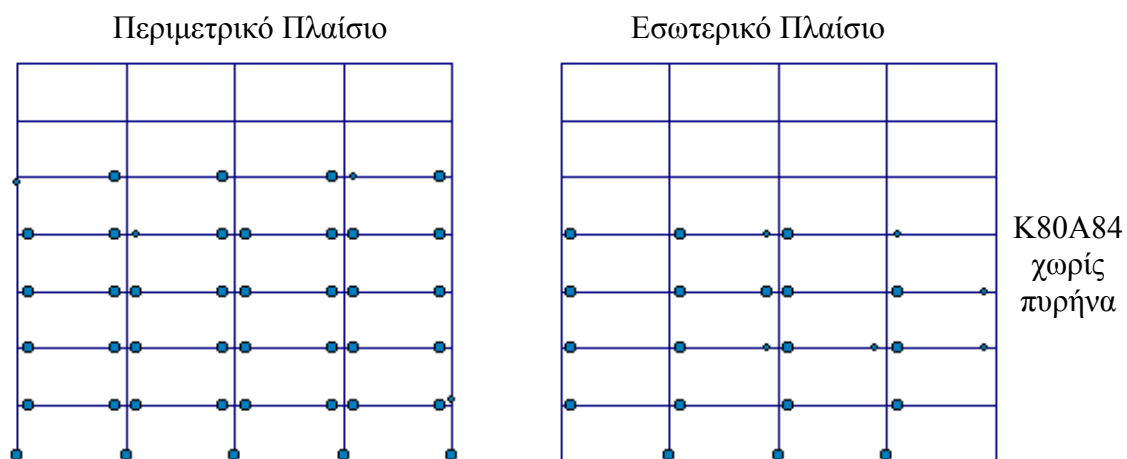
Σχήμα 85. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στο κτίριο K70A59 χωρίς πυρήνα, για τριγωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας



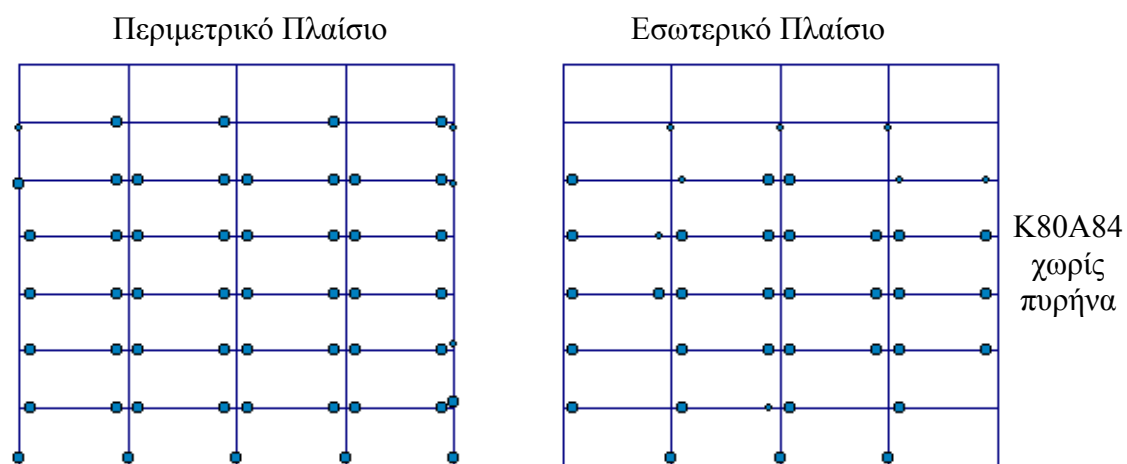
Σχήμα 86. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '80, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας.



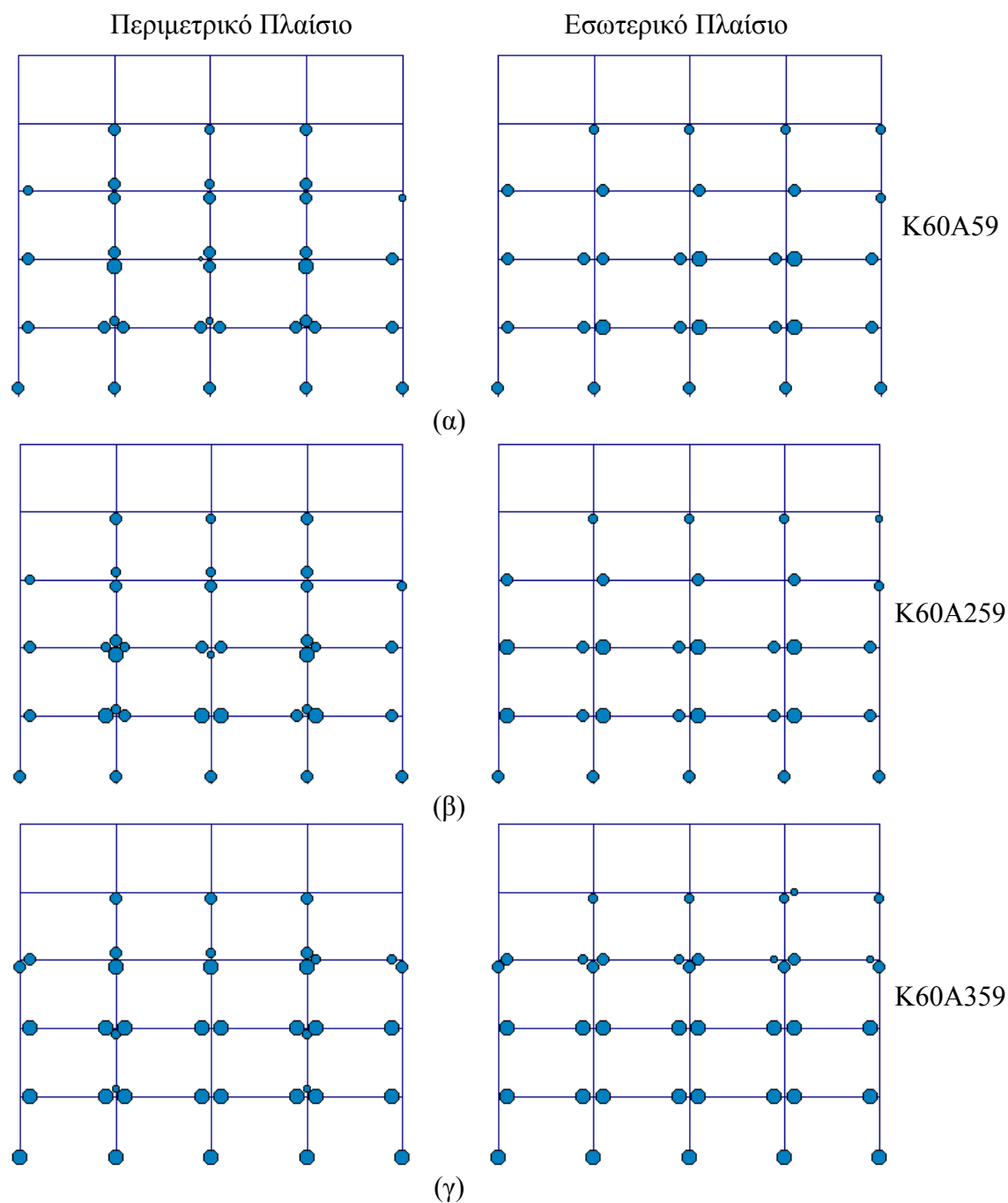
Σχήμα 87. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '80, για τριγωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας.



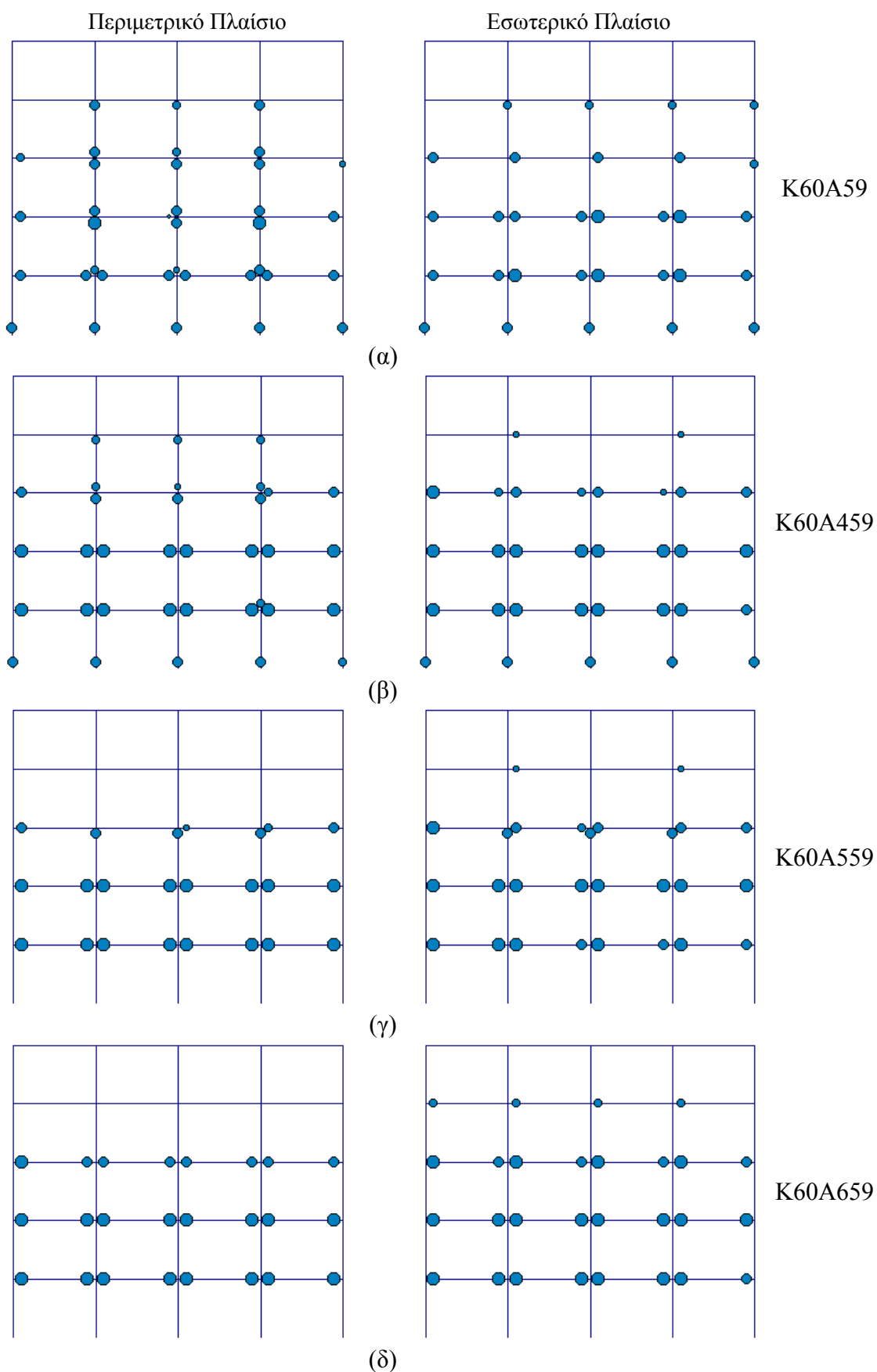
Σχήμα 88. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στο κτίριο Κ80Α84 χωρίς πυρήνα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας



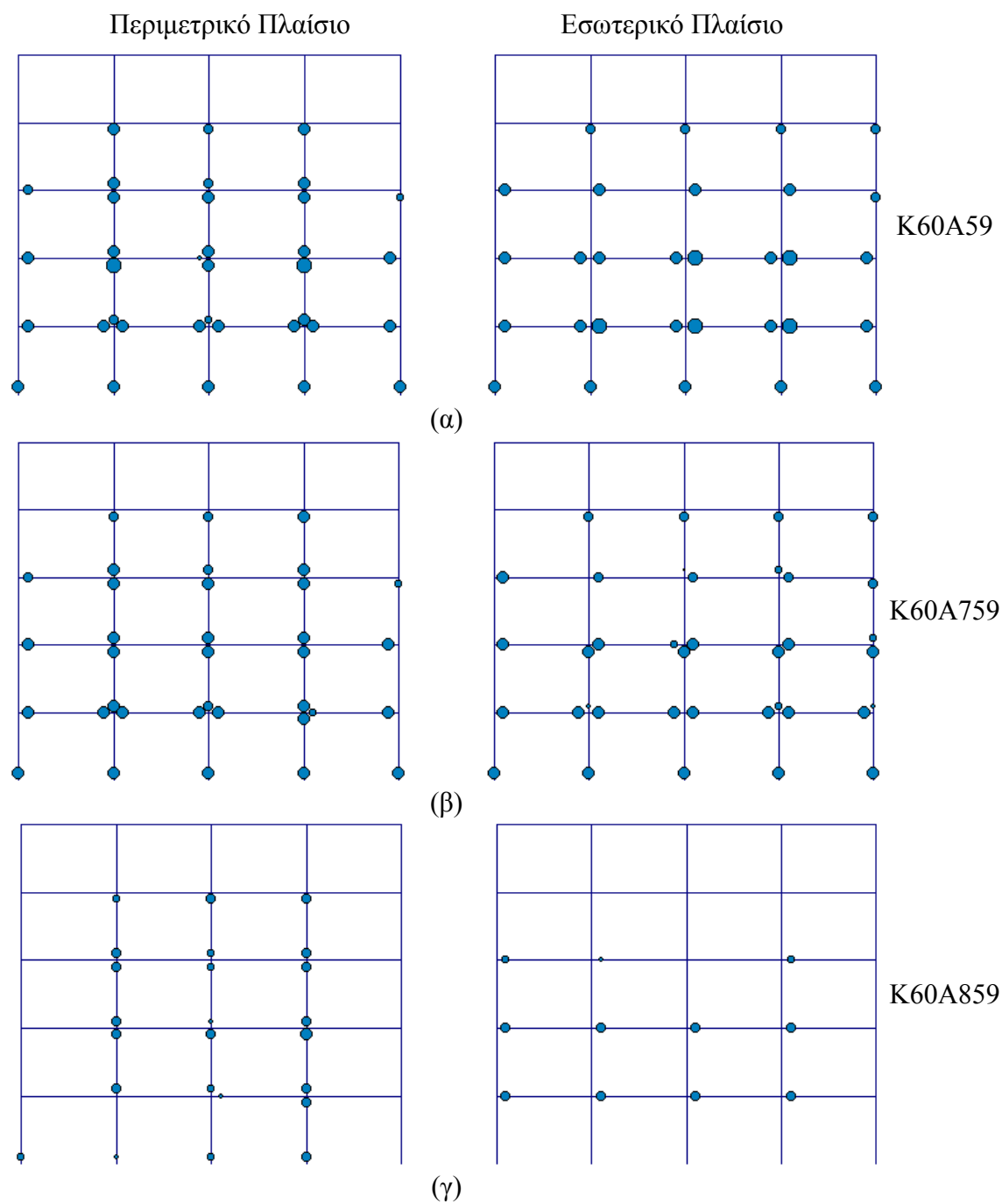
Σχήμα 89. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στο κτίριο Κ80Α84 χωρίς πυρήνα, για τριγωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας



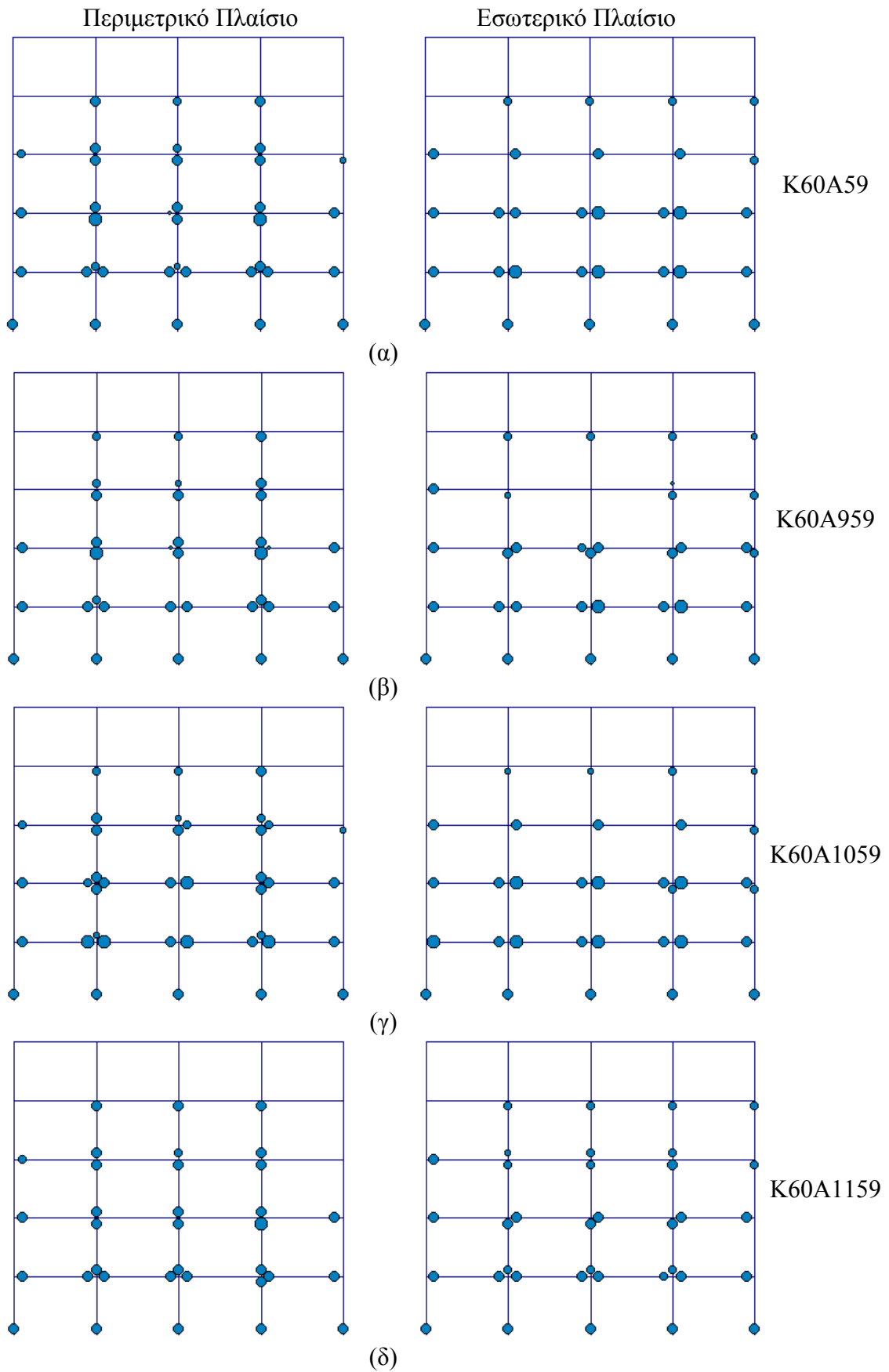
Σχήμα 90. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης διαστάσεων υποστυλωμάτων.



Σχήμα 91. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης οπλισμού.

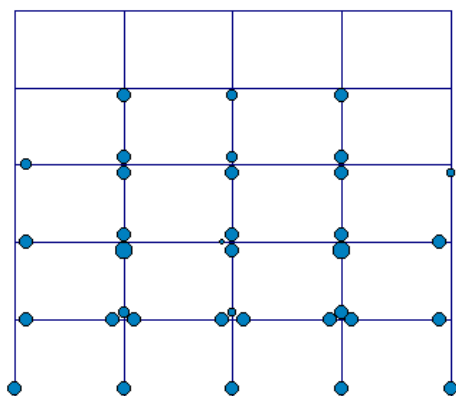


Σχήμα 92. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης δοκών.

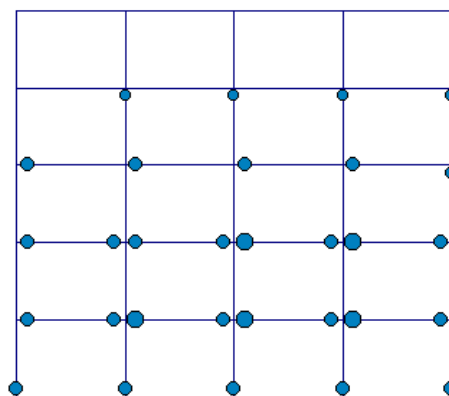


Σχήμα 93. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή οπλίσεως δοκών.

Περιμετρικό Πλαίσιο

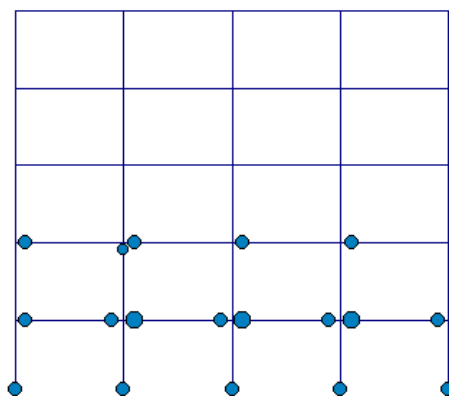
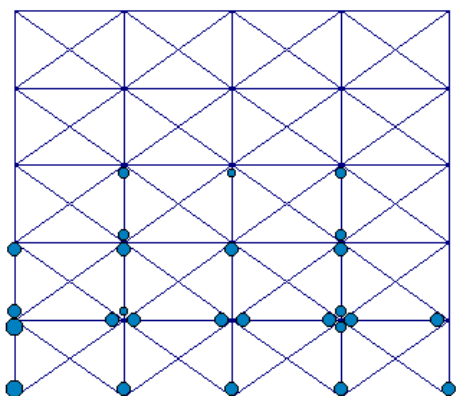


Εσωτερικό Πλαίσιο



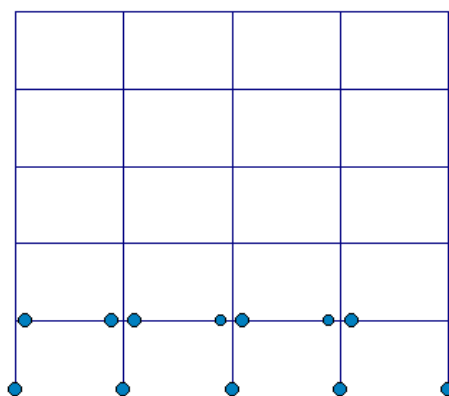
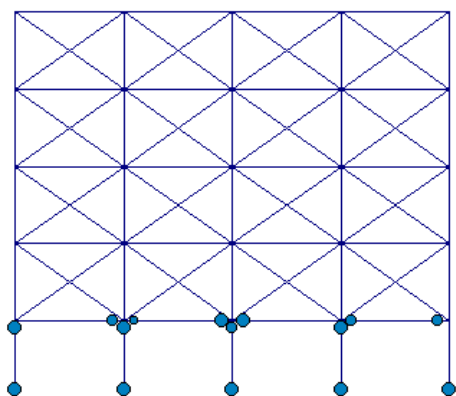
K60A59

(α)



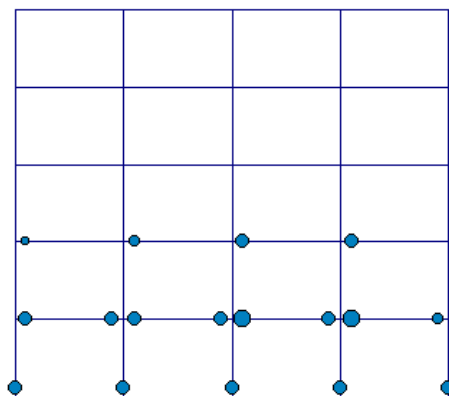
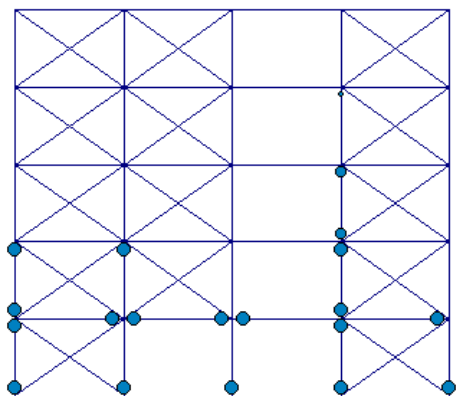
T160A59

(β)



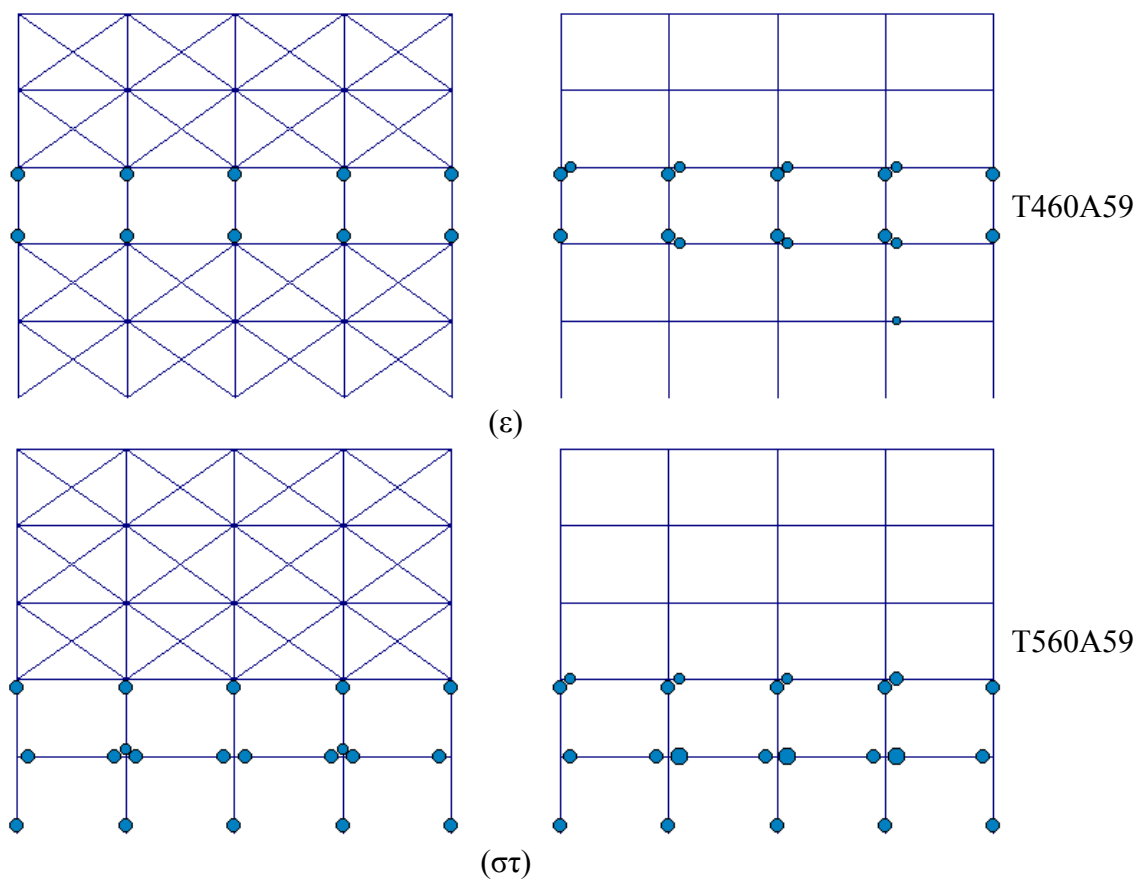
T260A59

(γ)

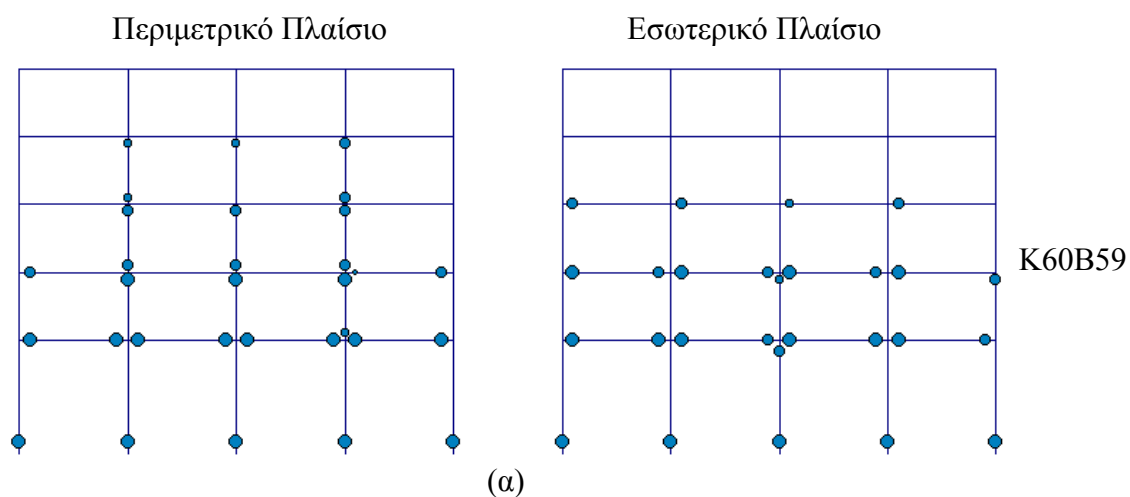


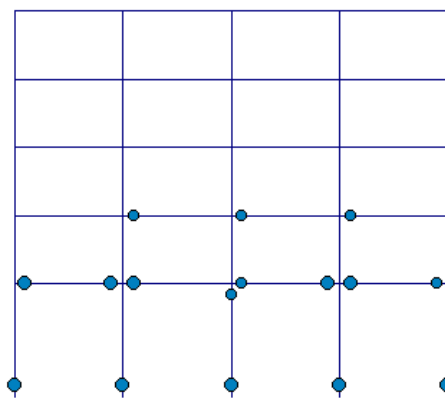
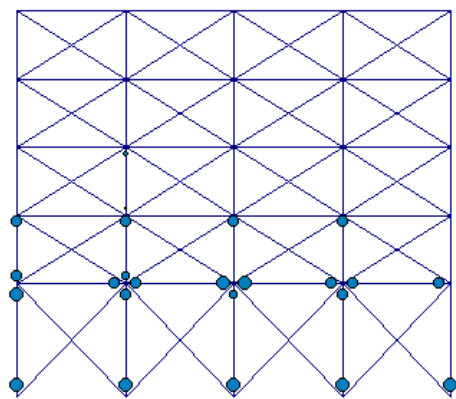
T360A59

(δ)



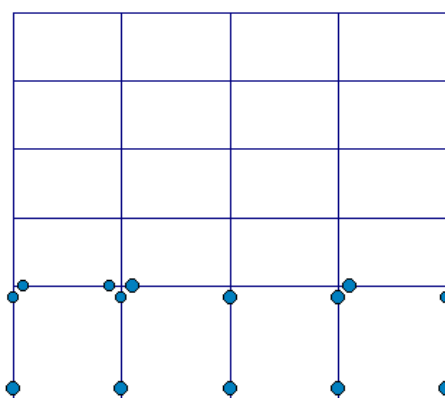
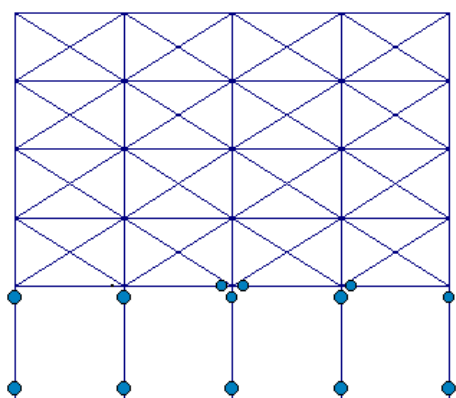
Σχήμα 94. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K60A59, στο γυμνό και τα τοιχοπληρωμένα πλαίσια, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τοιχοποιίας.





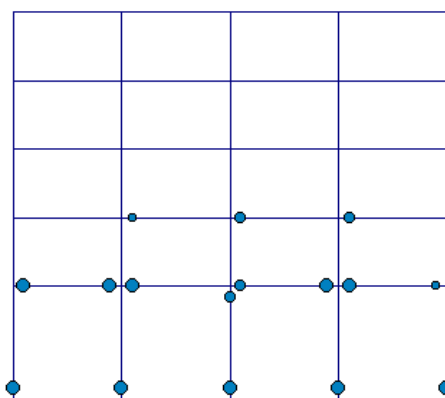
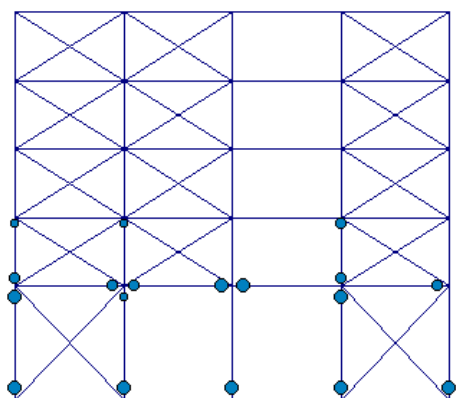
T160B59

(β)



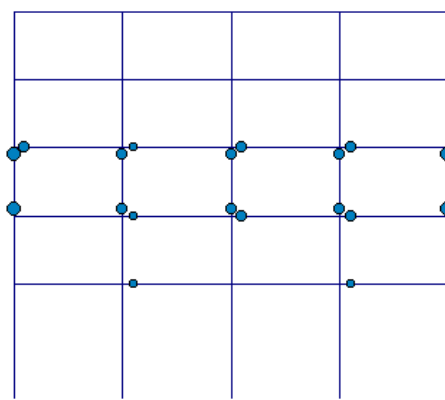
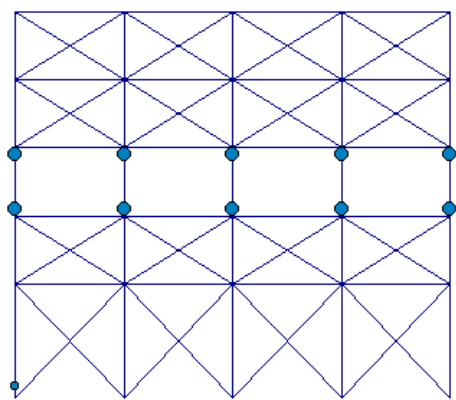
T260B59

(γ)



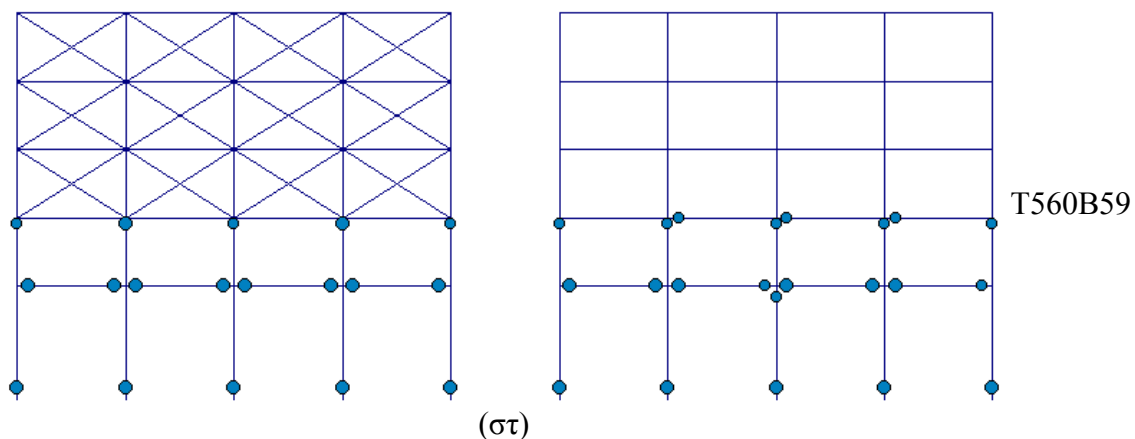
T360B59

(δ)

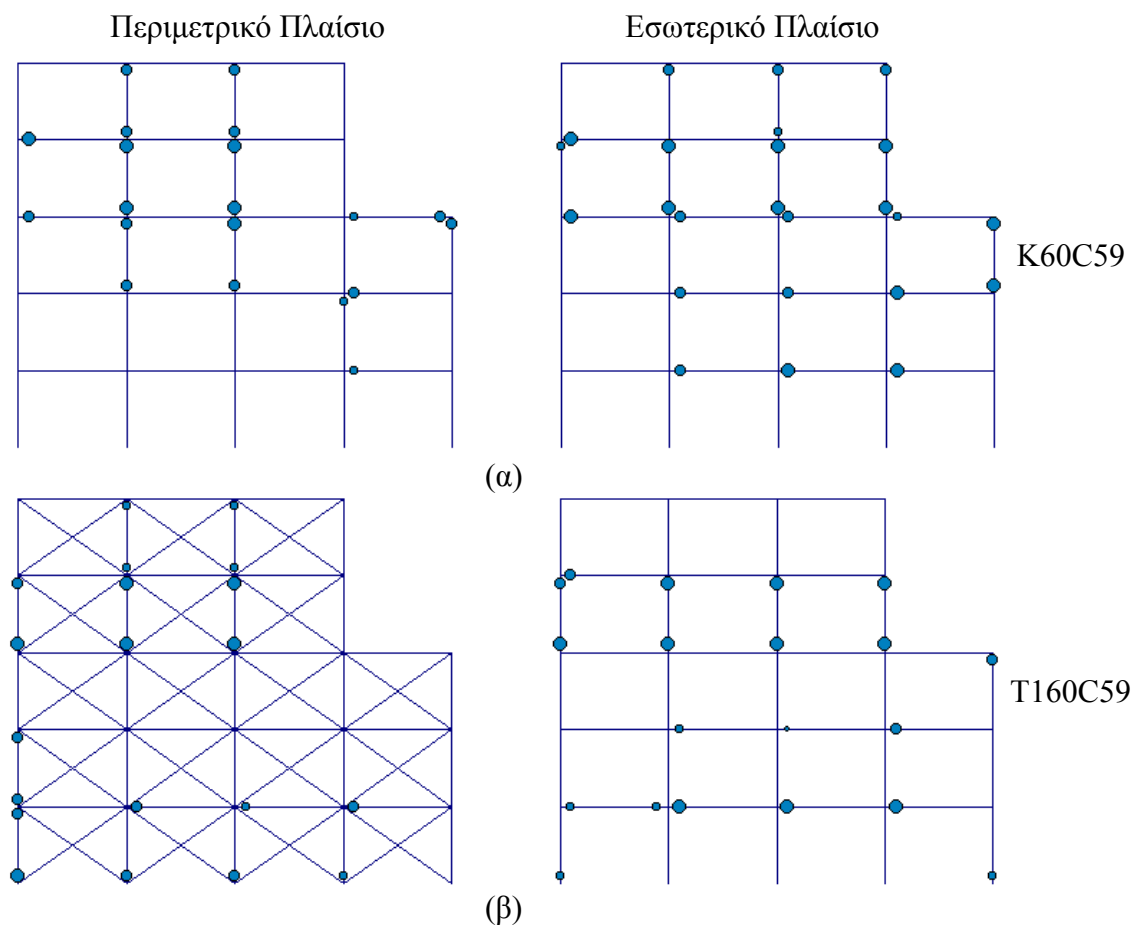


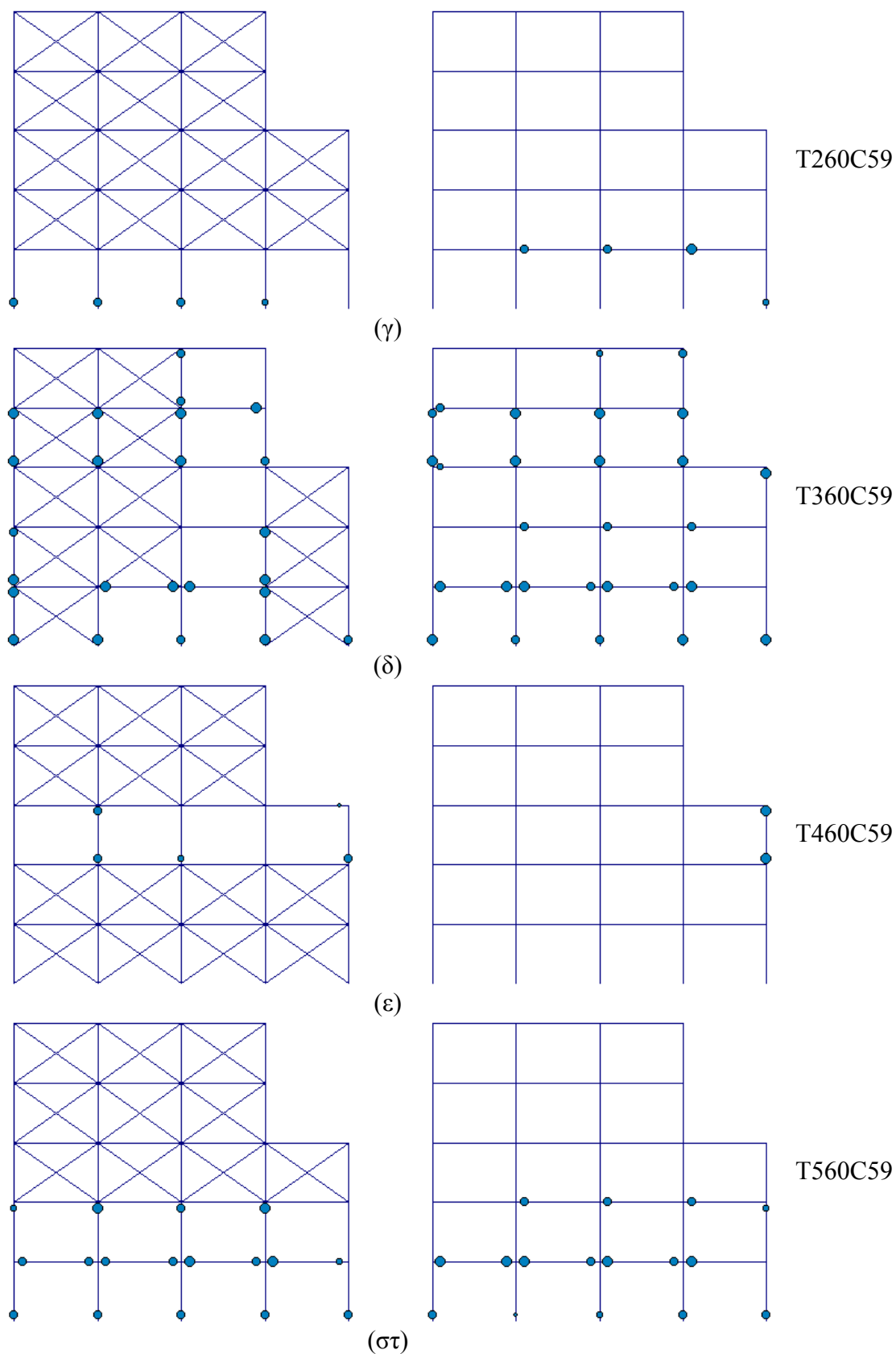
T460B59

(ε)



Σχήμα 95. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K60B59, στο γυμνό και τα τοιχοπληρωμένα πλαίσια, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τοιχοποιίας.

