

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ



**ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΕΣ**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΤΖΕΣΙΑΝΑ ΜΠΙΜΠΑ
ΕΥΑΝΘΙΑ ΝΙΚΟΛΕΤΑ ΠΟΛΙΤΟΥ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΡΕΠΑΠΗΣ

ΑΘΗΝΑ 2021

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ
ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ ΑΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΕΣ

ΤΖΕΣΙΑΝΑ ΜΠΙΜΠΑ
ΕΥΑΝΘΙΑ ΝΙΚΟΛΕΤΑ ΠΟΛΙΤΟΥ

ΑΘΗΝΑ 2021

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΩΝ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη Πολίτου Ευανθία Νικολέτα, με αριθμό μητρώου 6906 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



Η κάτωθι υπογεγραμμένη Μπίμπα Τζεσιάνα, με αριθμό μητρώου 18394218 φοιτήτρια του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής της Σχολής Μηχανικών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών, δηλώνω υπεύθυνα ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



**Τίτλος: ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΩΠΛΙΣΜΕΝΟΥ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑΤΟΣ ΜΕ
ΑΚΑΝΟΝΙΚΟΤΗΤΕΣ**

ΤΡΙΜΕΛΗΣ ΕΞΕΤΑΣΤΙΚΗ ΕΠΙΤΡΟΠΗ

Όνοματεπώνυμο Καθηγητή	Υπογραφή
ΡΕΠΑΠΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ – Επιβλέπων	
ΙΣΑΑΚ ΒΡΥΖΙΔΗΣ – Μέλος Επιτροπής	
ΔΡΙΒΑΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ -Μέλος Επιτροπής	

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία με τίτλο «Σεισμική Αποτίμηση κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος με ακανονικότητες», εκπονήθηκε στα πλαίσια του προπτυχιακού προγράμματος σπουδών του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής κατά το ακαδημαϊκό έτος 2020 - 21.

Στην εν λόγω εργασία, αρχικά, με την χρήση του λογισμικού Fespa γίνεται διαστασιολόγηση, ενός αριθμού τυπικών κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος, που ανήκουν σε τέσσερις κατηγορίες με διαφορετική γεωμετρία σύμφωνα με παλαιούς κανονισμούς (Β.Δ. 1959). Στην συνέχεια πραγματοποιούνται στατικές ανελαστικές αναλύσεις με σκοπό την αποτίμηση της ικανότητάς τους βάσει του ΚΑΝ.ΕΠΕ. (2η Αναθεώρηση, 2017), αλλά και του Ευρωκώδικα 8-3. Τέλος, με βάση τα αποτελέσματα που θα προκύψουν, γίνεται σύγκριση των αποτελεσμάτων μεταξύ των κτιρίων με σκοπό την διερεύνηση της επιρροής της μορφής ακανονικότητας, του κανονισμού και της γεωμετρίας των κτιρίων στην φέρουσα ικανότητα και την ιδιοπερίοδό τους.

Η εργασία χωρίζεται σε τρία μέρη. Το 1ο μέρος, αποτελεί το θεωρητικό υπόβαθρο στο οποίο είναι βασισμένη και το 2ο μέρος αποτελεί το υπολογιστικό τμήμα της, δηλαδή τη προσομοίωση, τη διαστασιολόγηση και την αποτίμηση των κτιρίων. Τέλος, στο 3ο μέρος γίνεται η σύγκριση των αποτελεσμάτων που έχουν προκύψει και εξάγονται τα συμπεράσματα της έρευνας.

Η αποτίμηση γίνεται για της στάθμες επιτελεστικότητας Περιορισμένες Βλάβες (DL), Σημαντικές Βλάβες (SD) και Οιονεί Κατάρρευση (NC). Τα αποτελέσματα των στατικών αναλύσεων δείχνουν ότι η υπεραντοχή των υφισταμένων κτιρίων είναι σημαντική, ωστόσο, η διατιθέμενη πλαστιμότητα και η υπεραντοχή τους είναι μικρή. Για τις μορφές ακανονικότητας που εξετάστηκαν, τα κτίρια με φυτευτά υποστυλώματα παρουσιάζουν την δυσμενέστερη συμπεριφορά. Τα κτίρια με μεγαλύτερα φατνώματα παρουσιάζουν καλύτερη συμπεριφορά από εκείνα με μικρότερα φατνώματα. Ωστόσο, αξίζει να σημειωθεί ότι στις μη γραμμικές στατικές αναλύσεις, τα αποτελέσματα είναι ευαίσθητα σε έναν μεγάλο αριθμό παραμέτρων, και επηρεάζονται από παραδοχές που γίνονται τόσο κατά την προσομοίωση, όσο και την ανάλυση. Επομένως, τα αποτελέσματα δεν δίνουν απόλυτες τιμές των μεγεθών έτσι ώστε να προκύψουν απόλυτα συμπεράσματα, είναι όμως χρήσιμα για να δείξουν κάποιες γενικές τάσεις σεισμικής συμπεριφοράς και κάποια όρια των τιμών των διαφόρων παραμέτρων ανάλογα με την κατηγορία του κτιρίου.

ABSTRACT

The present graduation thesis entitled "Seismic Evaluation of reinforced concrete buildings with irregularities", was prepared within the undergraduate program of the Department of Civil Engineering of the University of West Attica during the academic year 2020-21.

In this thesis, initially, using the Fespa software, a number of typical reinforced concrete buildings, belonging to four categories with different geometry, are designed according to old regulations (R.S. 1959). Then, static inelastic analyses are carried out in order to evaluate their capacity according to the Greek Code of Structural Interventions (2nd Revision, 2017) and Eurocode 8-3. Finally, based on the results obtained, a comparison of the results between the buildings is made in order to investigate the influence of the form of irregularity, the regulation and the geometry of the buildings on their load-bearing capacity and their fundamental period.

The paper is divided into three parts. Part 1, is the theoretical background on which it is based and Part 2 is the computational part, i.e. the simulation, sizing and evaluation of the buildings. Finally, the 3rd part compares the results obtained and draws the conclusions of the research.

The assessment is carried out for the performance levels of Damage Limitation (DL), Significant Damage (SD) and Near Collapse (NC). The results of the structural analyses show that the overstrength of the existing buildings is significant, however, the available ductility and overstrength is low. For the forms of irregularity considered, buildings with discontinuous columns show the worst behavior. Buildings with larger facades show better behavior than those with smaller facades. However, it is worth noting that in nonlinear structural analyses, the results are sensitive to a large number of parameters, and are affected by assumptions made both during simulation and analysis. Therefore, the results do not give absolute values of the quantities so that absolute conclusions can be drawn, but they are useful to show some general seismic behavior trends and some limits to the values of the different parameters depending on the building category.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με την ολοκλήρωση της εργασίας μας, θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά όλους όσους συνέβαλαν στην ολοκλήρωσή της.

Αρχικά, θα θέλαμε να ευχαριστούμε ιδιαιτέρως τον Δρ. Κωνσταντίνο Ρεπαπή για την πολύτιμη καθοδήγηση, τις υποδείξεις, τις συμβουλές του καθώς και την συνεχή υποστήριξη που μας έδειξε από την μέχρι και την ολοκλήρωση της εργασίας.

Επίσης, θα θέλαμε να ευχαριστούμε την εταιρεία LH ΛΟΓΙΣΜΙΚΗ για τη παραχώρηση του στατικού λογισμικού Fespa, το οποίο ήταν απαραίτητο για την υλοποίηση της διπλωματικής μας εργασίας.

Τέλος, ιδιαίτερα θερμές ευχαριστίες θα θέλαμε να δώσουμε στις οικογένειες μας, για την συνεχή συμπαράσταση και όλα όσα μας προσέφεραν κατά την διάρκεια των σπουδών μας.

Μπίμπα Τζεσιάνα, Πολίτου Ευανθία -Νικολέτα

Αθήνα, Δεκέμβριος 2021

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1	16
Εισαγωγή	16
1.1 Στόχος Εργασίας	16
Κεφάλαιο 2	18
Σεισμική Δράση	18
2.1 Εισαγωγή – Σεισμός.....	18
2.2 Γένεση σεισμών – Σεισμογόνα ρήγματα.....	18
2.3 Σεισμικά Κύματα	19
2.4 Μετρήσεις σεισμών.....	20
2.5 Επιπτώσεις Σεισμών.....	21
2.6 Οι κυριότερες αιτίες βλάβης στα κτίρια.....	21
2.6.1 Απόκλιση Φάσματος σχεδιασμού από το Φάσμα αποκρίσεως.....	21
2.6.2 Υποστυλώματα	22
2.6.3 Ασυμμετρία στην διάταξη στοιχείων ακαμψίας σε κάτοψη.....	22
2.6.4 Ανοικτό ισόγειο (Pilotis)	22
2.6.5 Κοντά διατμητικά υποστυλώματα.....	23
2.6.6 Κάτοψη κτιρίου	23
2.6.7 Ύψος κατασκευής.....	23
2.6.8 Θεμελίωση.....	24
2.7 Εξέλιξη Αντισεισμικών κανονισμών και κανονικότητα κατά EC8	24
2.7.1 Αντισεισμικός Κανονισμός του 1959.....	24
2.7.2 Διαστασιολόγηση με την μέθοδο επιτρεπόμενων τάσεων	25
2.8 Τροποποίηση του 1894 στον Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959.....	25
2.8.1 Στατική απλότητα.....	26
2.9 Βασικές αρχές σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.....	26
2.9.1 Σκοπός και Πεδίο Εφαρμογής	26
2.9.2 Αποτίμηση υφιστάμενων δομημάτων	27
Κεφάλαιο 3	29
Φάσμα Απόκρισης	29
3.1 Ορισμός.....	29

3.2 Ψευδοφάσματα.....	29
3.3 Ελαστικό φάσμα σχεδιασμού.....	29
3.3.1 Εδαφική Επιτάχυνση	29
3.3.2 Επιρροή εδάφους στη μορφή του φάσματος σχεδιασμού	32
3.3.3 Οριζόντιο ελαστικό φάσμα επιταχύνσεων κατά ΕΚ8	33
3.4 Φάσμα Σχεδιασμού κατά ΕΚ8	34
Κεφάλαιο 4	36
Ανασκόπηση Μεθόδων Αποτίμησης	36
4.1 Εισαγωγή.....	36
4.2 Ελαστικές Μέθοδοι Ανάλυσης.....	36
4.2.1 Ελαστική Δυναμική Ανάλυση	37
4.2.2 Ελαστική Στατική Ανάλυση	39
4.3 Ανελαστικές Μέθοδοι Ανάλυσης.....	39
4.3.1 Ανελαστική Δυναμική Ανάλυση	39
4.3.2 Ανελαστική Στατική Ανάλυση (Pushover).....	40
4.4 Πλαστικές Αρθρώσεις.....	42
4.5 Στάθμες Επιτελεστικότητας	43
Κεφάλαιο 5	44
Κανονικότητα Κτιρίου.....	44
5.1 Εισαγωγή.....	44
5.2 Κανονικότητα σε κάτοψη.....	44
5.3 Κανονικότητα σε όψη	46
Κεφάλαιο 6	48
Παρουσίαση Κτιρίων.....	48
6.1 Περιγραφή Κτιρίων.....	48
6.2 Κατηγορίες Κτιρίων	49
6.3 Υλικά.....	55
6.3.1 Οπλισμένο Σκυρόδεμα	55
6.3.2 Δομικός Χάλυβας	55
6.4 Φέροντα στοιχεία	55
6.4.1 Οπλισμός Υποστυλωμάτων.....	55
6.4.2 Οπλισμός Δοκών	55

6.4.3 Πλάκες.....	56
6.5 Επιπέδων Στοιχεία Κτιρίων	56
6.6 Φορτία	56
6.7 Γενικές Παραδοχές.....	56
6.8 Αποτίμηση.....	57
6.8.1 Υλικά Αποτίμησης.....	57
6.8.2 Σεισμική Δράση.....	57
6.8.3 Παράμετροι Φάσματος.....	57
6.9 Ξυλότυποι.....	59
Κεφάλαιο 7	70
Προσομοίωση Fespa	70
7.1 Γενικά.....	70
7.2 Κάνναβος.....	70
7.3 Κτίριο	70
7.4 Υποστυλώματα.....	74
7.5 Δοκοί.....	75
7.6 Πλάκες.....	77
7.7 Παραγωγές	78
7.8 Αποτίμηση.....	79
Κεφάλαιο 8	83
Αποτελέσματα Αποτίμησης κατά EC8-3.....	83
8.1 Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης υφιστάμενων κτιρίων.....	83
8.1.1 Εισαγωγή	83
8.1.2 Λόγοι επάρκειας μελών κτιρίων με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος (Κατηγορία 1).....	83
8.1.3 Λόγοι επάρκειας μελών κτιρίων με φυτευτά υποστυλώματα από τον 1 ^ο όροφο (Κατηγορία 2).....	85
8.1.4 Λόγοι επάρκειας κτιρίων χωρίς φυτευτά υποστυλώματα (Κατηγορία 3)	85
8.1.5 Λόγοι επάρκειας κτιρίων με ακανονικότητα σε κάτοψη (Κατηγορία 4)	86
8.2 Καμπύλες Απαίτησης – Ικανότητας κτιρίων με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος (Κατηγορία 1).....	88
8.3 Καμπύλες Απαίτησης – Ικανότητας κτιρίων με φυτευτά υποστυλώματα από τον 1 ^ο όροφο (Κατηγορία 2).....	109

8.4 Καμπύλες Απαίτησης – Ικανότητας κτιρίων χωρίς φυτευτά υποστυλώματα (Κατηγορία 3).....	118
8.5 Καμπύλες Απαίτησης-Ικανότητας κτιρίων με ακανονικότητα στην κάτοψη.....	130
(Κατηγορία 4).....	130
8.6 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Κτιρίων	169
8.6.1 Ιδιοπερίοδος.....	169
8.6.2 Πλαστιμότητα.....	170
8.6.3.Παράγοντας υπεραντοχής.....	171
8.6.4 Στοχευόμενη μετατόπιση.....	173
Κεφάλαιο 9	175
Συμπεράσματα	175
Βιβλιογραφία	176

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 2.1: Επιφάνεια διάρρηξης σεισμικού κύματος (Δούτσος, 2014)	19
Σχήμα 2.2: Τύποι σεισμικών κυμάτων (Δούτσος, 2014).....	20
Σχήμα 3.1: Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας. (Ευρωκώδικας 8).....	30
Σχήμα 3.2: Μέσα φάσματα απόκρισης απόλυτων επιταχύνσεων διαφόρων σεισμών για $\zeta=5\%$, ανάλογα με το είδος του εδάφους (Ψυχάρης, 2016).....	32
Σχήμα 3.3: Ελαστικό φάσμα απόκρισης σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8. (EK8, EN1998-1:2004)	33
Σχήμα 4.1: Καμπύλη τέμνουσας βάσης – μετακίνησης (V-δ) για μη γραμμική στατική ανάλυση υπό σταδιακώς αυξανόμενης έντασης. (Ρεπαπής, 2007).....	41
Σχήμα 4.2: Θέσεις πιθανών πλαστικών αρθρώσεων σε μέλη απλής κατασκευής υπό σεισμική ένταση. (Μπάρος, 2006)	42
Σχήμα 6.1: Προσομοίωμα 3όροφου κτιρίου.....	46
Σχήμα 6.2: Προσομοίωμα 5όροφου κτιρίου.....	49
Σχήμα 6.3: Προσομοίωμα 7όροφου κτιρίου.....	46
Σχήμα 6.4: Προσομοίωμα 9όροφου κτιρίου.....	49
Σχήμα 6.5: Προσομοίωμα 3όροφου κτιρίου.....	47
Σχήμα 6.6: Προσομοίωμα 5όροφου κτιρίου.....	50
Σχήμα 6.7: Προσομοίωμα 7όροφου κτιρίου.....	50
Σχήμα 6.8: Προσομοίωμα 3όροφου κτιρίου.....	48
Σχήμα 6.9: Προσομοίωμα 5όροφου κτιρίου.....	51
Σχήμα 6.10: Προσομοίωμα 7όροφου κτιρίου.....	51
Σχήμα 6.11: Προσομοίωμα 3όροφου κτιρίου.....	49
Σχήμα 6.12: Προσομοίωμα 5όροφου κτιρίου.....	52
Σχήμα 6.13: Προσομοίωμα 7όροφου κτιρίου.....	50
Σχήμα 6.14: Προσομοίωμα 9όροφου κτιρίου.....	52
Σχήμα 7.1: Καρτέλα «Οδηγού» στο Fespa.....	70
Σχήμα 7.2: Καρτέλα «Κτίριο» στο Fespa – Γενική περιγραφή εργασίας	71
Σχήμα 7.3: Καρτέλα «Αντισεισμικός» στο Fespa – Δεδομένα Αντισεισμικού.....	71
Σχήμα 7.4: Καρτέλα «Φάσματος» στο Fespa – Δεδομένα Φάσματος	72
Σχήμα 7.5: Καρτέλα «Σκυροδέματος» στο Fespa – Εισαγωγή στοιχείων σκυροδέματος	73
Σχήμα 7.6: Καρτέλα «Οπλισμού» στο Fespa - Εισαγωγή δεδομένων του οπλισμού κατασκευών	74
Σχήμα 7.7: TAB «Υποστυλώματα» στο Fespa – Εισαγωγή χαρακτηριστικών Υποστυλωμάτων	75
Σχήμα 7.8: TAB «Δοκών» στο Fespa – Εισαγωγή Χαρακτηριστικών Δοκών.....	76
Σχήμα 7.9: Καρτέλα «Φορτίων» στο Fespa – Εισαγωγή Φορτίων Δοκών	76
Σχήμα 7.10: TAB «Πλακών» στο Fespa – Εισαγωγή Χαρακτηριστικών Πλακών	77
Σχήμα 7.11: Καρτέλα «Φορτίων» στο Fespa – Εισαγωγή Φορτίων Πλακών	78
Σχήμα 7.12: Καρτέλα «Γενικά» στο Fespa – Δεδομένα Αποτίμησης.....	80