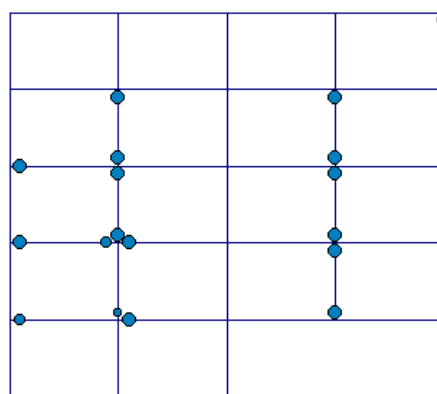
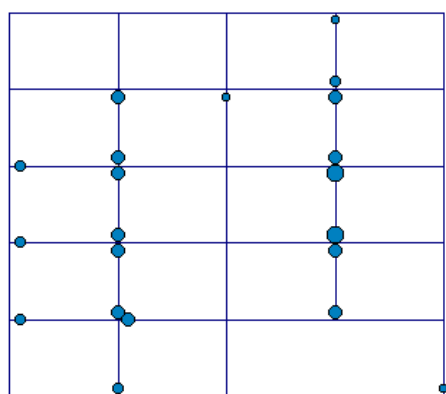




Σχήμα 96. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K60C59, στο γυμνό και τα τοιχοπληρωμένα πλαίσια, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τοιχοποιίας.

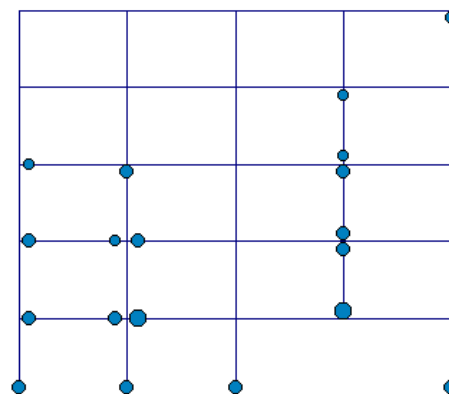
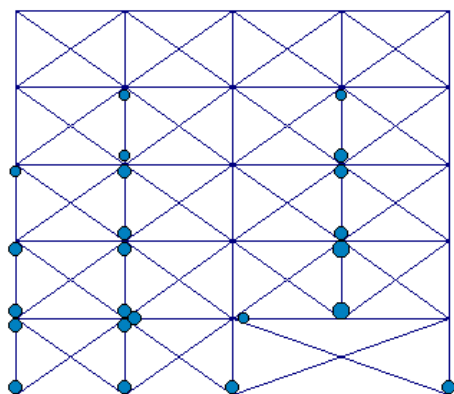
Περιμετρικό Πλαίσιο

Εσωτερικό Πλαίσιο



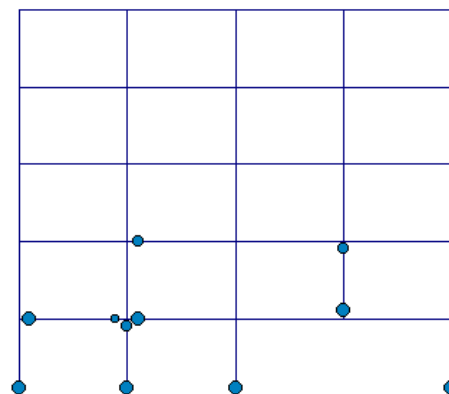
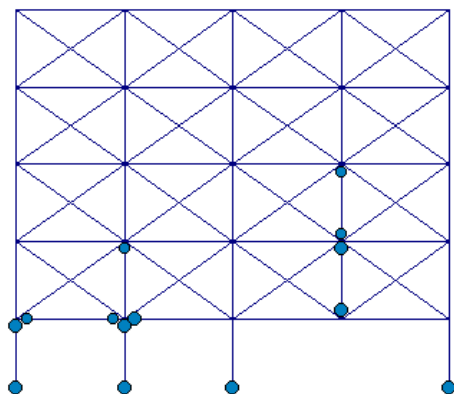
K60D59

(α)



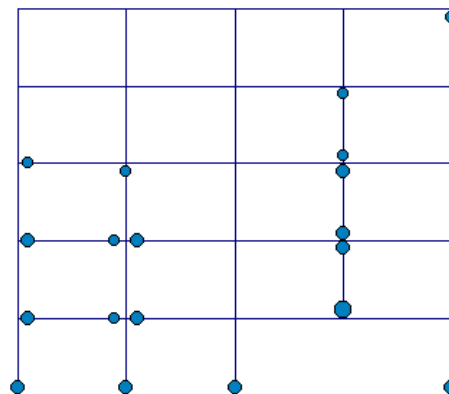
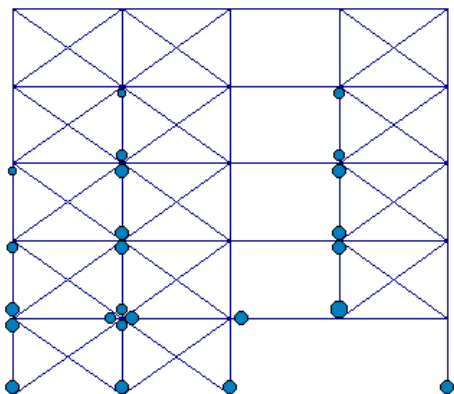
T160D59

(β)



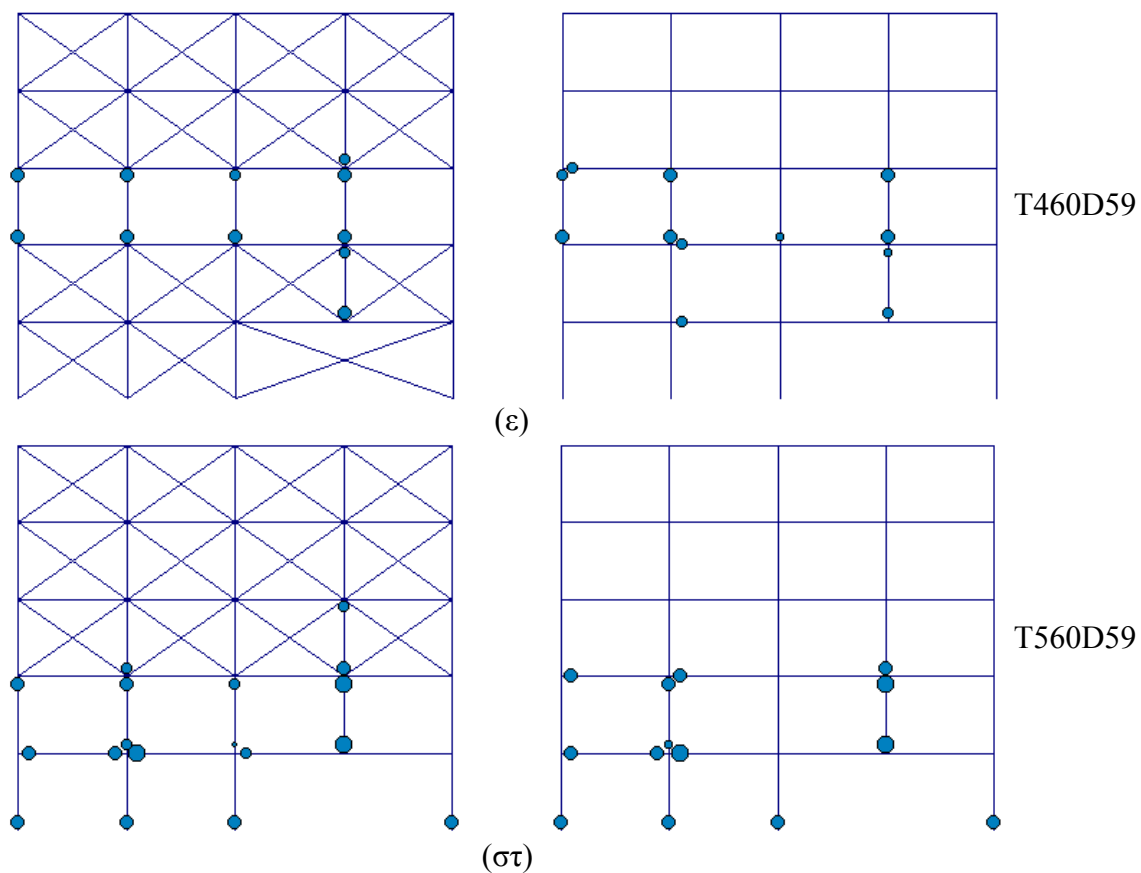
T260D59

(γ)

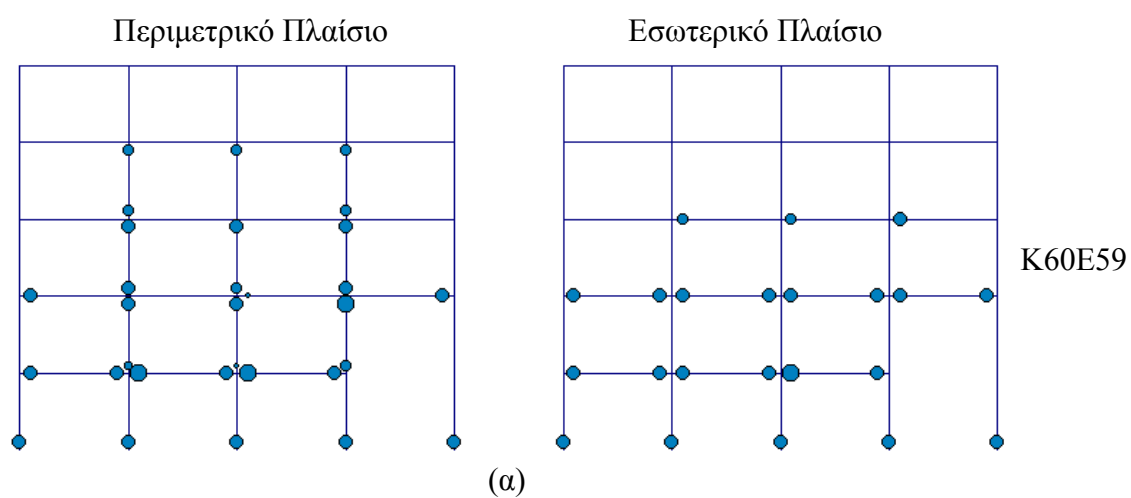


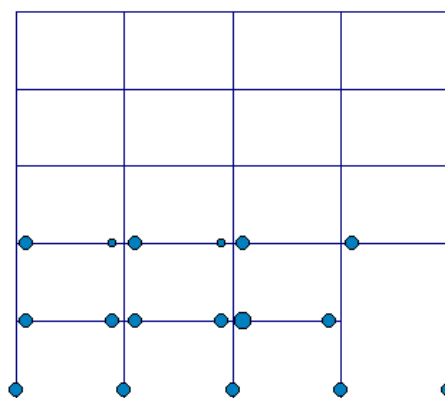
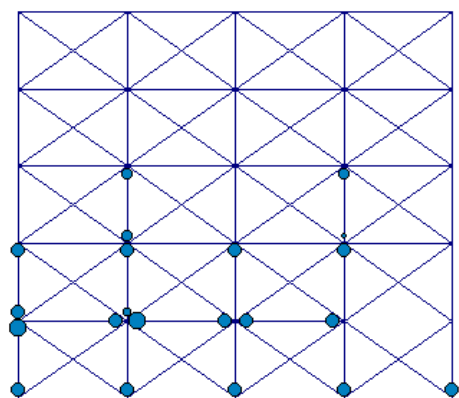
T360D59

(δ)



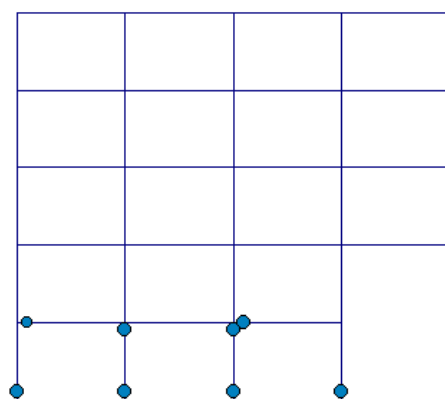
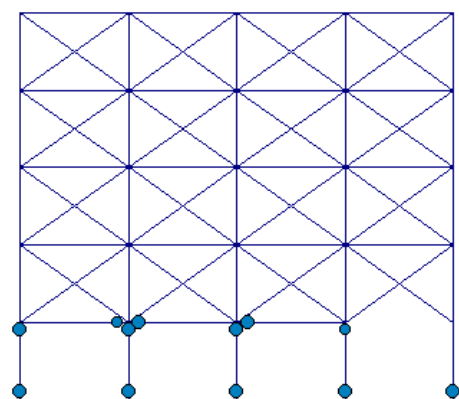
Σχήμα 97. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K60D59, στο γυμνό και τα τοιχοπληρωμένα πλαίσια, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τοιχοποιίας.





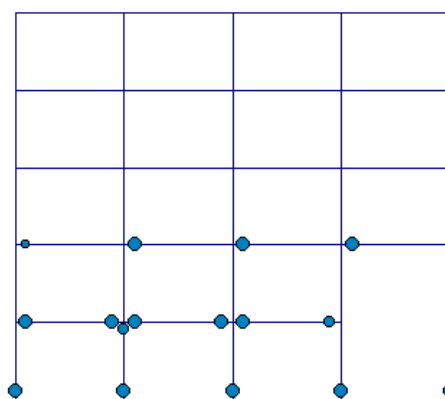
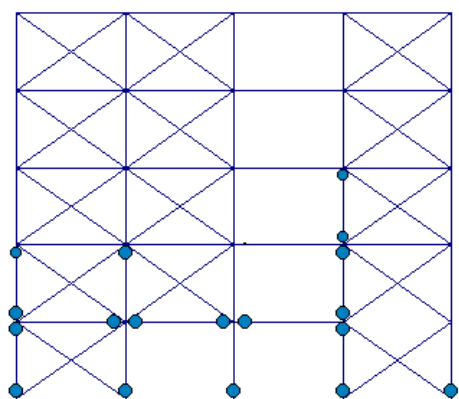
T160E59

(β)



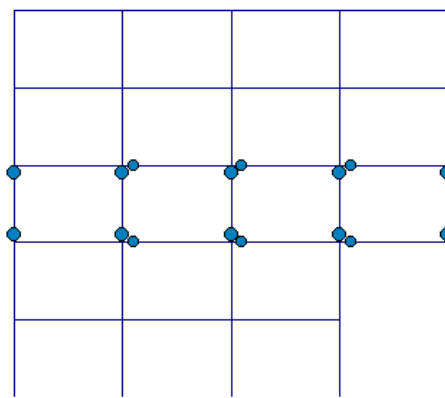
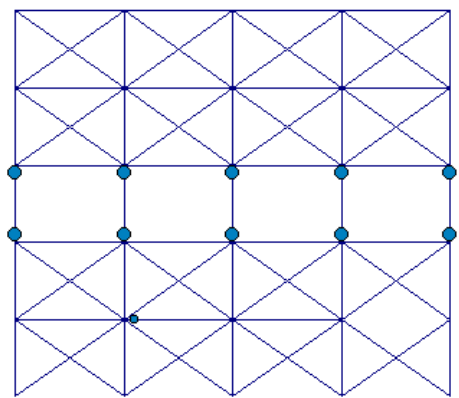
T260E59

(γ)



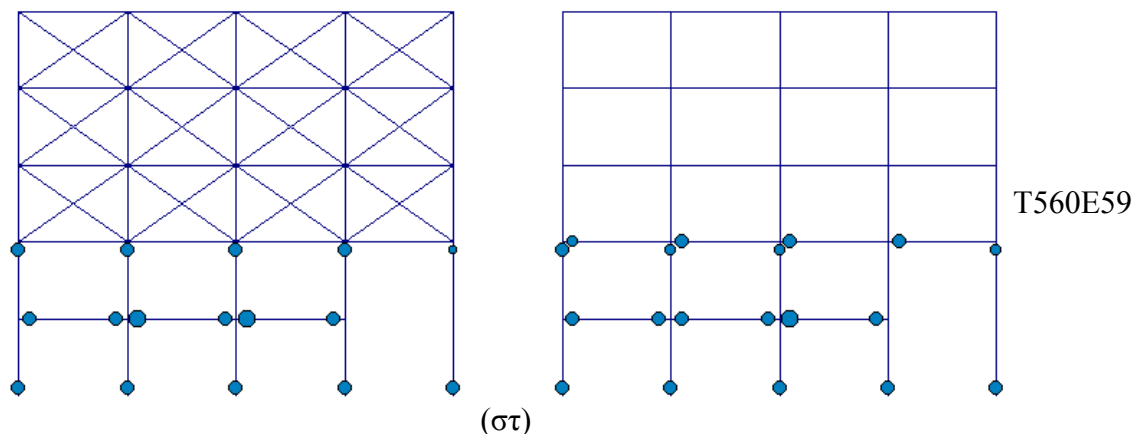
T360E59

(δ)

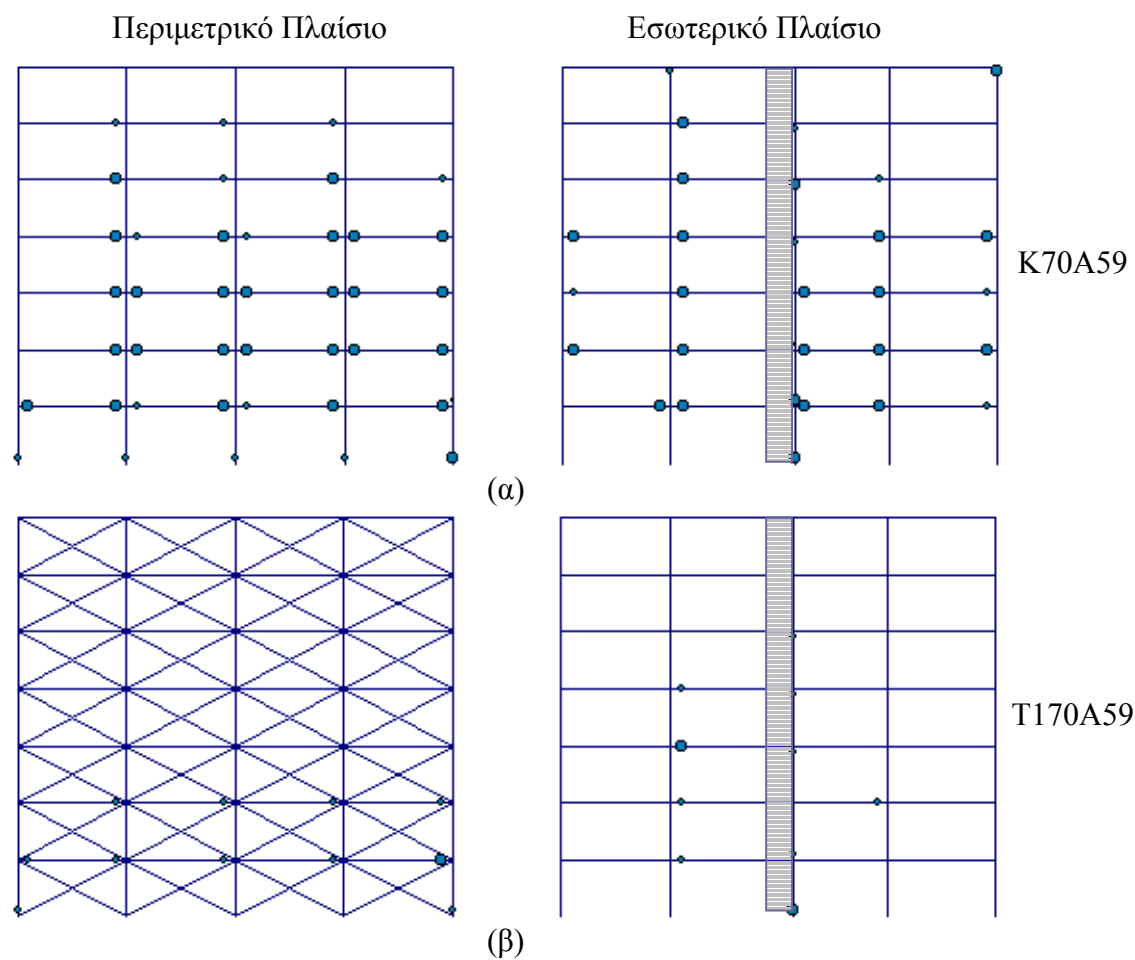


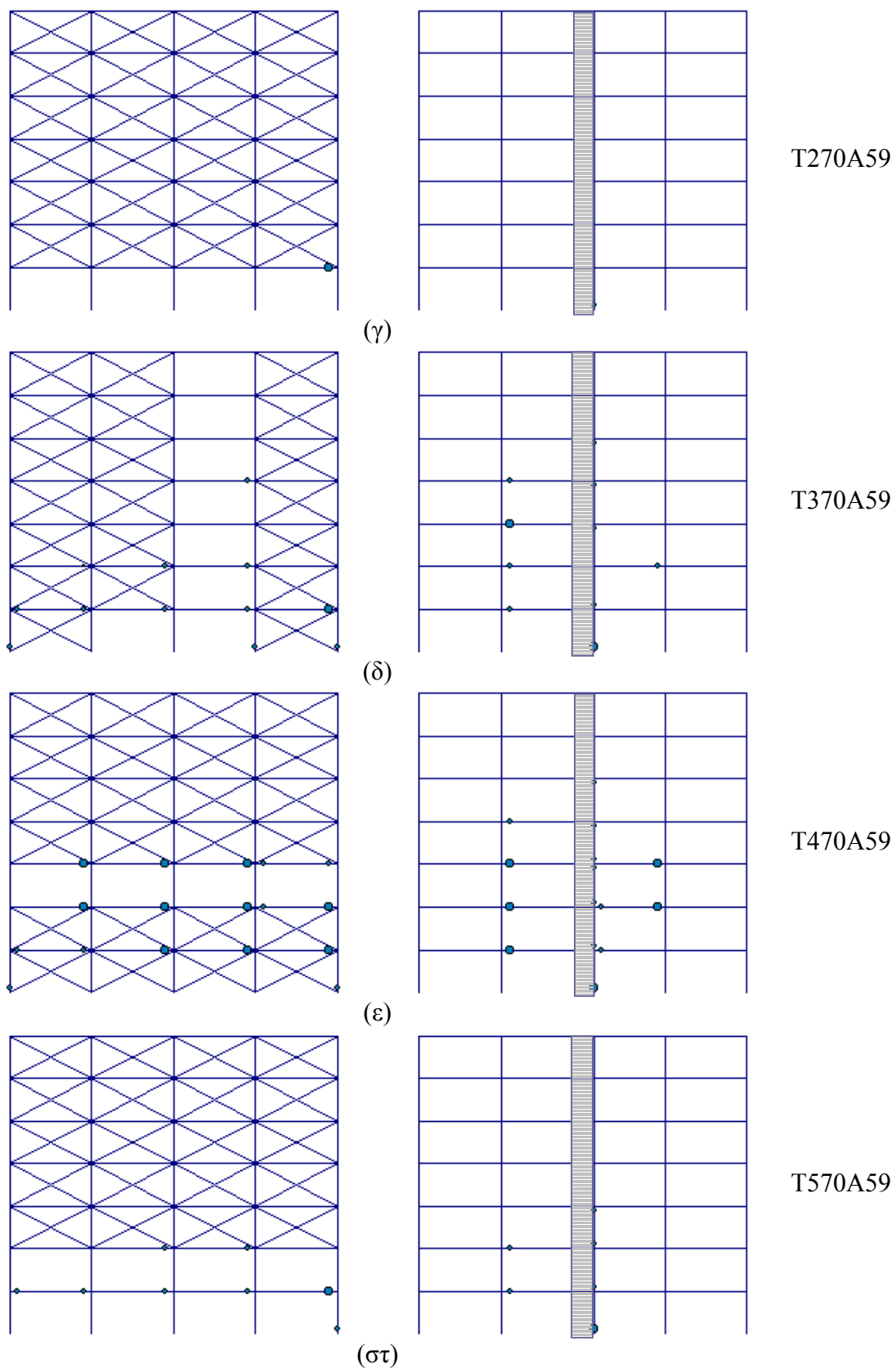
T460E59

(ε)



Σχήμα 98. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K60E59, στο γυμνό και τα τοιχοπληρωμένα πλαίσια, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τοιχοποιίας.

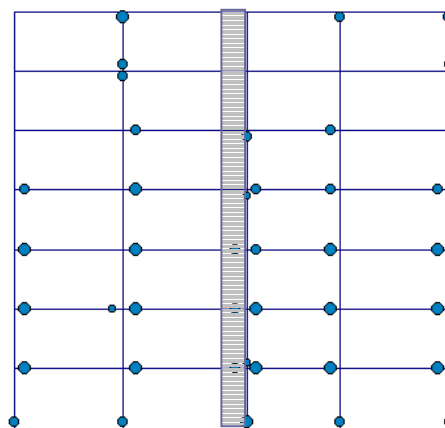
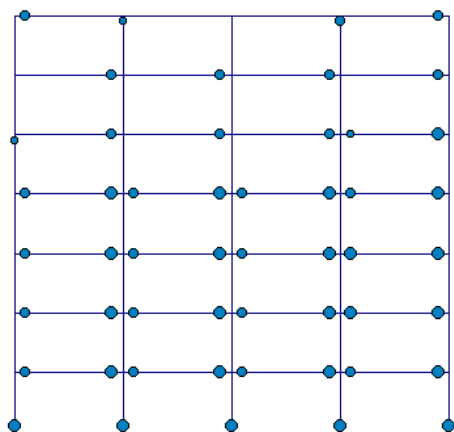




Σχήμα 99. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K70A59, γυμνό και τοιχοπληρωμένα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας.

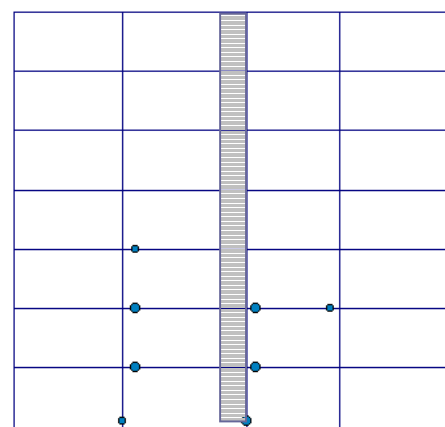
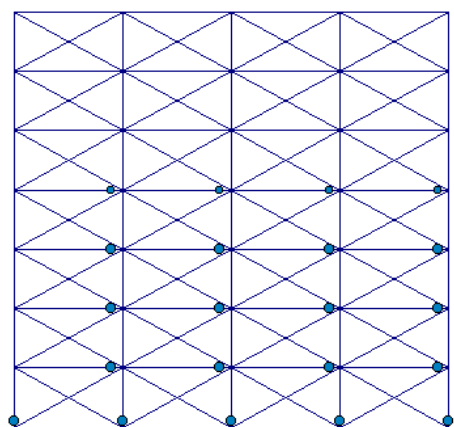
Περιμετρικό Πλαίσιο

Εσωτερικό Πλαίσιο



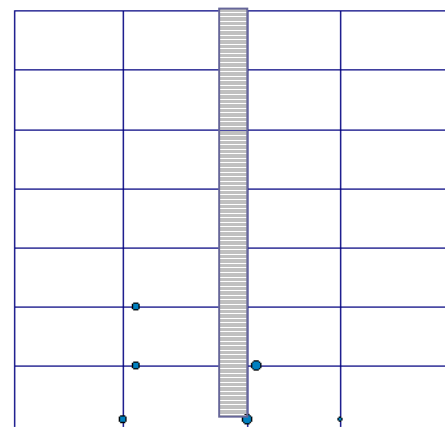
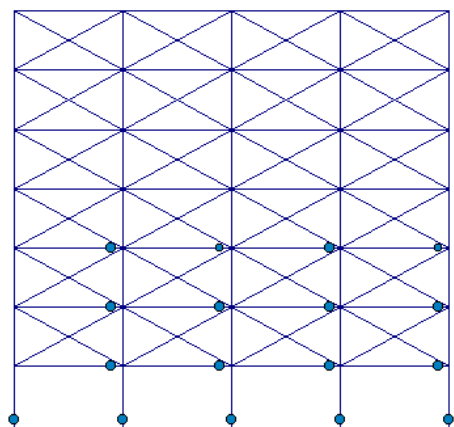
K80A84

(α)



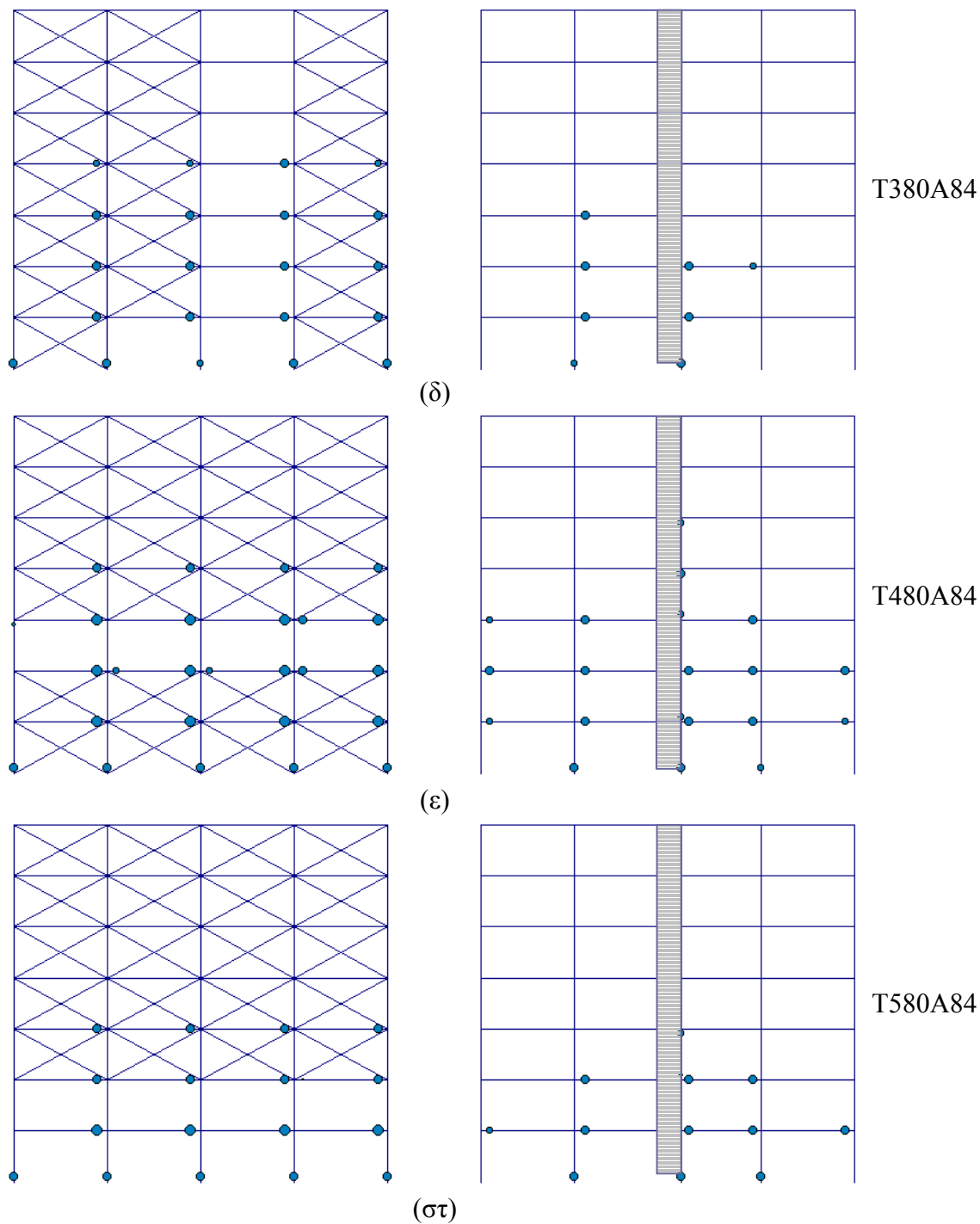
T180A84

(β)



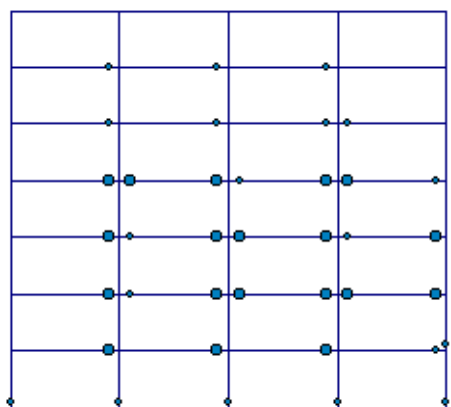
T280A84

(γ)

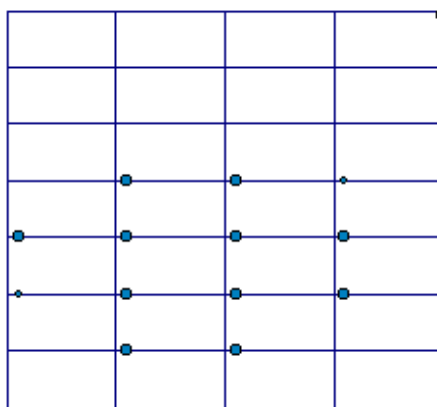


Σχήμα 100. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κανονικού κτιρίου K80A84, γυμνό και τοιχοπληρωμένα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο καμπτικής αστοχίας.

Περιμετρικό Πλαίσιο

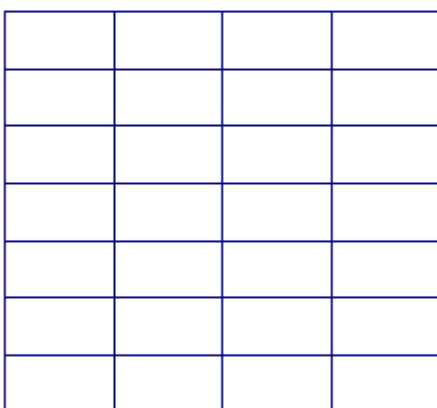
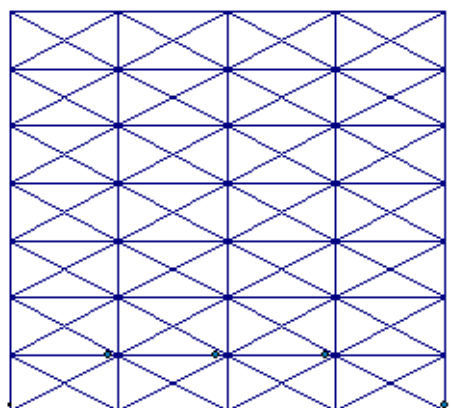


Εσωτερικό Πλαίσιο



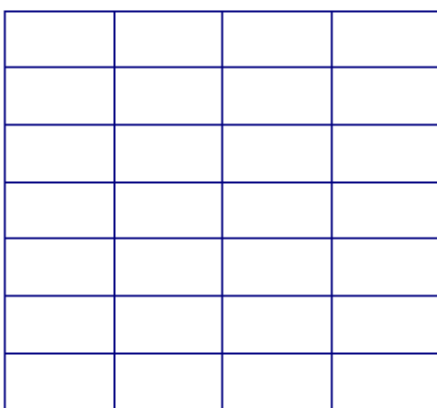
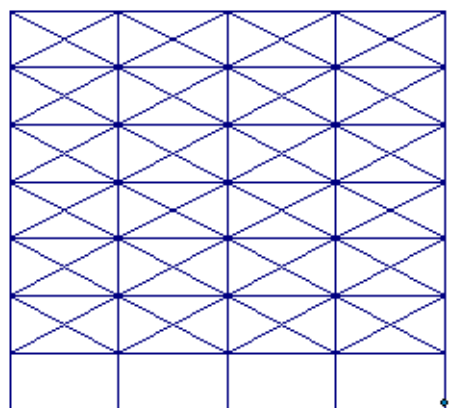
K70A59
χωρίς
πυρήνα

(α)



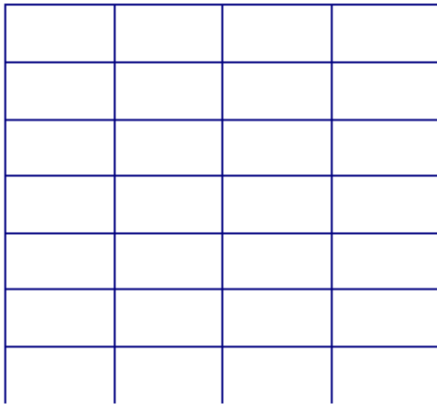
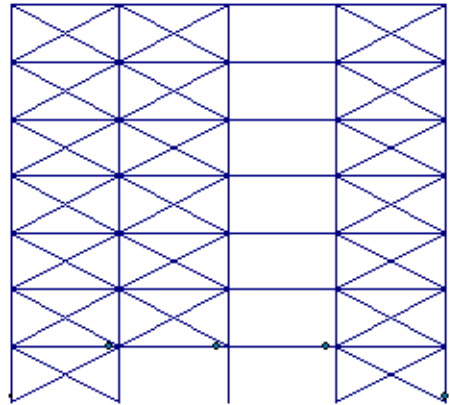
T170A59
χωρίς
πυρήνα

(β)

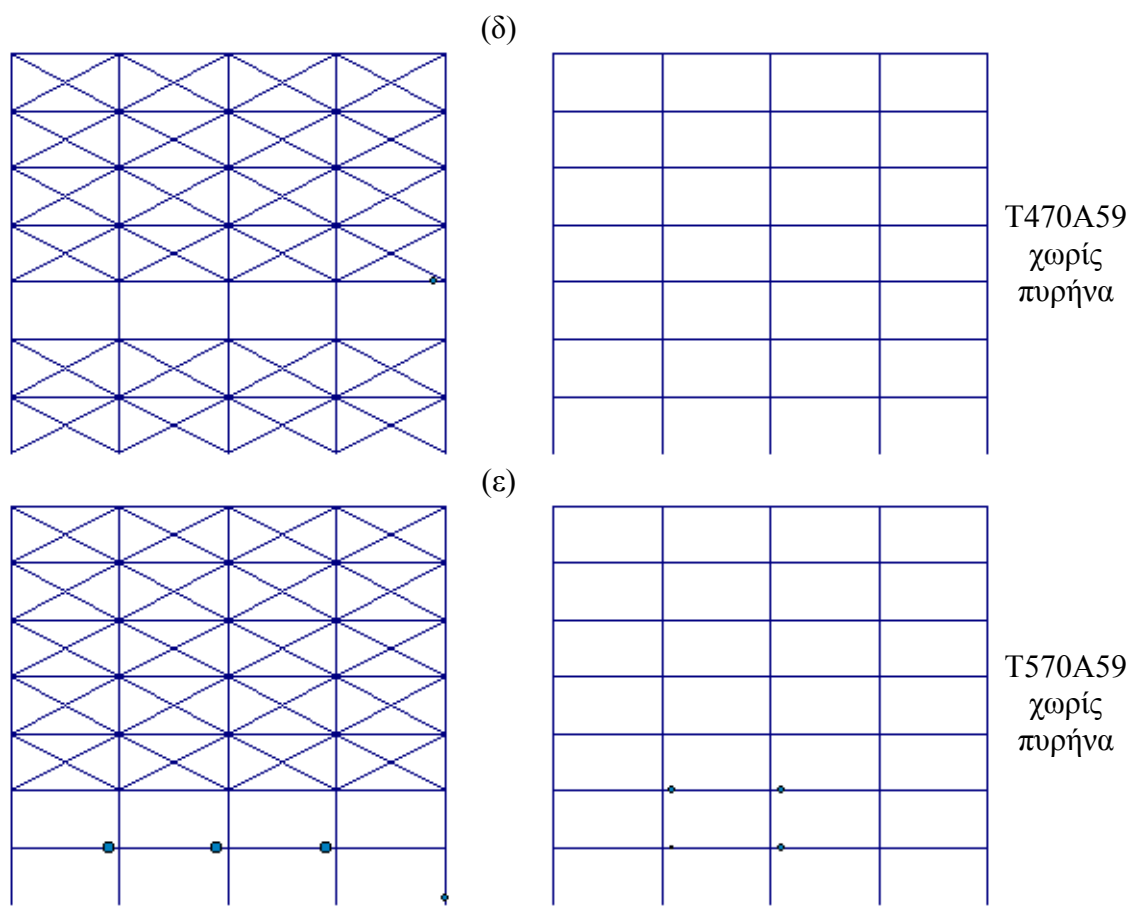


T270A59
χωρίς
πυρήνα

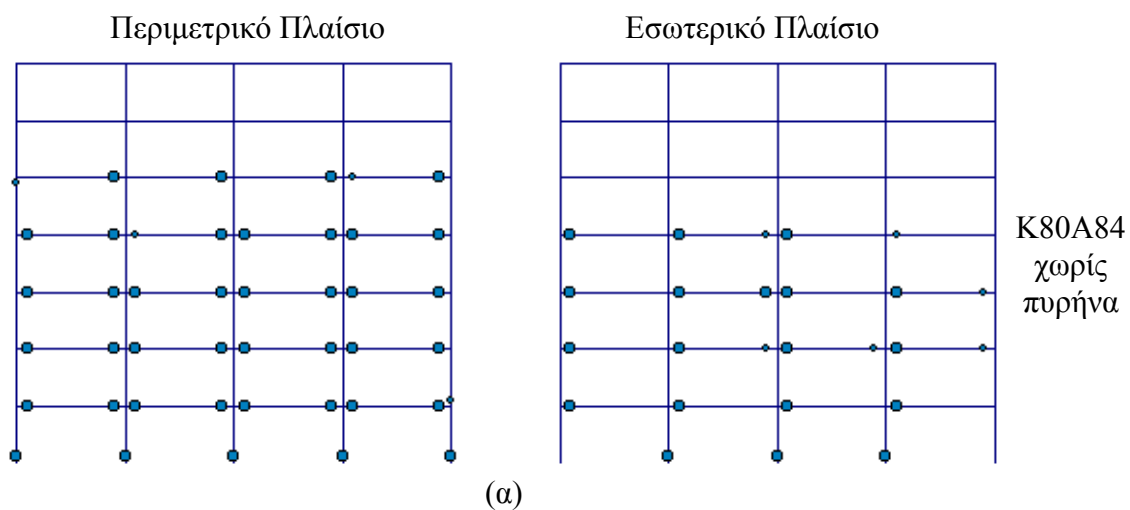
(γ)

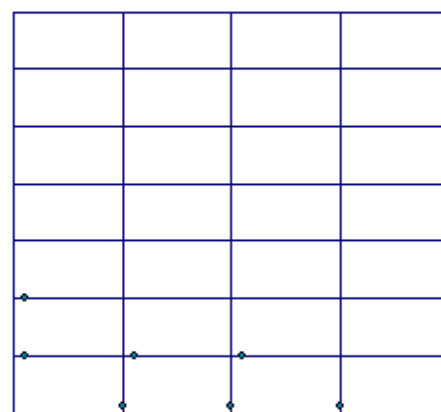
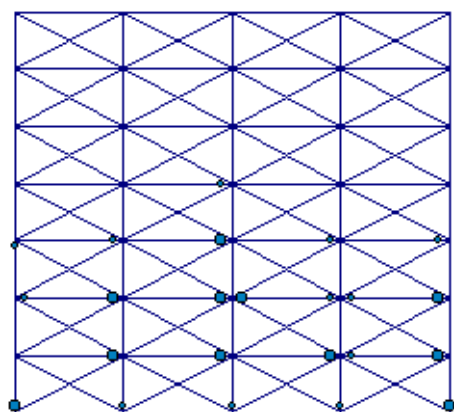


T370A59
χωρίς
πυρήνα



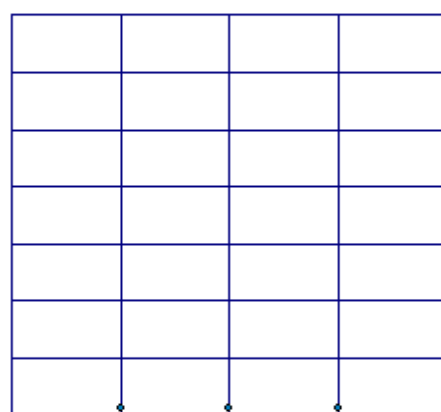
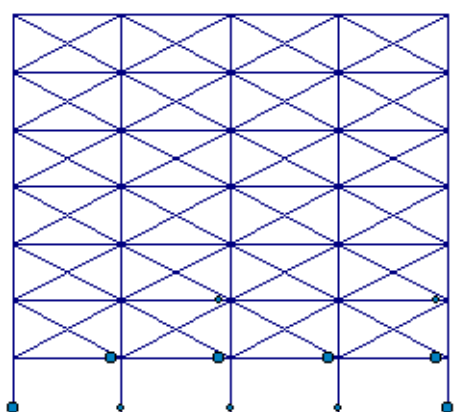
(στ) Σχήμα 101. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κτιρίου K70A59 χωρίς πυρήνα, γυμνό και τοιχοπληρωμένα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας.





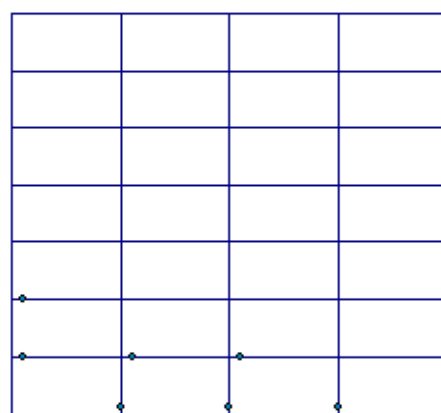
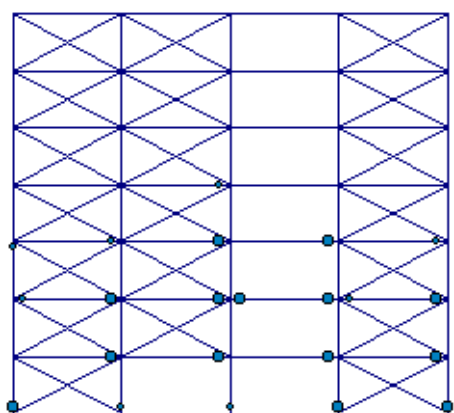
T180A84
χωρίς
πυρήνα

(β)



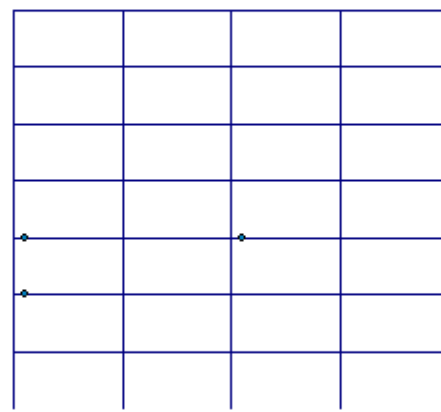
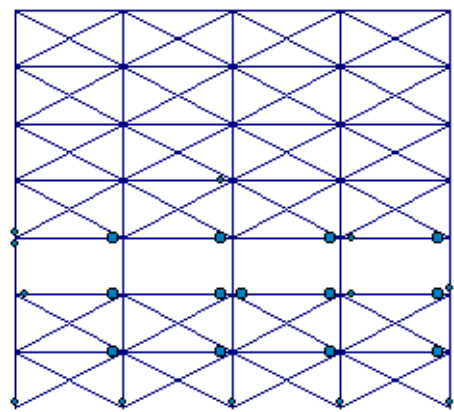
T280A84
χωρίς
πυρήνα

(γ)



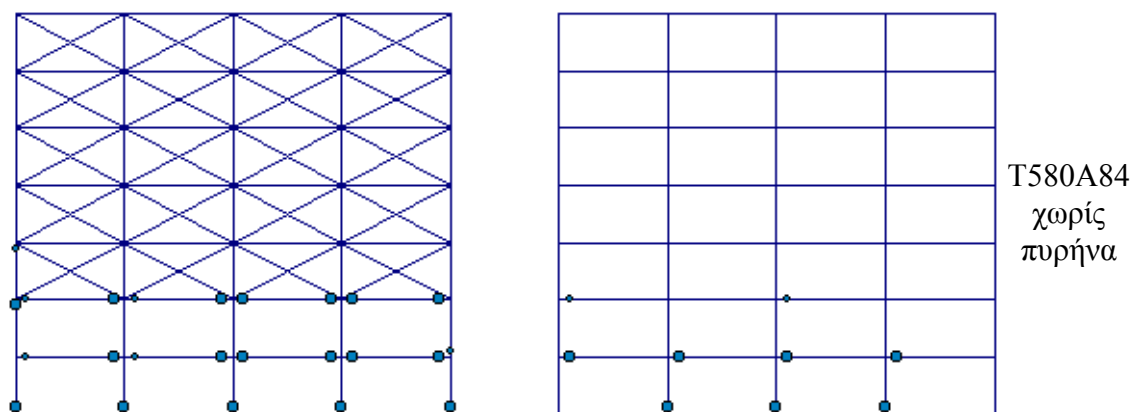
T380A84
χωρίς
πυρήνα

(δ)



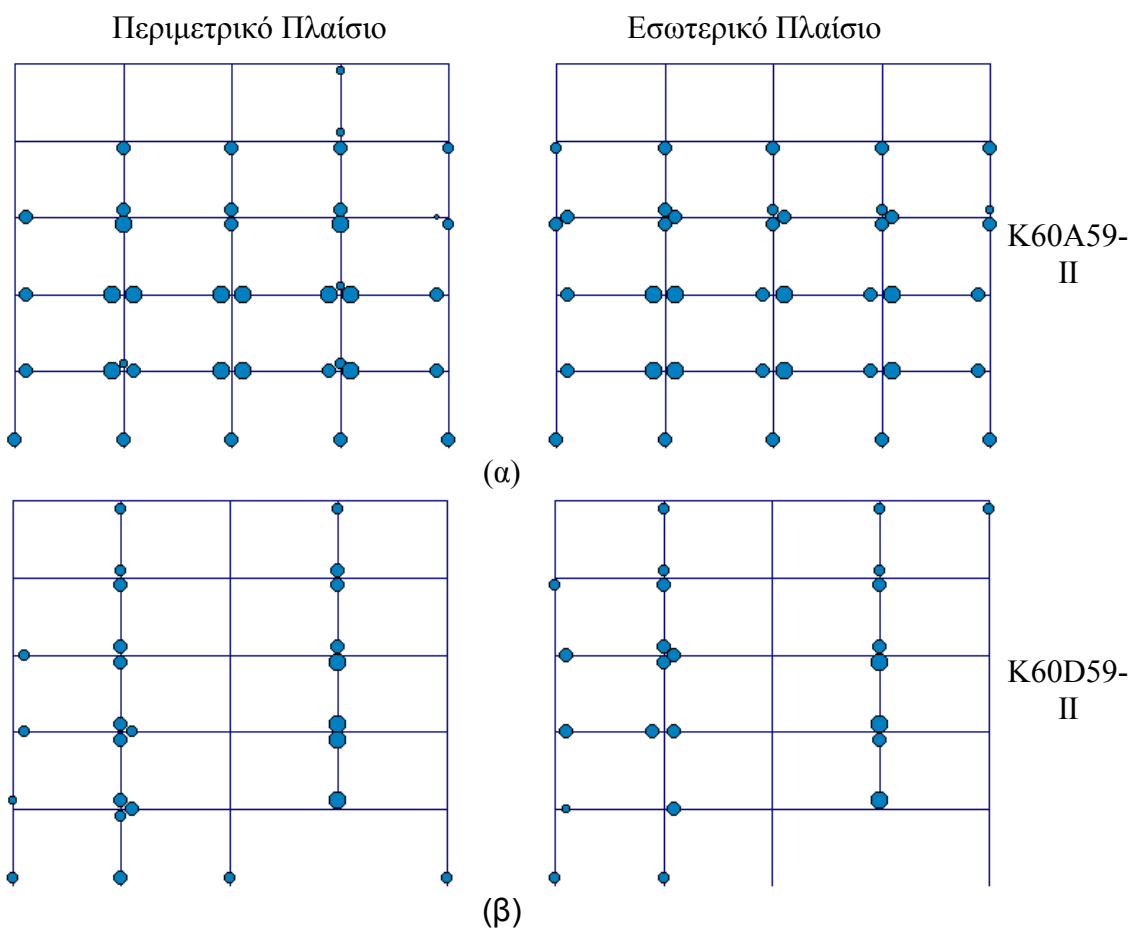
T480A84
χωρίς
πυρήνα

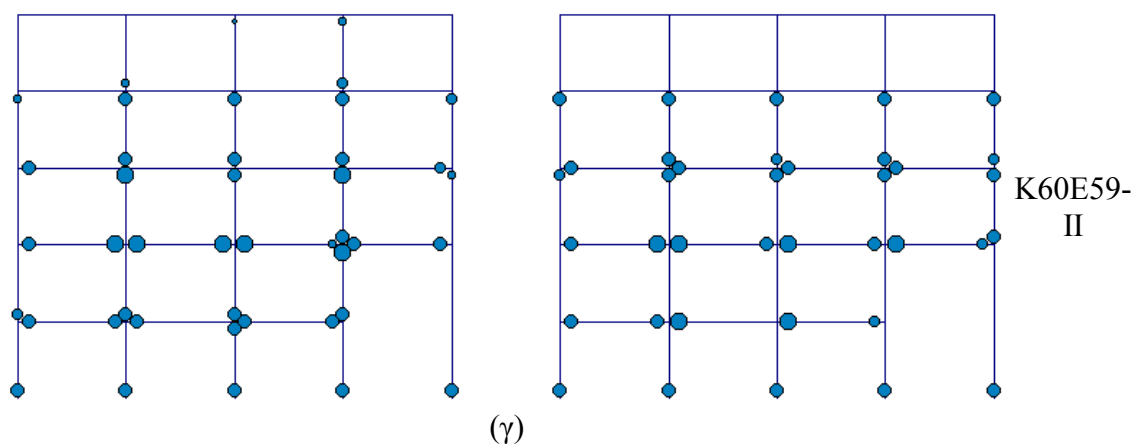
(ε)



(στ)

Σχήμα 102. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων του κτιρίου K80A84 χωρίς πυρήνα, γυμνό και τοιχοπληρωμένα, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας.

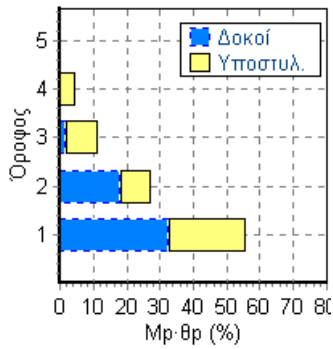




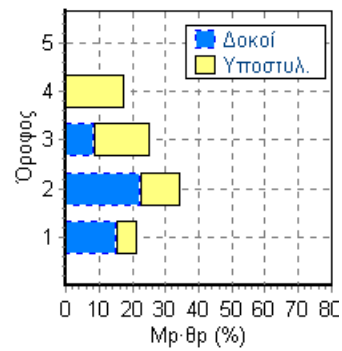
Σχήμα 103. Κατανομή πλαστικών αρθρώσεων στα πλαίσια της δεκαετίας του '60 σεισμικότητας II, για ορθογωνική κατανομή, στο σημείο αστοχίας

5.8 ΚΑΤΑΝΑΛΙΣΚΟΜΕΝΗ ΕΝΕΡΓΕΙΑ ΔΟΚΩΝ ΚΑΙ ΣΤΥΛΩΝ

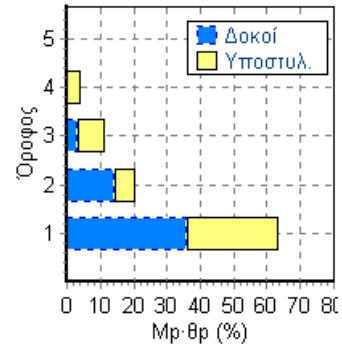
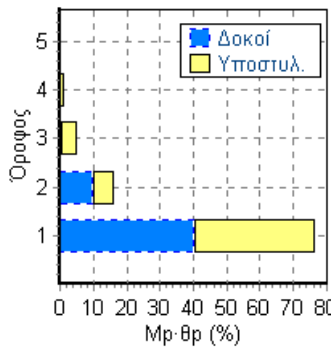
Ορθογωνική φόρτιση



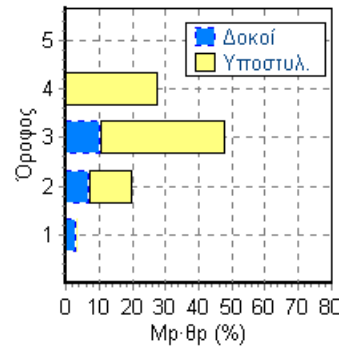
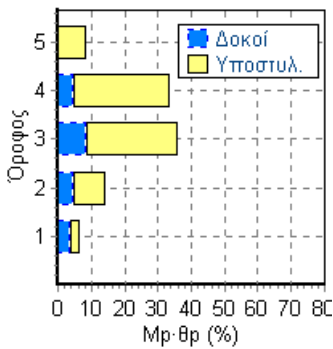
Τριγωνική φόρτιση



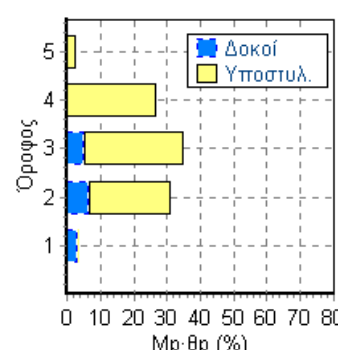
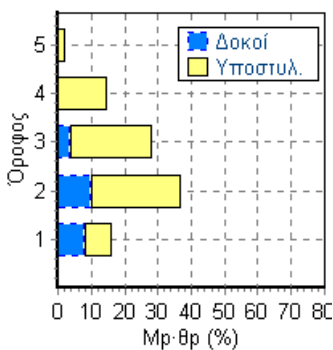
(α) K60A59



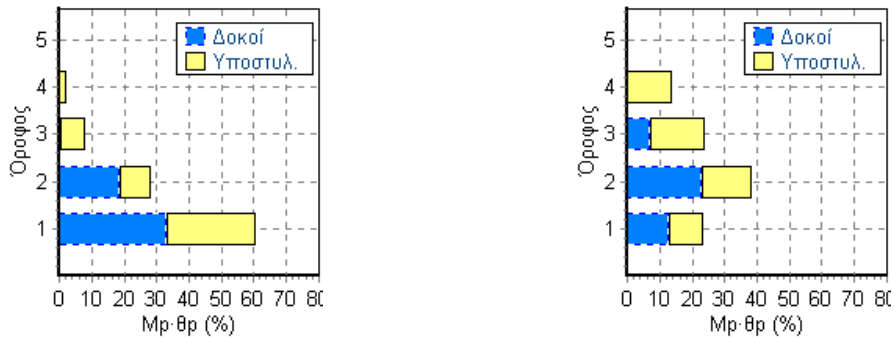
(β) K60B59



(γ) K60C59

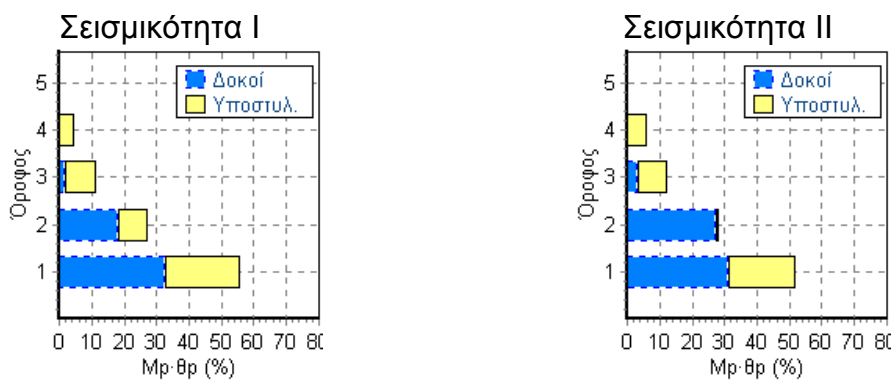


(δ) K60D59

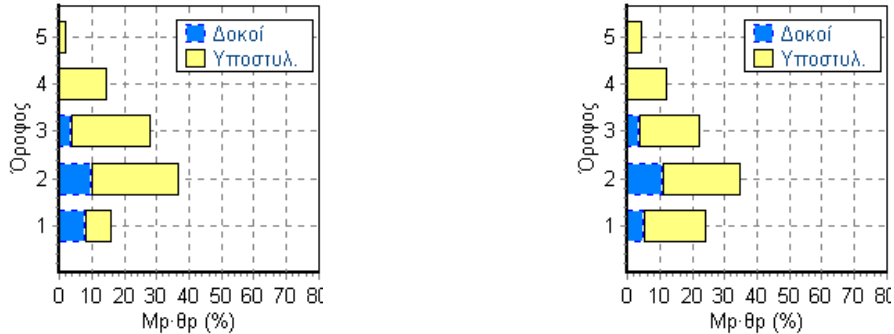


(ε) K60E59

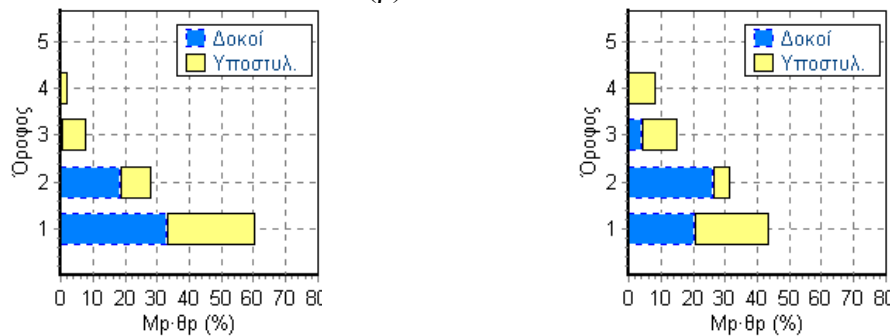
Σχήμα 104. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, των κτιρίων της δεκαετίας του '60, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας.



(α) K60A59

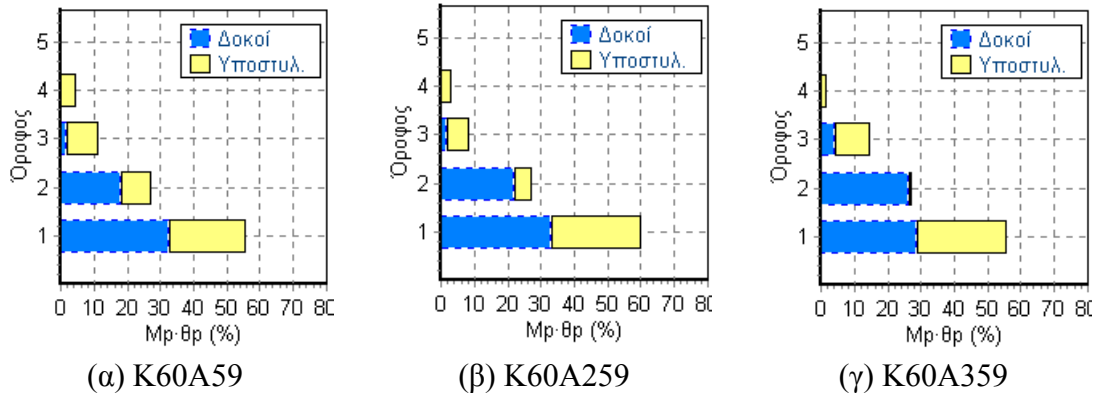


(β) K60D59

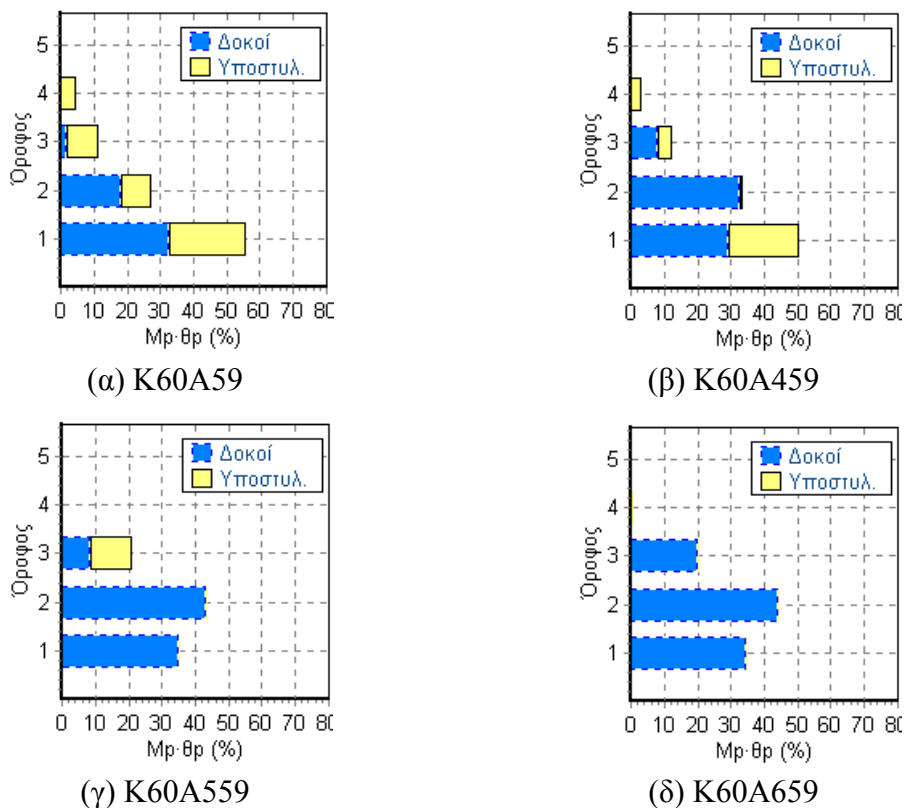


(γ) K60E59

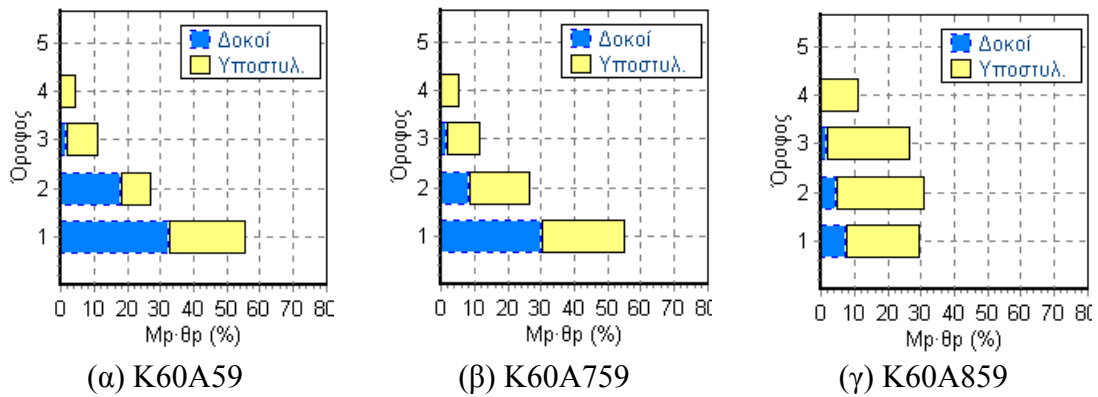
Σχήμα 105. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, των κτιρίων της δεκαετίας του '60, για σεισμικότητα I και II, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας.



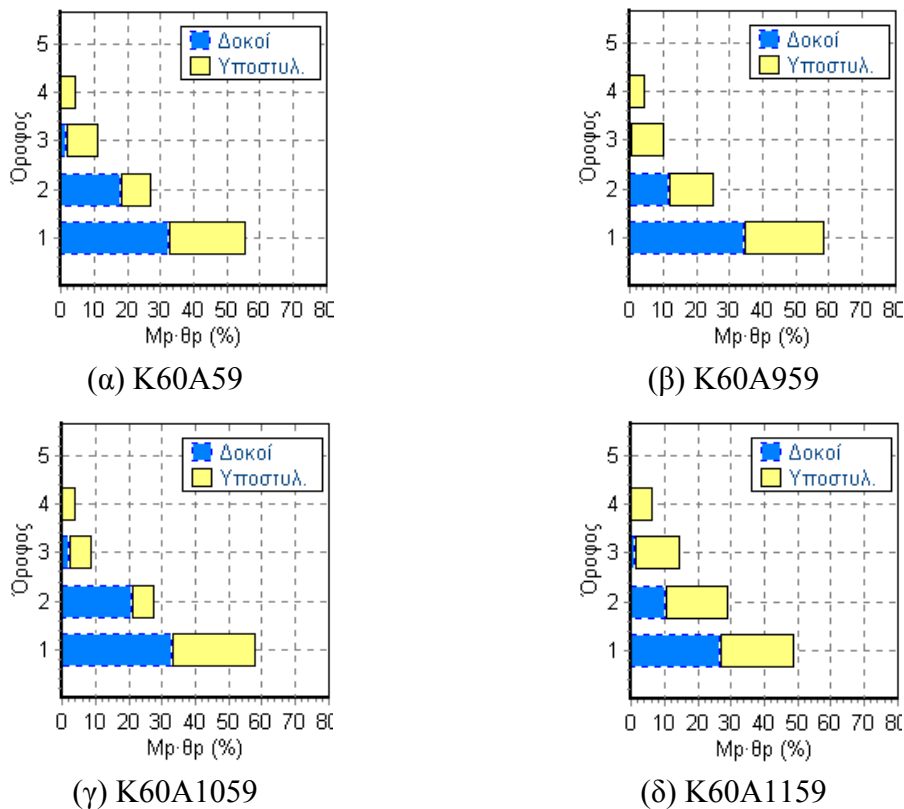
Σχήμα 106. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K60A59, για διάφορες παραμετρικές αναλύσεις, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης διαστάσεων υποστυλωμάτων.



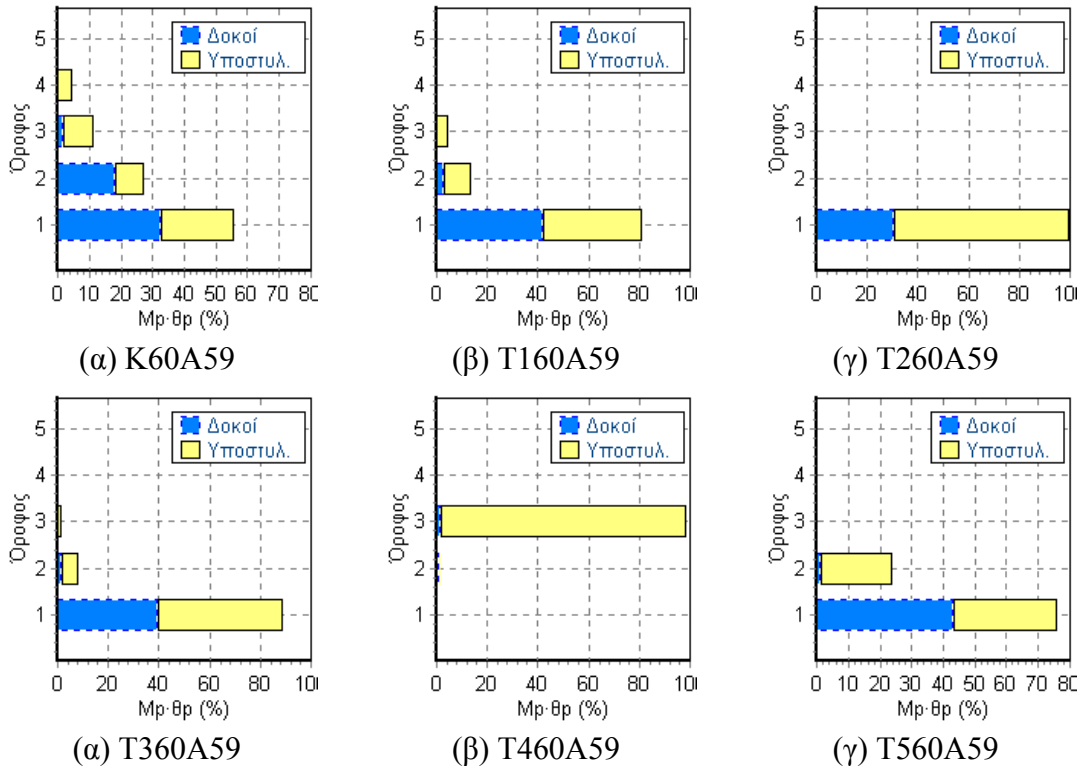
Σχήμα 107. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K60A59, για διάφορες παραμετρικές αναλύσεις, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης ποσοστού οπλισμού στύλων.



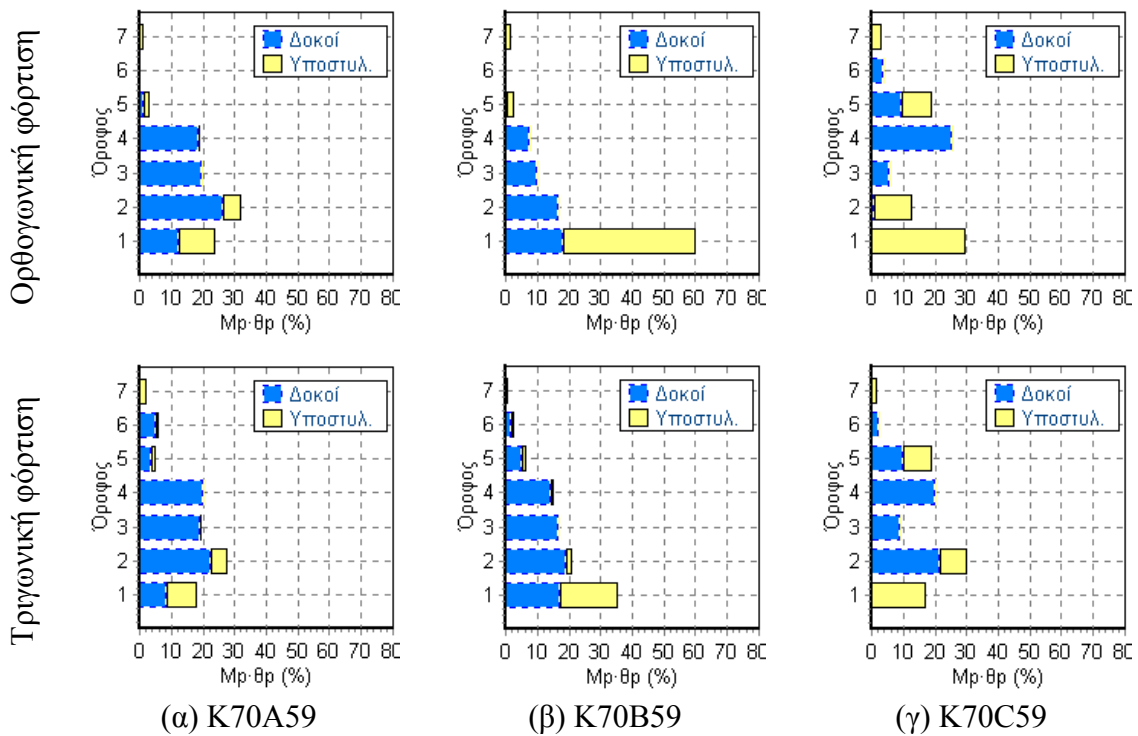
Σχήμα 108. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K60A59, για διάφορες παραμετρικές αναλύσεις, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή αύξησης διαστάσεων δοκών.