Σχήμα 7.13: Καρτέλα «Φάσμα» στο Fespa – Εισαγωγή δεδομένων φάσματος αποτίμησης.....	80
Σχήμα 7.14: Καρτέλα «Συντελεστής q» στο Fespa	81
Σχήμα 7.15: Καρτέλα «Υλικά-Αποτίμηση» στο Fespa	82
Σχήμα 8.1: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 3 ορόφους.....	88
Σχήμα 8.2: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 3 ορόφους.....	89
Σχήμα 8.3: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 3 ορόφους.....	90
Σχήμα 8.4: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 5 ορόφους	91
Σχήμα 8.5: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 5 ορόφους.....	92
Σχήμα 8.6: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 5 ορόφους.....	93
Σχήμα 8.7: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 7 ορόφους.....	94
Σχήμα 8.8: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 7 ορόφους.....	95
Σχήμα 8.9: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 7 ορόφους.....	96
Σχήμα 8.10: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 9 ορόφους	97
Σχήμα 8.11: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 9 ορόφους	98
Σχήμα 8.12: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 9 ορόφους	99
Σχήμα 8.13: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους	100
Σχήμα 8.14: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους	101
Σχήμα 8.15: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους	102
Σχήμα 8.16: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 5 ορόφους	103
Σχήμα 8.17: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 5 ορόφους	104
Σχήμα 8.18: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 5 ορόφους	105

Σχήμα 8.79: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους	166
Σχήμα 8.80: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους	167
Σχήμα 8.81: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους	168
Σχήμα 8.82: Ιδιοπερίοδος κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους	170
Σχήμα 8.83: Παράγοντας πλαστιμότητας κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους για στάθμη επιτελεστικότητας DL.....	170
Σχήμα 8.84: Παράγοντας πλαστιμότητας κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD.....	171
Σχήμα 8.85: Παράγοντας υπεραντοχής κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους για στάθμη επιτελεστικότητας DL.....	172
Σχήμα 8.86: Παράγοντας υπεραντοχής κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους για στάθμη επιτελεστικότητας SD.....	173
Σχήμα 8.87: Στοχευόμενη μετατόπιση κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφο.....	174

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Ο πρώτος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός τέθηκε σε εφαρμογή το 1959 (Β.Δ. 1959) και ίσχυε έως το 1985, οπότε και επιδέχθηκε κάποιες σημαντικές βελτιώσεις και προσθήκες. Ο αντισεισμικός κανονισμός του 1959 ήταν δόκιμος σε διεθνές επίπεδο και ενσωμάτωνε δεδομένα της τότε εποχής, κοινωνικά, οικονομικά, τεχνολογικά, τεχνικά. Καθώς όμως το οικονομικό - κοινωνικό - τεχνολογικό επίπεδο διαφοροποιούταν έκτοτε και αυξάνονταν οι χρηστικές και αρχιτεκτονικές απαιτήσεις ο εν λόγω κανονισμός άρχισε να γίνεται παρωχημένος και να ανακύπτουν προβλήματα από την εφαρμογή του σε σύγχρονα κτίρια και απαιτήσεις οι οποίες δεν είχαν προβλεφθεί το 1959, όπως είναι η δημιουργία του ελεύθερου ισογείου Pilotis, η χρήση ελαφρών διαχωριστικών που απέχουν πολύ ως προς την αντοχή και τη δυνατότητα απορρόφησης ενέργειας από τα ισχυρά τούβλα της εποχής, τα κοντά υποστυλώματα κ.τ.λ.. Ως εκ τούτου, κτίρια κατασκευασμένα πριν από το 1985, δεν παρέχουν την απαιτούμενη ασφάλεια έναντι σεισμού, δεδομένης της ανεπαρκούς πλαστιμότητας που τα χαρακτηρίζει. Νέες μελέτες έχουν δείξει ότι οι σύγχρονες κατασκευές, μπορούν να παραλάβουν έως και δύομιση φορές μεγαλύτερο σεισμικό φορτίο από τις κατασκευές που έχουν σχεδιαστεί πριν το 1984. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι, ότι ένας όλο και μεγαλύτερος αριθμός κατασκευών χρήζουν άμεσης επέμβασης και ενίσχυσης της φέρουσας ικανότητας τους, καθώς αποτελούν κίνδυνο για τη δημόσια ζωή. Γίνεται επομένως σαφής η επιτακτική ανάγκη αποτίμησης της συμπεριφοράς των υφιστάμενων κατασκευών έναντι σεισμικών φορτίων, με σκοπό είτε την αντικατάστασή τους από νέους, ικανούς φορείς, είτε συνηθέστερα την αναβάθμιση της σεισμικής τους συμπεριφοράς μέσω μίας σειράς επεμβάσεων. Προς ικανοποίηση της ανάγκης αυτής, ο Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, ΟΑΣΠ, ξεκίνησε το 2000 την έρευνα για την θέσπιση Ελληνικού Κανονισμού Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.), ο οποίος πλέον βρίσκεται σε εφαρμογή με την τελική του μορφή (2η Αναθεώρηση, Αύγουστος 2017). Διαφορετικά υπάρχει η δυνατότητα αποτίμησης και ανασχεδιασμού βάση του EC8-3.

1.1 Στόχος Εργασίας

Στη παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιείται διαστασιολόγηση 21 τυπικών κτιρίων κατοικιών με βάση το Β.Δ. του 1959 (Πρώτος Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός) και ύστερα, γίνεται εφαρμογή του Ευρωκώδικα 8. Δεδομένου ότι τα παραπάνω κτίρια έχουν διαστασιολογηθεί με παλιό κανονισμό είναι αναμενόμενο ότι θα προκύψουν ανεπάρκειες. Η μέθοδος αποτίμησης της σεισμικής επάρκειας των κατασκευών που έχει επιλεγεί για τους απαιτούμενους ελέγχους είναι η ανελαστική στατική ανάλυση (Pushover). Για την στοχευόμενη μετακίνηση έχουν επιλεγεί όλες οι στάθμες επιτελεστικότητας, Περιορισμένες Βλάβες (DL), Σημαντικές Βλάβες (SD), Οιονεί Κατάρρευση (NC). Για την διαστασιολόγηση των κτιρίων με τους παλαιούς κανονισμούς και στην συνέχεια για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητάς τους με χρήση ανελαστικών στατικών αναλύσεων χρησιμοποιείται το λογισμικό Fespa. Κύριος στόχος

είναι να συγκριθούν τα αποτελέσματα που προέκυψαν σχετικά με την μορφή ακανονικότητας των κτιρίων, τον κανονισμό με τον οποίον διαστασιολογήθηκαν και τη γεωμετρία τους.

Κεφάλαιο 2

Σεισμική Δράση

2.1 Εισαγωγή – Σεισμός

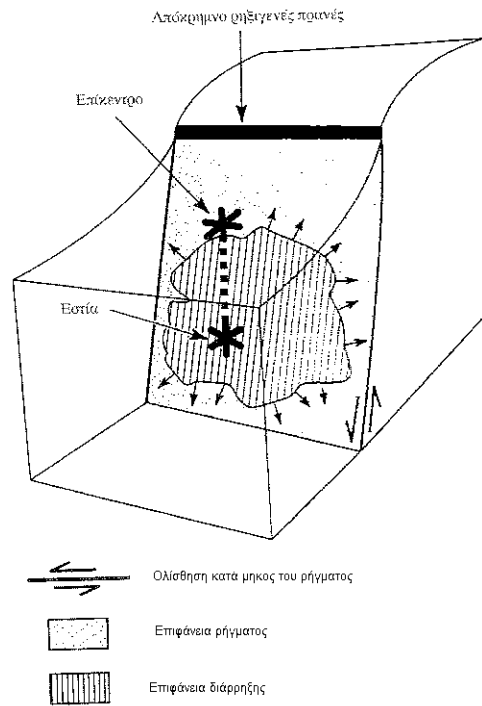
Η Γη είναι ένας «ζωντανός» πλανήτης, στον οποίο πραγματοποιούνται πλήθος διεργασιών στο εσωτερικό του και στην επιφάνεια του. Η σημερινή μορφή του πλανήτη, δεν είναι ίδια με αυτή που είχε πριν από εκατομμύρια χρόνια αλλά ούτε θα παραμείνει ίδια με την πάροδο των χρόνων. Οι σεισμοί, αποτελούν αδιάφενστες ενδείξεις και είναι το αποτέλεσμα των εσωτερικών διεργασιών του πλανήτη, που προκαλούν συνεχώς μεταβολές στην μορφή της επιφάνειας της Γης. (Πιτιλάκης, 2010)

Οι σεισμοί, είναι φυσικά φαινόμενα και ορίζονται ως οι δονήσεις του υπεδάφους που παράγονται κατά την διάρκεια διαταράξεων της μηχανικής ισορροπίας των πετρωμάτων στο εσωτερικό της γης. (Δούτσος, 2014)

2.2 Γένεση σεισμών – Σεισμογόνα ρήγματα

Μετά από την αέναη κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών, στην λιθόσφαιρα διαμορφώνονται χώροι στους οποίους παρατηρείται συνεχής συσσώρευση τάσεων. Οι χώροι αυτοί, ονομάζονται σεισμογόνοι και εντοπίζονται στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών. Όταν οι τάσεις σε έναν σεισμογόνο χώρο υπερβούν το όριο αντοχής των πετρωμάτων τότε επέρχεται θραύση και δημιουργείται επιφάνεια διάρρηξης, που ονομάζεται σεισμογόνο ρήγμα. Η διάρρηξη αυτή, συνοδεύεται από απότομη μετατόπιση των εκατέρωθεν αυτής τεμαχών, έως ότου βρεθούν σε μια νέα κατάσταση ισορροπίας.

Το σημείο του σεισμογόνου χώρου που πρωτοεκδηλώθηκε η θραύση στο βάθος ονομάζεται εστία. Η κατακόρυφη προβολή της εστίας πάνω στην επιφάνεια της Γης είναι το επίκεντρο του σεισμού, ενώ το μέγεθος της κατακόρυφης απόστασης εστίας – επικέντρου ονομάζεται εστιακό βάθος (σχήμα 2.1) . (Παπανικολάου, Σιδέρης, 2012)



Σχήμα 2.1: Επιφάνεια διάρρηξης σεισμικού κύματος (Δούτσος, 2014)

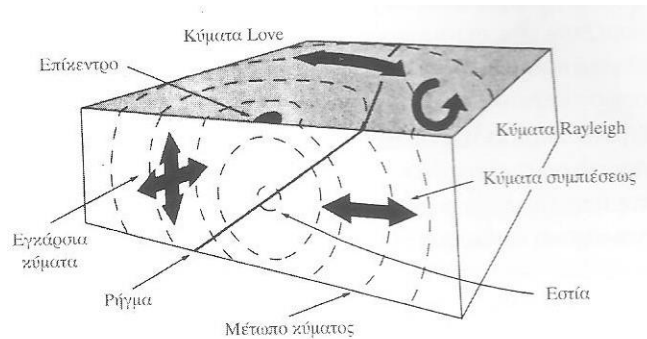
2.3 Σεισμικά Κύματα

Όταν εκδηλώνεται ένας σεισμός, ο σεισμογόνος χώρος δέχεται δύο είδη παραμόρφωσης, μεταβολή του όγκου και του σχήματος του. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, την δημιουργία κυμάτων χώρου που περιλαμβάνουν τα επιμήκη (από την μεταβολή του όγκου) και τα εγκάρσια (από την μεταβολή του σχήματος). Τα δύο αυτά κύματα, γεννιούνται ταυτόχρονα και η διάδοσή τους γίνεται προς όλες τις κατευθύνσεις, όμως με διαφορετικό τρόπο και ταχύτητα. Στα επιμήκη κύματα, η διάδοση γίνεται μέσα από διαδοχικές πυκνώσεις και αραιώσεις της ύλης κατά τον άξονα της κίνησης, ενώ στα εγκάρσια μέσα από ταλαντώσεις κάθετα στον άξονα της κίνησης. (Παπανικολάου, Σιδέρης, 2012)

Ως προς την ταχύτητα διάδοσης, τα επιμήκη κύματα διαδίδονται γρηγορότερα από τα εγκάρσια και γι' αυτό τον λόγο καταγράφονται νωρίτερα στους σειсмоγράφους. Λόγω της διαφοράς στην ταχύτητα διάδοσής τους, τα επιμήκη ονομάζονται ως P (primary) ενώ τα εγκάρσια ως S(secondary).

Τέλος, στη επιφάνεια της Γης σχηματίζονται τα επιφανειακά κύματα που αποτελούν και τα τελευταία κύματα που καταγράφονται στους σειсмоγράφους. Τα κύματα αυτά, αποτελούνται από τα κύματα Rayleigh, κατά την διάδοση των οποίων τα σημεία του εδάφους διαγράφουν περιστροφική διαδρομή παράλληλη προς την διεύθυνση διάδοσης του κύματος, καθώς και τα

κύματα Love στα οποία η κίνηση των σημείων γίνεται κάθετα προς αυτήν. Στον συνδυασμό των κινήσεων που διαγράφουν τα αντικείμενα ως αποτέλεσμα της συμβολής των κυμάτων, οφείλεται η καταστρεπτικότητα των σεισμών. (Δούτσος, 2014)



Σχήμα 2.2: Τύποι σεισμικών κυμάτων (Δούτσος, 2014)

2.4 Μετρήσεις σεισμών

Τα βασικά όργανα καταγραφής της σεισμικής κίνησης είναι οι σειсмоγράφοι και οι επιταχυνσιογράφοι. Το μέγεθος του σεισμού, προσδιορίζεται από το πλάτος των κυμάτων S και της διαφοράς στο χρόνο αύξησης των κυμάτων P και S και μετριέται με την κλίμακα Ρίχτερ (Richter magnitude scale), η οποία είναι λογαριθμική και δεν έχει ανώτατο όριο. Δηλαδή υπάρχει εκθετική αναλογία μεταξύ μεγέθους σε Ρίχτερ (R) και εκλυόμενης ενέργειας.

Ένας άλλος τρόπος μέτρησης του σεισμού, είναι η μέτρηση του αποτελέσματος του σεισμού στην ευρύτερη περιοχή που επλήγη που το εκφράζουμε ως ένταση. Η ένταση του σεισμού, υπολογίζεται εμπειρικά με βάση τις επιπτώσεις του σεισμού στον άνθρωπο, το περιβάλλον και τις κατασκευές και για την εκτίμησή της στην Ελλάδα όπως και στην υπόλοιπη Ευρώπη χρησιμοποιείται η αναθεωρημένη 12βάθμια κλίμακα Mercalli.

Η ένταση σε έναν συγκεκριμένο τόπο, δηλαδή το μέγεθος της καταστροφής που προκαλείται από έναν σεισμό εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, όπως:

- Το εστιακό βάθος
- Το μέγεθος του σεισμού
- Την απόσταση του epicέντρου
- Την διάρκεια του σεισμού
- Την θέση και τις διαστάσεις του σεισμογόνου ρήγματος
- Τον μηχανισμό γένεσης του σεισμού και την κατευθυντικότητα των κυμάτων
- Την γεωλογική δομή του χώρου ανάμεσα στην εστία και τον συγκεκριμένο τόπο
- Την ποιότητα των κατασκευών

(Παπανικολάου, Σιδέρης, 2012)

2.5 Επιπτώσεις Σεισμών

Μετά από έναν σεισμό ή κατά την διάρκεια του, είναι πιθανό να εκδηλωθούν κάποια φαινόμενα που συνδέονται άμεσα με την σεισμική δόνηση και τα πιο σημαντικά από αυτά είναι:

- Τσουνάμι: Με τον όρο αυτό, αναφερόμαστε σε σεισμικά θαλάσσια κύματα τα οποία σχηματίζονται στα ανοιχτά της θάλασσας, έχουν μεγάλο μήκος κύματος κινούνται με πολύ μεγάλη ταχύτητα προκαλώντας τεράστιες καταστροφές σε παραθαλάσσιες περιοχές. Τα τσουνάμι, σχηματίζονται συνήθως μετά από μεγάλους υποθαλάσσιους σεισμούς (πάνω από 7,5R) ή μετά από σφοδρές εκρήξεις θαλάσσιων ηφαιστείων.
- Κατολισθήσεις – καταπτώσεις: Πρόκειται για ολισθήσεις μεγάλων εδαφικών μαζών που συμβαίνουν σε επικλινείς μορφολογικές επιφάνειες (π.χ. πλαγιές βουνών) ή για αποκολλήσεις μεγάλων βράχων σε ήδη χαλαρές κατακερματισμένες βροχομάζες, κατά την διάρκεια του σεισμού. Όμως είναι σημαντικό να αναφερθεί, ότι οι κατολισθήσεις και οι καταπτώσεις, δεν αποτελούν φαινόμενα που δεν θα συνέβαιναν ούτως ή άλλως με την πάροδο του χρόνου, αλλά με την εκδήλωση του σεισμού επιτυγχάνεται και η εκδήλωση τους.
- Ρευστοποιήσεις εδαφών: Το φαινόμενο αυτό, παρατηρείται σε παράκτιες περιοχές και πεδινές περιοχές με χαλαρά λεπτομερή ιζήματα, διαποτισμένα με νερό, όταν αυτά υπόκεινται σε επαναλαμβανόμενες διατμητικές φορτίσεις από τα σεισμικά κύματα.
- Διαταράξεις στην κυκλοφορία των υπόγειων υδάτων με δημιουργία ή/και εξαφάνιση πηγών
- Πυρκαγιές λόγω βλαβών σε δίκτυα
- Ατυχήματα σε εργοστάσια, λιμάνια, υδροηλεκτρικά φράγματα κτλ.