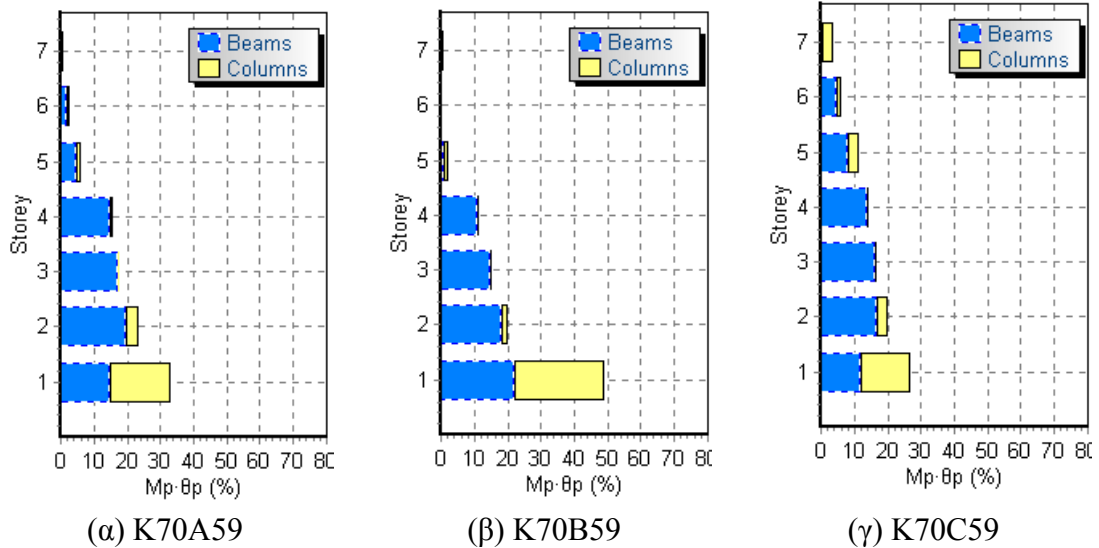
Σχήμα 109. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K60A59, για διάφορες παραμετρικές αναλύσεις, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας. Επιρροή τρόπου οπλίσεως δοκών.



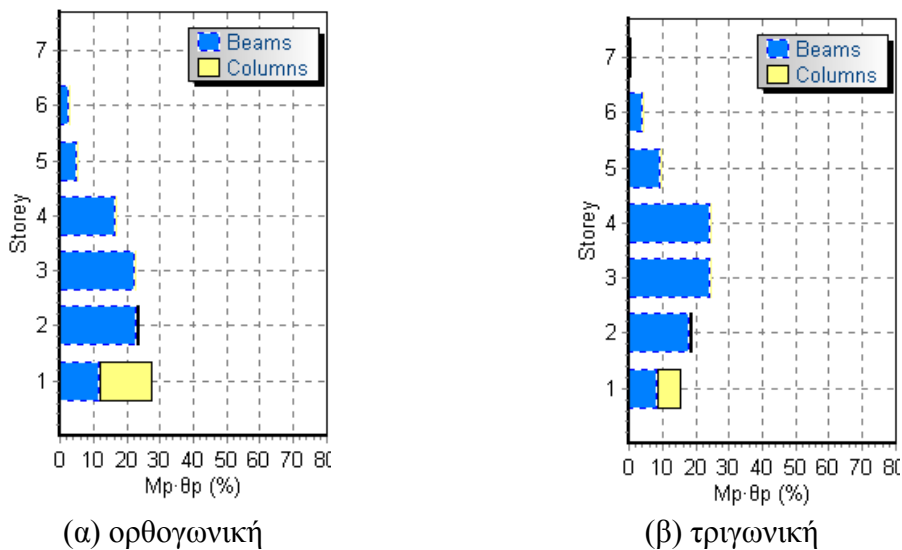
Σχήμα 110. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας που απορροφάται από αυτά, καθ' ύψος, του κτιρίου K60A59, για το γυμνό πλαίσιο και τις διάφορες τοιχοπληρώσεις, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας.



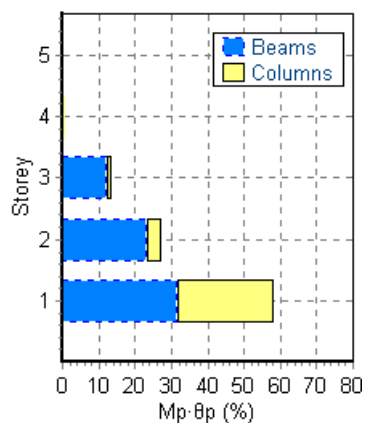
Σχήμα 111. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, των κτιρίων της δεκαετίας του '70, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας.



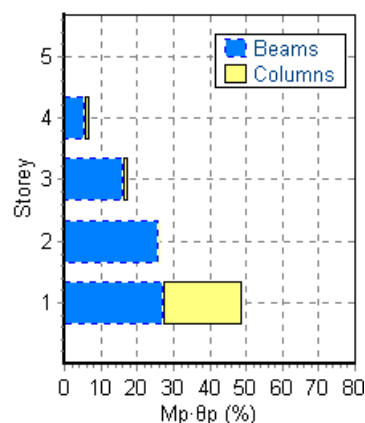
Σχήμα 112. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, των κτιρίων της δεκαετίας του '70, για ορθογωνική φόρτιση, στο σημείο καμπτικής αστοχίας.



Σχήμα 113. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K70A59, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας.

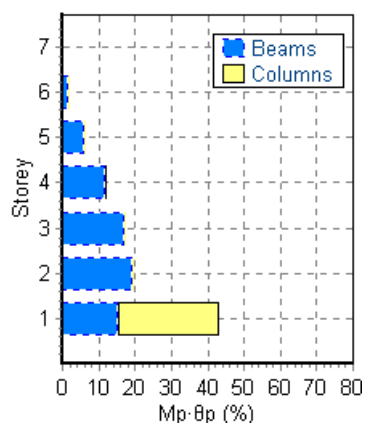
$\Sigma(\text{Mp}\cdot\theta\text{p})_{\text{floor}} / \Sigma(\text{Mp}\cdot\theta\text{p})_{\text{Building}}$ 

(α) ορθογωνική

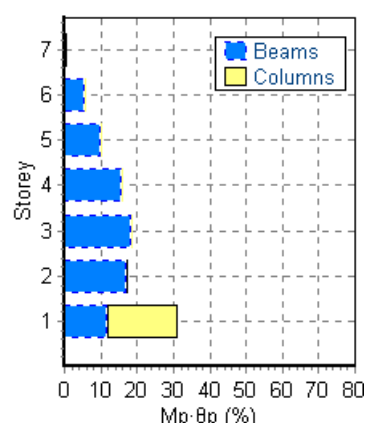
 $\Sigma(\text{Mp}\cdot\theta\text{p})_{\text{floor}} / \Sigma(\text{Mp}\cdot\theta\text{p})_{\text{Building}}$ 

(β) τριγωνική

Σχήμα 114. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K60AEAK, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας.

 $\Sigma(\text{Mp}\cdot\theta\text{p})_{\text{floor}} / \Sigma(\text{Mp}\cdot\theta\text{p})_{\text{Building}}$ 

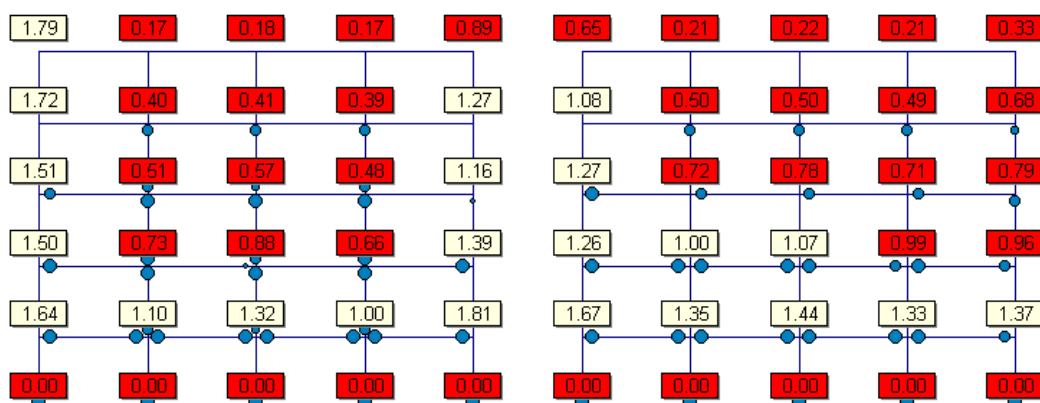
(α) ορθογωνική

 $\Sigma(\text{Mp}\cdot\theta\text{p})_{\text{floor}} / \Sigma(\text{Mp}\cdot\theta\text{p})_{\text{Building}}$ 

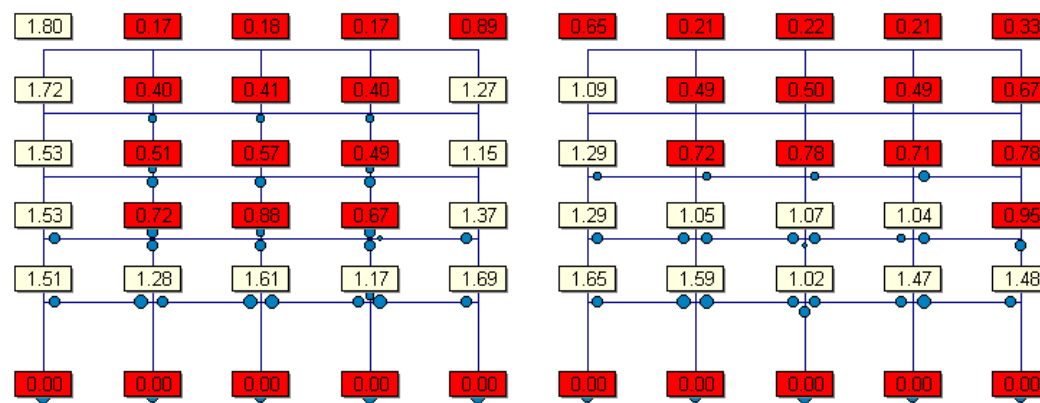
(β) τριγωνική

Σχήμα 115. Απορρόφηση ενέργειας δοκών και στύλων ως ποσοστό της συνολικής ενέργειας, καθ' ύψος, του κτιρίου K80AEAK, για ορθογωνική και τριγωνική φόρτιση, στο σημείο αστοχίας.

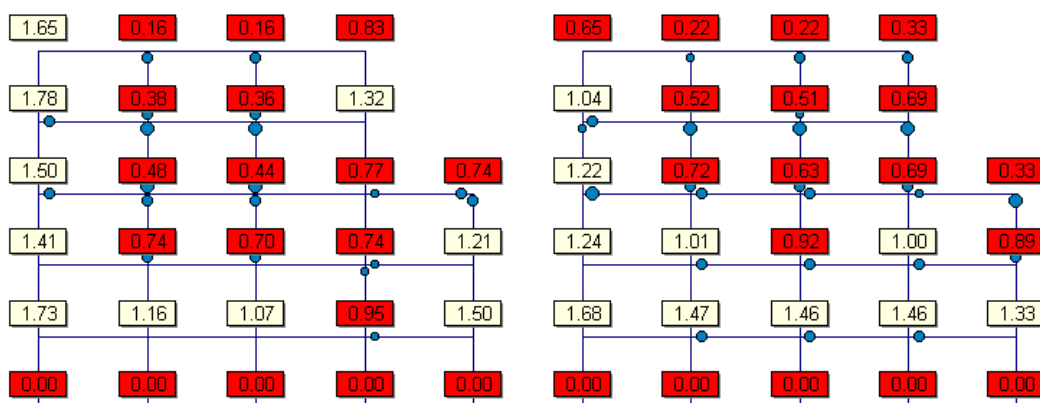
5.9 ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΚΟΜΒΟΥ



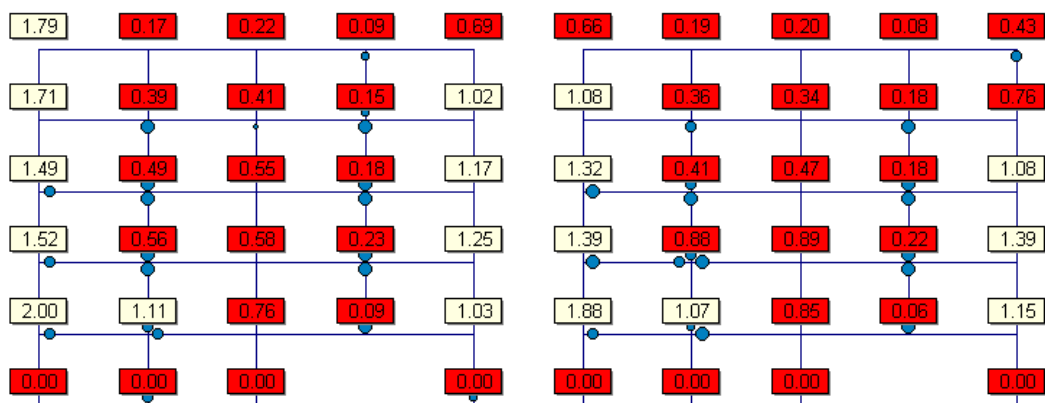
Σχήμα 116. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A59.



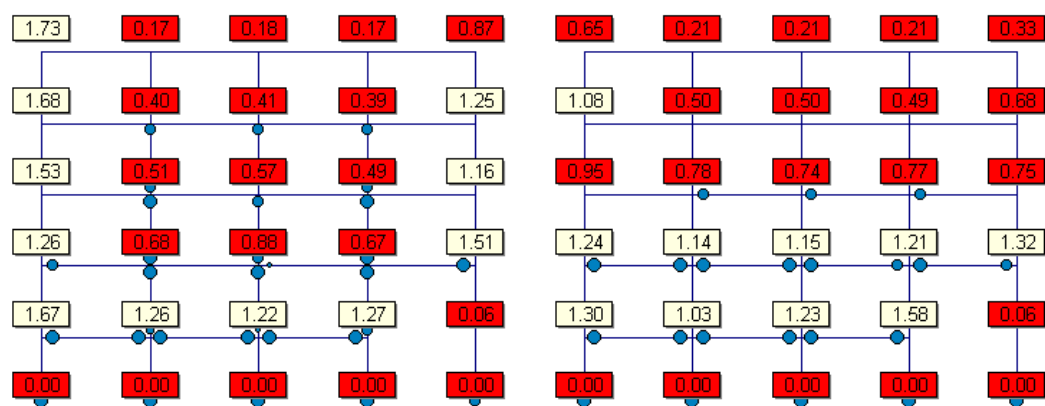
Σχήμα 117. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60B59.



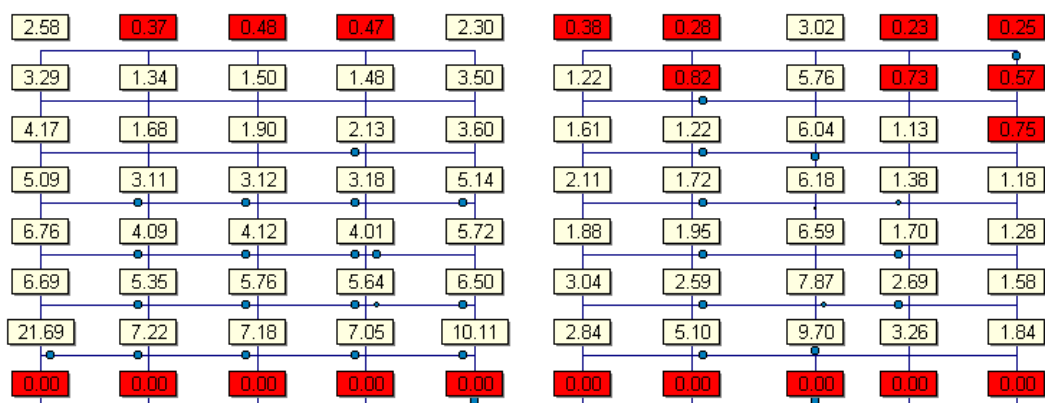
Σχήμα 118. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60C59.



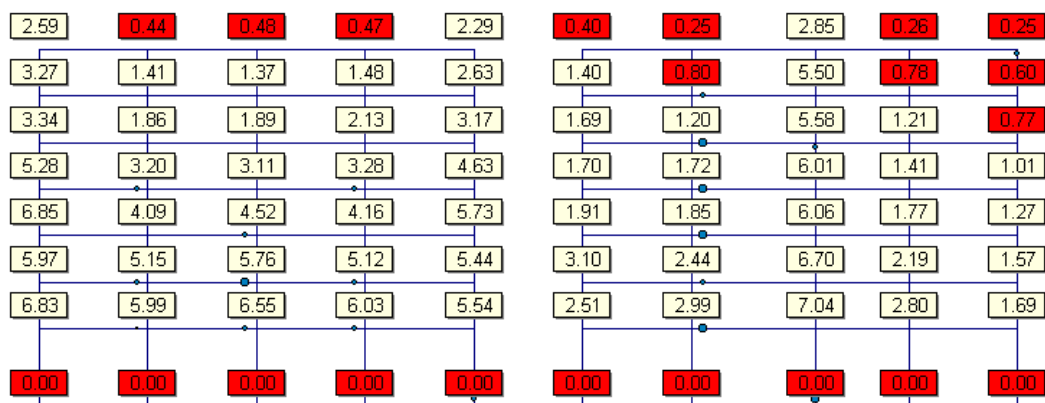
Σχήμα 119. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K60D59.



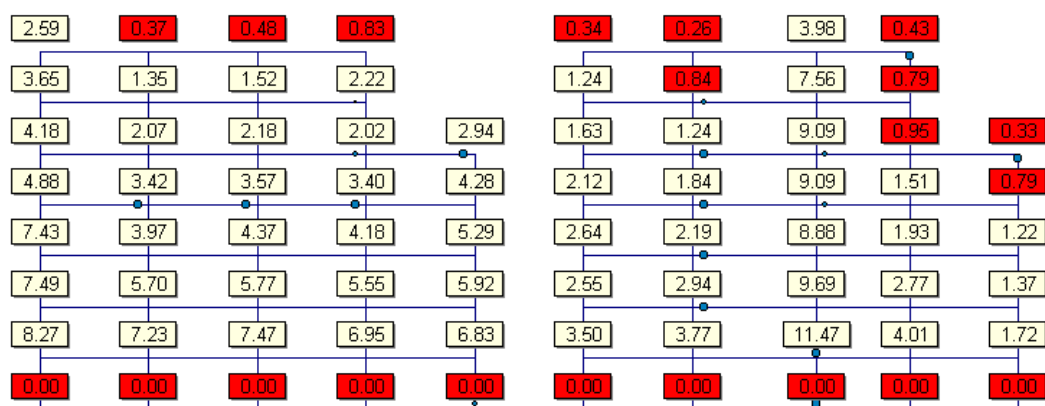
Σχήμα 120. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K60E59.



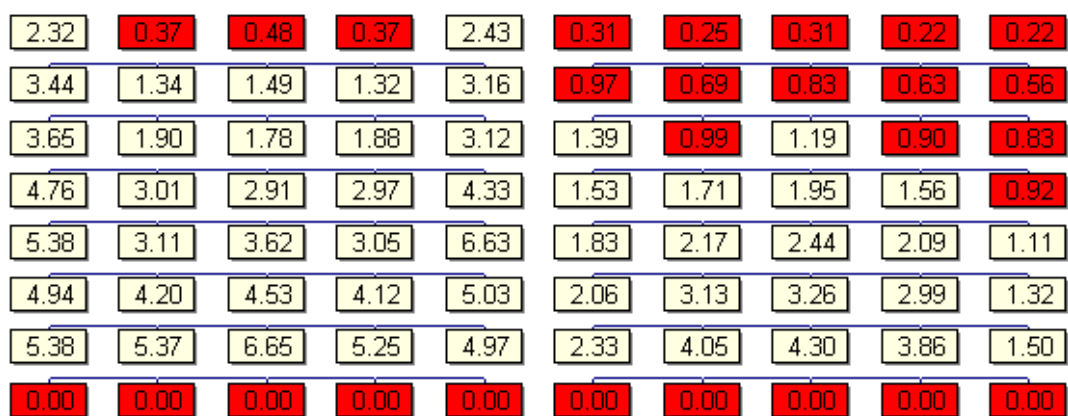
Σχήμα 121. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K70A59.



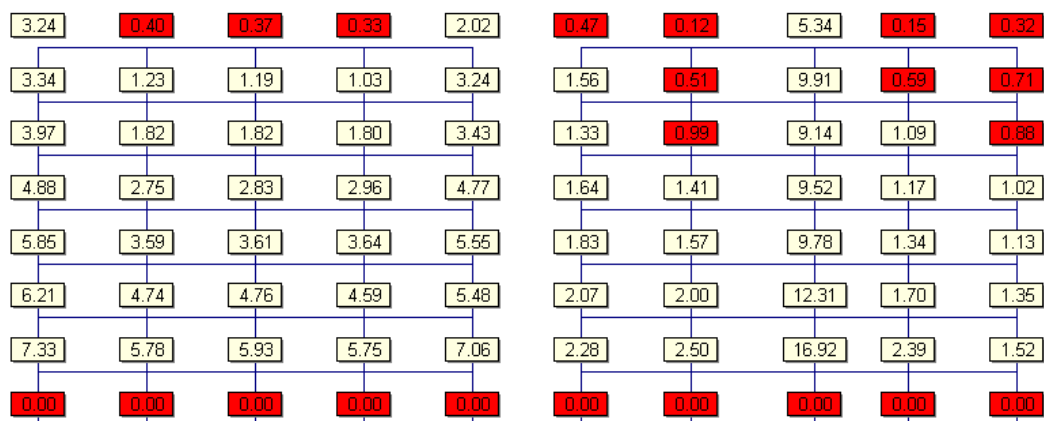
Σχήμα 122. Τιμές κανοτικού ελέγχου για το κτίριο K70B59.



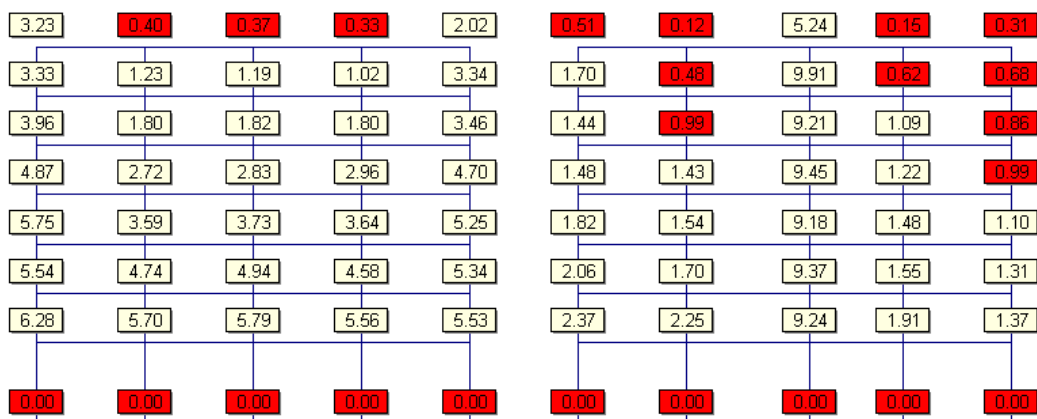
Σχήμα 123. Τιμές κανοτικού ελέγχου για το κτίριο K70C59.



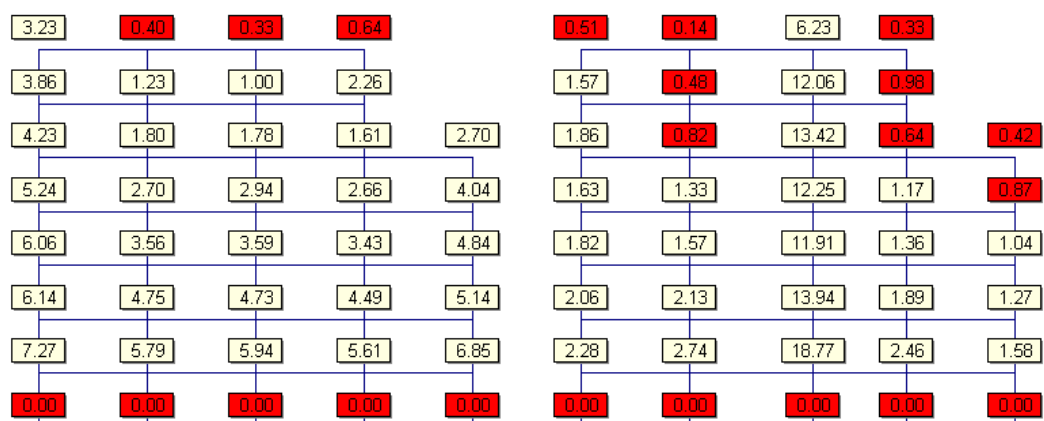
Σχήμα 124. Τιμές κανοτικού ελέγχου για το κτίριο K70A59 χωρίς πυρήνα.



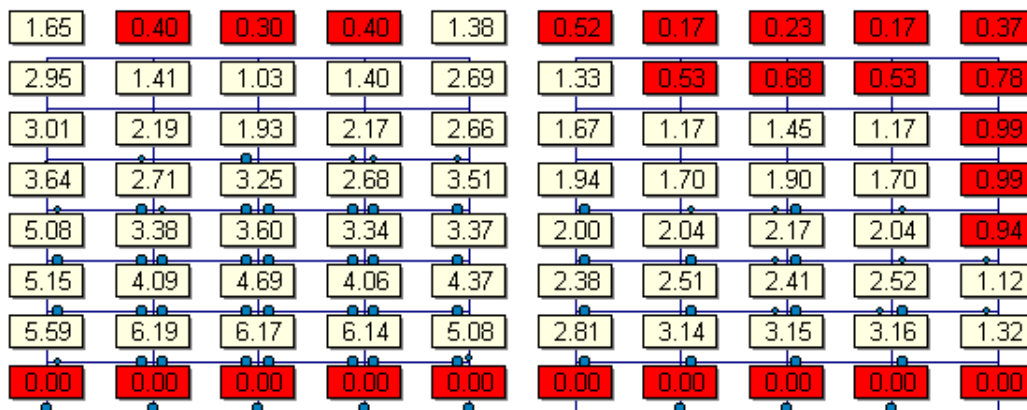
Σχήμα 125. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K80A84.



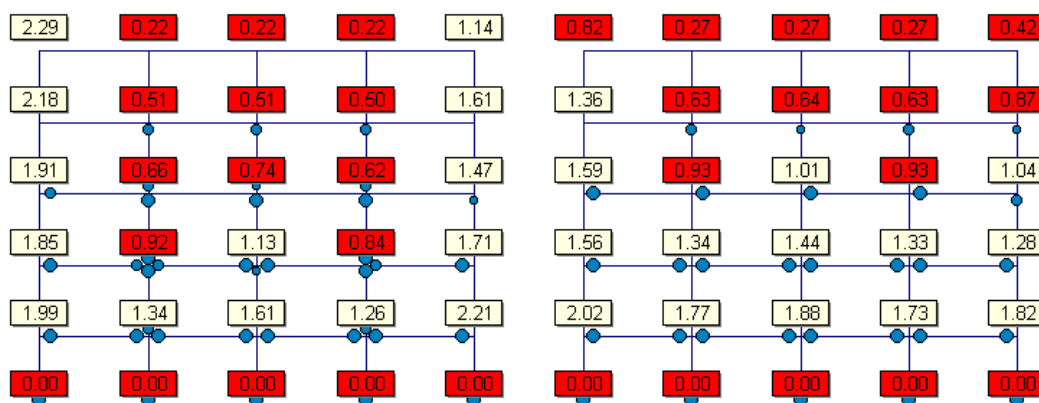
Σχήμα 126. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K80B84.



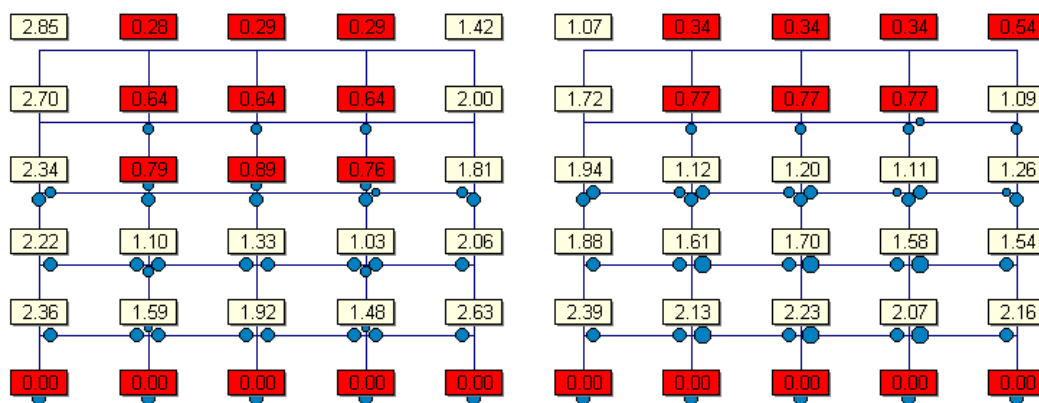
Σχήμα 127. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K80C84.



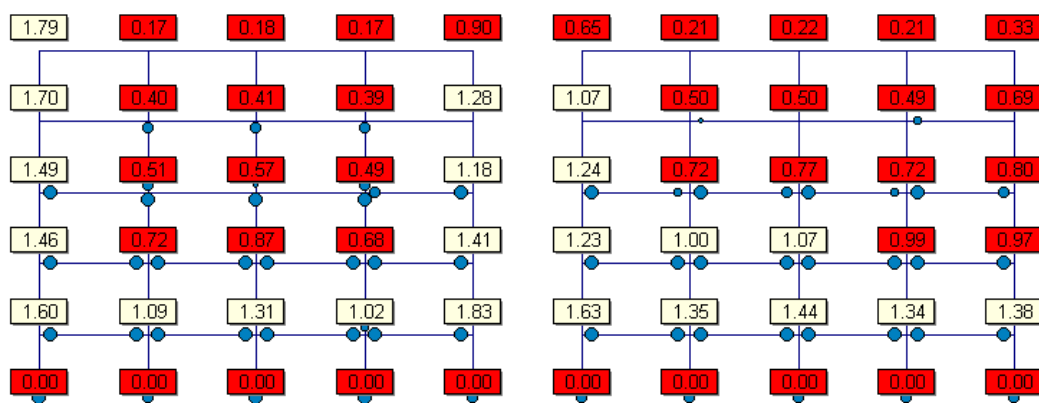
Σχήμα 128. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K80A84 χωρίς πυρήνα.



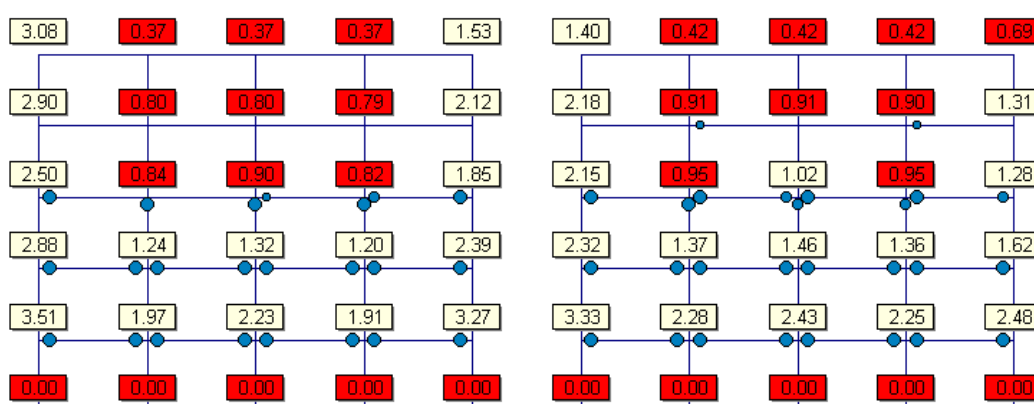
Σχήμα 129. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K60A259.



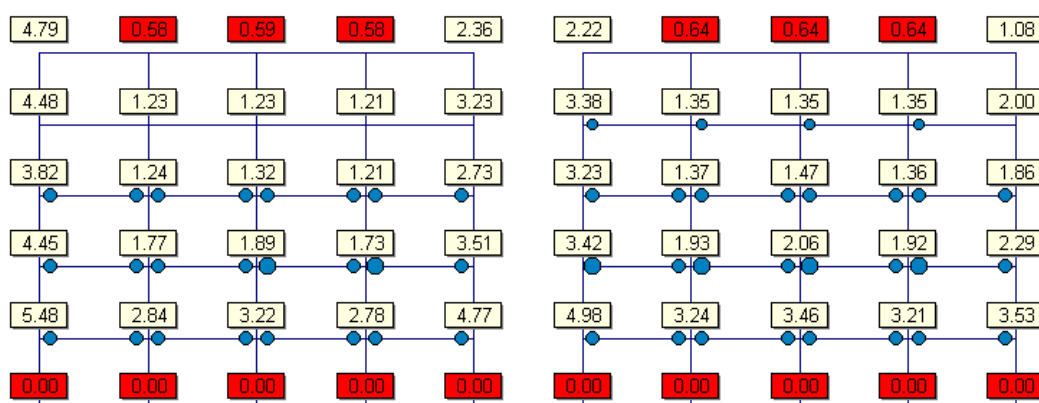
Σχήμα 130. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K60A359.



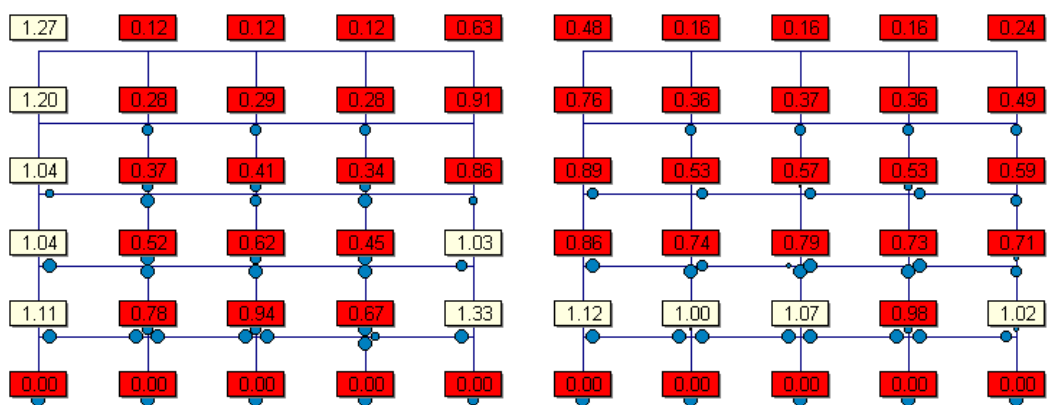
Σχήμα 131. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A459.



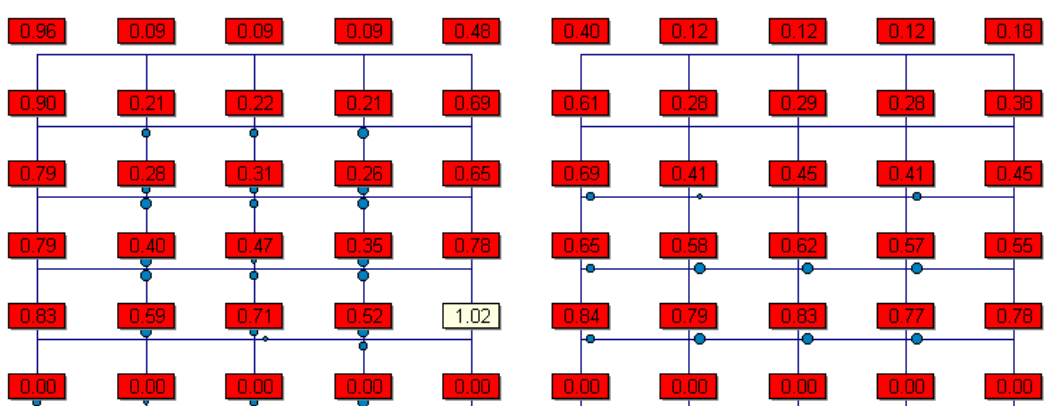
Σχήμα 132. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A559.



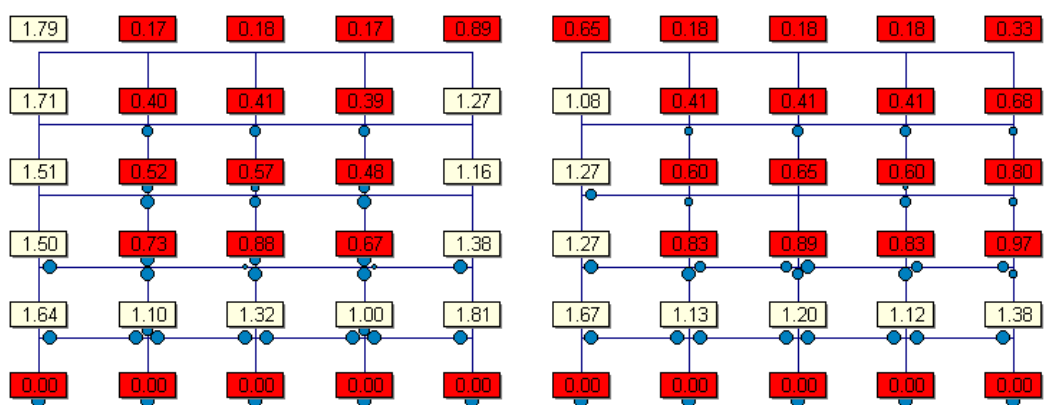
Σχήμα 133. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A659.



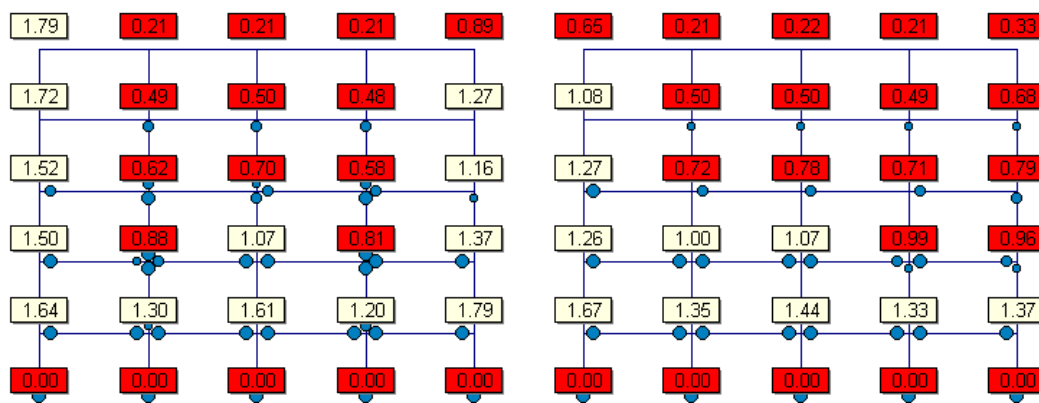
Σχήμα 134. Τιμές κανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A759.