(Παπανικολάου, Σιδέρης, 2012)

2.6 Οι κυριότερες αιτίες βλάβης στα κτίρια

Η μορφή μιας κατασκευής, επιδρά σε σημαντικό βαθμό στον τρόπο συμπεριφοράς της κατά την διάρκεια μιας σεισμικής διέγερσης και γι' αυτό αποτελεί σημαντικό παράγοντα σχετικά με τις σημερινές αντιλήψεις περί αντισεισμικού σχεδιασμού. Η βέλτιστη αντίσταση μιας κατασκευής έναντι σεισμικών δράσεων, αποτελεί βασικό παράγοντα κατά τον σχεδιασμό της και γι' αυτό η μορφολογία και ο τύπος του δομικού συστήματος θα πρέπει να μορφοποιούνται την αρχή σύμφωνα με τις σύγχρονες αρχές και αντιλήψεις του αντισεισμικού σχεδιασμού και να δίνεται ιδιαίτερη προσοχή στα λάθη που θα πρέπει να αποφεύγονται. (Καραγιάννης, 2019)

2.6.1 Απόκλιση Φάσματος σχεδιασμού από το Φάσμα αποκρίσεως

Η αδυναμία εκτίμησης των χαρακτηριστικών της αναμενόμενης σεισμικής διέγερσης κατά την φάση σχεδιασμού του έργου, αποτελεί την πρώτη και σημαντικότερη αιτία εμφάνισης βλαβών σε μια κατασκευή. Στα περισσότερα αστικά κέντρα, υπάρχουν κτίρια τα οποία κτίστηκαν έως και πριν από 100 χρόνια και δεν καλύπτουν τις σύγχρονες αρχές του αντισεισμικού σχεδιασμού. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, σε περίπτωση που συμβεί ένας ισχυρός σεισμός τα κτίρια που είναι κατασκευασμένα με βάση τους παλαιότερους κανονισμούς και όχι τις σύγχρονες απαιτήσεις να

εμφανίσουν βλάβες, χωρίς όμως να αποκλείεται και η εμφάνιση βλαβών σε σύγχρονα κτίρια για τους εξής λόγους:

- Το γεγονός ότι τα τελευταία χρόνια έχουν γίνει πολλά βήματα βελτίωσης στις αντισεισμικές κατασκευές, δεν σημαίνει ότι το πρόβλημα της σεισμικής προστασίας έχει λυθεί και δεν θα μας απασχολήσει τα επόμενα χρόνια. Αυτό σημαίνει, ότι όπως οι κατασκευές που σχεδιάστηκαν παλαιότερα ή και πριν μερικά χρόνια σήμερα είναι μέχρι έναν βαθμό εκτός προδιαγραφών έτσι και οι κατασκευές που σχεδιάζονται σήμερα στο μέλλον είναι πολύ πιθανό να αποτελούν πρόβλημα.
- Ο σχεδιασμός των σύγχρονων κατασκευών, γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε όταν συμβεί ο σεισμός σχεδιασμού οι κατασκευές να λειτουργήσουν ανελαστικά.

Σε αυτό το σημείο αξίζει να τονισθεί, ότι ανεξαρτήτως από όσα αναφέρθηκαν ενδεικτικά παραπάνω, υπάρχουν χαρακτηριστικά της κατασκευής τα οποία αποτελούν παράγοντες που αυξάνουν την τρωτότητα των κτιρίων σε σεισμό. (Μπάρκας, 2000)

2.6.2 Υποστυλώματα

Μετά από την εκδήλωση ενός σεισμού, οι βλάβες που δημιουργούνται στα υποστυλώματα των κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα αποτελούν την πλειοψηφία και συγχρόνως είναι και οι πιο σοβαρές βλάβες που προκύπτουν. Η πλειονότητα αυτών, οφείλεται σε αστοχίες ποικίλων μορφών στα άκρα των υποστυλωμάτων ανάλογα με τις σχετικές τιμές των φορτίων διατομής (N, Q, M) και διάφορους κατασκευαστικούς παράγοντες. Η αστοχία στα υποστυλώματα, εκδηλώνεται με προοδευτική θραύση και αποδιοργάνωση του σκυροδέματος που οφείλεται στην χαμηλή ποιότητα του, τους αραιούς συνδετήρες ή την παντελή έλλειψη τους, η ύπαρξη ισχυρών δοκών και τέλος η ισχυρή και με πολλούς κύκλους σεισμική διέγερση. (Μπάρκας, 2000)

2.6.3 Ασυμμετρία στην διάταξη στοιχείων ακαμψίας σε κάτοψη

Ο πυρήνας του κλιμακοστασίου αποτελεί το βασικότερο στοιχείο ακαμψίας στον σκελετό ενός κτιρίου, αφού μπορεί να αναλάβει το μεγαλύτερο ποσοστό ή ακόμη και το σύνολο των σεισμικών διεγέρσεων. Επομένως, η τοποθέτηση του στην κάτοψη του κτιρίου αποτελεί παράγοντα καίριας σημασίας για την συμπεριφορά του κτιρίου στον σεισμό. (Μπάρκας, 2000)

2.6.4 Ανοικτό ισόγειο (Pilotis)

Το ανοικτό ισόγειο (πυλωτή), είναι μια περίπτωση ορόφου χωρίς τοιχοποιίες πλήρωσης η οποία πλέον είναι μια πολύ συνήθης περίπτωση που εφαρμόζεται για πρακτικούς ή αρχιτεκτονικούς λόγους. Στην περίπτωση αυτή, δεν υπάρχει τοποθέτηση τοιχοπληρώσεων μόνο στο ισόγειο με αποτέλεσμα να δημιουργείται απότομη μεταβολή της δυσκαμψίας καθ' ύψος. Επομένως, οι όροφοι οι οποίοι δεν έχουν τοιχοποιίες ή έχουν λιγότερες σε σχέση με άλλους ορόφους, έχουν μειωμένη δυσκαμψία που έχει ως αποτέλεσμα κατά την διάρκεια μιας σεισμικής διέγερσης να έχουν μεγαλύτερες απαιτήσεις σε αντοχή και πλαστιμότητα καθώς δέχονται μεγαλύτερες σχετικές μετατοπίσεις. (Καραγιάννης, 2019)

2.6.5 Κοντά διατμητικά υποστυλώματα

Κοντά διατμητικά υποστυλώματα, κατασκευάζονται συνήθως σε υπόγειους χώρους με σκοπό την δημιουργία παραθύρων για την εξασφάλιση του φωτισμού. Έχουν μικρή πλαστιμότητα, λόγω του έντονου διατμητικού τους χαρακτήρα και κατά την διάρκεια μιας σεισμικής διέγερσης είναι πιθανή η υπέρβαση του σεισμού σχεδιασμού με αποτέλεσμα την ψαθυρή τους αστοχία. Για τους παραπάνω λόγους, συνιστάται να αποφεύγεται η κατασκευή τους αν αυτό είναι δυνατό. (Καραγιάννης, 2019)

2.6.6 Κάτοψη κτιρίου

Σε περιπτώσεις κτιρίων με κάτοψη σχήματος Γ, Π και Τ στα οποία υπάρχει γεωμετρική ασυμμετρία, δημιουργείται ανομοιόμορφη κατανομή της δυσκαμψίας μεταξύ των τμημάτων της κάτοψης κατά τις διευθύνσεις x και y. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, την ανάγκη δημιουργίας κοινού τρόπου κίνησης μεταξύ των τμημάτων της κατασκευής μέσω των διαφραγμάτων έτσι ώστε η κατασκευή να κινηθεί ως ενιαίο σύνολο. Κατά την διάρκεια μιας σεισμικής διέγερσης, τα εύκαμπτα τμήματα έχουν την τάση να κινηθούν περισσότερο από τα δύσκαμπτα με αποτέλεσμα την δημιουργία ισχυρών δυνάμεων απόσχισης μεταξύ αυτών των τμημάτων προκαλώντας σε ορισμένες περιπτώσεις σημαντικές βλάβες όπως απόσχιση των πλακών ή και συνολική αστοχία με καταρρεύσεις.

Έναν ακόμη σημαντικό παράγοντα αποτελεί και η κακή διάταξη των κατακόρυφων στοιχείων της κατασκευής. Σε αυτήν την περίπτωση, προκαλείται απομάκρυνση του κέντρου δυσκαμψίας από την θέση του γεωμετρικού κέντρου της κάτοψης, που σε συνήθη περίπτωση κατασκευής με ομοιόμορφη κατανομή μάζας, αυτά συμπίπτουν. Έτσι, λόγω του ότι οι σεισμικές δυνάμεις που αναπτύσσονται σε μια κατασκευή εφαρμόζονται στα κέντρα μάζας των ορόφων, όταν το γεωμετρικό κέντρο συμπίπτει με το κέντρο μάζας, προκαλούνται μεταφορικές κινήσεις της κατασκευής χωρίς στρωφικές ταλαντώσεις. Στην αντίθετη περίπτωση που τα δυο κέντρα δεν συμπίπτουν, αναπτύσσονται στρεπτική ροπή και στρωφική ταλάντωση. (Καραγιάννης, 2019)

2.6.7 Ύψος κατασκευής

Το συνολικό ύψος H της κατασκευής, δεν θα πρέπει να ξεπερνά σε μεγάλο βαθμό το ελάχιστο πλάτος L της κατόψεως. Για μεγάλες τιμές του πηλίκου H/L, τα μη γραμμικά φαινόμενα δευτέρας τάξεως είναι πιο έντονα, οι αξονικές ταλαντώσεις των στύλων και οι αδρανειακές ροπές με οριζόντιο άξονα των πατωμάτων είναι σημαντικές. Έτσι, για την αποφυγή των επιρροών αυτών, συνιστάται η τήρηση της σχέσης (Μπάρκας, 2000):

$$H/L \leq 3 \div 4$$

3.6.8 Θεμελίωση

Η μορφή της θεμελίωσης μιας κατασκευής έχει άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις που επηρεάζουν αναλόγως το μέγεθος των βλαβών.

Στις άμεσες επιπτώσεις ανήκουν:

- Η αστοχία του σώματος της θεμελίωσης
- Η θραύση του εδάφους της θεμελίωσης
- Η ρευστοποίηση του εδάφους θεμελίωσης
- Οι διαφορικές καθιζήσεις του εδάφους θεμελίωσης
- Η μερική ή γενική κατολίσθηση του εδάφους θεμελίωσης.

Οι έμμεσες επιπτώσεις, συνδέονται με την κίνηση σε διαφορετική φάση των επιμέρους υποστυλωμάτων στην βάση τους, όταν η θεμελίωση δεν διασφαλίζει την μεταξύ τους σύνδεση ή η προβλεπόμενη σύνδεση είναι εύκαμπτη, με αποτέλεσμα τόσο κατά την οριζόντια όσο και κατά την κατακόρυφη διεύθυνση να προκαλούνται πρόσθετες εντάσεις με αποτέλεσμα την εκδήλωση μεγαλύτερου ποσοστού βλάβης σε κτίρια με μεμονωμένα πέδιλα. (Μπάρκας, 2000)

2.7 Εξέλιξη Αντισεισμικών κανονισμών και κανονικότητα κατά EC8

Μέχρι το τέλος της δεκαετίας του '90 η σεισμοί που είχαν λάβει χώρα είχαν ως αποτέλεσμα εκατοντάδες θύματα και οικονομικές ζημιές, ωστόσο ο πρώτος υποχρεωτικός αντισεισμικός σχεδιασμός ξεκινά από το 1959 γι' αυτό ξεκινάμε την ιστορική αναδρομή από το 1959.

2.7.1 Αντισεισμικός Κανονισμός του 1959

Ο πρώτος Αντισεισμικός Κανονισμός του 1959, δημοσιεύτηκε με το Β.Δ. 19-2-1959 (ΦΕΚ 36Α /26-2-1959) «Περί Αντισεισμικού Κανονισμού Οικοδομικών έργων». Περιλαμβάνει τις εξής βασικές του διατάξεις:

- Οι περιοχές της χώρας κατατάσσονται σε τρεις κατηγορίες, ασθενώς (I), μετρίως (II) και ισχυρώς (III) σεισμόπληκτες Τα εδάφη αναλόγως με τη σεισμική επικινδυνότητα κατατάσσονται σε τέσσερις κατηγορίες εδαφών:
 1. μικρής,
 2. μέτριας,
 3. μεγάλης,
 4. εξαιρετικής σεισμικής επικινδυνότητας.
- Ο σεισμός εισάγεται ως οριζόντια (στατική) δύναμη (+ -) εναλλασσόμενη H_i στο κέντρο κάθε μάζας M_i : ίση με σταθερό ποσοστό ε (συντελεστής επιβαρύνσεως) του βάρους της. Ο σεισμικός συντελεστής $\varepsilon = a/g$ (%g) προκύπτει από τον συνδυασμό περιοχής σεισμικότητας και κατηγορίας εδάφους, κυμαινόμενος από $\varepsilon = 0,04$ μέχρι $\varepsilon = 0,16$ ($\alpha =$ επιτάχυνση σεισμού).
- Σε ειδικές περιπτώσεις (πρόβολοι κ.λπ.) εφαρμόζεται και κατακόρυφη δύναμη, $V_i = 3\varepsilon * (M_i * g)$.

- Εφαρμόζεται η ακριβής ελληνική μέθοδος αντισεισμικού υπολογισμού (μέθοδος Ρουσόπουλου), ή μία των ευρέως αποδεκτών άλλων επιστημονικών μεθόδων.
- Συνιστάται η τοποθέτηση τοιχωμάτων. Κατά την στατική ανάλυση συνήθων οικοδομικών έργων, επιτρέπεται η διάσπαση των διατομών τοιχωμάτων μορφής Γ, Τ, στα επί μέρους ορθογωνικά σκέλη τους.
- Σε κτίρια με Φ.Ο. οπλισμένου σκυροδέματος επιβάλλεται πρόσθετος ειδικός έλεγχος περιμετρικών υποστυλωμάτων και δοκών με οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις και συντελεστή $\varepsilon/2$ (όπου $\varepsilon \leq 0,06$).
- Σύσταση, τα γωνιακά υποστυλώματα να έχουν διατομή σχήματος Γ με ελάχιστο πάχος 20 cm και μήκος 35 cm. Εναλλακτικά, οι ελάχιστες διαστάσεις ορθογωνικών διατομών είναι: 30x30 για τους τρεις ανώτατους ορόφους, 35x35 για τους κατώτερους, οπλισμός $\geq 12\text{cm}^2$. (Β.Δ., 1959)

2.7.2 Διαστασιολόγηση με την μέθοδο επιτρεπόμενων τάσεων

Συνήθη οικοδομικά έργα με άνοιγμα οριζόντιων φορέων $\leq 6,5$ m ύψη ορόφων $\leq 5,5$ m, για σεισμικότητα I ή II και $\varepsilon \leq 0,08$ απαλλάσσονται από τον κανονικό αντισεισμικό έλεγχο, εφόσον:

- Υπάρχουν επαρκή τοιχώματα κατά τις 2 κύριες διευθύνσεις, κοντά στην περίμετρο ώστε το Κέντρο Ελαστικής Στροφής κάθε ορόφου να βρίσκεται στο κεντρικό 1/3 της κάτοψης.
- Η ολική διατομή τους ανά όροφο και διεύθυνση, σε σχέση με το εμβαδόν υπερκείμενων ορόφων είναι μεγαλύτερη:
 - Του 1/500 για $\varepsilon=0,06$ ή $\varepsilon=0,08$
 - Του 1/800 για $\varepsilon=0,04$
- Το μήκος κάθε τοιχώματος είναι τουλάχιστον:
 - 1,20 m για $\varepsilon=0,06$ ή $\varepsilon=0,08$
 - 1,00 m για $\varepsilon=0,04$
- Στις επαλληλίες φορτίσεων με σεισμό, επιτρέπεται υπέρβαση τάσεων κατά 20% στο οπλισμένο σκυρόδεμα και 50% στο έδαφος.

2.8 Τροποποίηση του 1894 στον Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959

Λόγω των προβλημάτων από άλλους σεισμούς ήταν αναγκαίο να γίνει τροποποίηση του Αντισεισμικού Κανονισμού του 1959. Οι βασικές διατάξεις είναι οι εξής:

1. Εισάγεται ο συντελεστής «σπουδαιότητας» κτιρίου ως πολλαπλασιαστής του σεισμικού συντελεστή ε_0 .
2. Για κτίρια με παραπάνω από 3 ορόφους η ανάλυση του φέροντος οργανισμού θα πρέπει να γίνεται με το μοντέλο του «πολυώροφου πλαισίου».
3. Πρέπει να γίνεται άνω τριγωνική κατανομή των οριζόντιων σεισμικών φορτίων.
4. Επιβάλλεται έλεγχος των οριζόντιων μετακινήσεων λόγω σεισμού. Σε περίπτωση υπέρβασης των ορίων, απαιτείται ικανοτικός έλεγχος. Σημειώνεται ότι είναι η πρώτη φορά για τα ελληνικά δεδομένα που συναντάται ο όρος του ικανοτικού ελέγχου σε μια απλουστευμένη μορφή του.

5. Θεσπίζεται πληθώρα ελέγχων και κατασκευαστικών συστάσεων σε δομικά στοιχεία Ω.Σ., κόμβους πλαισίων και τοιχοπληρώσεις, για την εξασφάλιση επαρκούς πλαστιμότητας στις κρίσιμες περιοχές του Φ.Ο.. Συγκεκριμένα, γίνεται πύκνωση συνδετήρων, σε ένα μήκος L_{cr} από τους κόμβους, των υποστυλωμάτων και των δοκών.
6. Ο Κανονισμός δημιουργεί νέες υπολογιστικές ανάγκες για την στατική επίλυση των πολυώροφων πλαισίων, που συμπίπτουν με την αρχή της εξάπλωσης των προσωπικών υπολογιστών. (Β.Δ., 1959)

2.8.1 Στατική απλότητα

Η έννοια στατική απλότητα σημαίνει ότι υπάρχει μία διαθέσιμη σαφής και άμεση διαδρομή για τη μεταφορά των σεισμικών δυνάμεων. Οι δυνάμεις αυτές συσχετίζονται με τις μάζες του φορέα. Ένα μέρος αυτών των μαζών βρίσκεται στα στοιχεία των δαπέδων, τα οποία παράγουν τις οριζόντιες σεισμικές δυνάμεις και τις ασκούν στα κατακόρυφα στοιχεία. Τα οποία στην συνέχεια μεταφέρουν τις δυνάμεις αυτές στο έδαφος, επομένως και την θεμελίωση. Έχοντας υπόψη ότι, ακόμη και για ένα πολύ καλά σχεδιασμένο φορέα, ένας σεισμός μεγάλης έντασης που οδηγεί τον φορέα μας στα όριά του με αποτέλεσμα να αποκαλύψει όλες τις κρυφές αδυναμίες και τα ελαττώματά του, οι απλοί φορείς πλεονεκτούν επειδή η ανάλυση, η διαστασιολόγηση, η κατασκευή τους υπόκεινται σε σημαντικά μικρότερη αβεβαιότητα και, επομένως, η σεισμική τους συμπεριφορά είναι πολύ πιο συνεπής. (Ζέκιο, 2021)

2.9 Βασικές αρχές σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ

2.9.1 Σκοπός και Πεδίο Εφαρμογής

Με βάση τα όσα προαναφέραμε, η αποτίμηση μιας κατασκευής μπορεί να γίνει είτε με τον ΚΑΝ. ΕΠΕ είτε με τον EC8-3 (Ευρωκώδικας 8- Μέρος 3). Ιδιαίτερα, ο Κανονισμός του ΚΑΝ. ΕΠΕ. καθορίζει κάποια κριτήρια για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας υφισταμένων δομημάτων και κανόνων εφαρμογής για τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό τους, καθώς και για τις ενδεχόμενες επεμβάσεις, επισκευές ή ενισχύσεις. Συγκεκριμένα, οι διατάξεις υποχρεωτικής εφαρμογής του κανονισμού καθορίζουν (ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2017, §1.1.3):

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

Γενικότερα το πεδίο εφαρμογής του κανονισμού αφορά την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας και τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό υφισταμένων δομημάτων ή μελών τους. Βασικές αρχές και κριτήρια του Κανονισμού, όπως π.χ. οι στάθμες επιτελεστικότητας και οι στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού, οι στάθμες αξιοπιστίας των δεδομένων (και η επιρροή τους), οι προβλέψεις για τον καθολικό δείκτη συμπεριφοράς q , ή τους δείκτες μελών m κ.λπ., μπορούν να εφαρμόζονται και για κτίρια με φέροντα οργανισμό από άλλα υλικά. Έργα «υψηλής διακινδύνευσης» για τον πληθυσμό δεν καλύπτονται από τον Κανονισμό αυτόν. Ο Κανονισμός δεν καλύπτει τα έργα «υψηλής διακινδύνευσης», δηλαδή αυτά των οποίων ενδεχόμενη βλάβη

μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες σε μεγάλη έκταση έξω από την περιοχή του έργου (π.χ. φράγματα ή θαλάσσια έργα). (ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2017, §1.2.1)

Ο Κανονισμός καλύπτει τους ελέγχους υφιστάμενων δομημάτων χωρίς εμφανείς βλάβες ή φθορές, όπως επίσης και τον ενδεχόμενο αντισεισμικό ανασχεδιασμό των δομημάτων αυτών. Καλύπτει επίσης και τον έλεγχο, την επισκευή ή ενίσχυση και τον αντισεισμικό ανασχεδιασμό υφιστάμενων δομημάτων που έχουν υποστεί βλάβες. Όμως, αξιόπιστα κριτήρια ανασχεδιασμού δίνονται μόνο για τις συνηθέστερες από αυτές. Ο σχεδιασμός, η κατασκευή και η χρήση ενός δομήματος έναντι συνδυασμών δράσεων στις οποίες περιλαμβάνονται τυχηματικές δράσεις, όπως ο σεισμός, γίνεται με τρόπο ώστε να εξασφαλίζεται η ικανοποίηση, εν όλω ή εν μέρει, των ακόλουθων απαιτήσεων, αναλόγως της στάθμης επιτελεστικότητας: (ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2017, §1.2.2 & § 1.2.3)

- Η πιθανότητα κατάρρευσης του δομήματος (ή τμημάτων του) να είναι επαρκώς μικρή.
- Οι βλάβες σε στοιχεία του φέροντος οργανισμού υπό τη δράση σχεδιασμού να είναι περιορισμένες και επιδιορθώσιμες
- Οι βλάβες για δράσεις μικρότερης έντασης να ελαχιστοποιούνται, και
- Να διασφαλίζεται μια ελάχιστη στάθμη λειτουργιών του δομήματος, ανάλογα με τη χρήση και τη σημασία του. Τα υφιστάμενα δομήματα:
 - Αντικατοπτρίζουν τον βαθμό γνώσεων κατά το χρονικό διάστημα που μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν
 - Πιθανώς εμπεριέχουν αφανή σφάλματα, ενώ
 - Ενδέχεται να έχουν υποστεί άγνωστες καταπονήσεις και επιδράσεις. (ΚΑΝ.ΕΠΕ. 2017, §1.3.1)

2.9.2 Αποτίμηση υφιστάμενων δομημάτων

Γενικά η αποτίμηση υφιστάμενων δομημάτων ακολουθεί 3 βήματα τα οποία είναι:

1. Συλλογή στοιχείων (έρευνα του ιστορικού του δομήματος)
2. Ανάλυση, και
3. Έλεγχος οριακών καταστάσεων

Σκοπός της αποτίμησης ενός υφιστάμενου δομήματος είναι η εκτίμηση της διαθέσιμης φέρουσας ικανότητας και ύστερα η τήρηση των ελάχιστων υποχρεωτικών απαιτήσεων που επιβάλλονται από τους ισχύοντες κανονισμούς. Η εκτίμηση της διαθέσιμης φέρουσας ικανότητας προκύπτει από στοιχεία που προκύπτουν από την έρευνα του ιστορικού του δομήματος. Η έρευνα αυτή γίνεται από τον Μηχανικό καθώς και η σειρά των διερευνητικών εργασιών που θα υλοποιηθούν ώστε να προκύψουν οι παραδοχές της αποτίμησης. Η διαδικασία της αποτίμησης διακλαδίζεται σε δύο περιπτώσεις, στην ύπαρξη βλαβών και στη μη ύπαρξη βλαβών. Στην περίπτωση που δεν υπάρχουν βλάβες, το αποτέλεσμα της αποτίμησης, ανάλογα με τον επιδιωκόμενο στόχο ανασχεδιασμού, θα οδηγήσει στην απόφαση για ενίσχυση ή όχι του δομήματος. Στην περίπτωση που ήδη υπάρχουν βλάβες, η διαδικασία αποτίμησης έχει δύο σκέλη:

- Αποτιμάται πρώτα το δόμημα ως έχει, με συνεκτίμηση των βλαβών. Ανάλογα με τον επιδιωκόμενο στόχο ανασχεδιασμού, το αποτέλεσμα της αποτίμησης θα οδηγήσει στην απόφαση για επέμβαση (επισκευή ή/και ενίσχυση) ή όχι.
- Σε περίπτωση που απαιτείται επέμβαση, αποτιμάται το δόμημα στην προ των βλαβών κατάσταση, δηλαδή με την παραδοχή ότι απλώς θα αποκατασταθούν (επισκευασθούν) οι βλάβες. Ανάλογα με τον επιδιωκόμενο στόχο ανασχεδιασμού, το αποτέλεσμα της αποτίμησης αυτής θα οδηγήσει στην απόφαση για απλή μόνον επισκευή ή για επισκευή και ενίσχυση. Οι αρχές αποτίμησης βασίζονται στην ιδιότητα του φέροντα οργανισμού και στην ικανότητά του να φέρει μόνο κατακόρυφα ή και σεισμικά φορτία. Στη πρώτη περίπτωση ο υφιστάμενος φέρων οργανισμός προβλέπεται να συμμετάσχει στη διαμόρφωση του ανασχεδιαζόμενου φορέα για την ανάληψη μόνον κατακόρυφων φορτίων, η αποτίμησή του μπορεί να γίνεται με βάση απλές, πάντως συντηρητικές, μεθόδους. Αντίθετα στη δεύτερη περίπτωση ο υφιστάμενος φέρων οργανισμός προβλέπεται να συμμετάσχει στη διαμόρφωση του ανασχεδιαζόμενου φορέα για την ανάληψη τόσο κατακόρυφων όσο και σεισμικών φορτίων, πρέπει να γίνεται αποτίμησή του με βάση πιο αναλυτικές και σίγουρες μεθόδους. Μία ακόμη σημαντική παράμετρος που θα αναλυθεί είναι η συνεκτίμηση των τοιχοποιιών πλήρωσης. Συγκεκριμένα :
 - Οι τοιχοποιίες πλήρωσης δεν επιτρέπεται να συνεκτιμώνται στην ανάληψη μη σεισμικών δράσεων.
 - Οι τοιχοποιίες πλήρωσης συνιστάται να συνεκτιμώνται στην ανάληψη σεισμικών δράσεων.
 - Οι τοιχοποιίες πλήρωσης συνεκτιμώνται υποχρεωτικώς στην ανάληψη σεισμικών δράσεων, όταν αυτό συνεπάγεται δυσμενή αποτελέσματα για τον φέροντα οργανισμό σε γενικό ή τοπικό επίπεδο. (Ζέκιο, 2021)

Κεφάλαιο 3

Φάσμα Απόκρισης

3.1 Ορισμός

Το φάσμα απόκρισης είναι ένα διάγραμμα που δίνει την μέγιστη τιμή κάποιου μεγέθους απόκρισης (π.χ. απόλυτη επιτάχυνση, σχετική μετακίνηση κλπ) που θα αναπτυχθεί σε μονοβάθμιους ταλαντωτές με συγκεκριμένη απόσβεση ζ , σε κάποια δεδομένη σεισμική διέγερση. Εφόσον η απόσβεση είναι ίδια σε όλους τους ταλαντωτές, η παράμετρος που προσδιορίζει τις ιδιότητες κάθε ταλαντωτή είναι η ιδιοπερίοδος του. (Ψυχάρης, 2016)

3.2 Ψευδοφάσματα

Για μικρές τιμές του συντελεστή απόσβεσης, η απόλυτη επιτάχυνση και η σχετική ταχύτητα μπορούν να υπολογιστούν από την μετακίνηση προσεγγιστικά ως εξής:

$$SA \cong \omega^2 \cdot SD = PSA \quad (3.1)$$

$$SV \cong \omega \cdot SD = PSV \quad (3.2)$$

όπου:

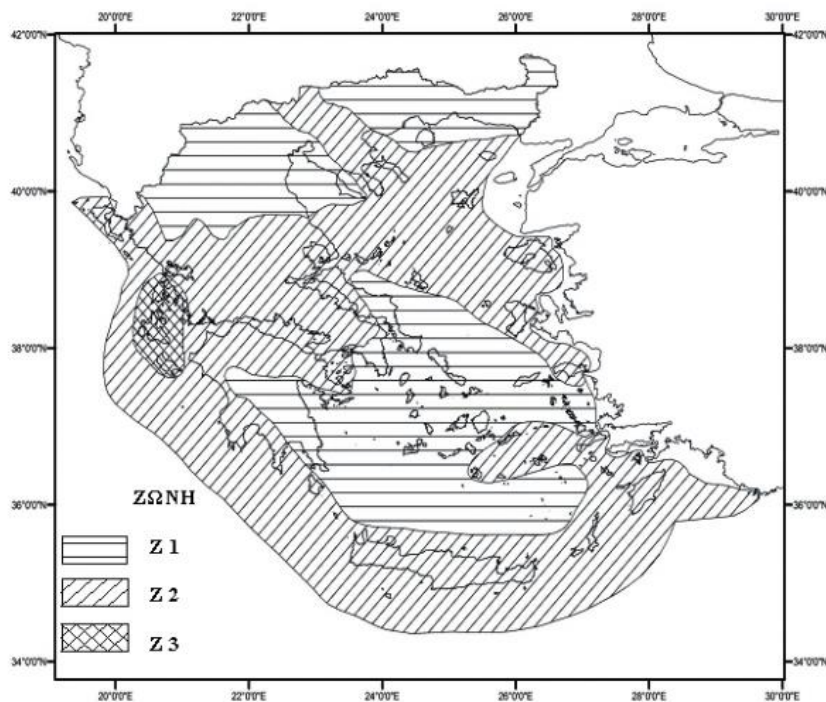
PSV (Pseudo Spectral Velocity) = Ψευδοφασματική Ταχύτητα

Σύμφωνα με τις σχέσεις (3.1) και (3.2) και σε περίπτωση που είναι γνωστό το φάσμα μετακινήσεων μπορούν να υπολογιστούν το φάσμα ταχυτήτων και το φάσμα επιταχύνσεων. Σε αυτή την περίπτωση, τα φάσματα ταχυτήτων και επιταχύνσεων ονομάζονται ψευδοφάσματα και η φασματική επιτάχυνση και ταχύτητα υπολογίζονται από τις σχέσεις (3.1) και (3.2) αντίστοιχα. (Πνευματικός, 2018)

3.3 Ελαστικό φάσμα σχεδιασμού

3.3.1 Εδαφική Επιτάχυνση

Η εδαφική επιτάχυνση a_{gR} , αποτελεί την μέγιστη σεισμική επιτάχυνση του εδάφους κατηγορίας A. Η τιμή της, εξαρτάται από την σεισμικότητα της περιοχής και γι' αυτό η χώρα έχει διααιρεθεί σε τρεις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας I, II και III για τις οποίες οι μέγιστες τιμές επιτάχυνσης για κατηγορία εδάφους A παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα. (Καραγιάννης, 2019)



Σχήμα 3.1: Χάρτης ζωνών σεισμικής επικινδυνότητας της Ελλάδας. (Ευρωκώδικας 8)

Πίνακας 3.1. Τιμές ενεργούς επιτάχυνσης σεισμικών ζωνών Ελλάδας

Ζώνη Σεισμικής Επικινδυνότητας	Εδαφική επιτάχυνση αναφοράς a_{gR} (g)
Z1	0.16
Z2	0.24
Z3	0.36

Η βασική απαίτηση, με βάση την οποία σχεδιάζεται μια κατασκευή είναι να μπορεί να αναλάβει την δράση σχεδιασμού χωρίς να υποστεί μερική ή ολική κατάρρευση. Η σεισμική δράση σχεδιασμού καθορίζεται με βάση την περίοδο επαμάνησης $T_{LR}=475$ χρόνων ή την πιθανότητα υπέρβασης 10% σε 50 χρόνια. Το είδος της χρήσης μίας κατασκευής καθώς και η σπουδαιότητα του δομήματος καθορίζουν την απαίτηση αξιοπιστίας του σχεδιασμού της κατασκευής. Η διαφοροποίηση της απαίτησης αξιοπιστίας, εκφράζεται με την αύξηση ή την μείωση των σεισμικών δράσεων μέσω του συντελεστή σπουδαιότητας γ_I .