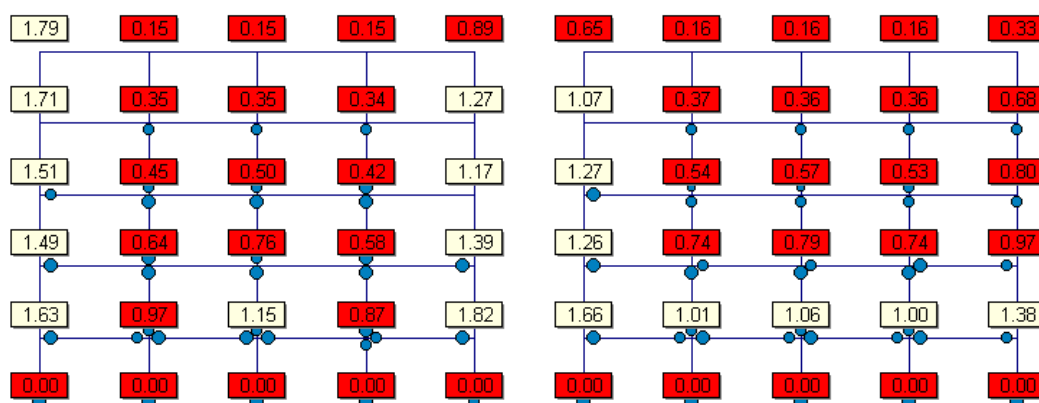
Σχήμα 135. Τιμές κανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A859.



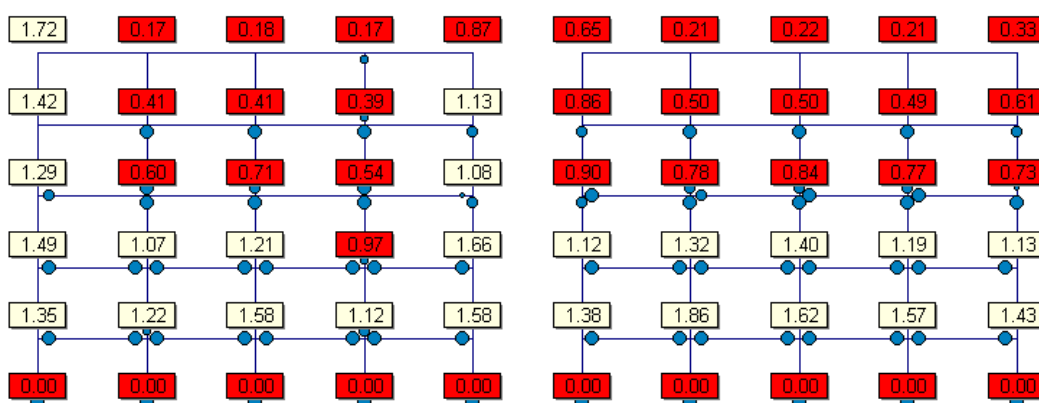
Σχήμα 136. Τιμές κανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60A959.



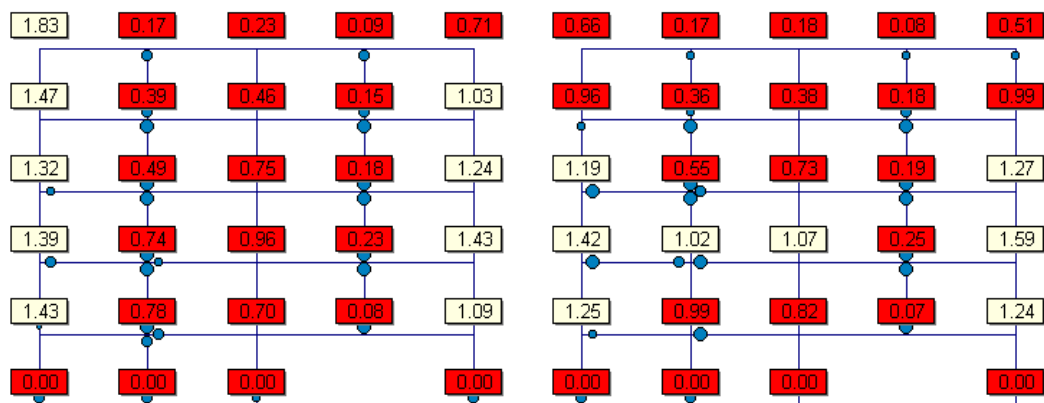
Σχήμα 137. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K60A1059.



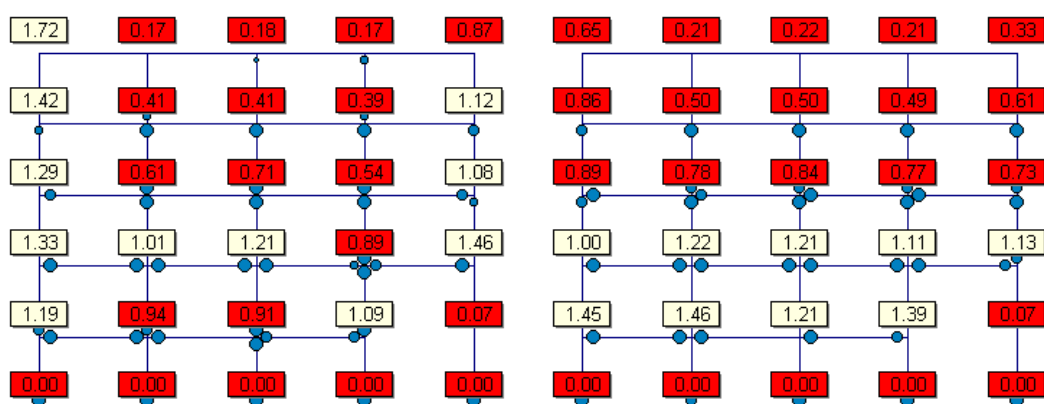
Σχήμα 138. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K60A1159.



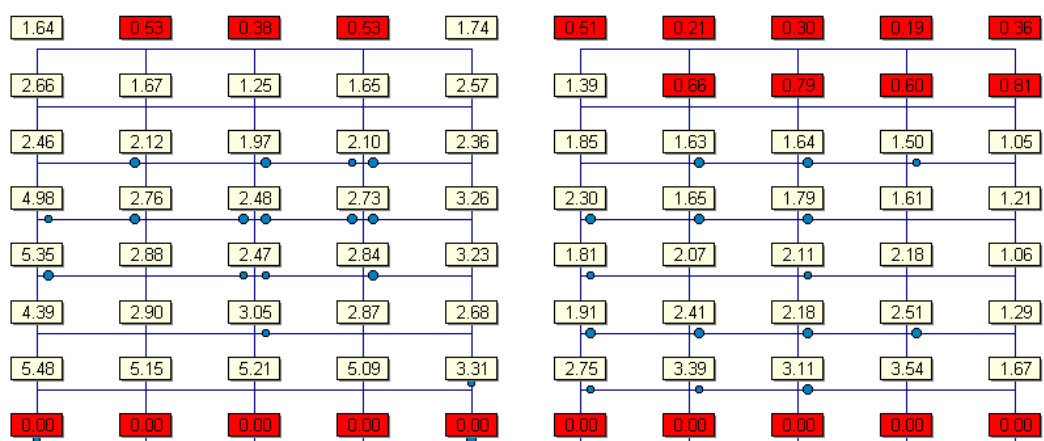
Σχήμα 139. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K60A59-II, σεισμικότητας II.



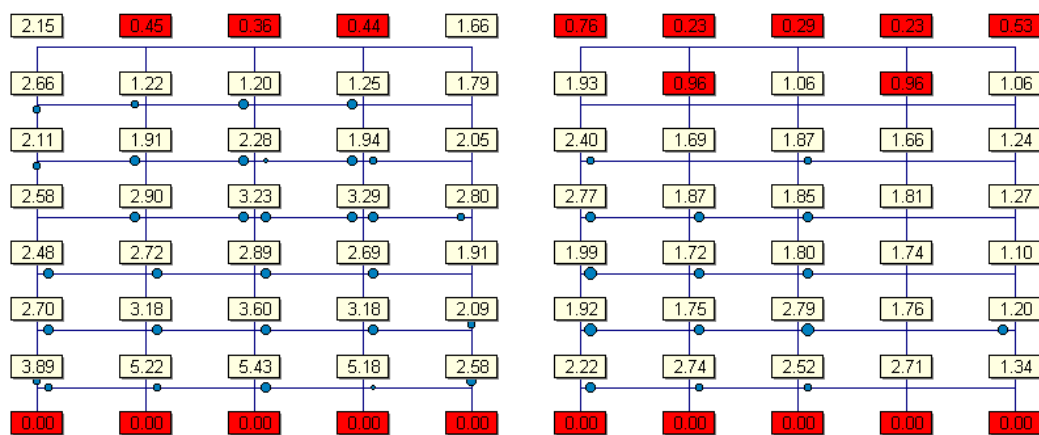
Σχήμα 140. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60D59-II, σεισμικότητας II.



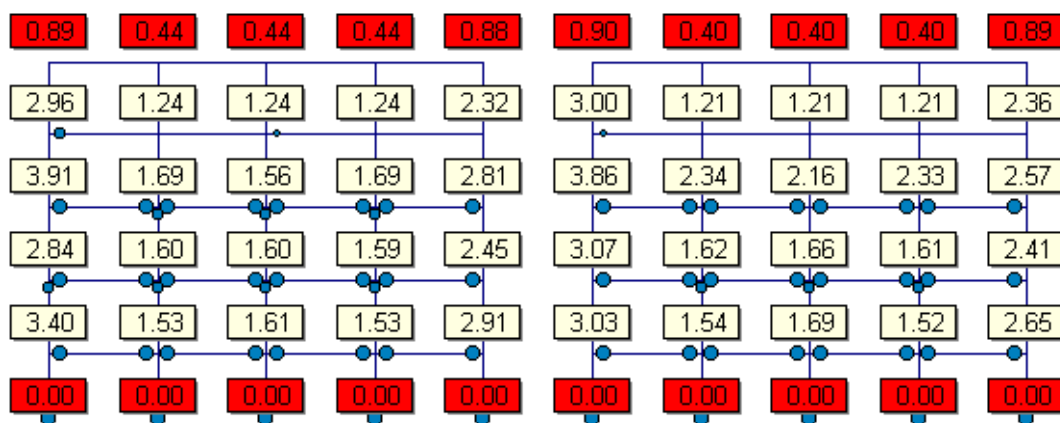
Σχήμα 141. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K60E59-II, σεισμικότητας II.



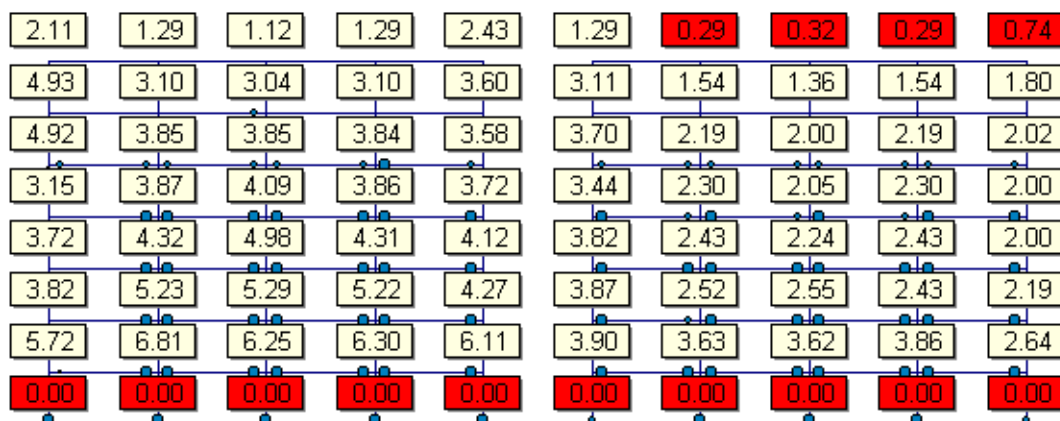
Σχήμα 142. Τιμές ικανοτικού ελέγχου για το κτίριο K70A59-III, σεισμικότητας III.



Σχήμα 143. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K80A84-III, σεισμικότητας III.

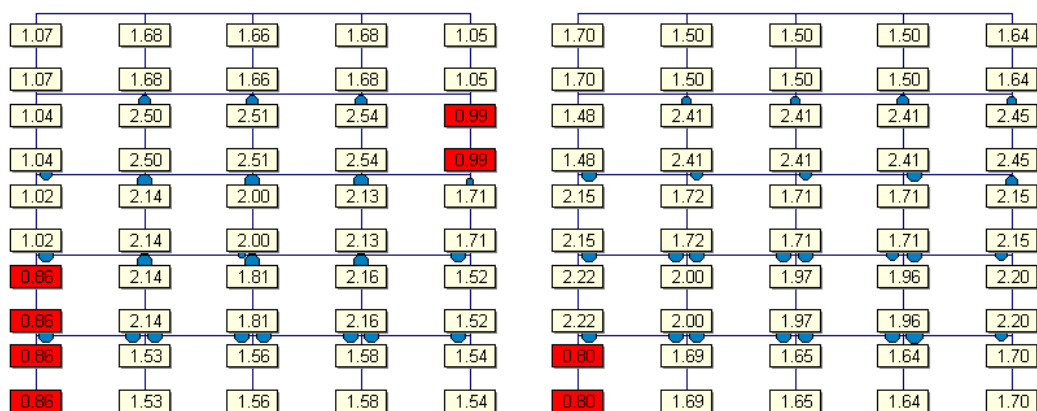


Σχήμα 144. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K60AEAK.

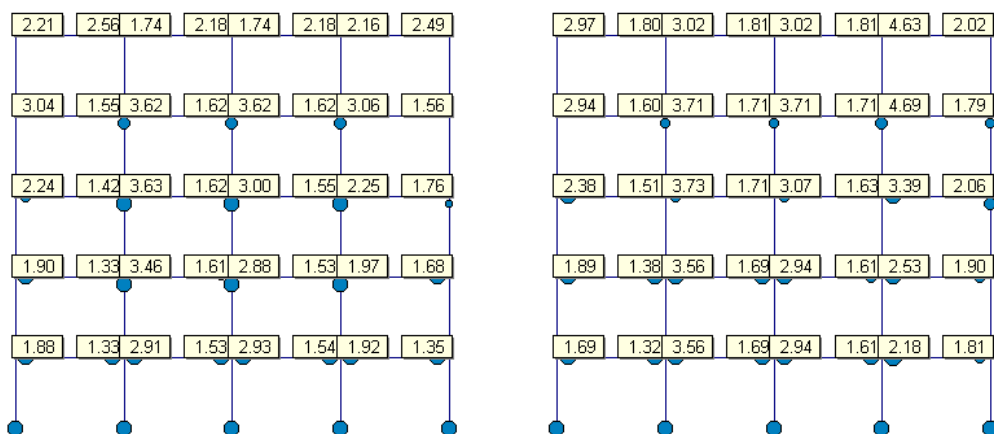


Σχήμα 145. Τιμές κανοντικού ελέγχου για το κτίριο K80AEAK.

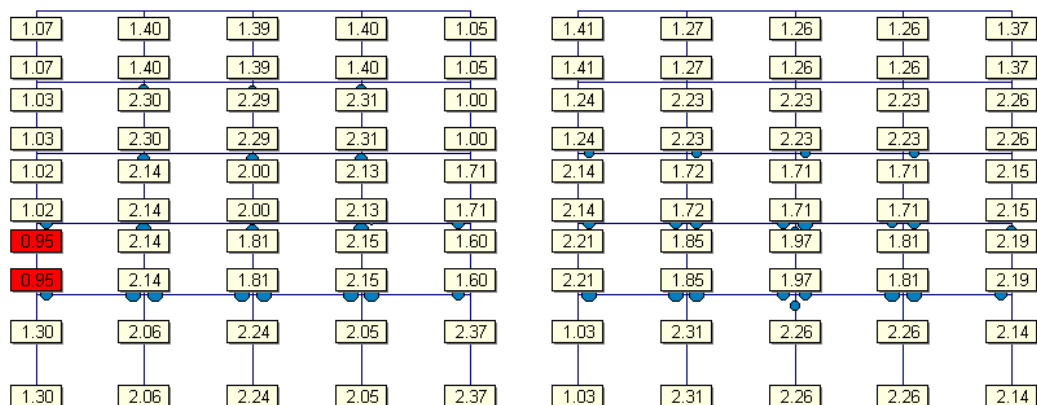
5.10 ΙΚΑΝΟΠΟΙΗΣΗ ΙΚΑΝΟΤΙΚΟΥ ΕΛΕΓΧΟΥ ΤΕΜΝΟΥΣΑΣ



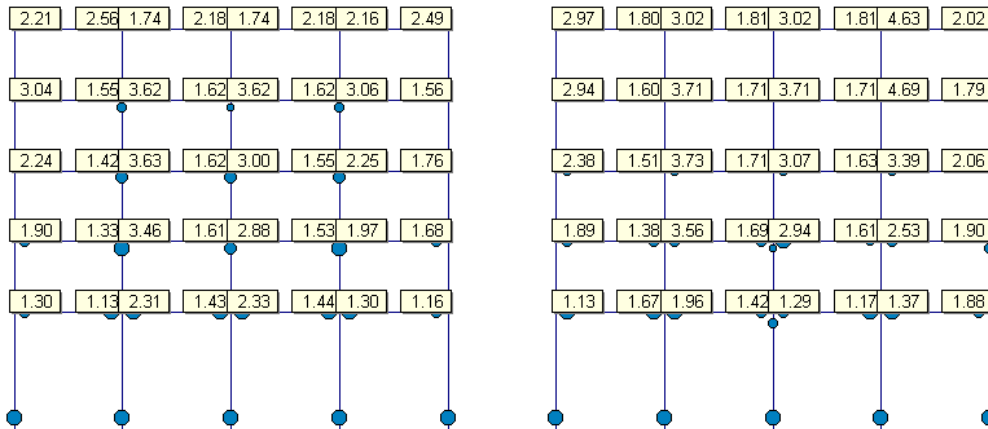
Σχήμα 146. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A59.



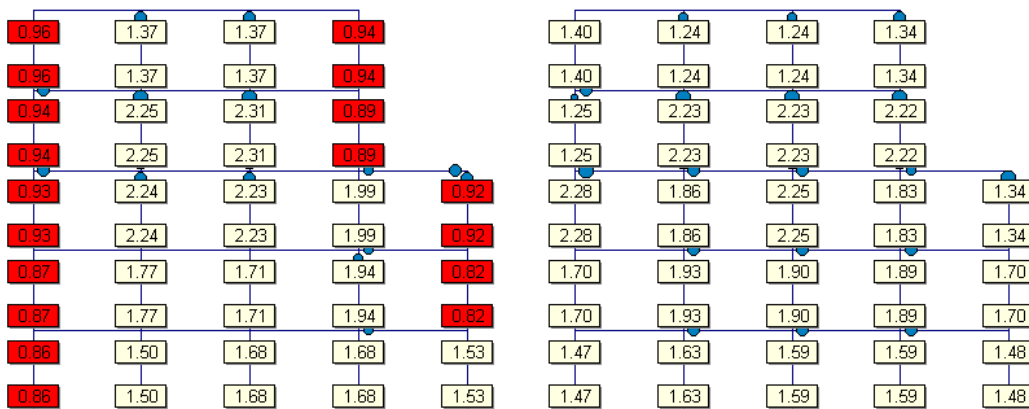
Σχήμα 147. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A59.



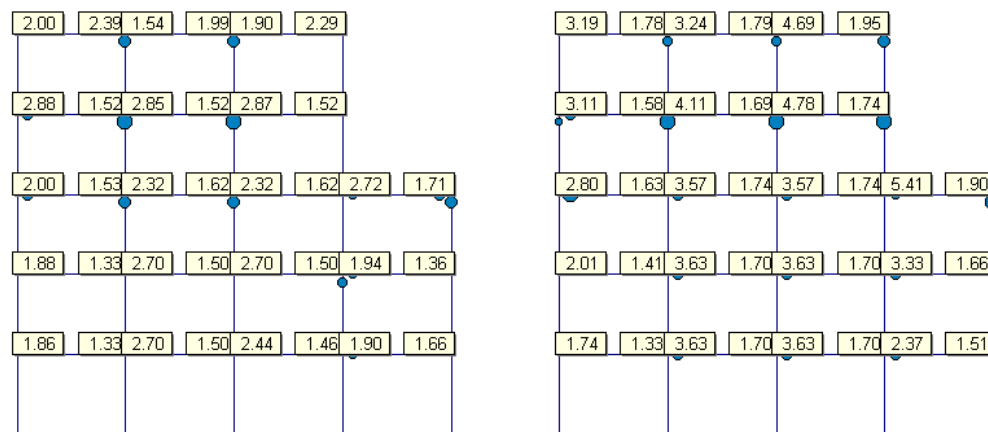
Σχήμα 148. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60B59.



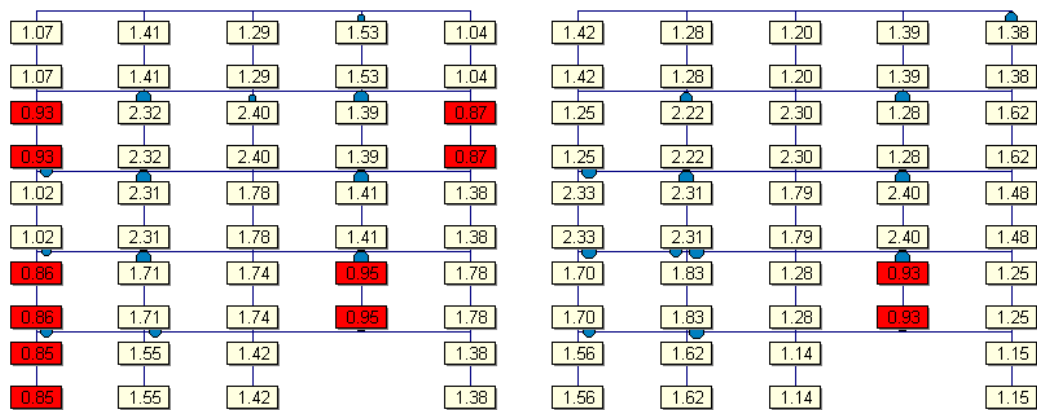
Σχήμα 149. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60B59.



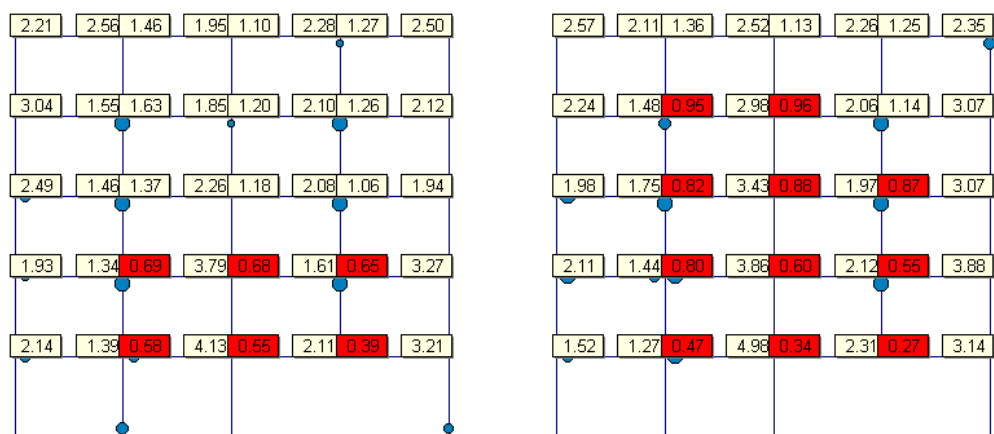
Σχήμα 150. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60C59.



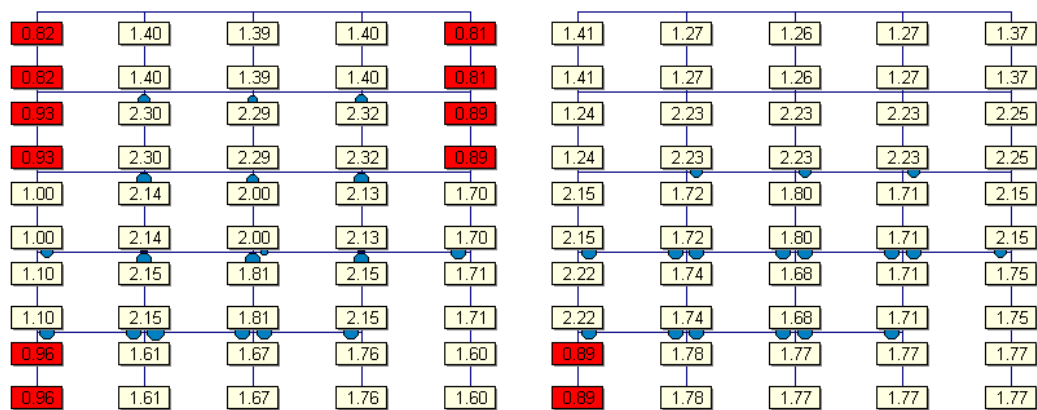
Σχήμα 151. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60C59.



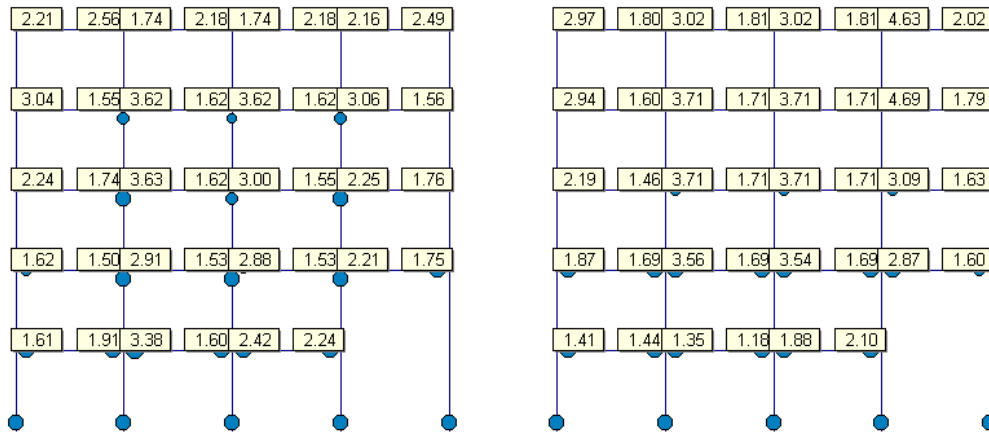
Σχήμα 152. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60D59.



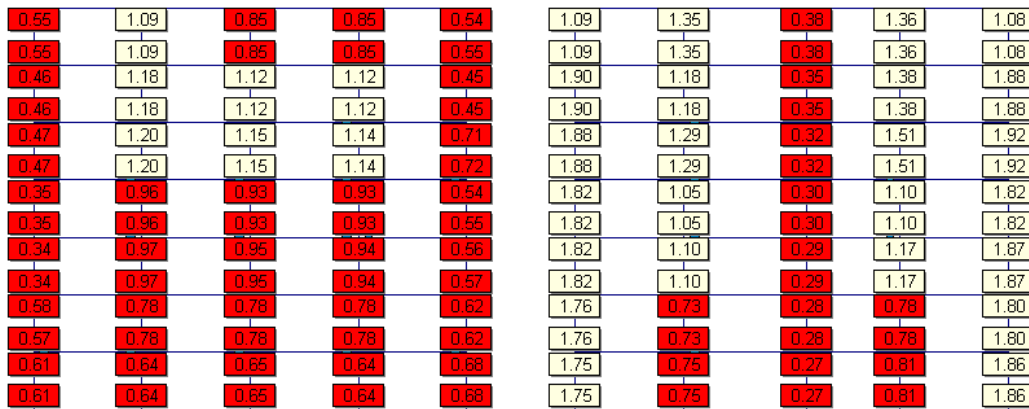
Σχήμα 153. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60D59.



Σχήμα 154. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60E59.



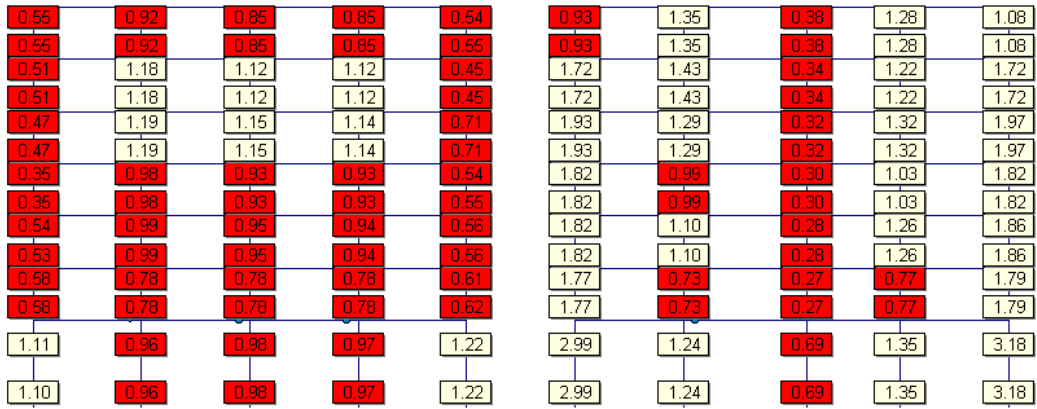
Σχήμα 155. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60E59.



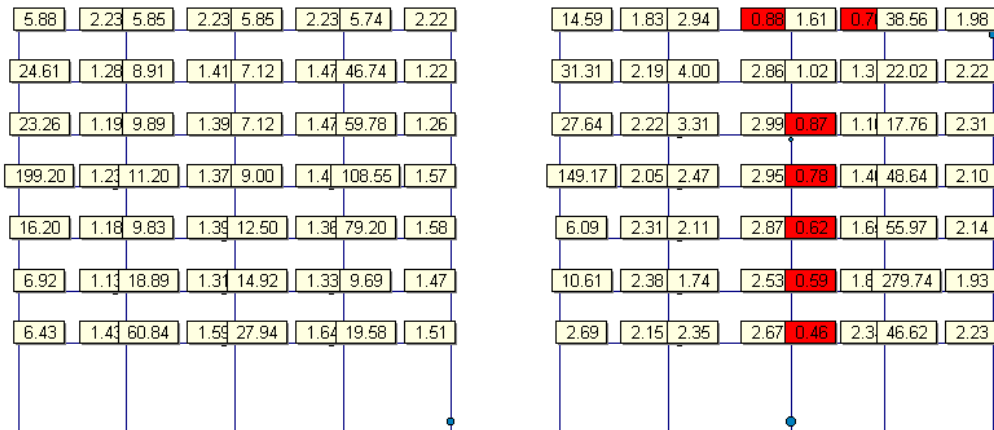
Σχήμα 156. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K70A59.



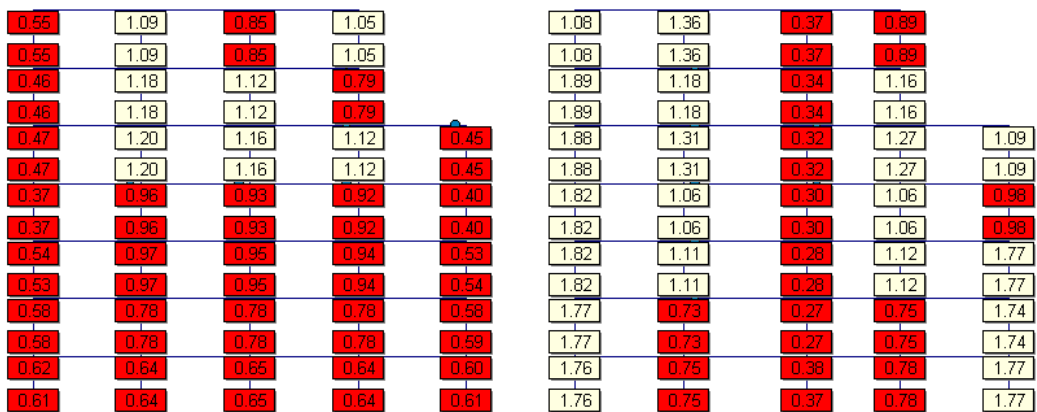
Σχήμα 157. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K70A59.



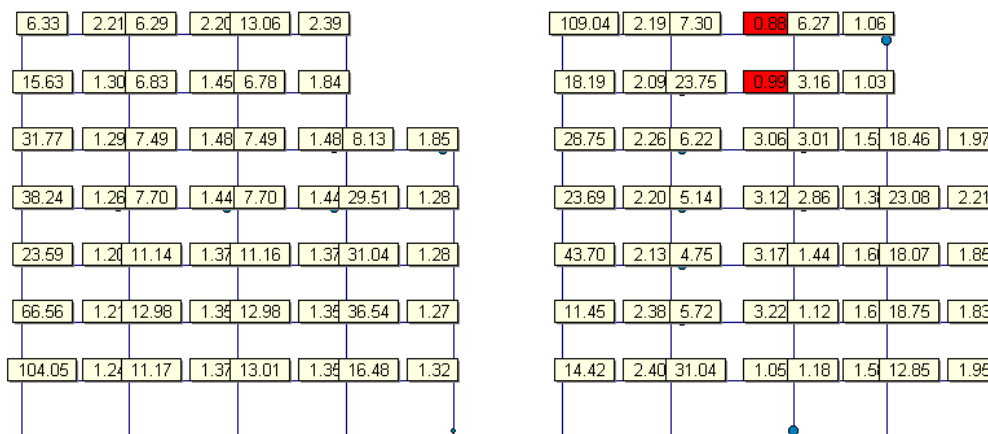
Σχήμα 158. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K70B59.



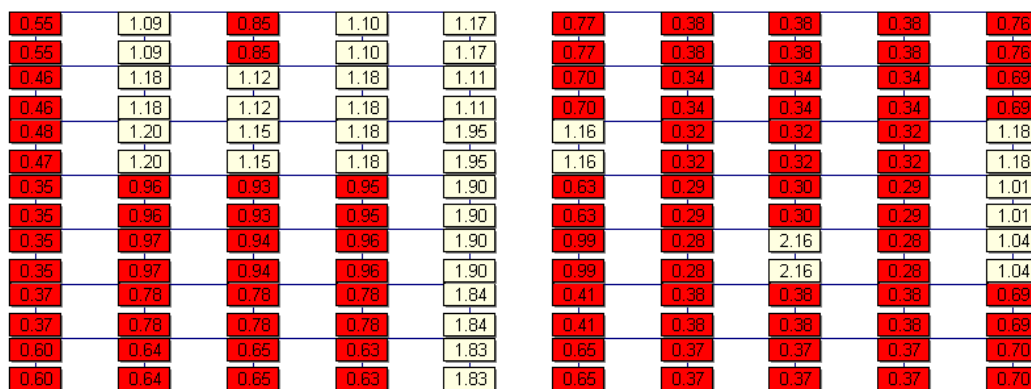
Σχήμα 159. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K70B59.



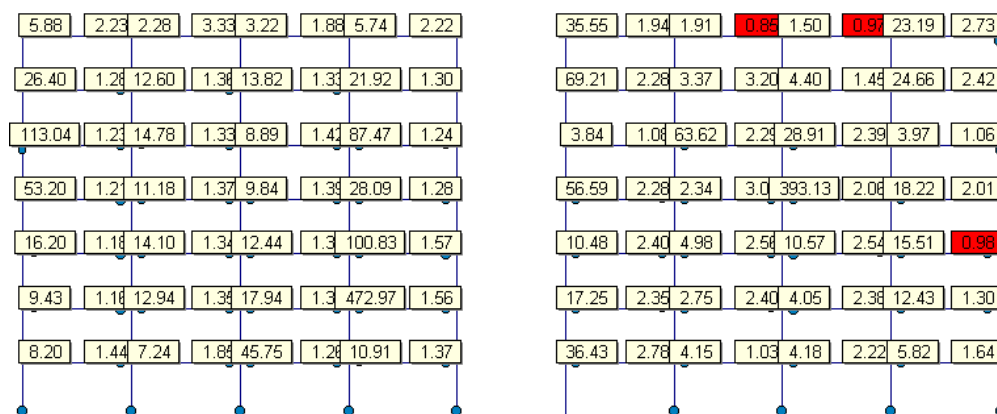
Σχήμα 160. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K70C59.



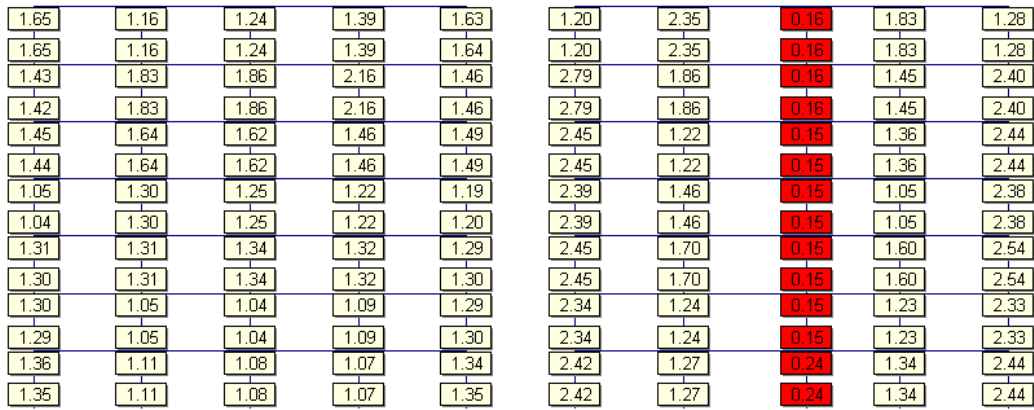
Σχήμα 161. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K70C59.



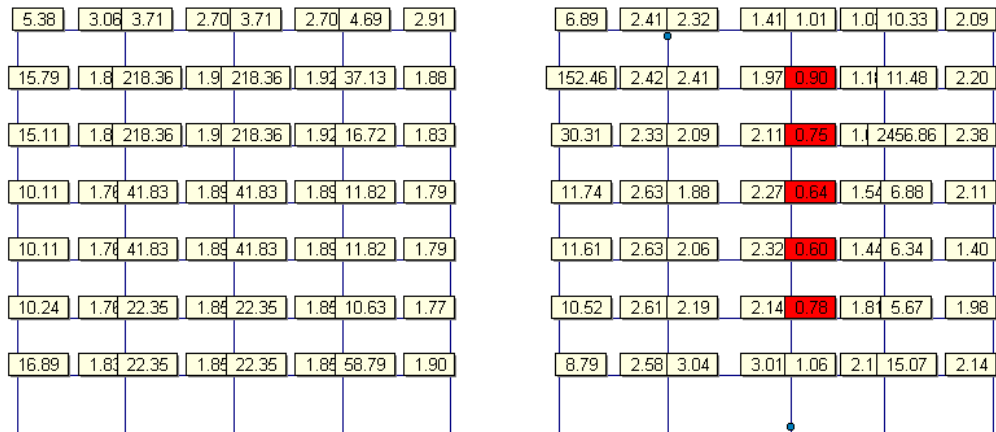
Σχήμα 162. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K70A59 χωρίς πυρήνα.