Σύμφωνα με τον ΕΚ8, υπάρχουν τέσσερις κατηγορίες σπουδαιότητας για τις οποίες καθορίζεται η περίοδος επανάληψης του σεισμού σχεδιασμού. Για κοινές κατασκευές κατοικιών, ισχύει η περίοδος επανάληψης του σεισμού $T_{LR}=475$ χρόνια και η τιμή του συντελεστή σπουδαιότητας $\gamma_I=1$, για χαμηλότερες κατηγορίες σπουδαιότητας μειώνεται η περίοδος επανάληψης του σεισμού και η τιμή του συντελεστή σπουδαιότητας και αντίστοιχα για

υψηλότερες κατηγορίες σπουδαιότητας αυξάνονται οι περίοδοι επανάληψης και ο συντελεστής σπουδαιότητας. (Καραγιάννης, 2019)

Η προσεγγιστική σχέση, που συνδέει τον συντελεστή σπουδαιότητας μιας κατηγορίας με την περίοδο επανάληψης του σεισμού σχεδιασμού κατά τον ΕΚ8 είναι:

$$\gamma_I = \left(\frac{T_{LR}}{T_L} \right)^{-\frac{3}{k}}$$

Όπου:

- γ_I : ο συντελεστής σπουδαιότητας της κατηγορίας σπουδαιότητας με περίοδο επανάληψης T_L
- $k=3$
- T_{LR} : η περίοδος επανάληψης αναφοράς, δηλαδή $T_{LR}=475$

Η τελική τιμή της εδαφικής επιτάχυνσης σχεδιασμού a_g , υπολογίζεται από την σχέση $a_g = \gamma_I \cdot a_{gR}$, έτσι ώστε να λαμβάνεται υπ' όψη και η επιρροή σπουδαιότητας της κατασκευής. Στον ακόλουθο πίνακα, δίνονται οι τιμές της επιτάχυνσης σχεδιασμού για τις 3 ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας, σε συνδυασμό με τις τέσσερις κατηγορίες σπουδαιότητας σύμφωνα με τους κανονισμούς. (Καραγιάννης, 2019)

Πίνακας 3.2. Τιμές συντελεστή σπουδαιότητας γ_I κατά ΕΚ8

Κατηγορία Σπουδαιότητας	Συντελεστής Σπουδαιότητας
I (μικρή σπουδαιότητα)	0,8
II (συνήθης σπουδαιότητα)	1,0
III (μεγάλη σπουδαιότητα)	1,2
IV (πολύ μεγάλη σπουδαιότητα)	1,4

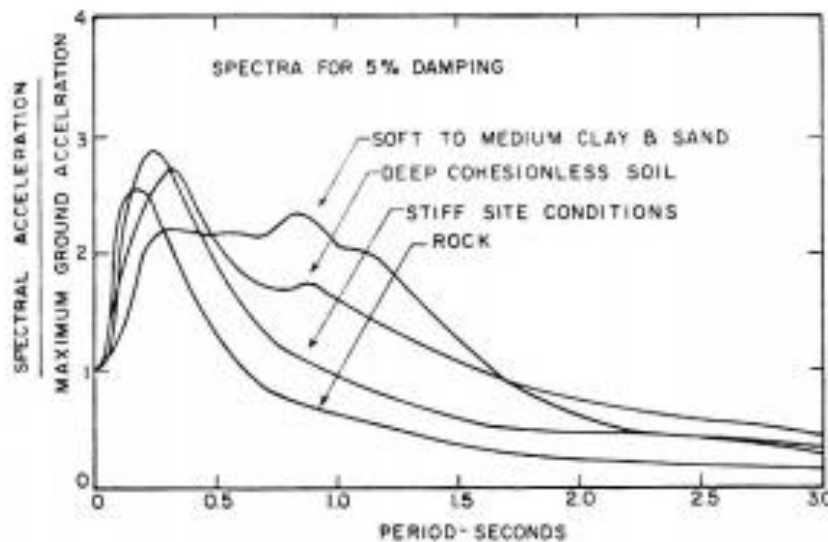
Η τιμή a_g αντιστοιχεί σε βραχώδες ή πολύ σκληρό έδαφος. Σύμφωνα με τον ΕΚ8, σε μαλακά εδάφη η τιμή αυτή πρέπει να επαυξάνεται με το συντελεστή εδάφους S , ο οποίος κυμαίνεται από 1.00 έως 1.40, ανάλογα με την κατηγορία εδάφους (Πίνακας 3.3). Στον ΕΚ8 προβλέπονται πέντε κατηγορίες εδάφους Α, Β, C, D και Ε. Σημειώνεται ότι στον Ελληνικό Αντισεισμικό Κανονισμό (ΕΑΚ) που ίσχυε πριν την εφαρμογή των Ευρωκωδίκων, η εδαφική επιτάχυνση ήταν ανεξάρτητη των τοπικών εδαφικών συνθηκών. (Ψυχάρης, 2016)

Πίνακας 3.3. Συντελεστής εδάφους και χαρακτηριστικές περιόδους φάσματος σχεδιασμού σύμφωνα με τον ΕΚ8

Κατηγορία Εδάφους	S	T _B (sec)	T _C (sec)	T _D (sec)
A	1.00	0.15	0.40	2.50
B	1.20	0.15	0.50	2.50
C	1.15	0.20	0.60	2.50
D	1.35	0.20	0.80	2.50
E	1.40	0.15	0.50	2.50

3.3.2 Επιρροή εδάφους στη μορφή του φάσματος σχεδιασμού

Εκτός από την τιμή της εδαφικής επιτάχυνσης που επηρεάζεται από την κατηγορία του εδάφους, η ποιότητα του εδάφους πάνω στο οποίο θα θεμελιωθεί η κατασκευή επηρεάζει σημαντικά και τη μορφή του φάσματος σχεδιασμού που πρέπει να ληφθεί υπόψη. Η εξάρτηση του φάσματος σχεδιασμού από τις ιδιότητες του εδάφους είναι αναμενόμενη, αφού η κατασκευή θα διεγερθεί με την κίνηση του εδάφους στη στάθμη θεμελίωσης, η οποία είναι αποτέλεσμα της απόκρισης του εδάφους στη σεισμική δόνηση. Η μεγάλη επιρροή των χαρακτηριστικών του εδάφους στα φάσματα απόκρισης των σεισμών φαίνεται στην εικόνα 3.4, όπου παρουσιάζεται ο μέσος όρος κανονικοποιημένων φασμάτων διαφόρων σεισμών από την Καλιφόρνια και την Ιαπωνία, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά του εδάφους πάνω στο οποίο είχε γίνει η καταγραφή. Σε σκληρά και βραχώδη εδάφη, τα φάσματα δείχνουν μεγάλες επιταχύνσεις σε μικρές περιόδους, οι οποίες μειώνονται γρήγορα όσο μεγαλώνει η περίοδος της κατασκευής. Αντίθετα, σε μαλακά εδάφη εμφανίζονται μεγάλες φασματικές επιταχύνσεις ακόμη και σε αρκετά μεγάλες περιόδους. (Ψυχάρης, 2016)



Σχήμα 3.2: Μέσα φάσματα απόκρισης απόλυτων επιταχύνσεων διαφόρων σεισμών για $\zeta=5\%$, ανάλογα με το είδος του εδάφους. (Ψυχάρης, 2016)

3.3.3 Οριζόντιο ελαστικό φάσμα επιταχύνσεων κατά ΕΚ8

Το οριζόντιο ελαστικό φάσμα επιταχύνσεων σύμφωνα με τον ΕΚ8, χωρίζεται σε 4 κατηγορίες με βάση τις τιμές των παραμέτρων T_B , T_C και T_D και του συντελεστή εδάφους S . Αναλυτικά, οι τέσσερις περιοχές του φάσματος είναι:

1. Η πρώτη περιοχή για $0 \leq T \leq T_B$, στην οποία το φάσμα έχει γραμμική ανοδική μορφή:

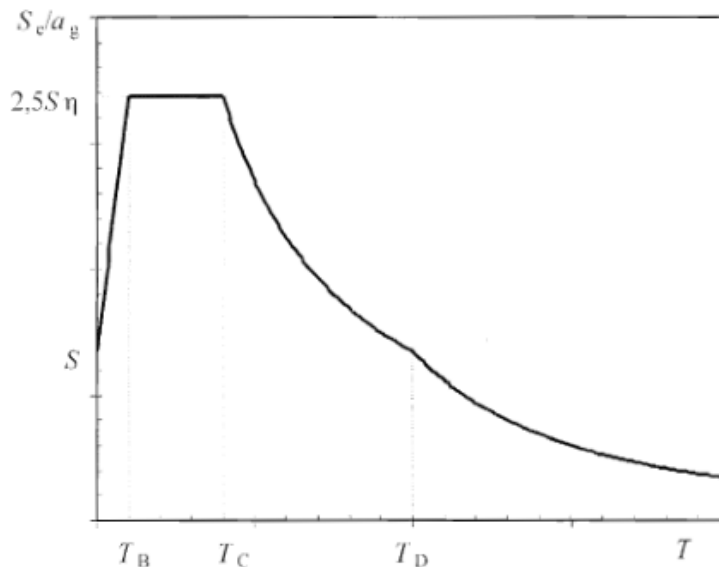
$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[1 + \frac{T}{T_B} \cdot (\eta \cdot 2,5 - 1) \right]$$
2. Η δεύτερη περιοχή για $T_B \leq T \leq T_C$, στην οποία η επιτάχυνση είναι σταθερή και ίση με την μέγιστη προβλεπόμενη τιμή για το συγκεκριμένο φάσμα: $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5$
3. Η τρίτη περιοχή για $T_C \leq T \leq T_D$, η οποία έχει πτωτική μορφή αντιστρόφως ανάλογη της περιόδου: $S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \frac{T_C}{T}$
4. Η τέταρτη περιοχή για $T_D \leq T \leq 4\text{sec}$, στην οποία είναι πιο έντονη η πτωτική μορφή λόγω του ότι η επιτάχυνση είναι αντιστρόφως ανάλογη του τετραγώνου της περιόδου:

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot 2,5 \cdot \frac{T_C \cdot T_D}{T^2}$$
. (Σχέσεις 3.2-3.5 του ΕΚ8, EN1998-1:2004)

όπου η ο συντελεστής απόσβεσης που δίνεται από την σχέση:

$$\eta = \sqrt{\frac{10}{\xi + 5}}$$

Για ιξώδη απόσβεση $\xi=5\%$, ο συντελεστής είναι ίσος με 1 ($\eta=1$). (Καραγιάννης, 2019)



Σχήμα 3.3: Ελαστικό φάσμα απόκρισης σύμφωνα με τον Ευρωκώδικα 8. (ΕΚ8, EN1998-1:2004)

3.4 Φάσμα Σχεδιασμού κατά ΕΚ8

Τα φάσματα σχεδιασμού είναι κοινά για τις μεθόδους αναλύσεως και καθορίζονται λεπτομερώς από το ΕΚ8 με βάση τα ελαστικά φάσματα απόκρισης επιταχύνσεων. Οι σεισμικές κινήσεις που λαμβάνονται υπ' όψη στον σχεδιασμό είναι δύο οριζόντιες συνιστώσες και μία κατακόρυφη, οι οποίες θεωρούνται στατικά ανεξάρτητες και μελετώνται ξεχωριστά. Σχετικά με τις σεισμικές κινήσεις σχεδιασμού, γίνεται δεκτό ότι είναι κοινές και αμετάβλητες από την επιφάνεια του εδάφους έως και την κατώτερη στάθμη θεμελίωσης. (Καραγιάννης, 2019)

Το οριζόντιο φάσμα σχεδιασμού προκύπτει από το οριζόντιο ελαστικό φάσμα αποκρίσεως επιταχύνσεων για ιξώδη απόσβεση 5%, μετά από αναγωγή των τιμών του με το συντελεστή συμπεριφοράς q . (Καραγιάννης, 2019)

Για τα διαστήματα του φάσματος σχεδιασμού ισχύουν τα εξής:

- Στο πρώτο διάστημα του ελαστικού φάσματος απόκρισης, για $0 \leq T \leq T_B$, για τον υπολογισμό του φάσματος σχεδιασμού κοντά στο 0 (δηλαδή στο τμήμα που υπερισχύει σε μικρές τιμές περιόδου T) η σχέση διαιρείται μερικώς με $q=1.5$. Ενώ για το τμήμα κοντά στο T_B (δηλαδή στο τμήμα που υπερισχύει σε μεγαλύτερες τιμές T), η σχέση διαιρείται μερικώς με τον συντελεστή q .
- Στα υπόλοιπα τμήματα του ελαστικού φάσματος απόκρισης, το φάσμα σχεδιασμού λαμβάνεται διαιρώντας απευθείας το ελαστικό φάσμα με τον συντελεστή συμπεριφοράς q .

Επομένως, οι τιμές του φάσματος σχεδιασμού για ιξώδη απόσβεση $\xi=5\%$, σύμφωνα με τον ΕΚ8 υπολογίζονται από τις ακόλουθες σχέσεις: (σχέσεις 3.13-3.16, ΕΚ8, EN1998-1:2004)

Περιοχή Ιδιοπεριόδων

$$0 \leq T \leq T_B$$

$$T_B \leq T \leq T_C$$

$$T_C \leq T \leq T_D$$

$$T_D \leq T \leq 4 \text{ sec}$$

Εξίσωση

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \left[\frac{2}{3} + \frac{T}{T_B} \cdot \left(\frac{2.5}{q} - \frac{2}{3} \right) \right]$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q}$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \frac{2.5}{q} \cdot \left[\frac{T_C}{T} \right] \geq \beta \cdot a_g$$

$$S_e(T) = a_g \cdot S \cdot 2.5 \cdot \left[\frac{T_C \cdot T_D}{T^2} \right]$$

όπου:

- $S_d(T)$:φασματική επιτάχυνση σχεδιασμού
- T είναι η περίοδος ταλάντωσης ενός γραμμικού συστήματος μίας ελευθερίας κίνησης
- a_g είναι η εδαφική επιτάχυνση σχεδιασμού σε έδαφος κατηγορίας Α ($a_g = \gamma I \cdot a_{gR}$)
- T_B είναι η περίοδος που αντιστοιχεί στην αρχή της περιοχής σταθερής φασματικής επιτάχυνσης
- T_C είναι η περίοδος που αντιστοιχεί στο τέλος της περιοχής σταθερής φασματικής επιτάχυνσης και την αρχή της περιοχής σταθερής φασματικής ταχύτητας

- T_D είναι η περίοδος που αντιστοιχεί στο τέλος της περιοχής σταθερής φασματικής ταχύτητας και την αρχή της περιοχής σταθερής φασματικής μετακίνησης
- S είναι ο συντελεστής εδάφους
- q : συντελεστής συμπεριφοράς

(σχέσεις 3.13-3.16, ΕΚ8, EN1998-1:2004)

Οι τιμές του συντελεστή συμπεριφοράς q διαφέρουν αναλόγως με τα υλικά και περιέχουν και την επιρροή του συντελεστή απόσβεσης που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο υλικό και στατικό σύστημα, σε περίπτωση που αυτός είναι διάφορος του 5%. Γι' αυτό στις εξισώσεις δεν περιλαμβάνεται ο διορθωτικός συντελεστής απόσβεσης η όπως στο ελαστικό φάσμα σχεδιασμού, αφού αυτός έχει συμπεριληφθεί στην προτεινόμενη τιμή του q . (Ψυχάρης, 2015)

Από την άποψη της σεισμικής επικινδυνότητας ο πρώτος ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός (Β. Δ. 1959) κατέταξε τα εδάφη σε τέσσερις κατηγορίες:

1. Εδάφη μικρής σεισμικής επικινδυνότητας
2. Εδάφη μέτριας σεισμικής επικινδυνότητας
3. Εδάφη μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας
4. Εδάφη εξαιρετικής σεισμικής επικινδυνότητας

Πιο αναλυτικά η κατηγορία :

1. Αναφερόταν σε συμπαγή ομοιογενή αργιλομαργαϊκά στρώματα πάχους 15m,
2. Ψαθυρά ή χαλαρά εδάφη οριζόντιας στρώσης η με ελαφριά κλίση,
3. Εδάφη σε φυσικά ή δομικά κορήματα σε παραλιακές ή τεχνικές προσχώσεις, ελώδη ή τελατωδή και περιοχές αποξηραμένων λιμνών,
4. Ανομοιογενή ή χαλαρά εδάφη σε απότομες πλαγιές και περιοχές πάνω από σπηλαιώδες υπέδαφος.

Κεφάλαιο 4

Ανασκόπηση Μεθόδων Αποτίμησης

4.1 Εισαγωγή

Ο αντισεισμικός σχεδιασμός των κατασκευών, βασίζεται στην αρχή του καθαρισμού αποδεκτού επιπέδου ζημιών, ανάλογα με την πιθανότητα εμφάνισης της σεισμικής δόνησης σχεδιασμού δηλαδή στον καθορισμό του επιδιωκόμενου στόχου σεισμικής ικανότητας. (Ψυχάρης, 2007).

Οι συντελεστές συμπεριφοράς, έχουν προκύψει από την γνώση που έχουμε από προηγούμενους σεισμούς αλλά και την πειραματική και αναλυτική έρευνα που έχει διεξαχθεί έτσι ώστε να εξασφαλίζεται η προστασία της ανθρώπινης ζωής και η αποφυγή κατάρρευσης. Σε πολλές περιπτώσεις όμως, ο σχεδιασμός αυτός μπορεί να είναι επισφαλής όπως π.χ. σε έντονα μη κανονικά κτίρια. Η μεθοδολογία των σταθμών επιτελεστικότητας, εφαρμόζεται κυρίως για τον έλεγχο και την ενίσχυση υφιστάμενων κατασκευών και αποτελεί τον βασικό κορμό των διεθνών κανονισμών επεμβάσεων (π.χ. Ευρωκώδικας 8 -Μέρος 3, Ελληνικός κανονισμός επεμβάσεων-KAN.ΕΠΕ). Σε νέες κατασκευές, η μεθοδολογία μπορεί να εφαρμοστεί για τον έλεγχο μιας ήδη διαστασιολογημένης κατασκευής. Απαραίτητη προϋπόθεση για την εφαρμογή της μεθόδου, είναι η γνώση του τρόπου συμπεριφοράς της κατασκευής και πέραν της ελαστικής περιοχής, δηλαδή μετά την εμφάνιση των ζημιών έως την οιονεί κατάρρευση. Για το λόγο αυτό η μέθοδος εφαρμόζεται σε συνδυασμό με μη-γραμμικές (ανελαστικές) αναλύσεις είτε στατικές (ανάλυση pushover) είτε δυναμικές (αναλύσεις χρονοϊστορίας).

Η αποτίμηση ενός υφιστάμενου φορέα για να πραγματοποιηθεί πρέπει να έχει γίνει μία συγκεκριμένη διαδικασία. Πρώτα, πρέπει να γίνει μια έρευνα που αφορά στο ιστορικό της κατασκευής, δηλαδή να ληφθούν υπόψη τα προβλήματα που παρουσίαζε πριν και μετά από τον κάθε σεισμό. Στην συνέχεια γίνεται συλλογή των στοιχείων και αναλύονται τα αποτελέσματα, και ελέγχονται οι οριακές καταστάσεις. Ο σκοπός της αποτίμησης είναι η εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας του υφιστάμενου δομήματος αλλά και ο έλεγχος του δομήματος αν ικανοποιεί τις ελάχιστες απαιτήσεις του κανονισμού. Για να γίνει ολοκληρωμένη εκτίμηση της διαθέσιμης φέρουσας ικανότητας λαμβάνονται υπόψη και τα στοιχεία που προέκυψαν από την έρευνα του ιστορικού του. (KAN.ΕΠΕ, 2013)

4.2 Ελαστικές Μέθοδοι Ανάλυσης

Για την ελαστική μέθοδο ανάλυσης θεωρείται γραμμική συμπεριφορά των μελών της κατασκευής υπό τις επιβαλλόμενες φορτίσεις. Παρόλα αυτά οι περισσότεροι συντελεστές που χρησιμοποιούνται από τους αντισεισμικούς κανονισμούς προϋποθέτουν ότι ένα μέρος της σεισμικής ενέργειας θα εξουδετερωθεί σαν έργο πλαστικής παραμόρφωσης δηλαδή ότι η κατασκευή θα μπει στην ανελαστική περιοχή.

4.2.1 Ελαστική Δυναμική Ανάλυση

Σύμφωνα με την παράγραφο 5.5.1.1 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. προκειμένου να προσδιοριστεί το μέγεθος και η κατανομή των απαιτήσεων ανελαστικής συμπεριφοράς στα πρωτεύοντα φέροντα στοιχεία του φορέα ανάληψης των σεισμικών δράσεων χρειάζεται μία προκαταρκτική ελαστική ανάλυση όπου η σεισμική δράση λαμβάνεται δίχως μείωση ($m=1$ ή $q=1$) και υπολογίζεται ο λόγος ανεπάρκειας του κάθε μέλους από τον λόγο: $\lambda = S_E/R_m$

Όπου: S_E = εντατικό μέγεθος (ροπή) λόγο των δράσεων του σεισμικού συνδυασμού

R_m = η αντίστοιχη διαθέσιμη αντίσταση του στοιχείου υπολογιζόμενη με βάση τις μέσες τιμές των αντοχών των υλικών.

Ο δείκτης ανεπάρκειας υπολογίζεται για την αποτίμηση αλλά για τον ανασχεδιασμό σε κάθε πρωτεύον στοιχείο. Ο κρίσιμος λόγος λ θεωρείται ο μεγαλύτερος δείκτης ανεπάρκειας για ένα επιμέρους στοιχείο σε έναν όροφο. Η ελαστική δυναμική ανάλυση λαμβάνει χώρα με καθολικούς (q) ή τοπικούς (m) δείκτες υπό προϋποθέσεις και ανεξαρτήτως στάθμης αξιοπιστίας δεδομένων. Η εφαρμογή της ελαστικής δυναμικής μεθόδου επιτρέπεται υπό τις προϋποθέσεις που αναφέρονται στον ΚΑΝ.ΕΠΕ. Ειδικότερα για τα Ελληνικά κτίρια με στάθμες επιτελεστικότητας της κατηγορίας Β ή Γ αναφέρονται οι εξής όροι:

- Αρχικά να μην υφίστανται στο κτίριο ουσιώδεις βλάβες
- Δεύτερον το λ για όλα τα κύρια στοιχεία να προκύπτει πως είναι $\lambda \leq 2.5$ αλλιώς για ένα ή περισσότερα από αυτά να προκύπτει $\lambda > 2.5$ και το κτίριο να είναι μορφολογικά κανονικό. (ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2013)

Όταν γίνεται προσομοίωση των κτιρίων οι τιμές της γραμμικής ελαστικής δυσκαμψίας και η ιξώδους απόσβεσης θα αντιστοιχούν σε απόκριση των δομικών στοιχείων κοντά στο όριο διαρροής τους. Επομένως, οι τιμές για της δυνάμεις διαρροής των στοιχείων θα εκτιμώνται με βάση τις μέσες τιμές των υλικών. Γενικά στην ελαστική δυναμική ανάλυση θα εισάγεται ως σεισμική δράση είτε το φάσμα σχεδιασμού του EC 8-1 είτε χρονοϊστορίες επιταχύνσεων βάσεων συμβατές με το φάσμα αυτό (σύμφωνα με τις διατάξεις του EC 8-1). Για τον προσδιορισμό των μέγιστων τιμών που αντιστοιχούν σε κάθε ιδιομορφή θα γίνεται με βάση τη μέθοδο της φασματικής ιδιομορφικής ανάλυσης χρησιμοποιώντας επαρκή αριθμό ιδιομορφών σύμφωνα με τις διατάξεις του EC 8-1. Οι μέγιστες τιμές εντατικών μεγεθών μετακινήσεων, δυνάμεων οροφών, τεμνουσών οροφών και τεμνουσών βάσεων για κάθε ιδιομορφή, συνδυάζονται με βάση τις διατάξεις του EC 8-1. Η χωρική επαλληλία των ανώτερων μεγεθών γίνεται με βάση τις διατάξεις του EC 8-1.

Πιο αναλυτικά:

Το φάσμα απόκρισης είναι ένα διάγραμμα που δίνει τη μέγιστη απόκριση όλων των μονοβάθμιων ταλαντωτών με συγκεκριμένη απόσβεση, για δεδομένη σεισμική διέγερση ανάλογα με την ιδιοπερίοδό τους. Ο τρόπος κατασκευής φάσματος απόκρισης σχετικών μετακινήσεων είναι ο εξής:

- Αρχικά γίνεται επιλογή απόσβεσης ζ , με δεδομένη τιμή κατασκευάζεται το φάσμα π.χ. $\zeta = 5\%$
- Δεύτερον γίνεται επιλογή μιας ιδιοπεριόδου T ενός ταλαντωτή π.χ. $T = 0.1 \text{ sec}$
- Τρίτον γίνεται υπολογισμός της ιστορίας της απόκρισης, $u(t)$ αυτού του ταλαντωτή για τη συγκεκριμένη σεισμική διέγερση.
- Τέταρτον γίνεται υπολογισμός της απολύτως μέγιστης τιμής της απόκρισης $\max|u(t)|$
- Τέλος γίνεται επανάληψη της διαδικασίας για πολλές τιμές περιόδων T και κατασκευή του διαγράμματος $\max|u(t)|$ ως προς T .

Η μέθοδος ιστορίας της απόκρισης γίνεται για επιταχυνσιογραφήματα. Το μητρώο απόσβεσης μπορεί να περιγράψει τα χαρακτηριστικά απόσβεσης του κτιρίου για απόκριση κοντά στο όριο διαρροής των στοιχείων. Στην συνέχεια χρησιμοποιούνται επτά επιταχυνσιογραφήματα το ελάχιστο που επιτρέπουν να γίνεται έλεγχος για την μέση τιμή ροπής, τέμνουσας και αξονικού φορτίου. Εναλλακτικά επιτρέπεται η ανάλυση προσομοιώματος στον χώρο για ταυτόχρονη δράση ζευγών οριζοντίων συνιστωσών (επιταχυνσιογραφημάτων) μιας σε κάθε κύρια διεύθυνση του κτιρίου.

Ο καθολικός δείκτης συμπεριφοράς (q) είναι ένας συντελεστής που λόγω της μετ'ελαστικής συμπεριφοράς εισάγει την μείωση των σεισμικών επιταχύνσεων της πραγματικής κατασκευής σε σχέση με τις επιταχύνσεις που προκύπτουν υπολογιστικά σε απεριόριστα ελαστικά συστήματα. Η επιρροή της πλαστιμότητας του φορέα μειώνει την σεισμική απόκριση του και η μείωση αυτή λαμβάνει υπόψη στο φάσμα σχεδιασμού για ελαστική ανάλυση σύμφωνα με το συντελεστή συμπεριφοράς q .

Ο συντελεστής q εξαρτάται:

- Από τον τύπο του φορέα
- Από την κανονικότητα του σε κάτοψη και όψη και
- Από την κατηγορία πλαστιμότητας

Επομένως, εάν η ανάλυση γίνει με τη μέθοδο του καθολικού δείκτη συμπεριφοράς (q) τότε οι παραμορφώσεις που υπολογίζονται από την ανάλυση με οποιαδήποτε μέθοδο θα πολλαπλασιάζονται επί τον συντελεστή (q) για να συμπεριληφθεί η επιρροή της ανελαστικής συμπεριφοράς. Εάν η ανάλυση πραγματοποιηθεί με τη μέθοδο των επιμέρους δεικτών πλαστιμότητας (m) τότε όλα τα εντατικά μεγέθη και οι παραμορφώσεις που υπολογίζονται από την ανάλυση με οποιαδήποτε μέθοδο, θα αυξάνονται καταλλήλως για να συμπεριληφθεί η επιρροή της ανελαστικής συμπεριφοράς των επιμέρους δομικών στοιχείων. Ανεξαρτήτως από το τρόπο υπολογισμού, τα εντατικά μεγέθη και οι παραμορφώσεις θα αυξάνονται επιπλέον ώστε να ληφθούν υπόψη η επιρροή της στρέψης σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. (ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2013)

4.2.2 Ελαστική Στατική Ανάλυση

Στην ελαστική στατική ανάλυση χρειάζεται να υπολογισθεί ο δείκτης ανεπάρκειας δομικών στοιχείων (λ) για την αποτίμηση και τον ανασχεδιασμό. Επιπλέον, η ελαστική στατική ανάλυση λαμβάνει χώρα με στάθμες επιτελεστικότητας της κατηγορίας Β και Γ υπό συγκεκριμένες προϋποθέσεις.

Ο πρώτος και σημαντικότερος όρος είναι το κτίριο να μην παρουσιάζει βλάβες. Άρα εάν το κτίριο δεν παρουσιάσει τέτοιου είδους βλάβες, τότε πρέπει να ικανοποιούνται και οι παρακάτω εξής συνθήκες:

- Η ανεπάρκεια των δομικών στοιχείων (λ) για όλα τα κύρια στοιχεία πρέπει να προκύπτει πως είναι $\lambda \leq 2.5$ διαφορετικά εάν για ένα ή περισσότερα από αυτά προκύπτει $\lambda > 2.5$ τότε το κτίριο θα προκύπτει να είναι μορφολογικά κανονικό.
- Η θεμελιώδεις ιδιοπερίοδος (T_0) της κατασκευής να είναι μικρότερη από το $4T_c$ ή από $2sec$.
- Ο λόγος της οριζόντιας διάστασης ενός ορόφου προς την αντίστοιχη διάσταση σε ένα γειτονικό όροφο να μην ξεπερνά το 1.5 με εξαίρεση τον τελευταίο όροφο.
- Η κατασκευή σε όλους τους ορόφους πρέπει να μη έχει έντονη ασύμμετρη κατανομή δυσκαμψίας σε κάτοψη, και επιπλέον να μην έχει ασύμμετρη κατανομή της μάζας και του ύψους.

Παρομοίως η στάθμη επιτελεστικότητας (Α) μπορεί να διεξαχθεί χωρίς τους παραπάνω όρους.

4.3 Ανελαστικές Μέθοδοι Ανάλυσης

4.3.1 Ανελαστική Δυναμική Ανάλυση

Η ανελαστική δυναμική ανάλυση αφορά τη μη-γραμμική ανελαστική απόκριση του φορέα, όπου η δράση των οριζόντιων φορέων είναι δυναμικού τύπου και προκαλεί την αδρανειακή απόκριση της κατασκευής. Στην δυναμική ανελαστική ανάλυση χρησιμοποιείται ένα προσομοίωμα του φορέα το οποίο ενσωματώνει ανελαστικούς νόμους φορτίου παραμόρφωσης για τα επιμέρους δομικά στοιχεία του κτιρίου. Στον φορέα εφαρμόζεται σεισμική φόρτιση με την μορφή επιταχυνσιογραφημάτων εδαφικών κινήσεων από όπου υπολογίζεται μέσω επαναληπτικής διαδικασίας η απόκριση του φορέα. Ενώ η ανελαστική δυναμική ανάλυση χρονοϊστορίας είναι ακριβέστερη μέθοδος ανάλυσης, χρησιμοποιείται σε περιορισμένο βαθμό στο σχεδιασμό των κατασκευών λόγω του μεγάλου υπολογιστικού κόστους της ανάγκης προσεκτικής επιλογής επιταχυνσιογραφημάτων και της δυσκολίας στην επεξεργασία του μεγάλου όγκου των εξαγόμενων αποτελεσμάτων. Η ανελαστική δυναμική ανάλυση χρονοϊστορίας χρησιμοποιείται κυρίως για ερευνητικούς σκοπούς ως σημείο αναφοράς και εργαλείο αξιολόγησης της ακρίβειας των αποτελεσμάτων των υπολοίπων μεθόδων ανάλυσης και κυρίως της ανελαστικής στατικής μεθόδου. (Μπάρος, 2006)

4.3.2 Ανελαστική Στατική Ανάλυση (Pushover)

4.3.2.1 Στόχος της μη γραμμικής Στατικής Ανάλυσης

Κύριος στόχος της ανελαστικής στατικής ανάλυσης είναι η εκτίμηση του μεγέθους των ανελαστικών παραμορφώσεων που θα αναπτυχθούν στα δομικά στοιχεία όταν το κτίριο υπόκειται στη σεισμική δράση για την οποία γίνεται η αποτίμηση ή ο ανασχεδιασμός. Για πλαστικά στοιχεία οι τιμές των παραμορφώσεων αυτών συγκρίνονται απευθείας με τις αντίστοιχες τιμές σχεδιασμού.

Η μέθοδος αναφέρεται και ως μέθοδος ελέγχου των μετακινήσεων. Εκτός από τις τιμές των ανελαστικής παραμορφώσεων η μέθοδος δίνει και τιμές των δυνάμεων (εντατικών μεγεθών) στα δομικά στοιχεία που έχουν εισέλθει στην μετελαστική περιοχή της απόκρισης τους. Οι τιμές αυτές είναι εν γένει πιο αξιόπιστες από εκείνες που υπολογίζονται με βάση τις ελαστικές μεθόδους.