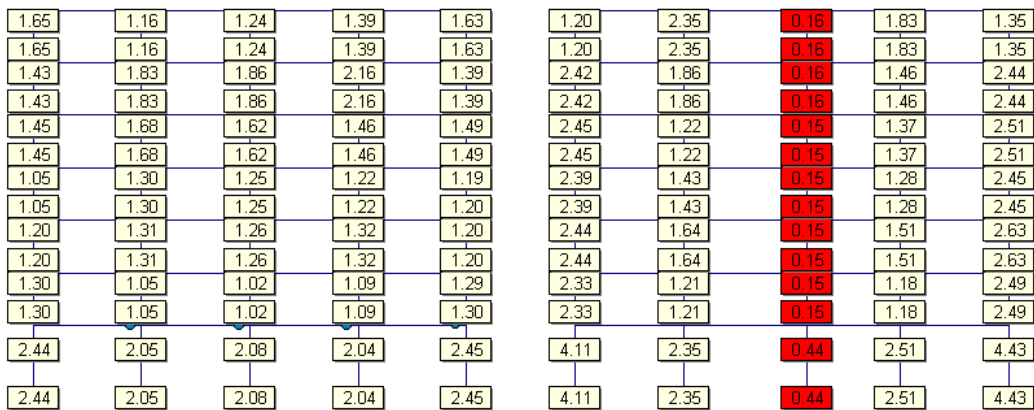
Σχήμα 163. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K70A59 χωρίς πυρήνα.



Σχήμα 164. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80A84.



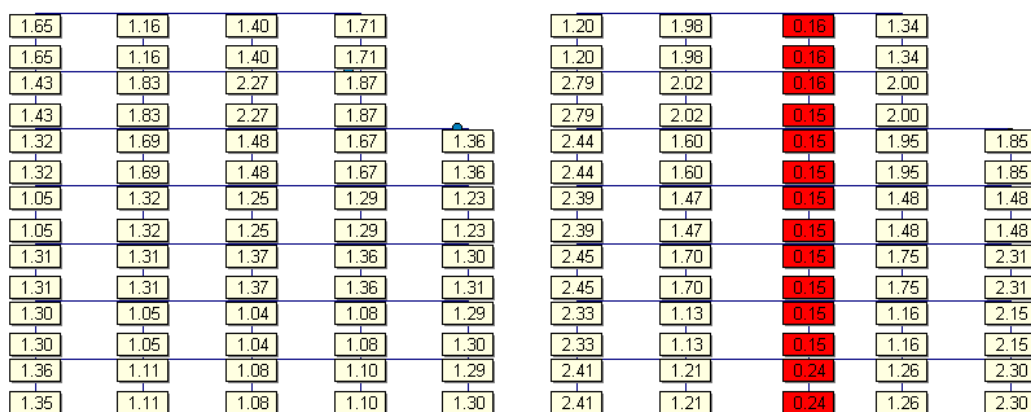
Σχήμα 165. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80A84.



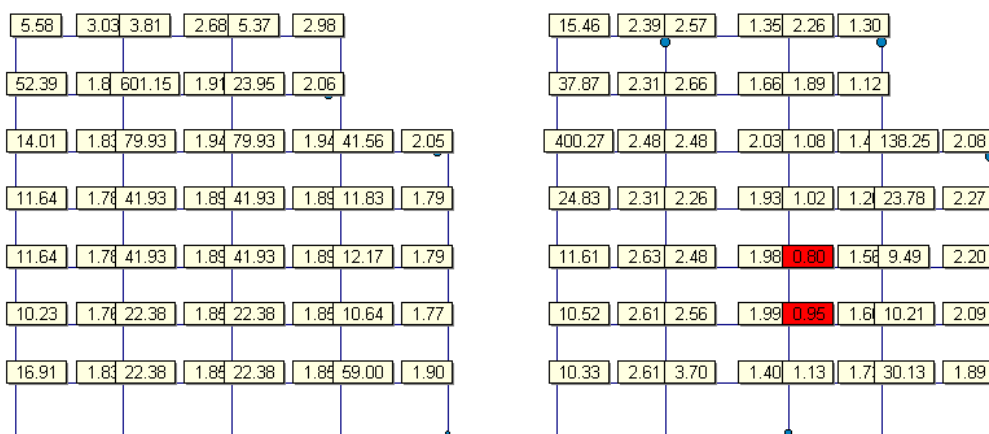
Σχήμα 166. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80B84.



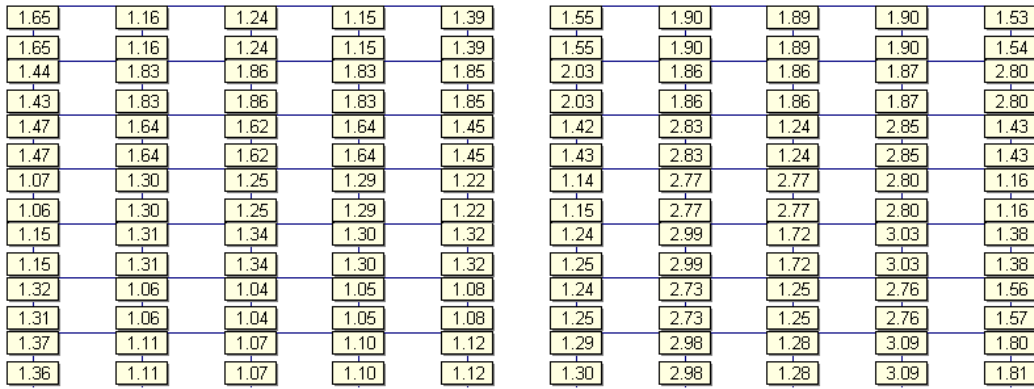
Σχήμα 167. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80B84.



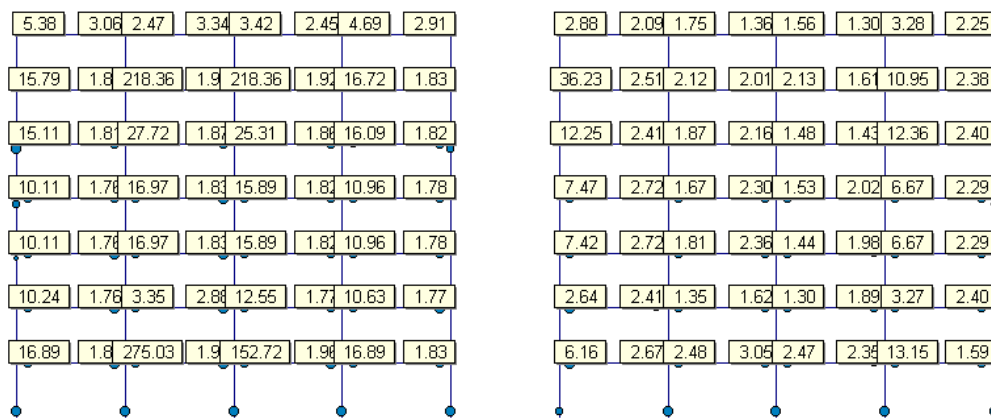
Σχήμα 168. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80C84.



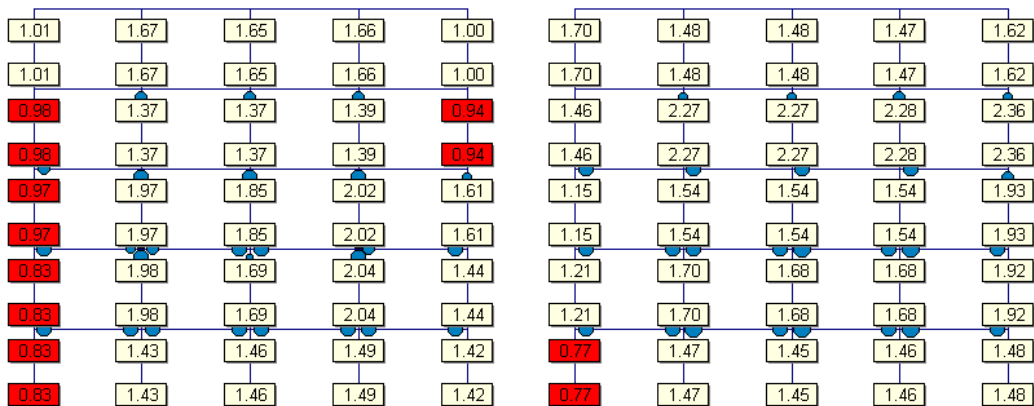
Σχήμα 169. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80C84.



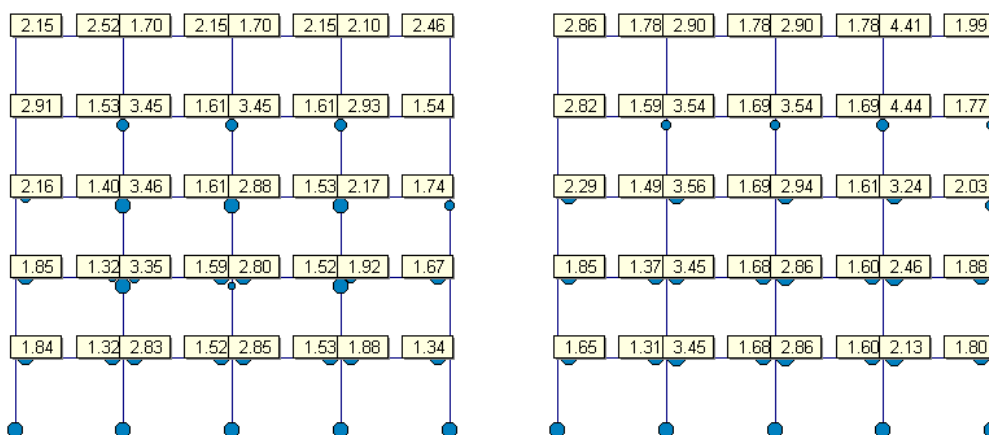
Σχήμα 170. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80A84 χωρίς πυρήνα.



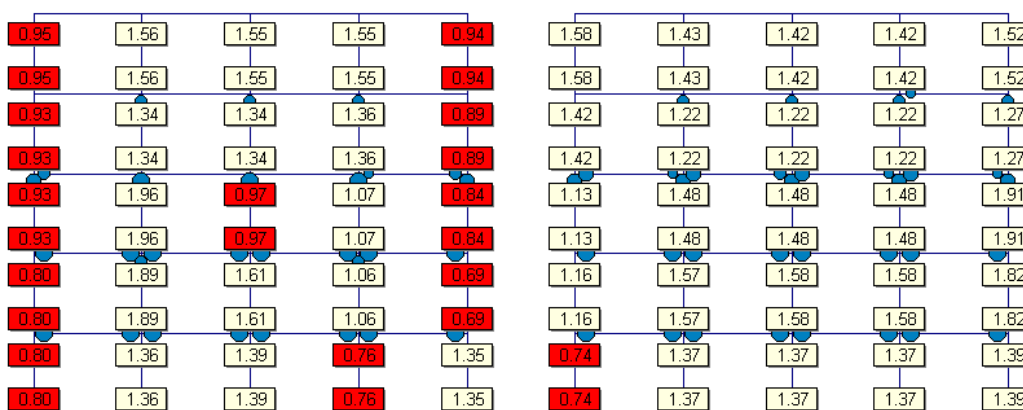
Σχήμα 171. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80A84 χωρίς πυρήνα.



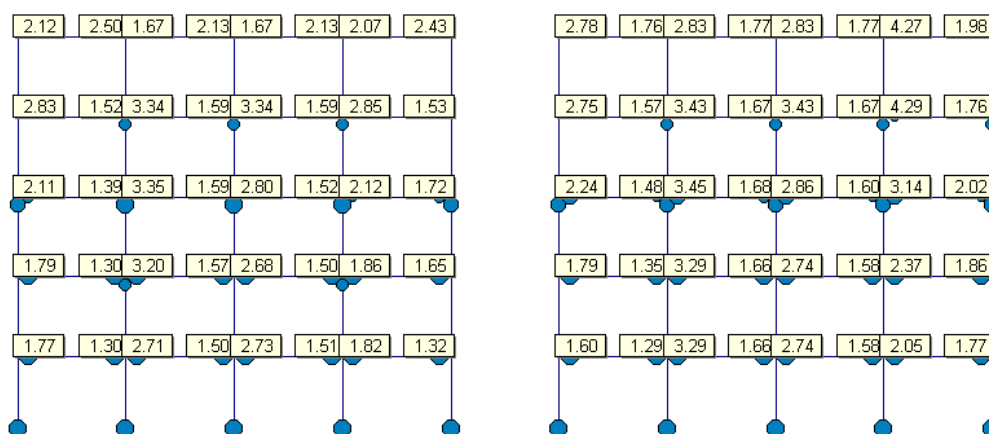
Σχήμα 172. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A259.



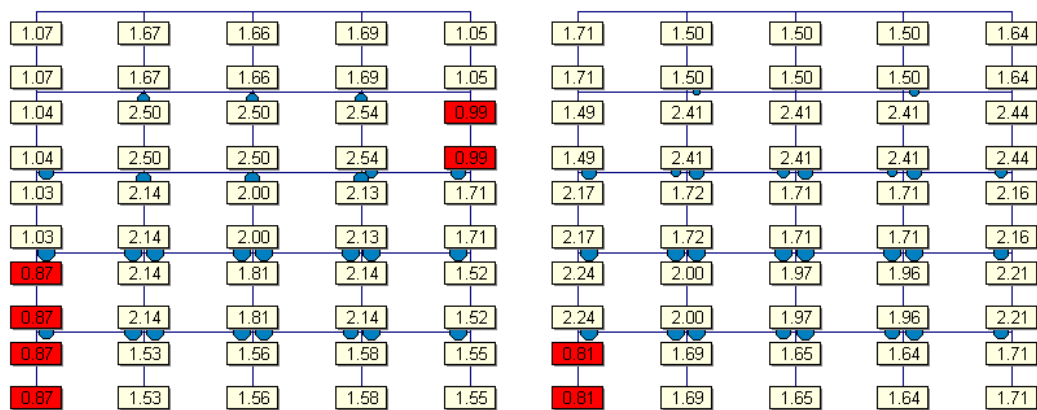
Σχήμα 173. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A259.



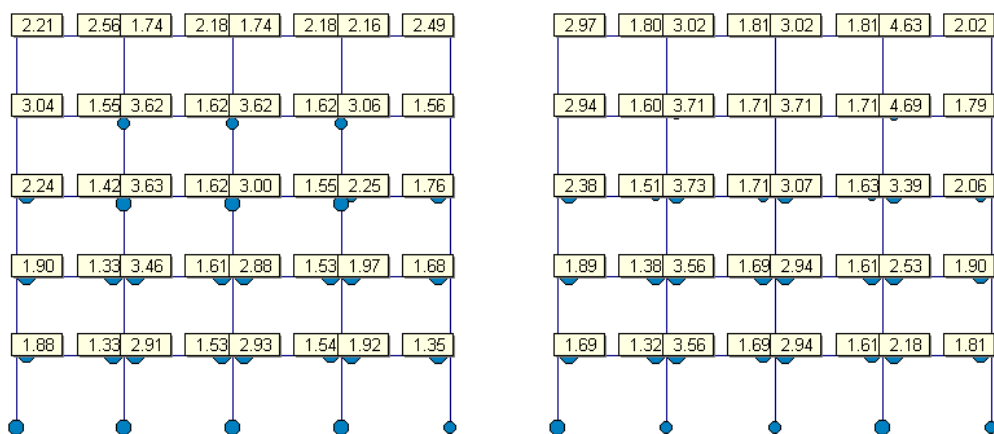
Σχήμα 174. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A359.



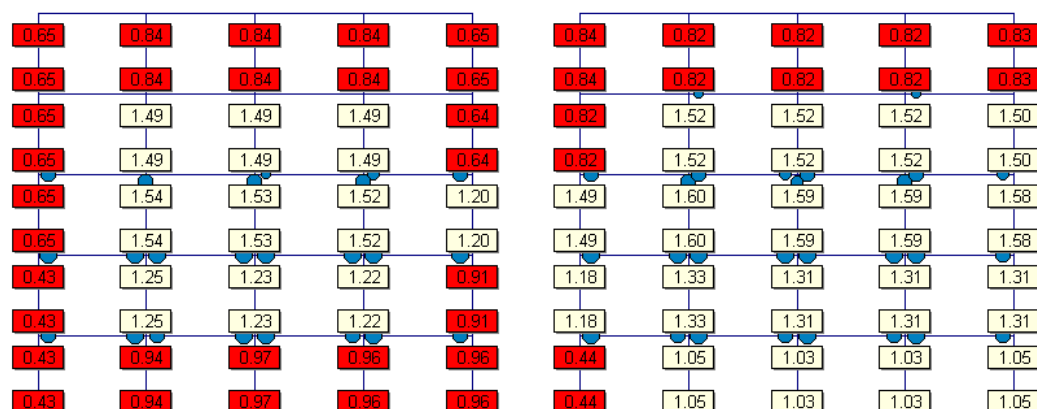
Σχήμα 175. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A359.



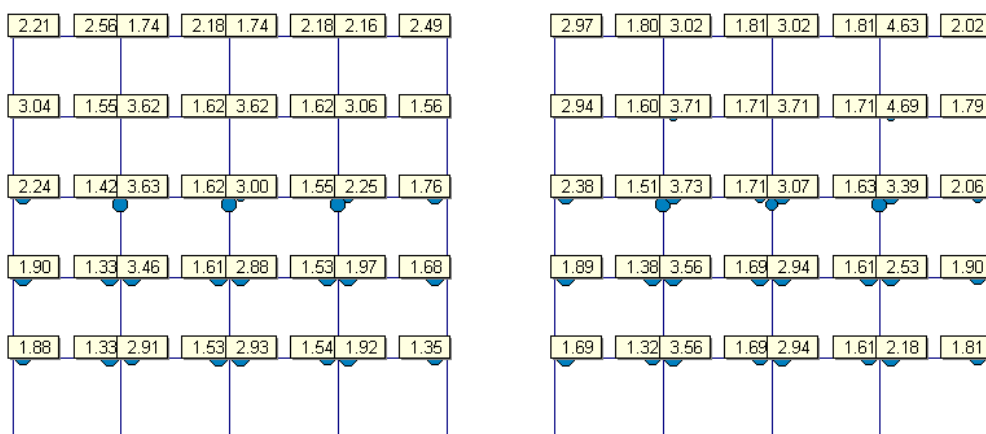
Σχήμα 176. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A459.



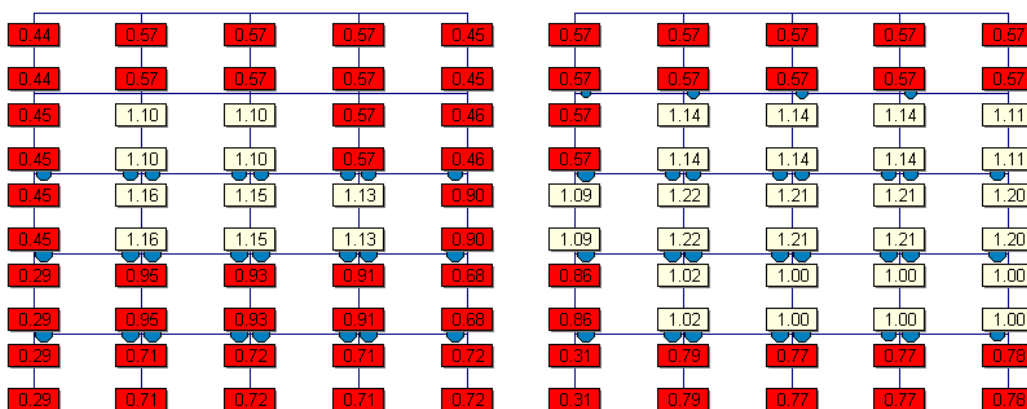
Σχήμα 177. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A459.



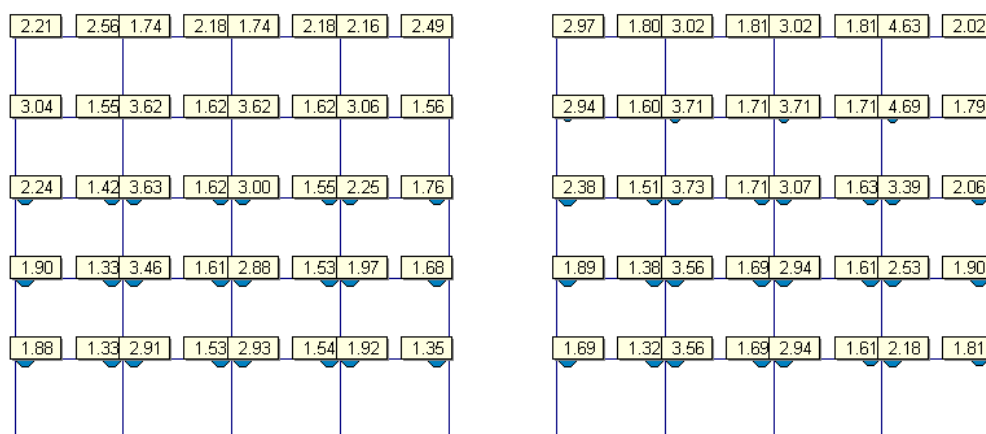
Σχήμα 178. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A559.



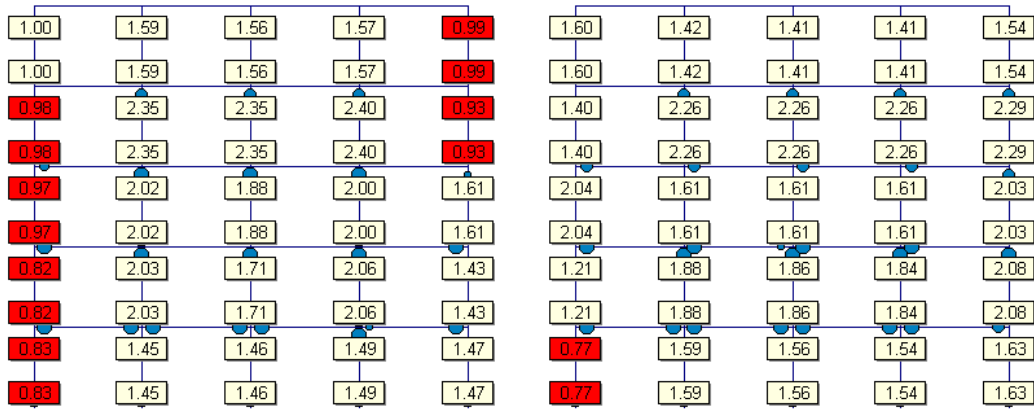
Σχήμα 179. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A559.



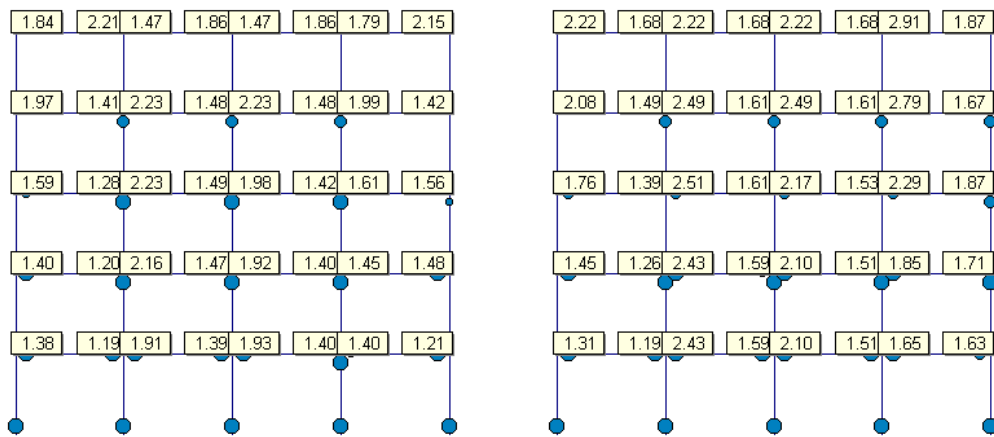
Σχήμα 180. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A659.



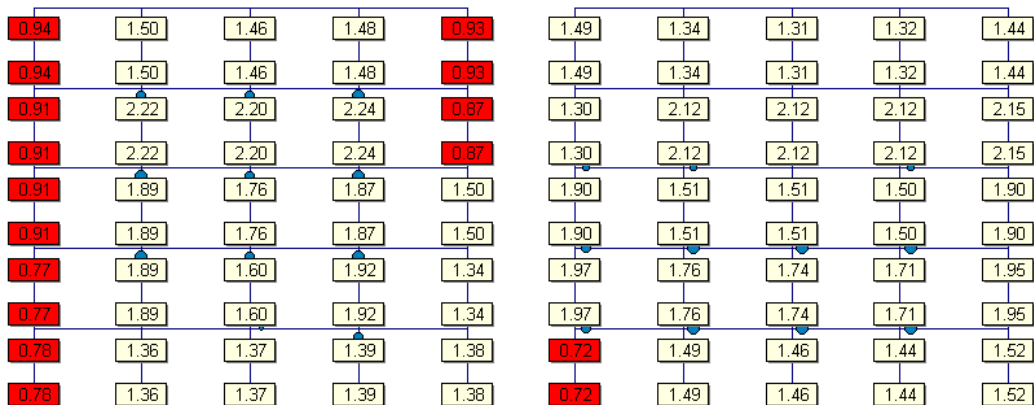
Σχήμα 181. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A659.



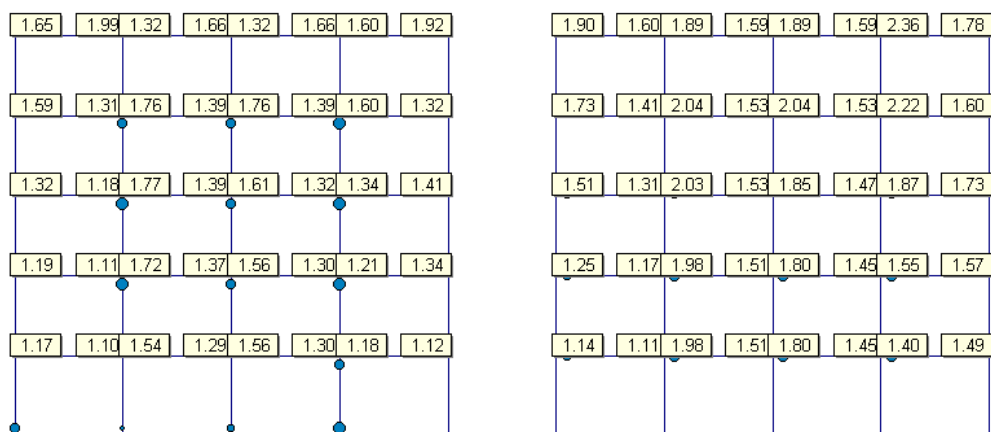
Σχήμα 182. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A759.



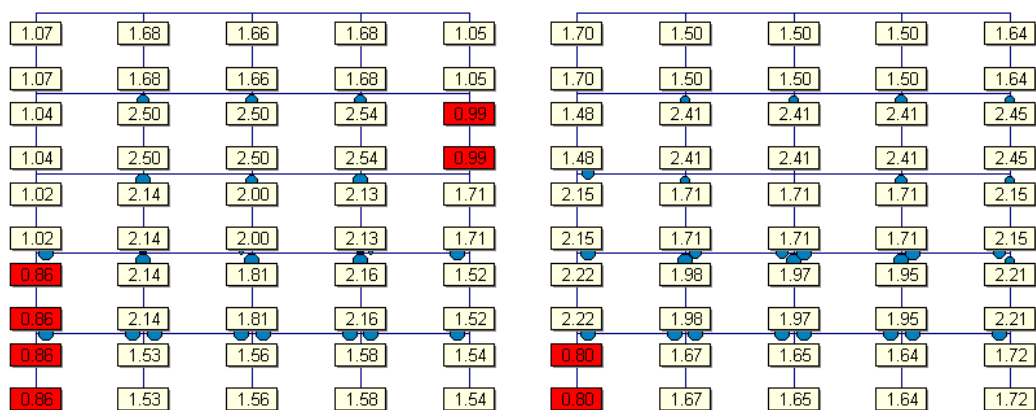
Σχήμα 183. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A759.



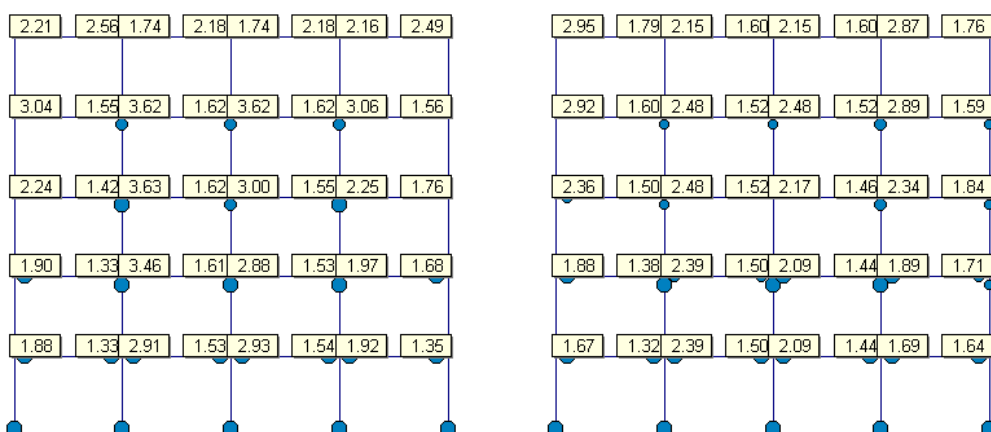
Σχήμα 184. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A859.



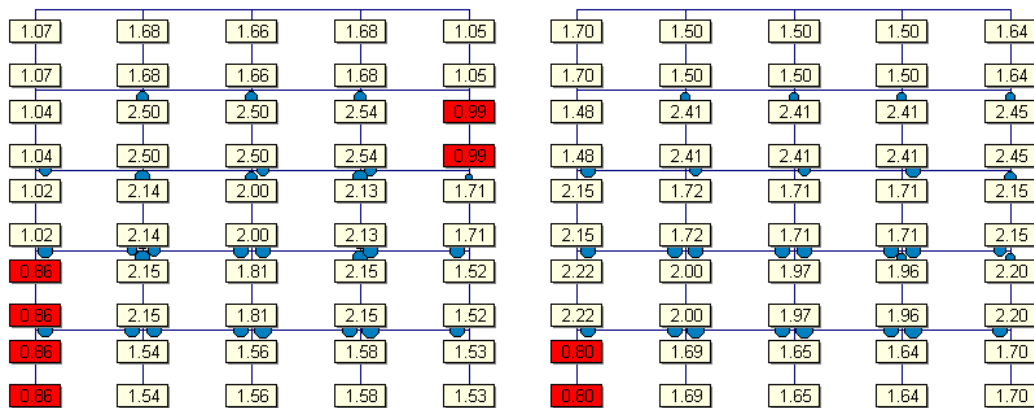
Σχήμα 185. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A859.



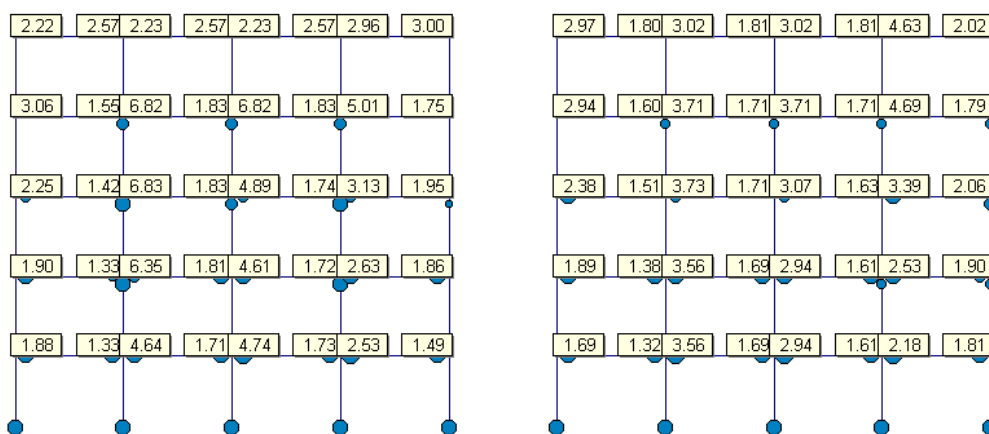
Σχήμα 186. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A959.



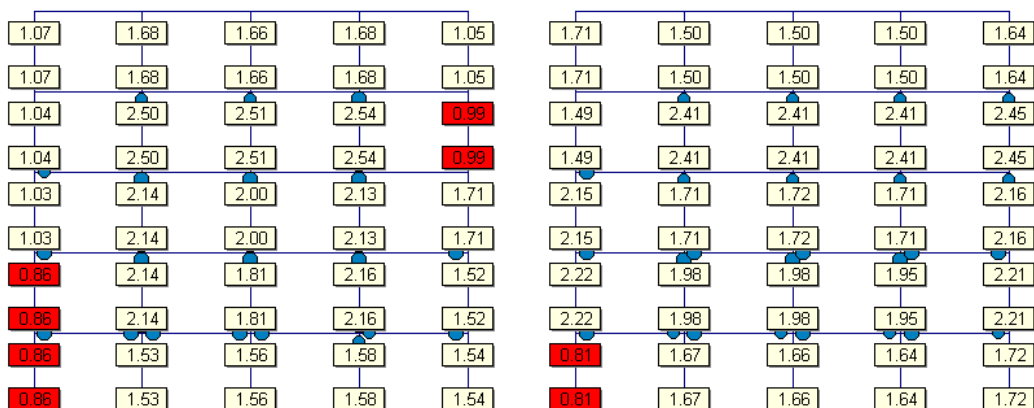
Σχήμα 187. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A959.



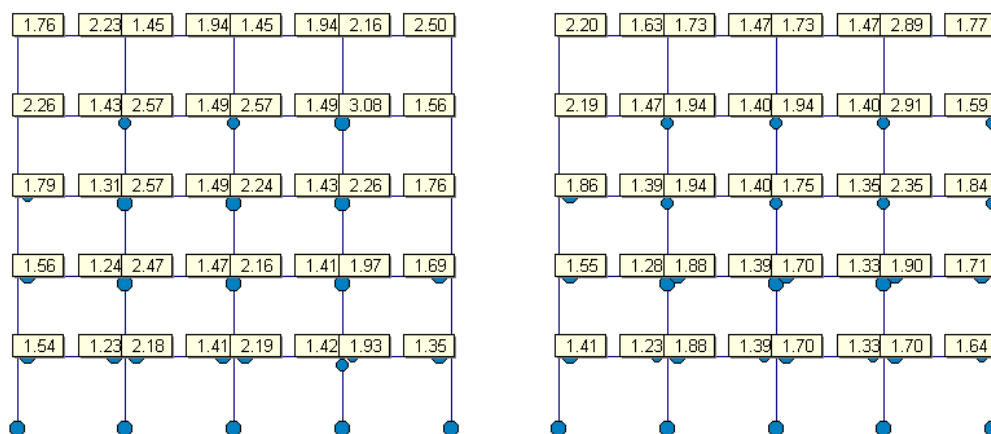
Σχήμα 188. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A1059.



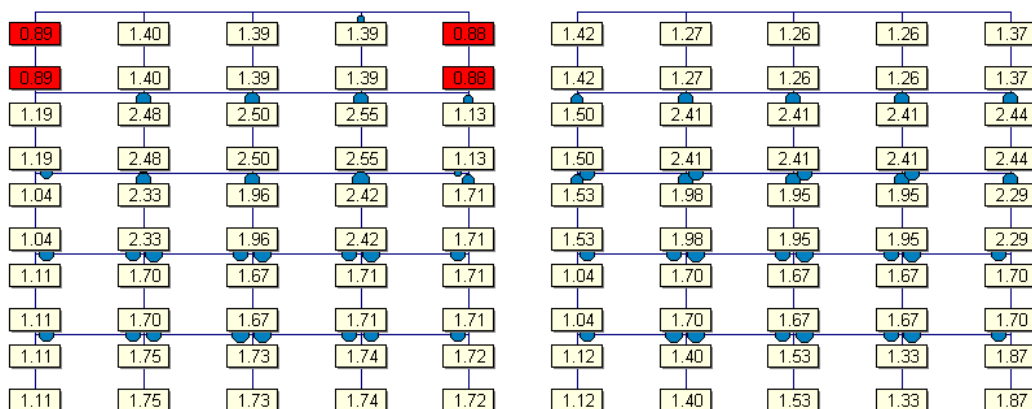
Σχήμα 189. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A1059.



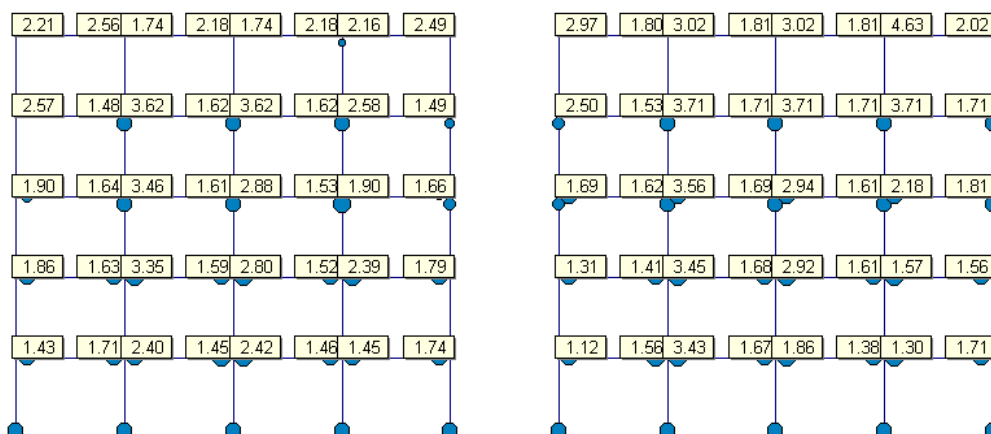
Σχήμα 190. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A1159.



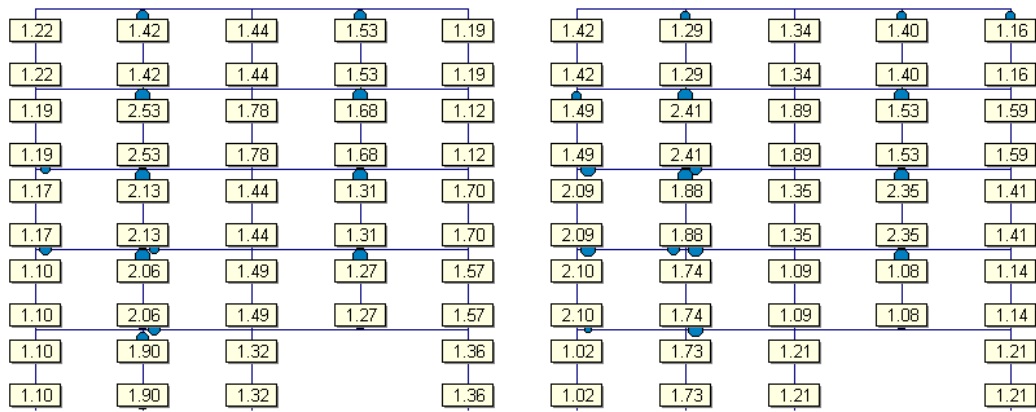
Σχήμα 191. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A1159.