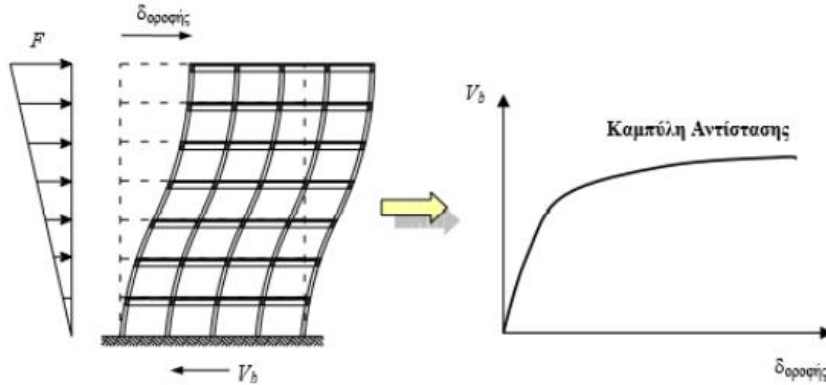
4.3.2.2 Περιγραφή της μη γραμμικής Στατικής Ανάλυσης

Η ανελαστική στατική ανάλυση λαμβάνει υπόψη την πραγματική κατάσταση του κτιρίου με την πιθανή ανομοιομορφία στην δυσκαμψία και επιπλέον επιτρέπει τους κόμβους των μελών να γίνουν πλαστικές αρθρώσεις (σημείο ροπής διαρροής). Από εκείνο το σημείο και μετά αυξάνονται αρκετά οι παραμορφώσεις και οι μετατοπίσεις του κτιρίου με αποτέλεσμα το κτίριο πολλές φορές να χρήζει άμεσης ενίσχυσης. Η εφαρμογή της αφορά στην επιβολή στο προσομοίωμα της κατασκευής στατικών σεισμικών φορτίων επαυξανόμενων σε μέγεθος ως την κατάρρευση της.

Μεγέθη έντασης (τέμνουσα βάσης) και απόκρισης (μετακίνηση οροφής) χρησιμοποιούνται για τον προσδιορισμό των ιδιοτήτων ενός ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος. Η σεισμική απόκριση του αρχικού πολυβάθμιου φορέα προκύπτει συναρτήσει της ανελαστικής σεισμικής απόκρισης του ισοδύναμου μονοβάθμιου συστήματος.

Για την προσομοίωση και την ανάλυση θα δημιουργείται η καμπύλη αντίστασης (τέμνουσας βάσεως -οριζόντια μετακίνηση του κόμβου ελέγχου) η οποία θα υπολογίζεται για μετακινήσεις του κόμβου ελέγχου οι οποίες θα κυμαίνονται από μηδέν έως την εξεταζόμενη μετακίνηση. Τα κατακόρυφα φορτία των στοιχείων θα συμπεριλαμβάνονται στο προσομοίωμα ώστε να συνδυάζονται με τα οριζόντια φορτία σύμφωνα με τον σεισμικό συνδυασμό του EC 8-1. Ενώ τα οριζόντια φορτία θα πραγματοποιούνται σε αρνητική - θετική διεύθυνση και ο έλεγχος θα γίνεται για τα δυσμενέστερα εντατικά μεγέθη κάθε στοιχείου.

Στο προσομοίωμα θα περιέχονται τα πρωτεύοντα και τα δευτερεύοντα στοιχεία καθώς και οι τοιχοπληρώσεις. Το αναλυτικό προσομοίωμα θα περιέχει τη σχέση έντασης – παραμόρφωσης κάθε περιοχής στην υπάρχει πιθανότητα να εφαρμοστεί ανελαστική συμπεριφορά. Δηλαδή θα συμπεριλαμβάνεται μέσω πλήρων καμπύλων μονότονης φόρτισης μέχρι αστοχίας. Επίσης είναι εφικτό η χρήση απλοποιημένης στατικής ανελαστικής ανάλυσης όποτε στη προσομοίωση τοποθετούνται δεδομένα μόνο από πρωτεύοντα στοιχεία ανάλυσης σεισμικών δυνάμεων της κατασκευής. Η σχέση έντασης - παραμόρφωσης κάθε τέτοιου στοιχείου θα είναι διαγραμμική. (Μπάρος, 2006)



Σχήμα 4.1: Καμπύλη τέμνουσας βάσης – μετακίνησης ($V-\delta$) για μη γραμμική στατική ανάλυση υπό σταδιακώς αυξανόμενης έντασης. (Ρεπαπής, 2007)

Τα οριζόντια στατικά φορτία θα εφαρμόζονται στη στάθμη κάθε διαφράγματος (πλάκα ορόφου) σύμφωνα με την κατανομή των αδρανειακών φορτίων του σεισμού. Οι κατανομές σύμφωνα με τον Ec8-1 μπορούν να κατηγοριοποιηθούν ως εξής:

- Ομοιόμορφη, δηλαδή βασισμένη σε οριζόντια φορτία ανάλογα ως προς τη μάζα κάθε ορόφου ανεξάρτητα από τη στάθμη του.
- Ιδιομορφική, δηλαδή ανάλογη προς οριζόντια φορτία συμβατά προς την κατανομή οριζόντιων φορτίων στην υπό εξέταση διεύθυνση όπως προκύπτει από την ελαστική ανάλυση.

4.3.2.3 Σημείο Επιτελεστικότητας

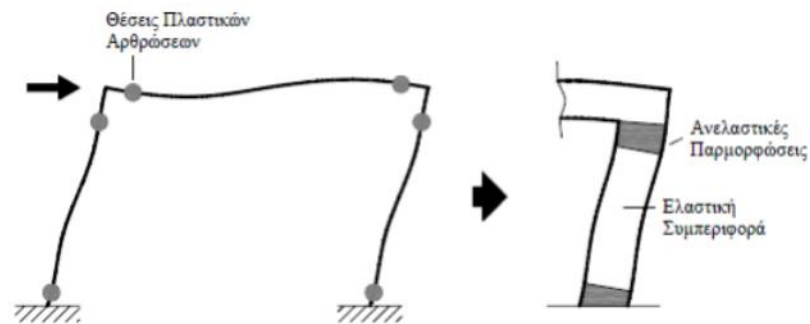
Σύμφωνα με τον ΚΑΝΕ.ΕΠΕ, η στοχευόμενη μετακίνηση (δ_t) θα υπολογίζεται βάσει όλων των παραγόντων που ασκούν επιρροή στην μετακίνηση ενός ανελαστικά αποκαλούμενου κτιρίου. Επιτρεπόμενη είναι η θεώρηση της μετακίνησης ενός ελαστικού μονοβάθμιου συστήματος με την ιδιοπερίοδο να ισούται με την θεμελιώδη ιδιοπερίοδο της κατασκευής στην οποία ασκείται και ελέγχεται η σεισμική δράση με αποτέλεσμα να προκύπτει η μετακίνηση του αποκρινόμενου φορέα. Για αυτό το λόγο πρέπει να ληφθούν υπόψη οι διαφορές μετακινήσεων ανάμεσα στην ελαστική με την ανελαστική, στο ανώτερο μονοβάθμιο σύστημα με την φθίνουσα δυσκαμψία κατά την ανακύκλιση. Τέλος λαμβάνεται υπόψη η επιρροή των φαινομένων 2ας τάξεως στην μετακίνηση. Επίσης το σημείο επιτελεστικότητας θα αυξάνεται επιπλέον καταλλήλως για την συνεκτίμηση της στρέψης. (ΚΑΝΕ.ΕΠΕ., 2013)

4.4 Πλαστικές Αρθρώσεις

Η συμπεριφορά ενός φορέα που αποκρίνεται ελαστικά σε μια εξωτερική δύναμη, περιγράφεται με ακρίβεια από την ελαστική θεωρία με αποτέλεσμα να είναι εφικτή η δημιουργία μαθηματικών προσομοιωμάτων. Συνεπώς, προβλέπεται η συμπεριφορά των κατασκευών με την παραδοχή ότι θα παραμείνουν ελαστικές. Η προϋπόθεση κατά το σχεδιασμό μια κατασκευής είναι η ανάπτυξη σημαντικών ανελαστικών παραμορφώσεων στα μέλη για την απορρόφηση των σεισμικών διεγέρσεων.

Επίσης είναι χρήσιμο για την αποτίμηση των κατασκευών πριν ή μετά την επέμβαση να έχουν την δυνατότητα τα εξεταζόμενα κτίρια να καταναλώνουν την ενέργεια μέσω ανελαστικών παραμορφώσεων των μελών. Για τις ελαστικές μεθόδους η ανελαστική συμπεριφορά των μελών του κτιρίου λαμβάνεται μέσω του δείκτη συμπεριφορά q . Στις ανελαστικές αναλύσεις είναι απαραίτητη η καταγραφή και η παρουσίαση της συμπεριφοράς των δομικών στοιχείων σε ολόκληρο το φάσμα της απόκρισης του. Στην εφαρμογή μιας αυξανόμενης δύναμης σε μια κατασκευή τα μέλη της αναπτύσσουν ανελαστικές παραμορφώσεις όταν σταδιακά διαρρέουν. Οι διαρροές αυτές συνδέονται με την αντοχή των μελών και τη σχέση τους με την αντίστοιχη ένταση σε διαφορετικές θέσεις κατά μήκος του μέλους.

Εφόσον η δράση του σεισμού είναι γνωστή και η κατανομή των εντατικών μεγεθών κατά μήκος των υποστυλωμάτων και των δοκών μιας κατασκευής καταπονείται από κατακόρυφα φορτία είναι εύκολο να εντοπιστούν τα σημεία που θα δημιουργηθούν ανελαστικές παραμορφώσεις. Τα σημεία αυτά εμφανίζονται στην κορυφή και στην βάση των υποστυλωμάτων καθώς και στα ακριανά τμήματα των δοκών, γνωστές ως παρειές. Στα σημεία αυτά δίνεται μεγάλη έμφαση κατά τον σχεδιασμό νέων κατασκευών λαμβάνοντας αυξημένα μέτρα όπως τοποθέτηση πυκνών συνδετήρων για την περίπτωση ακραίων σεισμικών εντάσεων. (Μπάρος, 2006)



Σχήμα 4.2: Θέσεις πιθανών πλαστικών αρθρώσεων σε μέλη απλής κατασκευής υπό σεισμική ένταση. (Μπάρος, 2006)

4.5 Στάθμες Επιτελεστικότητας

Οι στάθμες επιτελεστικότητας (επιθυμητή – στοχευόμενη συμπεριφορά) είναι διαφορετικές για τον φέροντα οργανισμό και για τα μη φέροντα στοιχεία. Όπου ως φέρον οργανισμός καλούνται τα υποστυλώματα οι δοκοί και οι πλάκες, δηλαδή είναι τα δομικά στοιχεία της κατασκευής που λαμβάνουν τα κατακόρυφα φορτία. Ενώ ως μη – φέρον οργανισμός είναι ακριβώς το αντίθετο. Παρακάτω αναλύονται οι τρεις κατηγορίες των σταθμών επιτελεστικότητας.

Οι στάθμες επιτελεστικότητας του φέροντος οργανισμού ορίζονται ως εξής:

A. Περιορισμένες Βλάβες-A: κατά αυτή την στάθμη ο φέρον οργανισμός του κτιρίου δεν υποστεί σοβαρές βλάβες, είναι μια κατάσταση κατά την οποία αναμένεται ότι καμία λειτουργία του κτιρίου δεν διακόπτεται κατά τη διάρκεια και μετά τον σεισμό σχεδιασμού. Είναι πιθανό να παρουσιασθούν μόνο μερικές πολύ αραιές-μικρές τριχοειδείς ρωγμές (κυρίως καμπτικού χαρακτήρα) στον φέροντα οργανισμό.

B. Σημαντικές Βλάβες-B: κατά αυτή την στάθμη ο φέρον οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί σημαντικές βλάβες που είναι επισκευάσιμες, χωρίς όμως να συμβεί θάνατος ή σοβαρός τραυματισμός ατόμων εξαιτίας των βλαβών αυτών και χωρίς να συμβούν ουσιώδες βλάβες στην οικοσκευή ή τα αποθηκευμένα στο κτίριο υλικά.

Γ. Οιονεί κατάρρευση-Γ: κατά αυτή την στάθμη ο φέρον οργανισμός του κτιρίου έχει υποστεί σοβαρές βλάβες που είναι μη – επισκευάσιμες στην πλειονότητα, είναι μια κατάσταση κατά την οποία αναμένεται να παρουσιασθούν εκτεταμένες σοβαρές ή βαριές βλάβες στον φέροντα οργανισμό ο οποίος όμως έχει ακόμη την ικανότητα να φέρει τα προβλεπόμενα κατακόρυφα φορτία χωρίς πάντα να διαθέτει άλλο ουσιαστικό περιθώριο ασφαλείας έναντι ολικής ή μερικής κατάρρευσης. Οι μόνιμες σχετικές μετακινήσεις ορόφων είναι μεγάλες.

Κεφάλαιο 5

Κανονικότητα Κτιρίου

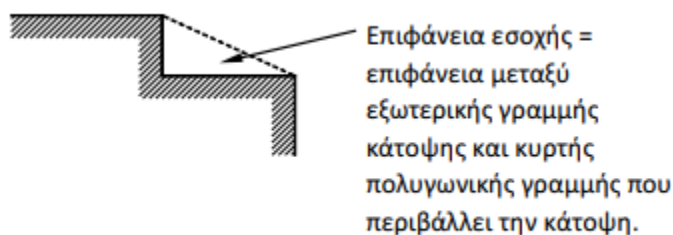
5.1 Εισαγωγή

Η κανονικότητα ενός κτιρίου παίζει σημαντικό ρόλο στον ΕΚ8 αφού επηρεάζει άμεσα την τιμή του συντελεστή συμπεριφοράς που θα ληφθεί υπόψη στον υπολογισμό των σεισμικών φορτίων σχεδιασμού. Διακρίνονται δύο τύποι κανονικότητας: η κανονικότητα σε κάτοψη και η κανονικότητα σε όψη (καθ' ύψος). (Ψυχάρης, 2015)

5.2 Κανονικότητα σε κάτοψη

Η κανονικότητα σε κάτοψη επηρεάζει έμμεσα τον συντελεστή συμπεριφοράς (μέσω του συντελεστή α_u/α_1). Για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως κανονικό σε κάτοψη θα πρέπει να ικανοποιεί όλους τους παρακάτω όρους:

1. Το κτίριο πρέπει να είναι κατά προσέγγιση συμμετρικό σε κάτοψη σε σχέση με δύο ορθογώνιους άξονες. Η συμμετρία αφορά:
 - Στην αντοχή σε οριζόντια φορτία και
 - Στην κατανομή της μάζας.
2. Κάθε πλάκα ορόφου θα οριοθετείτε από κυρτή πολυγωνική γραμμή. Εάν υπάρχουν ανωμαλίες στην περίμετρο (εισέχουσες γωνίες ή εσοχές στην περίμετρο):
 - Οι ανωμαλίες αυτές δεν πρέπει να έχουν επιπτώσεις στη δυσκαμψία της πλάκας στο επίπεδο της
 - Σε κάθε ανωμαλία, η περιοχή μεταξύ του περιγράμματος της πλάκας και της κυρτής πολυγωνικής γραμμής που περιβάλλει την πλάκα δεν πρέπει να υπερβαίνει το 5% της επιφάνειας του ορόφου.



Καθορισμός επιφάνειας εσοχής ορόφου.

3. Η δυσκαμψία των πλακών των ορόφων μέσα στο επίπεδο της πρέπει να είναι αρκετά μεγάλη, έτσι ώστε η παραμόρφωση της πλάκας να έχει μικρή επίδραση στην κατανομή των δυνάμεων μεταξύ των κατακόρυφων φερόντων στοιχείων (διαφραγματική λειτουργία). Από την άποψη αυτή, κατόψεις με μορφή L, Π, Η, Ι και Χ πρέπει να εξετάζονται προσεκτικά.

4. Η λυγηρότητα του κτιρίου σε κάτοψη δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 4, δηλαδή: $\lambda \leq 4$ όπου:

$$\lambda = L_{max}/L_{min}$$

L_{max} και L_{min} είναι η μεγαλύτερη και η μικρότερη διάσταση του κτιρίου σε κάτοψη, μετρούμενη σε ορθογώνιες διευθύνσεις.