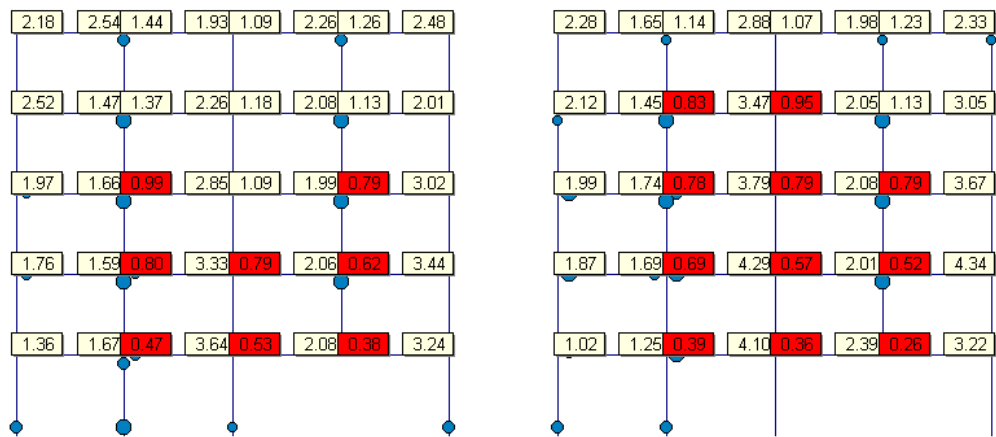
Σχήμα 192. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60A59-II, σεισμικότητας II.



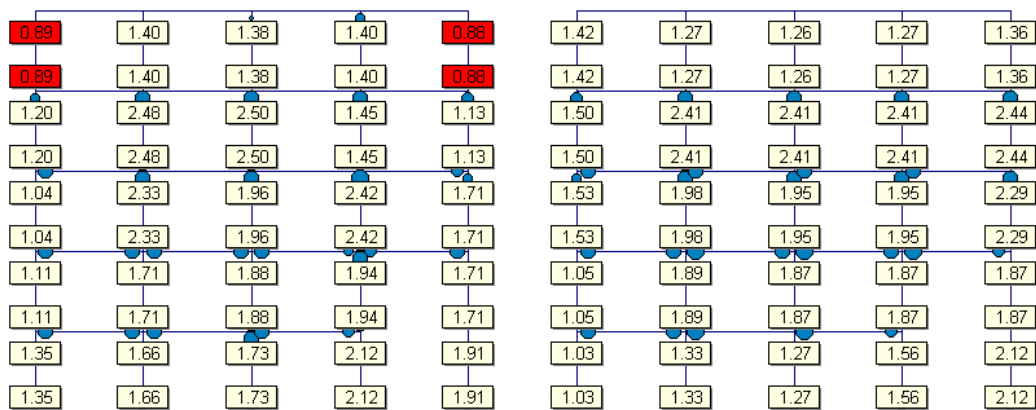
Σχήμα 193. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60A59-II, σεισμικότητας II.



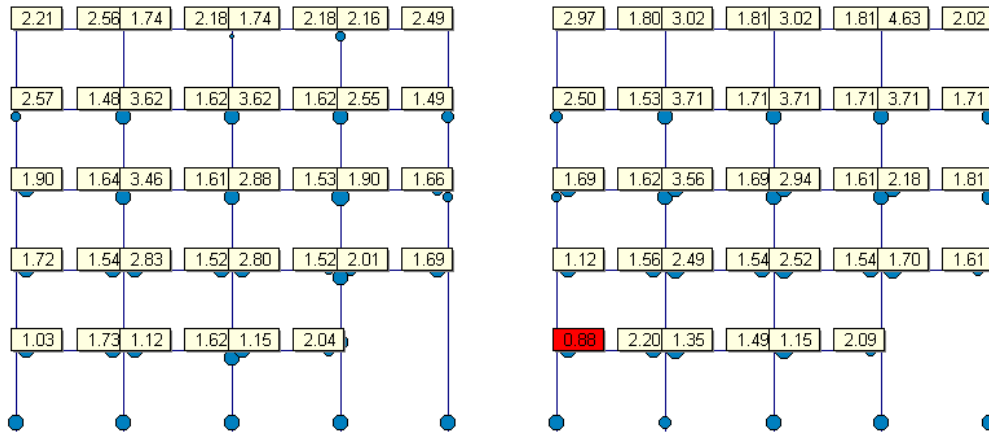
Σχήμα 194. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60D59-II, σεισμικότητας II.



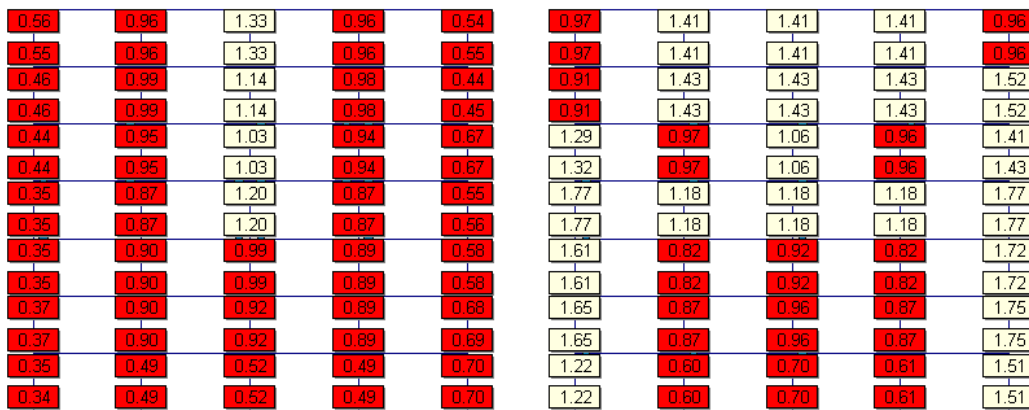
Σχήμα 195. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60D59-II, σεισμικότητας II.



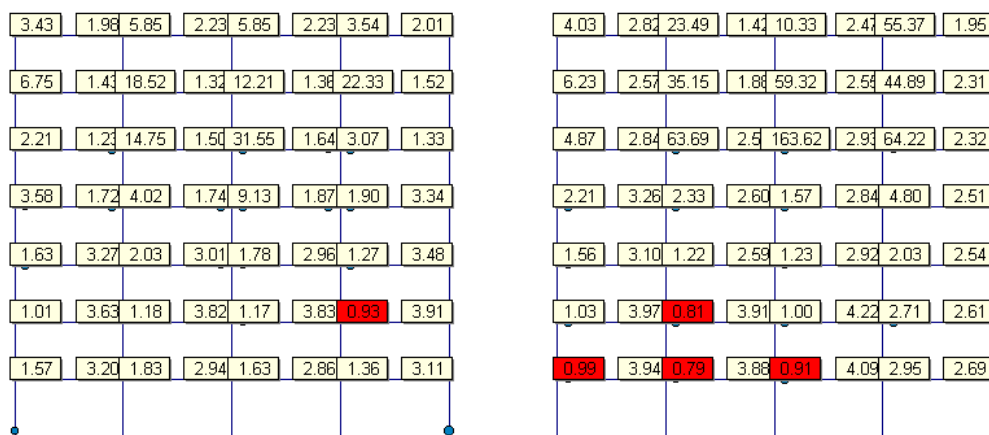
Σχήμα 196. Τιμές κανοντικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60E59-II, σεισμικότητας II.



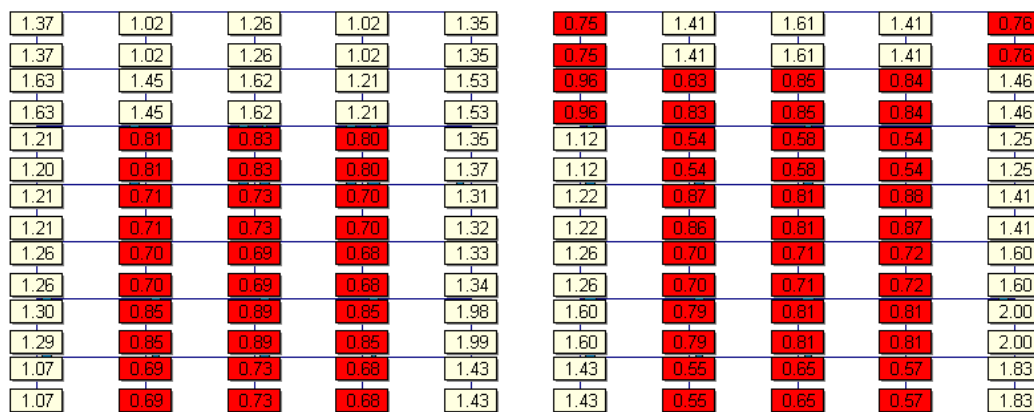
Σχήμα 197. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60E59-II, σεισμικότητας II.



Σχήμα 198. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K70A59-III, σεισμικότητας III.



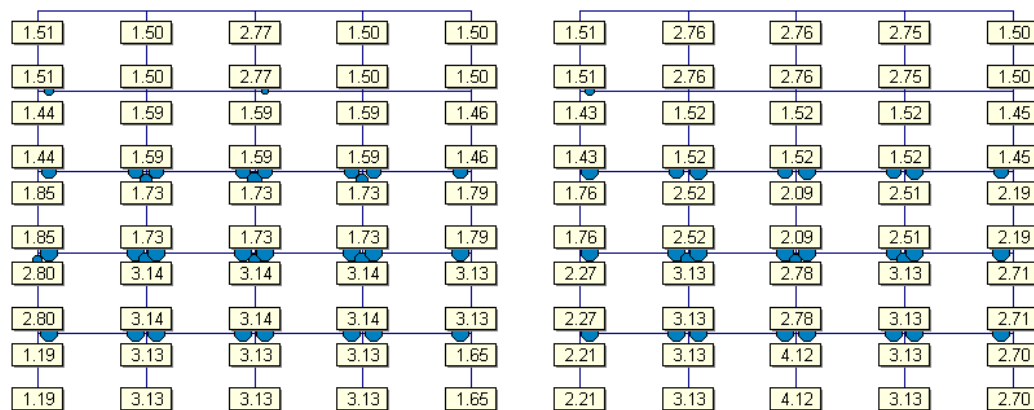
Σχήμα 199. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K70A59-III, σεισμικότητας III.



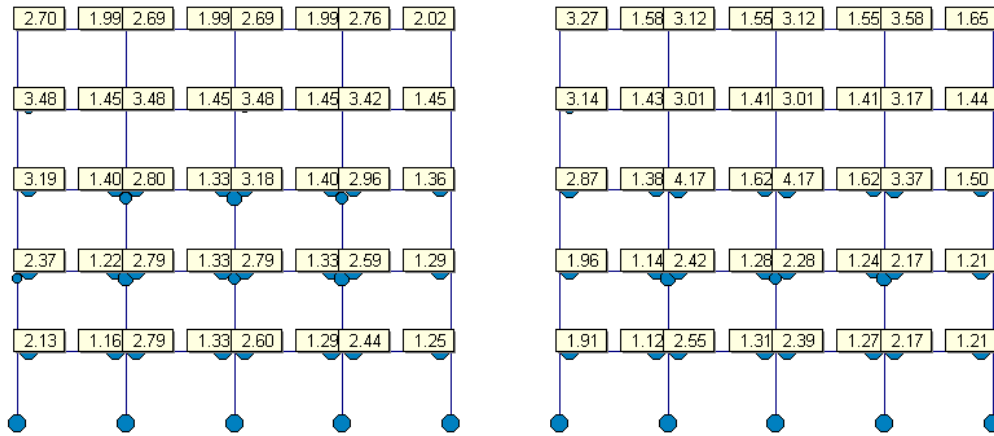
Σχήμα 200. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80A84-III, σεισμικότητας III.



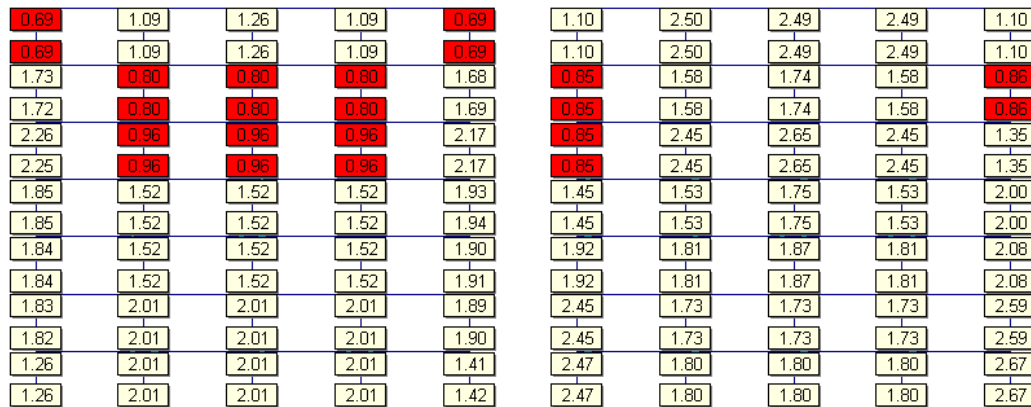
Σχήμα 201. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80A84-III, σεισμικότητας III.



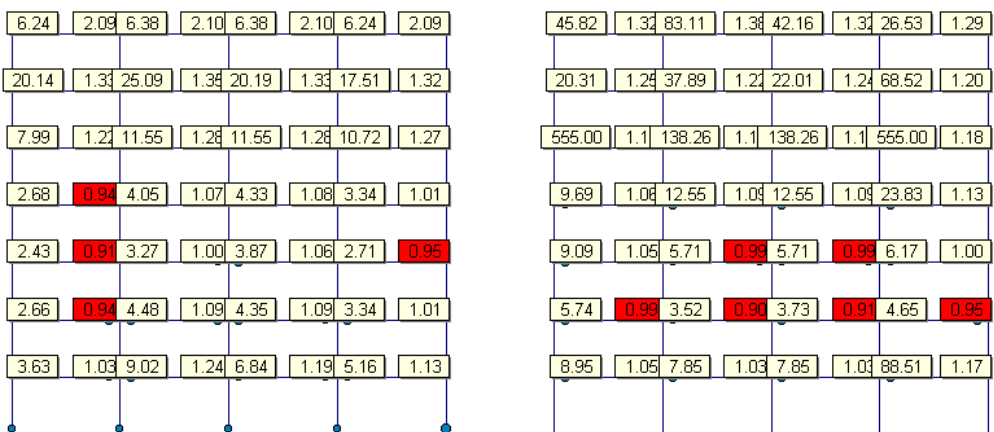
Σχήμα 202. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K60AEAK.



Σχήμα 203. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K60AEAK.



Σχήμα 204. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στα υποστυλώματα του κτιρίου K80AEAK.



Σχήμα 205. Τιμές ικανοτικού ελέγχου τέμνουσας στις δοκούς του κτιρίου K80AEAK.

5.11 ΣΧΟΛΙΑΣΜΟΣ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Τα κτίρια που εξετάσθηκαν στο πλαίσιο αυτής της εργασίας, διαφέρουν κατά τους Κανονισμούς βάσει των οποίων μελετήθηκαν, καθώς και κατά την μόρφωση του φέροντος οργανισμού, η οποία επηρεάζει σημαντικά την σεισμική συμπεριφορά τους. Η γεωμετρία, το μήκος των ανοιγμάτων και το πλήθος των ορόφων, οι διάφορες μορφές ακανονικότητας, η διάταξη των τοιχοπληρώσεων, καθώς και η ζώνη σεισμικότητας επηρεάζουν την συμπεριφορά ενός κτιρίου. Η επιρροή αυτών των παραμέτρων σε βασικά χαρακτηριστικά των κτιρίων που μελετήθηκαν σχολιάζεται στα επόμενα. Τα αποτελέσματα όλων των αναλύσεων παρουσιάζονται στους Πίνακες 5 – 16 και στα Σχήματα 68 – 79.

5.11.1 Επιρροή Γεωμετρίας

Η επιρροή της γεωμετρίας των κτιρίων στην σεισμική συμπεριφορά τους εξετάζεται μέσω συγκρίσεως κτιρίων ίδιας μορφής ακανονικότητας της δεκαετίας του '60 και του '70, τα οποία είναι μελετημένα με τους ίδιους Κανονισμούς, αλλά έχουν διαφορετική γεωμετρία. Η επιρροή της γεωμετρίας, για λόγους συγκρίσεως, εξετάζεται και για κτίρια τα οποία μελετήθηκαν σύμφωνα με τον ΕΑΚ και τον ΕΚΩΣ.

Τα κτίρια της δεκαετίας του '60, τα οποία είναι πενταώροφα και έχουν μικρό μήκος ανοιγμάτων (3.5 m), είναι πιο δύσκαμπτες κατασκευές και παρουσιάζουν μικρότερες ιδιοπεριόδους από τα αντίστοιχα κτίρια της δεκαετίας του '70, τα οποία είναι επταώροφα με μεγαλύτερα ανοίγματα μήκους 6.0 m.

Αντιθέτως, η υπεραντοχή των κτιρίων αυτών είναι μικρότερη σε σχέση με τα μικρότερα κτίρια της δεκαετίας του '60.

Τα γυμνά κτίρια που μελετήθηκαν κατά ΕΑΚ και ΕΚΩΣ, παρουσιάζουν παραπλήσιες τιμές υπεραντοχής, είτε είναι πενταώροφα με μικρά ανοίγματα είτε επταώροφα με μεγάλα ανοίγματα.

Η μετακίνηση αστοχίας είναι μεγαλύτερη στα κτίρια με τα μεγαλύτερα ανοίγματα, ενώ η πλαστιμότητα παρουσιάζει μεγαλύτερες τιμές στα κτίρια που έχουν μικρότερα ανοίγματα, είτε είναι σχεδιασμένα με τους Παλαιούς Κανονισμούς, είτε με τον ΕΑΚ. Ο δείκτης συμπεριφοράς είναι μεγαλύτερος στα κτίρια με τα μικρότερα ανοίγματα.

Στα κτίρια της δεκαετίας του '60 ο κάτω οπλισμός των περιμετρικών δοκών θεωρείται ότι επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα διπλασιάζοντας έτσι τον κάτω οπλισμό δοκού στις κρίσιμες ζώνες εκατέρωθεν του κόμβου. Έτσι, όπως αναμενόταν, ο αυξημένος κάτω οπλισμός των περιμετρικών δοκών έχει ως αποτέλεσμα την σχετικά αυξημένη καμπτική αντοχή αυτών των στοιχείων, με συνέπεια οι πλαστικές αρθρώσεις να συγκεντρώνονται κυρίως στα υποστυλώματα και σε μερικές δοκούς του ισογείου. Το αντίθετο συμβαίνει με τα εσωτερικά πλαίσια, όπου οι δοκοί είναι ασθενέστερες, ενώ και τα υποστυλώματα έχουν αυξημένη αντοχή εξαιτίας των μεγαλύτερων αξονικών φορτίων σε σχέση με τα περιμετρικά υποστυλώματα. Ο μηχανισμός ασθενούς δοκού – ισχυρού υποστυλώματος παρατηρείται σε αυτή την περίπτωση.

Αντίθετα, στα κτίρια της δεκαετίας του '70, οι πλαστικές αρθρώσεις συγκεντρώνονται κυρίως στις δοκούς, ως αποτέλεσμα των μεγάλων ανοιγμάτων των δοκών και των ισχυρότερων υποστυλωμάτων. Το ίδιο συμβαίνει και στα εσωτερικά πλαίσια, όπου οι δοκοί είναι ασθενέστερες, ενώ και τα υποστυλώματα έχουν αυξημένη αντοχή εξαιτίας των μεγαλύτερων αξονικών φορτίων σε σχέση με τα περιμετρικά υποστυλώματα. Ο λόγος της αντοχής των υποστυλωμάτων προς την αντοχή των δοκών στον κόμβο, είναι μεγαλύτερος της μονάδος στο μεγαλύτερο πλήθος των κόμβων. Ο λόγος είναι μεγαλύτερος στις κατώτερες στάθμες, και μειώνεται σταδιακά καθ' ύψος. Ο μηχανισμός ασθενούς δοκού – ισχυρού υποστυλώματος παρατηρείται σε αυτό το κτίριο, δηλαδή ο ικανοτικός έλεγχος κόμβου ικανοποιείται στους περισσότερους κόμβους των κτιρίων της δεκαετίας του '70, παρόλο που κατά την μελέτη δεν έχει γίνει ικανοτικός έλεγχος κόμβου. Παρ' όλα αυτά, εξ αιτίας της μικρής πλαστικής γωνίας στροφής των υποστυλωμάτων-η οποία οφείλεται σε ανεπαρκή οπλισμό περισφίξεως-τα κτίρια της δεκαετίας του 70 εμφανίζουν γενικώς χαμηλότερο δείκτη συμπεριφοράς από τα κτίρια της δεκαετίας του 60.

Στα κτίρια της δεκαετίας του '60 η ανελαστική ενέργεια συγκεντρώνεται στους κατωτέρους ορόφους και σημαντική ενέργεια απορροφάται από τις δοκούς και τα υποστυλώματα του ισογείου. Αντίθετα, για τα κτίρια της δεκαετίας του '70 η ανελαστική ενέργεια συγκεντρώνεται στους κατωτέρους ορόφους, με το μεγαλύτερο ποσοστό να απορροφάται από τις δοκούς του κτιρίου, και μικρό ποσοστό από τα υποστυλώματα του ισογείου που διαρρέουν στην βάση τους. Ο πυρήνας του ανελκυστήρα, όταν υφίσταται, διαρρέει σε όλους τους ορόφους.

Αντίθετα για τα κτίρια που είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με τον ΕΑΚ, οι πλαστικές αρθρώσεις συγκεντρώνονται στις δοκούς του κτιρίου, ανεξαρτήτως από την γεωμετρία της κατασκευής, και η ενέργεια καταναλώνεται από τις δοκούς του κτιρίου και τα υποστυλώματα του ισογείου που διαρρέουν στην βάση τους.

Ο ικανοτικός έλεγχος τέμνουσας ικανοποιείται και στα υποστυλώματα και στις δοκούς των κτιρίων της δεκαετίας του '60. Αντίθετα, στα κτίρια της δεκαετίας του '70, ο ικανοτικός έλεγχος τέμνουσας ικανοποιείται στις δοκούς, αλλά δεν ικανοποιείται σε μεγάλο πλήθος υποστυλωμάτων. Στα κτίρια που είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με τον ΕΑΚ, ο ικανοτικός έλεγχος τέμνουσας ικανοποιείται και στις δοκούς και στα υποστυλώματα, ανεξάρτητα από την γεωμετρία του κτιρίου.

5.11.2 Επιρροή Κανονισμού

Η επιρροή των Κανονισμών σύμφωνα με τους οποίους έχει μελετηθεί ένα κτίριο φαίνεται από την σύγκριση των κτιρίων της δεκαετίας του '70 και του '80, τα οποία έχουν μελετηθεί με τον Κανονισμό του '59 και με τα Πρόσθετα Άρθρα του '84 αντιστοίχως. Εξ άλλου, ένα κτίριο με μικρά ανοίγματα 3.5 m και ένα με ανοίγματα 6.0 m, έχουν μελετηθεί και σύμφωνα με τον ΕΑΚ/ΕΚΩΣ, ώστε να εξεταστεί η επιρροή των Παλαιών Κανονισμών και των Σύγχρονων Κανονισμών στην σεισμική συμπεριφορά μίας κατασκευής.

Οι ιδιοπερίοδοι των κτιρίων της δεκαετίας του '70 και του '80 δεν διαφέρουν σημαντικά, αφού οι διατομές των υποστυλωμάτων είναι παρόμοιες. Αντίθετα, όταν το κτίριο σχεδιάζεται κατά ΕΑΚ, κρατώντας την ίδια γεωμετρία, τότε οι διατομές των

υποστυλωμάτων αυξάνουν σημαντικά, και η ιδιοπερίοδος των κτιρίων μειώνεται. Η μεγαλύτερη μείωση παρουσιάζεται στα κτίρια με τα μικρότερα ανοίγματα.

Η τέμνουσα βάσης αυξάνεται στο κτίριο που είναι σχεδιασμένο με τα Πρόσθετα Άρθρα του '84, σε σχέση με το κτίριο που είναι σχεδιασμένο με τον Κανονισμό του '59. Η αύξηση αυτή μπορεί να είναι μικρή σε περιπτώσεις πρόωρης διατμητικής αστοχίας του πυρήνα του ανελκυστήρα. Περαιτέρω αύξηση παρατηρείται όταν το κτίριο σχεδιαστεί σύμφωνα με τον ΕΑΚ. Το ίδιο συμβαίνει και με την υπεραντοχή του κτιρίου, η οποία αυξάνεται όταν το κτίριο σχεδιάζεται με νεώτερο κανονισμό. Η αύξηση είναι συνήθως μεγαλύτερη για κτίρια μεγάλων ανοιγμάτων.

Η μετακίνηση αστοχίας είναι μεγαλύτερη για τα κτίρια που είναι σχεδιασμένα με τα Πρόσθετα Άρθρα του '84, σε σχέση με το κτίριο που είναι σχεδιασμένο με τον Κανονισμό του '59. Η μετακίνηση αστοχίας μεγαλώνει ακόμα περισσότερο όταν το κτίριο σχεδιαστεί κατά ΕΑΚ. Η πλαστιμότητα γενικά αυξάνει κατά τον ίδιο τρόπο. Στην περίπτωση κτιρίων με πυρήνα από ωπλισμένο σκυρόδεμα, η αύξηση της πλαστιμότητας στα κτίρια του '80 σε σχέση με αυτά του '70 μπορεί να είναι πολύ μικρή, λόγω της πρόωρης διατμητικής αστοχίας του πυρήνα. Ο δείκτης συμπεριφοράς ακολουθεί την ίδια τάση, και παρουσιάζει σημαντική αύξηση όταν το κτίριο σχεδιάζεται με τα Πρόσθετα Άρθρα. Η αύξηση αυτή είναι μικρή, όταν υπάρχει ο πυρήνας του ανελκυστήρα, ο οποίος συνήθως αστοχεί γρήγορα σε διάτμηση. Η αύξηση του δείκτη συμπεριφοράς είναι ακόμα μεγαλύτερη όταν το ίδιο κτίριο σχεδιαστεί κατά ΕΑΚ.

Στα κτίρια που είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με τον Κανονισμό του '59, ο ικανοτικός έλεγχος κόμβου δεν ικανοποιείται γενικά στα κτίρια με τα μικρά ανοίγματα και οι πλαστικές αρθρώσεις συγκεντρώνονται στα υποστυλώματα, ενώ στα κτίρια με τα μεγαλύτερα ανοίγματα ικανοποιείται λόγω της γεωμετρίας του κτιρίου και οι πλαστικές αρθρώσεις συγκεντρώνονται κυρίως στις δοκούς. Στα κτίρια που είναι σχεδιασμένα είτε με τα Πρόσθετα Άρθρα είτε με τον ΕΑΚ, ο ικανοτικός έλεγχος κόμβου ικανοποιείται, αφού έχει γίνει κατά τον σχεδιασμό και οι πλαστικές αρθρώσεις συγκεντρώνονται κυρίως στις δοκούς των κτιρίων.

Στα κτίρια με τα μικρά ανοίγματα σχεδιασμένα με τον Κανονισμό του '59, η ανελαστική ενέργεια συγκεντρώνεται στους κατώτερους ορόφους και σημαντική

ενέργεια απορροφάται από τις δοκούς και τα υποστυλώματα του ισόγειου, ενώ όταν το κτίριο είναι σχεδιασμένο κατά ΕΑΚ, η ενέργεια συγκεντρώνεται στις δοκούς.

Αντίθετα, για τα κτίρια τα μεγάλα ανοίγματα σχεδιασμένα με τον Κανονισμό του '59, η ανελαστική ενέργεια συγκεντρώνεται στους κατώτερους ορόφους, με το μεγαλύτερο ποσοστό να απορροφάται από τις δοκούς του κτιρίου, και μικρό ποσοστό από τα υποστυλώματα του ισόγειου που διαρρέουν στην βάση τους. Ο πυρήνας του ανελκυστήρα, όταν υφίσταται, διαρρέει σε όλους τους ορόφους. Ίδια κατανομή της ανελαστικής ενέργειας παρατηρείται και στα κτίρια μεγάλων ανοιγμάτων σχεδιασμένα με τα Πρόσθετα Άρθρα, αλλά και τον ΕΑΚ, όπου η ενέργεια καταναλώνεται από τις δοκούς του κτιρίου και τα υποστυλώματα του ισόγειου που διαρρέουν στην βάση τους.

Ο ικανοτικός έλεγχος τέμνουσας ικανοποιείται και στα υποστυλώματα και στις δοκούς των κτιρίων με μικρά ανοίγματα και σχεδιασμένα με τον Κανονισμό του '59, ενώ ικανοποιείται στις δοκούς, αλλά δεν ικανοποιείται σε μεγάλο πλήθος υποστυλωμάτων όταν τα ανοίγματα είναι μεγάλα. Αντίθετα, στα κτίρια που είναι σχεδιασμένα σύμφωνα με τα Πρόσθετα Άρθρα του '84 ή τον ΕΑΚ, ο ικανοτικός έλεγχος τέμνουσας ικανοποιείται και στις δοκούς και στα υποστυλώματα, ανεξάρτητα από την γεωμετρία του κτιρίου. Εξαίρεση αποτελεί ο πυρήνας του ανελκυστήρα, όταν το κτίριο είναι σχεδιασμένο με τα Πρόσθετα Άρθρα.

5.11.3 Επιρροή Ακανονικότητας

Η επιρροή της ακανονικότητας των κτιρίων εξετάζεται συγκρίνοντας τα κτίρια της ίδιας χρονικής περιόδου. Το κτίριο με το ψηλό ισόγειο είναι πιο εύκαμπτο και έχει την μεγαλύτερη ιδιοπερίοδο, ενώ το κτίριο με την εσοχή την μικρότερη. Το κτίριο με το φυτευτό υποστυλώμα έχει ιδιοπερίοδο μικρότερη από αυτήν του κανονικού, ενώ το κτίριο με την ασυνεχή δοκό (στοά) έχει ιδιοπερίοδο ίδια με αυτήν του κανονικού κτιρίου.

Η τέμνουσα βάσης είναι μεγαλύτερη στο κανονικό κτίριο, και μειώνεται στο κτίριο με το ψηλό ισόγειο και το κτίριο με την εσοχή. Στο κτίριο με το φυτευτό υποστυλώμα αυξάνεται, λόγω των αυξημένων διατομών των υποστυλωμάτων, ενώ το κτίριο με την

ασυνεχή δοκό έχει ίδια τέμνουσα βάσης με το κανονικό κτίριο. Αντίστοιχα, η υπεραντοχή των κτιρίων μειώνεται για το κτίριο με το ψηλό ισόγειο και το κτίριο με την εσοχή. Αντίθετα, αυξάνεται για το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα, ενώ για το κτίριο με την ασυνεχή δοκό παραμένει ίδια με αυτήν του κανονικού κτιρίου.

Η μετακίνηση αστοχίας είναι συνήθως μεγαλύτερη στο κτίρια με το ψηλό ισόγειο που είναι πιο εύκαμπτα και μικρότερη στα κτίρια με την εσοχή. Το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα έχει και αυτό μικρότερη μετακίνηση αστοχίας σε σχέση με το κανονικό κτίριο, ενώ το κτίριο με την ασυνεχή δοκό έχει παρόμοια μετακίνηση αστοχίας με αυτήν του κανονικού κτιρίου. Η πλαστιμότητα ακολουθεί την ίδια τάση και είναι μεγαλύτερη για το κτίριο με το ψηλό ισόγειο και μικρότερη για το κτίριο με την εσοχή. Κατ' αντιστοιχία, το κτίριο με το φυτευτό έχει μικρότερη πλαστιμότητα από το κανονικό κτίριο, ενώ το κτίριο με την ασυνεχή δοκό έχει παρόμοια τιμή πλαστιμότητας.

Αντίστοιχα, ο δείκτης συμπεριφοράς είναι συνήθως λίγο αυξημένος για το κτίριο με το ψηλό ισόγειο, και μικρότερος για το κτίριο με την εσοχή. Το κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα έχει μικρότερο δείκτη συμπεριφοράς σε σχέση με το κανονικό κτίριο, ενώ το κτίριο με την ασυνεχή δοκό έχει παραπλήσιες τιμές με αυτήν του κανονικού κτιρίου.

Στα κτίρια της δεκαετίας του '60 με τα μικρά ανοίγματα, ο κάτω οπλισμός των περιμετρικών δοκών θεωρείται ότι επεκτείνεται στο διπλανό άνοιγμα διπλασιάζοντας έτσι τον κάτω οπλισμό δοκού στις κρίσιμες ζώνες εκατέρωθεν του κόμβου. Έτσι, ο αυξημένος κάτω οπλισμός των περιμετρικών δοκών έχει ως αποτέλεσμα την σχετικά αυξημένη καμπτική αντοχή αυτών των στοιχείων, με συνέπεια οι πλαστικές αρθρώσεις να συγκεντρώνονται κυρίως στα υποστυλώματα και σε μερικές δοκούς του ισόγειου. Το αντίθετο συμβαίνει με τα εσωτερικά πλαίσια, όπου οι δοκοί είναι ασθενέστερες, ενώ και τα υποστυλώματα έχουν αυξημένη αντοχή εξαιτίας των μεγαλύτερων αξονικών φορτίων σε σχέση με τα περιμετρικά υποστυλώματα. Ο μηχανισμός ασθενούς δοκού – ισχυρού υποστυλώματος παρατηρείται σε αυτή την περίπτωση. Έτσι, ο ικανοτικός έλεγχος κόμβου δεν ικανοποιείται στους περισσότερους κόμβους των κτιρίων της δεκαετίας του '60.

Στο κτίριο με το ψηλό ισόγειο η κατανομή των πλαστικών αρθρώσεων είναι παρόμοια με αυτήν του κανονικού κτιρίου, με την διαφορά ότι οι πλαστικές στροφές στην βάση των υποστυλωμάτων του ισογείου είναι συνήθως μεγαλύτερες. Αντίθετα, στο κτίριο με την εσοχή παρουσιάζεται μεγάλη συγκέντρωση πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα των ανωτέρων ορόφων, εξαιτίας της γεωμετρίας της κατασκευής. Στο κτίριο με το φυτευτό υποστύλωμα οι πλαστικές αρθρώσεις συγκεντρώνονται στα υποστυλώματα, κυρίως στο φυτευτό. Το κτίριο με την ασυνεχή δοκό παρουσιάζει παρόμοια κατανομή πλαστικών αρθρώσεων με αυτήν του κανονικού κτιρίου.

Αντίθετα, στα κτίρια με τα μεγαλύτερα ανοίγματα, οι πλαστικές αρθρώσεις συγκεντρώνονται κυρίως στις δοκούς, ως αποτέλεσμα των μεγάλων ανοιγμάτων των δοκών και των ισχυρότερων υποστυλωμάτων. Το ίδιο συμβαίνει και στα εσωτερικά πλαίσια, όπου οι δοκοί είναι ασθενέστερες, ενώ και τα υποστυλώματα έχουν αυξημένη αντοχή εξαιτίας των μεγαλύτερων αξονικών φορτίων σε σχέση με τα περιμετρικά υποστυλώματα. Ο λόγος της αντοχής των υποστυλωμάτων προς την αντοχή των δοκών στον κόμβο, είναι μεγαλύτερος της μονάδος στο μεγαλύτερο πλήθος των κόμβων. Ο λόγος είναι μεγαλύτερος στις κατώτερες στάθμες, και μειώνεται σταδιακά καθ' ύψος. Ο μηχανισμός ασθενούς δοκού – ισχυρού υποστυλώματος παρατηρείται σε αυτό το κτίριο, δηλαδή ο ικανοτικός έλεγχος κόμβου ικανοποιείται στους περισσότερους κόμβους των κτιρίων με μεγαλύτερα ανοίγματα.

Στα κτίρια της δεκαετίας του '60 η ανελαστική ενέργεια συγκεντρώνεται στους κατώτερους ορόφους και σημαντική ενέργεια απορροφάται από τις δοκούς και τα υποστυλώματα του ισογείου. Στο κτίριο με το ψηλό ισόγειο τα υποστυλώματα του ισογείου απορροφούν περισσότερο ποσοστό ενέργειας σε σχέση με το ποσοστό που απορροφούν στο κανονικό κτίριο. Στην περίπτωση του κτιρίου με την εσοχή, η ανελαστική ενέργεια συγκεντρώνεται στους ανώτερους ορόφους, ακολουθώντας ανεστραμμένη τριγωνική κατανομή, εξαιτίας της εσοχής. Τα υποστυλώματα των ανωτέρων ορόφων καταναλώνουν περισσότερη ενέργεια σε σχέση με τις δοκούς του κτιρίου. Στην περίπτωση του κτιρίου με το φυτευτό υποστύλωμα, η ανελαστική ενέργεια συγκεντρώνεται στα υποστυλώματα όλων των ορόφων, κυρίως στο φυτευτό υποστύλωμα. Το κτίριο με την ασυνεχή δοκό παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά με το κανονικό κτίριο.

Αντίθετα, για τα κτίρια της δεκαετίας του '70 με τα μεγαλύτερα ανοίγματα, η ανελαστική ενέργεια συγκεντρώνεται στους κατωτέρους ορόφους, με το μεγαλύτερο ποσοστό να απορροφάται από τις δοκούς του κτιρίου, και μικρό ποσοστό από τα υποστυλώματα του ισογείου που διαρρέουν στην βάση τους. Ο πυρήνας του ανεγκυστήρα, όταν υφίσταται, διαρρέει σε όλους τους ορόφους.

Ο ικανοτικός έλεγχος τέμνουσας ικανοποιείται και στα περισσότερα υποστυλώματα και στις δοκούς των κτιρίων με τα μικρά ανοίγματα, κυρίως λόγω της γεωμετρίας τους και ανεξάρτητα από την ακανονικότητα. Αντίθετα, στα κτίρια της δεκαετίας του '70 που τα ανοίγματα είναι μεγαλύτερα, ο ικανοτικός έλεγχος τέμνουσας ικανοποιείται στις περισσότερες δοκούς, αλλά δεν ικανοποιείται σε μεγάλο πλήθος υποστυλωμάτων.

5.11.4 Επιρροή Τοιχοποιίας Πληρώσεως

Η επιρροή της τοιχοποιίας εξετάζεται συγκρίνοντας το κάθε κτίριο με τις διάφορες μορφές τοιχοπληρώσεως. Τα τοιχοπληρωμένα κτίρια είναι πιο δύσκαμπτες κατασκευές σε σχέση με τα γυμνά, και παρουσιάζουν μικρότερες ιδιοπερίόδους, με το πλήρως τοιχοπληρωμένο κτίριο να έχει την μικρότερη ιδιοπερίοδο, και το κτίριο με τους δύο ορόφους πιλοτή, την μεγαλύτερη.

Η τέμνουσα βάσης και η υπεραντοχή αυξάνονται για τα τοιχοπληρωμένα κτίρια, με το πλήρως τοιχοπληρωμένο κτίριο να έχει την μεγαλύτερη τέμνουσα βάσης και υπεραντοχή, ενώ τα κτίρια με την πιλοτή, την ενδιάμεση πιλοτή ή την πιλοτή σε δύο ορόφους, να έχουν μικρότερες τιμές. Το μερικώς τοιχοπληρωμένο κτίριο συμπεριφέρεται καλά.

Η μετακίνηση αστοχίας είναι μικρότερη στα τοιχοπληρωμένα κτίρια, με το πλήρως τοιχοπληρωμένο κτίριο να έχει συνήθως την μεγαλύτερη μετακίνηση ανάμεσα στα τοιχοπληρωμένα κτίρια. Η πλαστιμότητα και ο δείκτης συμπεριφοράς παρουσιάζουν συνήθως λίγο μικρότερες τιμές για τα τοιχοπληρωμένα κτίρια σε σχέση με τα γυμνά.

Η κατανομή των πλαστικών αρθρώσεων τροποποιείται στα τοιχοπληρωμένα κτίρια. Στο πλήρως τοιχοπληρωμένο κτίριο και το κτίριο με την μερική τοιχοπλήρωση, οι

πλαστικές αρθρώσεις μεταφέρονται σε χαμηλότερους ορόφους, κυρίως για το κανονικό κτίριο και το κτίριο με το ψηλό ισόγειο. Αντίθετα στο κτίριο με την πιλοτή, οι πλαστικές αρθρώσεις παρουσιάζονται μόνο στο ισόγειο και η ανελαστική ενέργεια συγκεντρώνεται εκεί. Το ίδιο συμβαίνει και στο κτίριο με τους δύο ορόφους πιλοτή, δηλαδή οι πλαστικές αρθρώσεις συγκεντρώνονται μόνο στους δύο αυτούς ορόφους, ενώ στο κτίριο με την ενδιάμεση πιλοτή, οι πλαστικές αρθρώσεις παρουσιάζονται μόνο σ' αυτόν τον όροφο, δηλαδή όλη η ενέργεια σε δοκούς και υποστυλώματα καταναλώνεται στους ορόφους όπου λείπει η τοιχοπλήρωση. Δυσμενέστερη είναι η περίπτωση της ενδιάμεσης πιλοτής, γιατί σ' αυτόν τον όροφο υπάρχει και μείωση των διατομών των υποστυλωμάτων, με αποτέλεσμα η μείωση της δυσκαμψίας σ' αυτήν την στάθμη να είναι ακόμα μεγαλύτερη. Το φαινόμενο αυτό είναι λιγότερο έντονο όταν τα ανοίγματα των δοκών είναι μεγάλα, αλλά κυρίως στα κτίρια σχεδιασμένα με τον ΕΑΚ, στα οποία οι πλαστικές αρθρώσεις δεν συγκεντρώνονται μόνο στον όροφο με την πιλοτή, αλλά μπορεί να παρουσιαστούν και σε στοιχεία άλλων ορόφων.

Όταν μειώνεται η θλιπτική αντοχή της τοιχοποιίας, η τέμνουσα βάση και η υπεραντοχή του κτιρίου μειώνονται. Η πλαστιμότητα και ο δείκτης συμπεριφοράς αυξάνονται. Οι πλαστικές αρθρώσεις παρουσιάζονται περισσότερο κατανεμημένες στο κτίριο και δεν συγκεντρώνονται μόνο στον όροφο με την πιλοτή ή την ενδιάμεση πιλοτή.

5.11.5 Επιρροή Ζώνης Σεισμικότητας

Η επιρροή της ζώνης σεισμικότητας εξετάζεται συγκρίνοντας κτίρια που έχουν σχεδιαστεί για διαφορετικές ζώνες σεισμικότητας. Τα κτίρια που είναι σχεδιασμένα για ζώνη σεισμικότητας II ή III, έχουν μικρότερες ιδιοπεριόδους, αφού οι διατομές των στοιχείων τους, κυρίως των υποστυλωμάτων, είναι μεγαλύτερες, και τα κτίρια πιο δύσκαμπτα.

Η τέμνουσα βάση αυξάνεται, όμως η υπεραντοχή τους είναι μικρότερη, γιατί η φέρουσα ικανότητα τους δεν αυξάνεται αναλογικά με την αύξηση του σεισμικού συντελεστή.

Η μετακίνηση αστοχίας είναι μεγαλύτερη για τα κτίρια που είναι σχεδιασμένα για μεγαλύτερη ζώνη σεισμικότητας.

Η πλαστιμότητα των κτιρίων με μικρά ανοίγματα της δεκαετίας του '60, αυξάνεται όταν το κτίριο σχεδιαστεί για ζώνη σεισμικότητας II. Αντίθετα, για τα κτίρια της δεκαετίας του '70 και του '80, με μεγάλα ανοίγματα, η πλαστιμότητα τους μειώνεται όταν τα κτίρια σχεδιαστούν για ζώνη σεισμικότητας III.

Ο δείκτης συμπεριφοράς των κτιρίων με μικρά ανοίγματα της δεκαετίας του '60, όταν το κτίριο σχεδιαστεί για ζώνη σεισμικότητας II αυξάνεται για ορθογωνική κατανομή της σεισμικής έντασης, ενώ μειώνεται για τριγωνική κατανομή. Αντίθετα, για τα κτίρια της δεκαετίας του '70 και του '80, με μεγάλα ανοίγματα, ο δείκτης συμπεριφοράς τους μειώνεται όταν τα κτίρια σχεδιαστούν για ζώνη σεισμικότητας III.

Η κατανομή των πλαστικών αρθρώσεων και της ανελαστικής ενέργειας είναι παρόμοια για τα κτίρια που είναι σχεδιασμένα για μεγαλύτερη ζώνη σεισμικότητας. Ομοίως, οι ικανοτικός έλεγχος κόμβου και τέμνουσας ικανοποιούνται στις ίδιες θέσεις ανεξάρτητα από την ζώνη σεισμικότητας που είναι σχεδιασμένο το κτίριο.

5.11.6 Επιρροή της Μεταβολής Διαστάσεων και Οπλισμού Υποστυλωμάτων και Δοκών

Το κανονικό κτίριο της δεκαετίας του '60, το οποίο είναι πενταώροφο με μικρά ανοίγματα μήκους 3.5 m, έχει γίνει παραμετρική ανάλυση για την εκτίμηση της επιρροής διαφόρων παραμέτρων στην σεισμική συμπεριφορά του κτιρίου.

Η αύξηση των διαστάσεων των υποστυλωμάτων ή των διατομών των δοκών προκαλεί μείωση της ιδιοπεριόδου του κτιρίου. Αντίθετα αύξηση του ποσοστού του οπλισμού των υποστυλωμάτων δεν επηρεάζει την ιδιοπερίοδο.

Η αύξηση της διατομής των υποστυλωμάτων, αλλά και η αύξηση του ποσοστού του οπλισμού τους, προκαλεί αύξηση της τέμνουσας βάσης και της υπεραντοχής του κτιρίου. Αύξηση κατά 10 cm στις διαστάσεις των υποστυλωμάτων έχει παρόμοιο

αποτέλεσμα με 1.0% αύξηση του ποσοστού του οπλισμού τους. Αύξηση προκαλεί και η αύξηση των διαστάσεων των δοκών.

Η μετακίνηση αστοχίας, αλλά και η πλαστιμότητα αυξάνει με την αύξηση των διαστάσεων των υποστυλωμάτων, αλλά και την αύξηση του ποσοστού του οπλισμού τους. Αντίθετα, η αύξηση των διαστάσεων των δοκών δίνει μικρότερες τιμές μετακίνησης αστοχίας και πλαστιμότητας. Η αύξηση όμως των διαστάσεων του υποστυλώματος δίνει αρκετά μεγαλύτερες τιμές πλαστιμότητας σε σχέση με τις αντίστοιχες τιμές που προκύπτουν από την αύξηση του οπλισμού.

Ίδια συμπεριφορά έχει και ο δείκτης συμπεριφοράς, ο οποίος αυξάνει με την αύξηση των διαστάσεων των υποστυλωμάτων και του ποσοστού του οπλισμού τους, και μειώνεται με την αύξηση των διαστάσεων των δοκών.

Η αύξηση των διαστάσεων των διατομών των υποστυλωμάτων, αλλά και του ποσοστού του οπλισμού τους, τα κάνει ισχυρότερα σε σχέση με τις δοκούς, και έτσι αυξάνονται οι πλαστικές αρθρώσεις σε δοκούς του κτιρίου. Το ίδιο συμβαίνει και με την ανελαστική ενέργεια, η οποία καταναλώνεται πλέον περισσότερο από τις δοκούς. Το αντίθετο συμβαίνει με την αύξηση των δοκών, δηλαδή περισσότερες πλαστικές αρθρώσεις παρουσιάζονται στα υποστυλώματα, και η ανελαστική ενέργεια απορροφάται σε περισσότερα υποστυλώματα.

Τέλος, αυξάνοντας τις διατομές των υποστυλωμάτων ή του ποσοστού του οπλισμού τους, οι τιμές του ικανοτικού ελέγχου κόμβων αυξάνονται σημαντικά και ικανοποιείται σε περισσότερους κόμβους, ανάλογα με την αύξηση. Το αντίθετο συμβαίνει με την αύξηση των διαστάσεων των δοκών.

5.11.7 Επιρροή Κατανομής της Σεισμικής Δράσεως

Η μορφή της φόρτισης που επιβάλλεται κατά την μη γραμμική στατική ανάλυση επηρεάζει τα αποτελέσματα. Η τέμνουσα βάσης αλλά και η υπεραντοχή των κτιρίων είναι συνήθως μειωμένη όταν η φόρτιση είναι τριγωνική. Η μετακίνηση αστοχίας και η πλαστιμότητα μπορεί να είναι είτε μεγαλύτερη είτε μικρότερη. Ο δείκτης συμπεριφοράς είναι συνήθως μειωμένος στην περίπτωση της τριγωνικής φόρτισης.

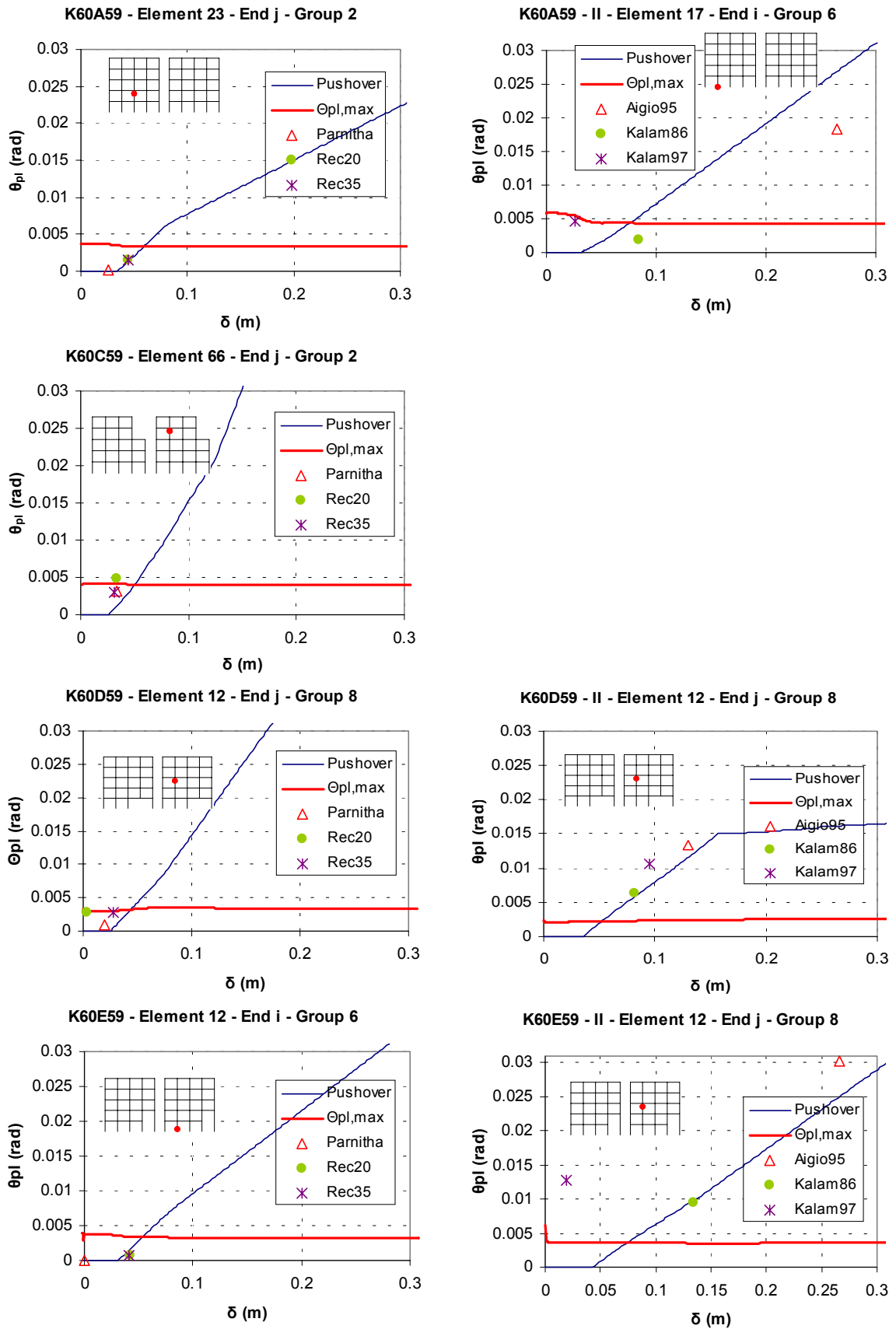
Η κατανομή των πλαστικών αρθρώσεων για τριγωνική κατανομή της φόρτισης παρουσιάζει μια μετατόπιση προς τους ανώτερους ορόφους. Το ίδιο συμβαίνει και στην κατανομή της ανελαστικής ενέργειας, η οποία μετατοπίζεται σε ανώτερους ορόφους.

5.12 ΣΥΓΚΡΙΣΕΙΣ ΣΤΑΤΙΚΩΝ ΚΑΙ ΔΥΝΑΜΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Τα αποτελέσματα των μη γραμμικών δυναμικών αναλύσεων συγκρίνονται με αποτελέσματα δυναμικών αναλύσεων, οι οποίες πραγματοποιήθηκαν για διάφορα φυσικά και τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα για κάθε ζώνη σεισμικότητας. Για τα κτίρια που μελετήθηκαν για ζώνη σεισμικότητας I επιβάλλεται το επιταχυνσιογράφημα του σεισμού της Αθήνας τον Σεπτέμβριο του 1999 (καταγραφή ΚΕΔΕ). Επιβάλλονται επίσης και δύο τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα διάρκειας 20 και 35 sec, τα οποία είναι συμβατά με το φάσμα του ΕΑΚ [6] για επιτάχυνση του εδάφους $\alpha = 0.16 \text{ g}$. Τα τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα δημιουργήθηκαν με το λογισμικό SIMQKE [21]. Για τα κτίρια που μελετήθηκαν για ζώνη σεισμικότητας II επιβάλλονται τα επιταχυνσιογραφήματα ΚΑΛ18601 και ΚΑΛ19701 από τους σεισμούς του 1986 και 1997 στην Καλαμάτα., όπως επίσης και το επιταχυνσιογράφημα ΡΑΤ19501 από τον σεισμό του Αιγίου το 1995.

Ανάμεσα σε διάφορες καταγραφόμενες παραμέτρους, η ανελαστική στροφή για τα υποστυλώματα που αστοχούν πρώτα σε κάθε κτίριο και καθορίζουν την συμπεριφορά του κτιρίου, παρουσιάζεται εδώ. Στο Σχήμα 206, η μέγιστη πλαστική στροφή που προκύπτει από κάθε δυναμική ανάλυση παρουσιάζεται σε σχέση με την αντίστοιχη μετακίνηση οροφής του κτιρίου και συγκρίνεται με την καμπύλη πλαστικής στροφής που προκύπτει από την στατική μη γραμμική ανάλυση. Στο ίδιο διάγραμμα παρουσιάζεται επίσης η μέγιστη πλαστική στροφή της διατομής, όπως αυτή προκύπτει κατά την διάρκεια της στατικής ανάλυσης.

Από τα διαγράμματα φαίνεται ότι για ζώνη σεισμικότητας I, η μέγιστη απαίτηση πλαστικής στροφής είναι μικρότερη από την διατιθέμενη για όλα τα είδη ακανονικότητας. Δεν συμβαίνει το ίδιο όμως και για τα κτίρια που μελετήθηκαν για ζώνη σεισμικότητας II. Στα κτίρια αυτά, οι απαιτούμενες πλαστικές στροφές υποστυλωμάτων είναι μεγαλύτερες από τις διατιθέμενες.



Σχήμα 206. Πλαστικές αρθρώσεις των υποστυλωμάτων που αστόχησαν πρώτα στα κτίρια K60A59, K60D59 και K60E59, για σεισμικότητα I και II.

6 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Οι παραμετρικές αναλύσεις που πραγματοποιήθηκαν στο πλαίσιο αυτού του προγράμματος και η συστηματική αξιολόγηση των αποτελεσμάτων που προέκυψαν επέτρεψαν την μελέτη της σεισμικής συμπεριφοράς τυπικών κτιρίων τα οποία έχουν μελετηθεί με βάση παλαιότερους Κανονισμούς. Πρέπει να αναφερθεί ότι, μολονότι κύριος στόχος αυτού του προγράμματος ήταν η αποτίμηση του δείκτη συμπεριφοράς υφισταμένων κτιρίων με φέροντα οργανισμό από Ω.Σ., τα αποτελέσματα αυτού του έργου εκτείνονται σε περισσότερα αντικείμενα, όπως φαίνεται απ' τα συνοπτικά συμπεράσματα που ακολουθούν:

1. Η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την μελέτη της σεισμικής συμπεριφοράς των κτιρίων, μέσω της αποτιμήσεως βασικών χαρακτηριστικών τους, αποδείχθηκε αξιόπιστη. Πράγματι, η σύγκριση μεταξύ ανελαστικής στατικής ανάλυσης και ανάλυσης χρονοϊστορίας αποδείχθηκε εν γένει ικανοποιητική, για τα κτίρια που αφορούν τη σεισμική ζώνη I (Σχήμα 206). Αυτό δεν φαίνεται να ισχύει σε κατασκευές που μελετήθηκαν για ζώνη II, όπου οι διαφορές μεταξύ εν χρόνω σημειακών και στατικών ανελαστικών εκτιμήσεων σε τοπικό επίπεδο, σε μεγέθη πλαστικών στροφών, είναι της τάξεως του 50%. Πρέπει, βεβαίως, να αναφερθεί ότι τα κτίρια που εξετάστηκαν έχουν δεδομένα γεωμετρικά χαρακτηριστικά (λόγο πλάτους προς ύψος), κάτι που ενδέχεται να επηρεάσει επί πλέον αυτό το συσχετισμό (λόγω π.χ. επιρροής ανώτερων ιδιομορφών). Στις περιπτώσεις που διερευνήθηκαν, τα κτίρια παρουσίαζαν διάφορα είδη ακανονικότητας καθ' ύψος (Σχήμα 1). Όμως, διέθεταν κανονική κάτοψη και από απόψεως διατάξεως κατακορύφων φερόντων στοιχείων και από απόψεως διατάξεως των τοίχων πληρώσεως. Επί πλέον, δεν εξετάστηκαν κτίρια με χονδροειδή σφάλματα μορφώσεως φέροντος οργανισμού. Θεωρείται ότι τα αποτελέσματα αυτής της εργασίας δεν μπορούν να γενικευθούν στις προαναφερθείσες περιπτώσεις κτιρίων.
2. Τόσο σε παλαιές όσο και σε νέες κατασκευές, η πραγματοποιηθείσα διερεύνηση απέδειξε πολύ καλή συμφωνία μεταξύ των αποτελεσμάτων της ανάλυσεως και των σημερινών διατάξεων του ΕΑΚ για τον ικανοτικό σχεδιασμό των κόμβων. Πράγματι, φαίνεται ότι οι θέσεις των πλαστικών αρθρώσεων στα υποστυλώματα, όπως προέκυψαν απ' τις ανελαστικές στατικές αναλύσεις των κτιρίων αυτών,

ταυτίζονται εν γένει με τις θέσεις στις οποίες ο έλεγχος του ικανοτικού κριτηρίου κατά ΕΑΚ υποδεικνύει ανεπάρκεια των υποστυλωμάτων έναντι των δοκών (Σχήματα 116-145). Συγχρόνως αποδείχθηκε, ότι σε παλαιά κτίρια όπου το εν λόγω κριτήριο ικανοποιείτο, η ανελαστική τους συμπεριφορά ήταν εν γένει πολύ καλή.

3. Η αξιοπιστία της διαδικασίας που ακολουθήθηκε για την μελέτη της συμπεριφοράς των κτιρίων αποδεικνύεται και από την σύγκριση της προβλεπόμενης συμπεριφοράς κτιρίων τα οποία μελετήθηκαν βάσει διαφορετικών Κανονισμών (Αντισεισμικού και Ωπλισμένου Σκυροδέματος). Πράγματι, η διερεύνηση απέδειξε ότι τα κτίρια της δεκαετίας του 60 έχουν καλύτερη συμπεριφορά από τα κτίρια της δεκαετίας του 70, τα οποία μελετήθηκαν με βάση τους ίδιους Κανονισμούς, είναι όμως τολμηρότερα στην μόρφωσή τους. Επίσης, αποδεικνύεται η σημαντικά βελτιωμένη συμπεριφορά των κτιρίων που μελετήθηκαν με βάση τα πρόσθετα άρθρα του 1984. Τέλος, επιβεβαιώνεται η εν γένει ικανοποιητική συμπεριφορά των κτιρίων που μελετώνται βάσει των εν ισχύι Κανονισμών (ΕΑΚ και ΕΚΩΣ).
4. Αυτή η ικανοποιητική σύγκριση μεταξύ των διαφόρων κτιρίων επιτρέπει να θεωρήσουμε αποδεκτές τις τιμές του δείκτη συμπεριφοράς, οι οποίες υπολογίσθηκαν στο πλαίσιο αυτής της εργασίας. Πρέπει, πάντως, να αναφερθεί ότι οι τιμές του δείκτη συμπεριφοράς που παρουσιάζονται στην Έκθεση πρέπει να θεωρούνται ως μέγιστες τιμές για κάθε κατηγορία κτιρίου. Πράγματι, κατά την εκτίμηση του δείκτη συμπεριφοράς δεν ελήφθησαν υπ' όψη λάθη κατά τον σχεδιασμό ή κατά την κατασκευή, τα φαινόμενα μεγάλου αριθμού ανακυκλίσεων, ούτε η μείωση των χαρακτηριστικών αντοχής, δυσκαμψίας και πλαστιμότητας εξ αιτίας προηγούμενων σεισμών και λόγω γήρανσης των δομημάτων.
5. Το σώμα των κόμβων δεν έχει ελεγχθεί ως προς την συμπεριφορά του. Το θέμα των κόμβων είναι σημαντικό, και επηρεάζει την ακαμψία της κατασκευής, όπως επίσης και την ανελαστική συμπεριφορά της, καθώς είναι πιθανό να υπάρξει αστοχία του ίδιου του κόμβου, κυρίως σε παλαιές κατασκευές. Αυτός είναι ένας πρόσθετος λόγος για να είμαστε συντηρητικοί στις τιμές του δείκτη συμπεριφοράς.

6. Λαμβανομένων υπ' όψη των πιο πάνω παρατηρήσεων, παρατηρούμε τα εξής σε ό,τι αφορά τις τιμές του δείκτη συμπεριφοράς, οι οποίες υπολογίστηκαν στο πλαίσιο αυτής της εργασίας:

6.1 Κτίρια δεκαετίας 60:

(α) Ο δείκτης συμπεριφοράς που υπολογίστηκε για τα γυμνά κτίρια, κυμαίνεται μεταξύ 1.40 και 2.30 (για τριγωνική κατανομή της σεισμικής δράσεως). Για ορθογωνική κατανομή, οι τιμές του δείκτη συμπεριφοράς κυμαίνονται μεταξύ 1.60 και 2.40 περίπου (Σχήμα 77). Η χαμηλότερη τιμή αντιστοιχεί στο κτίριο με εσοχή στους δύο ανώτερους ορόφους και προέκυψε λόγω διατμητικής αστοχίας ακραίου υποστυλώματος στον όροφο κάτω απ' την εσοχή. Βεβαίως, στην περίπτωση που αυτή η αστοχία μπορεί να γίνει δεκτή (δεδομένου ότι δεν συμβαίνει σε κατώτερο όροφο), ο δείκτης συμπεριφοράς προκύπτει ίσος με εκείνον του κανονικού κτιρίου. Μειωμένο δείκτη συμπεριφοράς εμφανίζει και το κτίριο με φυτευτό υποστύλωμα. Όμως, λόγω των αυξημένων διαστάσεων των υποστυλωμάτων του ισογείου (εκατέρωθεν της θέσεως του φυτευτού υποστυλώματος) προκύπτει αυξημένη υπεραντοχή του κτιρίου, οπότε οι συνέπειες της μειωμένης πλαστιμότητας αμβλύνονται και ο δείκτης συμπεριφοράς δεν εμφανίζεται εντόνως μειωμένος. Πάντως, εάν σε ένα υφιστάμενο κτίριο διαπιστώνεται ότι τα υποστυλώματα κάτω απ' το φυτευτό δεν είναι καταλλήλως διαστασιολογημένα, συνιστάται να λαμβάνεται υπ' όψη μειωμένος δείκτης συμπεριφοράς (όχι μεγαλύτερος εκείνου που αντιστοιχεί στην εσοχή).

(β) Πρέπει, πάντως, να παρατηρηθεί ότι τουλάχιστον για τις ακανονικότητες που εξετάστηκαν, η μεταβολή του δείκτη συμπεριφοράς για τα διάφορα είδη κτιρίων δεν είναι πολύ μεγάλη. Η μελέτη των αποτελεσμάτων αποδεικνύει ότι η αστοχία όλων αυτών των κτιρίων οφείλεται σε εξάντληση της πλαστικής γωνίας στροφής των υποστυλωμάτων, λόγω ανεπαρκούς περισφίξεως. Έτσι, το γεγονός ότι σε πολλά υποστυλώματα των μη κανονικών κτιρίων δεν ικανοποιείται ο ικανοτικός σχεδιασμός έναντι τέμνουσας (Σχήματα 146-155), δεν επηρεάζει το αποτέλεσμα σε ό,τι αφορά τον δείκτη συμπεριφοράς, καθώς προηγείται η καμπτική αστοχία των υποστυλωμάτων.

- (γ) Η παρουσία των τοιχοπληρώσεων αποδεικνύεται εν γένει θετική, δεδομένου ότι αυξάνει σημαντικά την υπεραντοχή των κτιρίων (Σχήμα 72). Βεβαίως, η διακοπτόμενη, ακανονική καθ' ύψος διάταξή τους προκαλεί μείωση του δείκτη συμπεριφοράς (Πίνακας 5). Ιδιαίτερος επιβαρυντική απ' αυτήν την άποψη αποδεικνύεται η παρουσία πιλοτής όχι μόνο στη βάση αλλά και ενδιάμεσης, καθ' ύψος, πιλοτής, η οποία στα κτίρια που εξετάστηκαν συνέπεσε με την στάθμη μείωσης των διατομών των υποστυλωμάτων. Πρέπει να παρατηρηθεί ότι η μείωση του δείκτη συμπεριφοράς δεν είναι σημαντική, δεδομένου ότι ελήφθη υπ' όψη κατά τον υπολογισμό του η υπεραντοχή η οφειλόμενη στην παρουσία των τοιχοπληρώσεων. Εάν κατά τον σχεδιασμό θεωρηθεί ότι, λόγω της μειωμένης αξιοπιστίας των τοιχοπληρώσεων, πρέπει να αμεληθεί η συμβολή τους στην υπεραντοχή, τότε θα προκύψει σημαντικά μειωμένος δείκτης συμπεριφοράς, στην περίπτωση της μη κανονικής καθ' ύψος διατάξεως των τοιχοπληρώσεων.
- (δ) Οι περιπτώσεις αυξήσεως των διαστάσεων και του οπλισμού των υποστυλωμάτων που εξετάστηκαν έχουν σημαντική επιρροή στο δείκτη συμπεριφοράς (Πίνακας 7). Πράγματι, οδήγησαν σε αύξηση της υπεραντοχής και εξασφάλισαν ικανοποίηση των ικανοτικών απαιτήσεων σε πολλές θέσεις, άρα και του δείκτη συμπεριφοράς.
- (ε) Τέλος, πρέπει να σημειωθεί ότι τα κτίρια τα οποία εξετάστηκαν είχαν μελετηθεί για ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας I ή II (Πίνακας 15). Για την συναγωγή τιμών δείκτη συμπεριφοράς για ζώνη III απαιτείται κατάλληλη συμπλήρωση της διερευνήσεως.

6.2 Κτίρια δεκαετίας 70:

- (α) Τα κτίρια αυτής της κατηγορίας αποδεικνύονται δυσμενέστερα από τα παλαιότερα, όπως αναμενόταν - άλλωστε - εξ αιτίας της δυσμενέστερης μορφώσεώς τους. Στις περιπτώσεις όπου είχε διαταχθεί τοίχιο στο φρέαρ του κλιμακοστασίου, η αστοχία των κτιρίων οφειλόταν στην διαμητική αστοχία του τοιχίου, το οποίο ήταν ανεπαρκώς ωπλισμένο έναντι τέμνουσας και περισφίξεως. Ο δείκτης συμπεριφοράς μεταβάλλεται για τις περιπτώσεις που εξετάστηκαν μεταξύ 1.20 και 1.50 (Πίνακας 9).

(β) Αν αμεληθεί η αστοχία του τοιχίου του ανελκυστήρα και θεωρηθεί ως σημείο αστοχίας η πρώτη επόμενη αστοχία υποστυλώματος, η αύξηση του δείκτη συμπεριφοράς που προκύπτει είναι εν γένει σημαντική (από 1.50 σε 2.40).

Όπως έδειξαν τα αποτελέσματα της διερευνήσεως, στα κτίρια που εξετάστηκαν, ο ικανοτικός έλεγχος των κόμβων ικανοποιείται σε πολλές θέσεις (Σχήματα 121-124). Τούτο αποδίδεται στην σημαντική επιρροή των κατακορύφων φορτίων (εξαιτίας των αυξημένου μήκους ανοιγμάτων) στον σχεδιασμό. Αντιθέτως, δεν ικανοποιείται ο ικανοτικός σχεδιασμός έναντι τέμνουσας σε μεγάλο πλήθος υποστυλωμάτων (Σχήματα 156-163). Για τα κτίρια με πυρήνα, η αστοχία οφείλεται σε διάτμηση του πυρήνα και συμβαίνει για μικρή τιμή της μετακινήσεως κορυφής.

Ο ικανοτικός έλεγχος κόμβου ικανοποιείται και με θεώρηση ίδιων κατασκευών χωρίς πυρήνα, όπου όμως τα κριτήρια αστοχίας ήταν καμπτικά με συνακόλουθη αύξηση του δείκτη συμπεριφοράς (Πίνακας 9).

(γ) Εξ αιτίας αυτής της δυσμενούς συμπεριφοράς, η επιρροή των τοιχοπληρώσεων είναι περιορισμένη, πολύ μικρότερη απ' ό,τι στα κτίρια της δεκαετίας του 60.

6.3 Κτίρια δεκαετίας 80:

(α) Τα κτίρια αυτής της κατηγορίας αποδεικνύονται τα ευμενέστερα από τα υπάρχοντα κτίρια, εξ αιτίας της μερικής εφαρμογής ικανοτικών διατάξεων. Εξαίρεση αποτελούν και σε αυτή την κατηγορία τα κτίρια με πυρήνα, τα οποία εμφανίζουν παρόμοια δυσμενή συμπεριφορά με τα αντίστοιχα κτίρια του 70 τόσο σε δείκτη συμπεριφοράς όσο και τρόπο (ψαθυρή) αστοχίας. Για το γυμνό κτίριο χωρίς πυρήνα ο δείκτης συμπεριφοράς είναι ίσος με 2.40, σε αντίθεση με τιμές από 1.10 έως 1.30, για τα μικτά πλαίσια με πυρήνα και διαφορετικούς βαθμούς ακανονικότητας (Πίνακας 11).

6.4 Κτίρια υπολογισμένα με βάση τον ΕΑΚ και τον ΕΚΩΣ:

- (α) Η διερεύνηση της συμπεριφοράς των κτιρίων, ίδιας γεωμετρίας με εκείνα της δεκαετίας του 60 και του 70, αλλά υπολογισμένων βάσει των ισχυόντων Κανονισμών, οδήγησε σε τιμές του δείκτη συμπεριφοράς συμβατές με τις προβλεπόμενες απ' τον ΕΑΚ (Πίνακας 13). Επί πλέον, οι ικανοτικοί έλεγχοι (έναντι κάμψεως στους κόμβους και έναντι τέμνουσας σε δοκούς και υποστυλώματα) απέδειξαν ότι η συμπεριφορά αυτών των κτιρίων είναι η επιθυμητή. Πράγματι, ο ικανοτικός έναντι τέμνουσας ικανοποιείται εν γένει (Σχήματα 202-205), ενώ ο ικανοτικός κόμβου έναντι κάμψεως δεν ικανοποιείται στον ανώτερο όροφο (Σχήματα 144-145). Η αστοχία αυτών των κτιρίων οφείλεται σε εξάντληση της πλαστικής γωνίας στροφής υποστυλώματος και συμβαίνει για μετακίνηση κορυφής πολύ μεγαλύτερη από εκείνη που αντιστοιχεί στα κτίρια που μελετήθηκαν με παλαιότερους Κανονισμούς (11.5 cm αντί 6.0 cm για τα κτίρια ίδιας γεωμετρίας με εκείνα της δεκαετίας του 60 και 18.5 cm αντί 8.0 cm για τα κτίρια της δεκαετίας του 70, δηλαδή αύξηση της τάξεως του 100%)
- (β) Οι διάφορες διατάξεις των τοιχοπληρώσεων επηρεάζουν τον δείκτη συμπεριφοράς των κτιρίων. Η πλαστιμότητα των τοιχοπληρωμένων κτιρίων είναι λίγο μικρότερη από εκείνη του γυμνού κτιρίου. Όμως λόγω της αυξημένης υπεραντοχής των τοιχοπληρωμένων κτιρίων, η νέα πλαστιμότητα, η οποία υπολογίζεται λαμβάνοντας υπόψη την υπεραντοχή, είναι αυξημένη σε σχέση με την αντίστοιχη του γυμνού κτιρίου. Τελικά, ο δείκτης συμπεριφοράς των τοιχοπληρωμένων κτιρίων είναι λίγο μικρότερος από εκείνον των γυμνών κτιρίων, γιατί τα τοιχοπληρωμένα κτίρια είναι πιο δύσκαμπτα και έχουν μικρότερη ιδιοπερίοδο, οπότε ο δείκτης συμπεριφοράς υπολογίζεται με την θεώρηση ίσων ενεργειών. Αντίθετα, στο γυμνό κτίριο, το οποίο έχει μεγαλύτερη ιδιοπερίοδο, ο υπολογισμός του δείκτη συμπεριφοράς γίνεται με θεώρηση ίσων μετακινήσεων, και προκύπτει μεγαλύτερος. Μεταξύ των τοιχοπληρωμένων κτιρίων, το κτίριο με την πιλοτή έχει συνήθως τον μικρότερο δείκτη συμπεριφοράς, ως αποτέλεσμα της μικρότερης υπεραντοχής.

7 ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΠΑΡΑΠΟΜΠΕΣ

- [1] Ρεπαπής, Κ., Ζέρης, Χ. και Βιντζηλαίου, Ε.: Εκτίμηση Υπεραντοχής Υφισταμένων Κτιρίων από Ω.Σ., Πρακτικά 14^{ου} Ελληνικού Συνεδρίου Σκυροδέματος, Κως, Οκτώβριος 2003.
- [2] Τάσιου, Α.: Ανάπτυξη Ανελαστικού Προσομοιώματος Τοιχοπληρώσεων και Διερεύνηση της Επιρροής Αυτών στην Συμπεριφορά Υπαρχουσών Κατασκευών από Ω.Σ., Μεταπτυχιακή Εργασία, ΔΠΜΣ «Δομοστατικός Σχεδιασμός και Ανάλυση Κατασκευών», ΕΜΠ, Αθήνα, 2003.
- [3] ΦΕΚ 160 Α/26-7-1954. Περί Κανονισμού δια την Μελέτην και Εκτέλεσιν Οικοδομικών Έργων εξ Ωπλισμένου Σκυροδέματος.
- [4] ΦΕΚ 36 Α/26-2-1959. Περί Αντισεισμικού Κανονισμού Οικοδομικών Έργων.
- [5] ΦΕΚ 239 Β/6-4-1984. Τροποποίηση και Συμπλήρωση του ΒΔ της 19/26 Φεβρουαρίου 1959 «περί αντισεισμικού κανονισμού οικοδομικών έργων».
- [6] ΦΕΚ 2184 Β/20-12-1999. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (ΕΑΚ 2000).
- [7] ΦΕΚ 1329 Β/6-11-2000. Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος (ΕΚΩΣ 2000).
- [8] Allahabadi R. and Powell G.: DRAIN-2DX: User's Guide, Earthquake Engineering Research Center, Report EERC 88-06, University of California, Berkeley, 1988.
- [9] Applied Technology Council, Seismic Evaluation and Retrofit of Reinforced Concrete Buildings, Report ATC 40 / SSC 96-01, Palo Alto, 1996.
- [10] Comité Euro-International du Béton, CEB – FIP Model Code 1990, Design Code, Thomas Telford, London, U.K., June 1991.
- [11] European Committee for Standardization. prEN-1998. Eurocode 8: Structures in Seismic Regions. Brussels, 2002.
- [12] Fajfar, P.: Capacity Spectrum Method Based on Inelastic Demand Spectra, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 28, 979-993, 1999.
- [13] Fajfar, P.: Mathematical modeling of an infilled RC frame structure based on the results of pseudo-dynamic tests, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, 31, 1215-1230, 2002.
- [14] LH Λογισμική: Computer Program FESPA 2000 for Windows. Αθήνα, 2000.
- [15] Panagiotakos, T.B. and Fardis M.N.: Deformations of Reinforced Concrete Members at Yielding and Ultimate, ACI Structural Journal, Vol. 98, No. 2, March-April 2001.
- [16] Paulay, T. and Priestley, M.J.N.: Seismic Design of Reinforced Concrete and Masonry Buildings, J. Wiley and Sons, New York, 1992.
- [17] Repapis, C., Zeris, C. & Vintzileou, E.: Structural Overstrength of Existing Irregular Buildings. Proceedings of the FIB-Symposium: Concrete Structures

- in Seismic Regions, Paper Reference 252 [computer file], Athens, Greece, 2003.
- [18] Zeris, C., Vintzileou, E. and Repapis, C.: Structural Overstrength Evaluation of Existing Buildings, Proceedings of the 12th European Conference on Earthquake Engineering, London, U.K, CD-ROM, Paper 115, Elsevier Science, September 2002.
- [19] Manfredi, G. and Pecce, M.: Effectiveness of the Plastic Hinge Length in the Assessment of the Rotation Capacity of RC Columns, Proceedings of the 11th European Conference on Earthquake Engineering, CD-ROM, Balkema, 1998.
- [20] Mainstone, R.J.: On the stiffness and strength of infilled frames, Proceeding of Institution of Civil Engineers (ICE), Supplement (IV), Paper No. 7360, 57-90, 1971.
- [21] Vanmarcke, E., Cornell, C., Gasparini, D. and Hou, S.: SIMQKE – Simulation of Earthquake Motions, Department of Civil Engineering, Massachusetts Institute of Technology, 1976.