5. Σε κάθε επίπεδο και για κάθε διεύθυνση της ανάλυσης x και y η στατική εκκεντρότητα e_o και η ακτίνα δυστρεψιάς r πρέπει να ικανοποιούν τις δύο παρακάτω συνθήκες:

Διεύθυνση ανάλυσης Y

$$e_{ox} \leq 0.30 * r_x$$

$$r_x \geq I_s$$

Διεύθυνση ανάλυσης X

$$e_{oy} \leq 0.30 * r_y$$

$$r_y \geq I_s$$

όπου:

e_{ox} : η απόσταση μεταξύ του κέντρου δυσκαμψίας και του κέντρου μάζας (στατική εκκεντρότητα) που μετράτε κατά την διεύθυνση x, κάθετα στην εξεταζόμενη διεύθυνση της ανάλυσης (ανάλογα ορίζεται η e_{oy}).

r_x : η ακτίνα δυστρεψιάς που ορίζεται ως (ανάλογα ορίζεται η r_y):

$$r_x = \sqrt{\frac{\text{στροφική δυσκαμψία}}{\text{μεταφορική δυσκαμψία στην διεύθυνση y}}}$$

Η στροφική δυσκαμψία ορίζεται ως προς το κέντρο της μεταφορικής δυσκαμψίας. Επειδή για πολυώροφα κτίρια δεν υπάρχει σαφής ορισμός του κέντρου δυσκαμψίας το Εθνικό Προσάρτημα παραπέμπει στη παρ.3.3.3 του ΕΑΚ2000 όπου υπάρχει αντίστοιχος ορισμός της ακτίνας δυστρεψιάς ως προς το σημείο P_0 κάθε ορόφου, που αντιστοιχεί στον πλασματικό ελαστικό άξονα. (Ψυχάρης, 2015)

I_s : η ακτίνα αδράνειας της μάζας της πλάκας ορόφου σε κάτοψη που ορίζεται ως:

$$I_s = \sqrt{\frac{\text{πολική ροπή αδράνειας πλάκας ως προς το κέντρος της μάζας}}{\text{μάζα ορόφου}}}$$

5.3 Κανονικότητα σε όψη

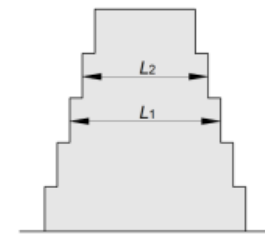
Η κανονικότητα σε όψη επηρεάζει άμεσα την αντισεισμική ανάλυση, αφού κτίρια χωρίς κατακόρυφη κανονικότητα επιβαρύνονται με 25% αύξηση των σεισμικών φορτίων (σχεδιάζονται αντισεισμικά για 20% μικρότερο συντελεστή συμπεριφοράς). Για να χαρακτηριστεί ένα κτίριο ως κανονικό σε όψη πρέπει να ικανοποιεί όλους τους παρακάτω όρους:

1. Όλα τα συστήματα ανάληψης οριζοντίων φορτίων, όπως πυρήνες, φέροντα τοιχώματα ή πλαίσια, πρέπει να είναι συνεχή χωρίς διακοπή από τα θεμέλια έως την άνω επιφάνεια του κτιρίου, ή, εάν υπάρχουν ζώνες εσοχών με διαφορετικά ύψη, έως την άνω επιφάνεια της σχετικής ζώνης του κτιρίου.
2. Η μεταφορική δυσκαμψία και η μάζα των επιμέρους ορόφων θα παραμένουν σταθερές ή θα μειώνονται βαθμιαία, χωρίς απότομες αλλαγές. Δυστυχώς δεν δίνεται σαφής ποσοτικός καθορισμός του όρου “βαθμιαία μείωση”, αλλά επαφίεται στην κρίση του μηχανικού. Υπενθυμίζεται ότι αντίστοιχη διάταξη υπήρχε και στον ΕΑΚ για τον καθορισμό ενός κτιρίου ως κανονικού, στην οποία η βαθμιαία μείωση της μάζας και της δυσκαμψίας δεν έπρεπε να είναι μεγαλύτερη του 50% από όροφο σε όροφο.
3. Σε κτίρια με πλαισιωτό σύστημα, ο λόγος της πραγματικής αντοχής ορόφων προς την αντοχή που απαιτείται από την ανάλυση δεν πρέπει να διαφέρει δυσανάλογα μεταξύ συνεχόμενων ορόφων. Επειδή οι τοίχοι πλήρωσης συμμετέχουν στην πραγματική αντοχή των ορόφων ενώ δεν λαμβάνονται υπόψη στον υπολογισμό της αντοχής που απαιτείται από την ανάλυση, κτίρια με pilotis δεν ικανοποιούν αυτή τη συνθήκη και επομένως είναι μη-κανονικά σε όψη.
4. Όταν υπάρχουν εσοχές καθ’ ύψος, πρέπει να ικανοποιούνται και οι ακόλουθες πρόσθετες συνθήκες:

- Περίπτωση α

Για βαθμιδωτές εσοχές που διατηρούν την αξονική συμμετρία του φορέα, η εσοχή σε οποιονδήποτε όροφο δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 20% της προηγούμενης διάστασης σε κάτοψη στην διεύθυνση εσοχής:

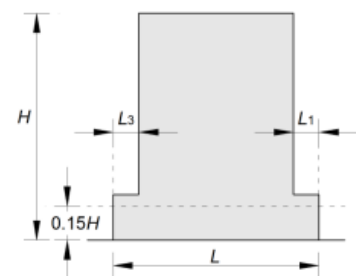
$$\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0.20.$$



- Περίπτωση β

Για μεμονωμένη εσοχή σε ύψος μεγαλύτερο του 15% του συνολικού ύψους του κύριου στατικού συστήματος:

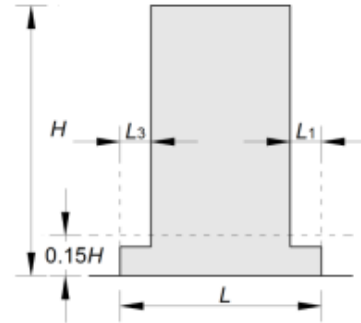
$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0.20.$$



- Περίπτωση γ

Για μια μεμονωμένη εσοχή σε ύψος μικρότερο του 15% του συνολικού ύψους του στατικού συστήματος η εσοχή δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 50% της προηγούμενης διάστασης σε κάτοψη:

$$\frac{L_3 + L_1}{L} \leq 0.50$$



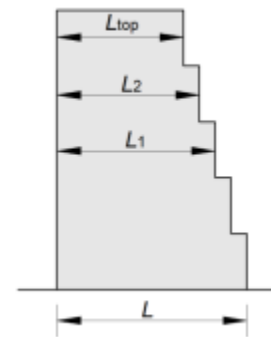
Απαίτηση πρόσθετου ελέγχου

Στην περίπτωση (γ), το κάτω μέρος της κατασκευής, που περιλαμβάνεται μέσα στην κατακόρυφη προβολή της περιμέτρου των ανώτερων ορόφων, πρέπει να μελετηθεί ώστε να αναλαμβάνει τουλάχιστον το 75% των οριζόντιων τεμνουσών δυνάμεων που θα αναπτύσσονταν στην ίδια ζώνη σε παρόμοιο κτίριο χωρίς τη διεύρυνση του κάτω μέρους. Η διάταξη αυτή επιβάλλει διπλή επίλυση του κτιρίου, με και χωρίς την επέκταση του ισογείου.

- Περίπτωση δ

Εάν οι εσοχές δεν διατηρούν τη συμμετρία του φορέα, το άθροισμα των εσοχών όλων των ορόφων σε κάθε όψη δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερο από το 30% της διάστασης της κάτοψης στο ισόγειο επάνω από την θεμελίωση ή επάνω από την άνω επιφάνεια άκαμπτου υπογείου, και κάθε επιμέρους εσοχή δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από το 10% της προηγούμενης διάστασης κάτοψης: $\frac{L - L_{top}}{L} \leq 0.30$ και $\frac{L_1 - L_2}{L_1} \leq 0.10$.

(Ψυχάρης, 2015)



Κεφάλαιο 6

Παρουσίαση Κτιρίων

6.1 Περιγραφή Κτιρίων

Τα κτίρια που μελετήθηκαν είναι της δεκαετίας 60'-70'. Αποτελούνται από 9, 7, 5 και 3 ορόφους, με ύψος ορόφου 3m και δυο είδη ανοιγμάτων: 3.5m και 4.75m αντίστοιχα. Συνολικά στην παρούσα διπλωματική μελετήθηκαν 21 κτίρια τα οποία ανάγονται σε 4 κατηγορίες όπως παρουσιάζονται ακολούθως:

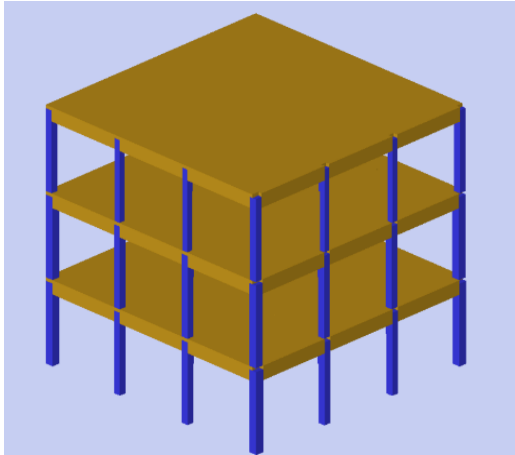
1. Κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος, με ύψος ορόφων 3m και άνοιγμα 3.5m και 4.75m.
2. Κτίρια με φυτευτά υποστυλώματα από τον 1^ο όροφο και πάνω, με άνοιγμα 3.5m.
3. Κτίρια χωρίς φυτευτά υποστυλώματα και με περισσότερα ανοίγματα από αυτά της κατηγορίας ένα.
4. Κτίρια με ακανονικότητα σε κάτοψη (μορφής Γ) με άνοιγμα 3.5m και 4.75.

Τα υποστυλώματα των κατασκευών είναι τετραγωνικής διατομής και η διάταξη τους είναι η ακόλουθη: τοποθετούνται στον άξονα x, 4 υποστυλώματα και στον άξονα z, 6 υποστυλώματα. Επομένως, σε κάθε ξυλότυπο συναντάμε συνολικά $4*6=24$ υποστυλώματα, των οποίων η αξονική απόσταση είναι 3.5m και 4.75m αντίστοιχα.

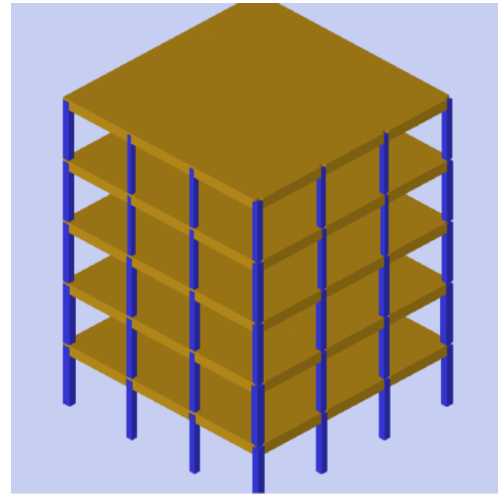
6.2 Κατηγορίες Κτιρίων

Κατηγορία 1

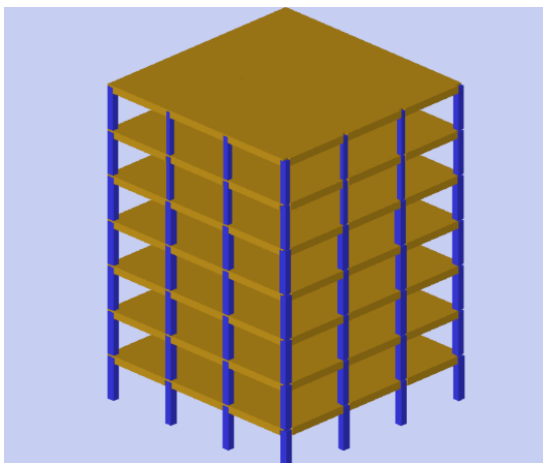
Κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 3.5m.



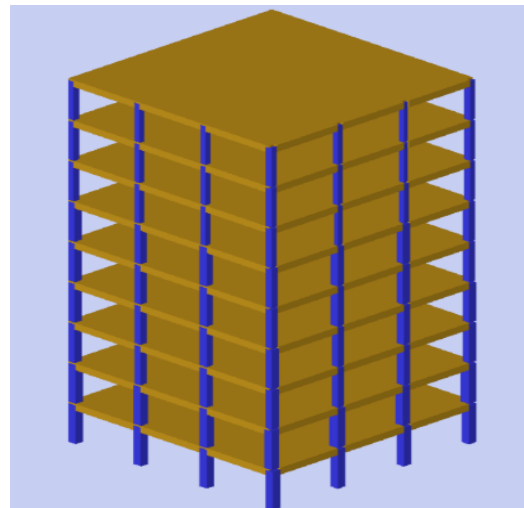
Σχήμα 6.1: Προσομοίωμα 3όροφου κτιρίου



Σχήμα 6.2: Προσομοίωμα 5όροφου κτιρίου

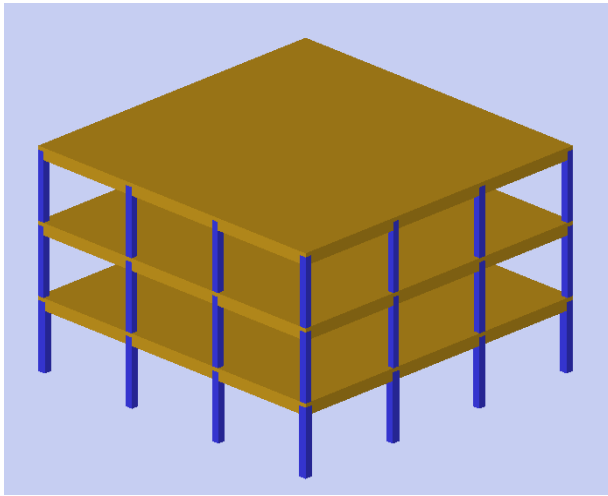


Σχήμα 6.3: Προσομοίωμα 7όροφου κτιρίου

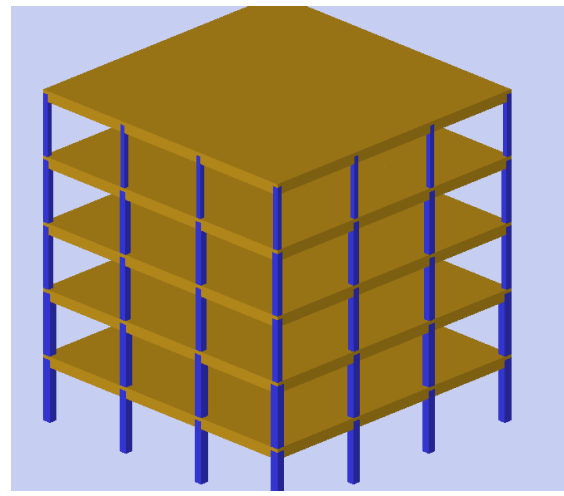


Σχήμα 6.4: Προσομοίωμα 9όροφου κτιρίου

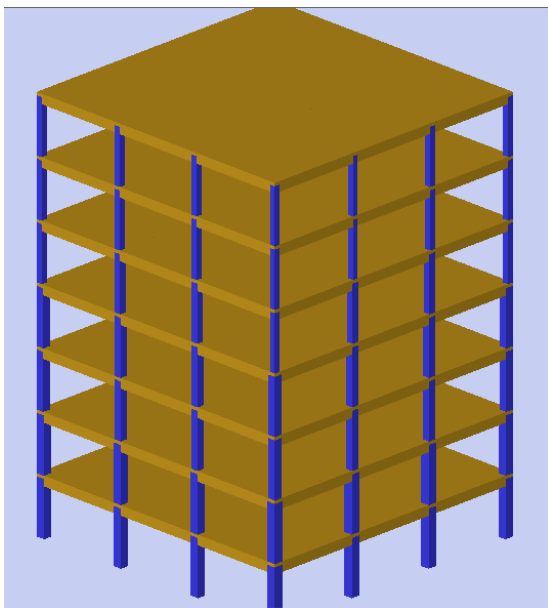
Κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4.75m.



Σχήμα 6.5: Προσομοίωμα 3όροφου κτιρίου



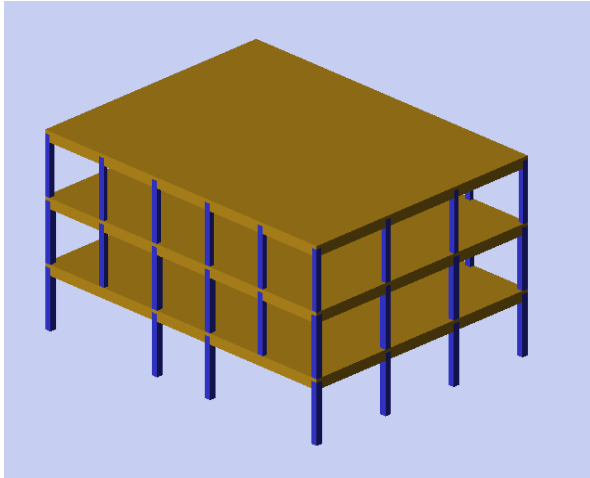
Σχήμα 6.6: Προσομοίωμα 5όροφου κτιρίου



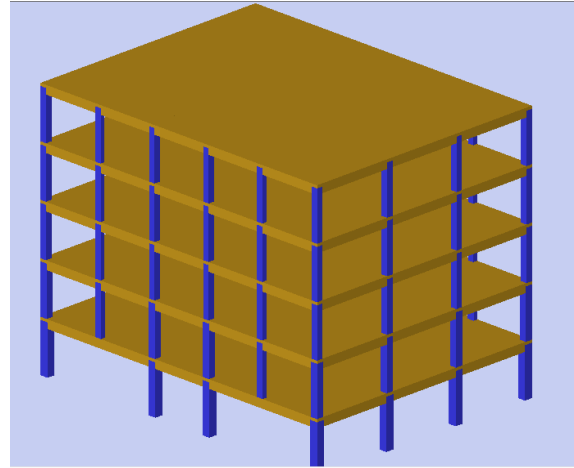
Σχήμα 6.7: Προσομοίωμα 7όροφου κτιρίου

Κατηγορία 2

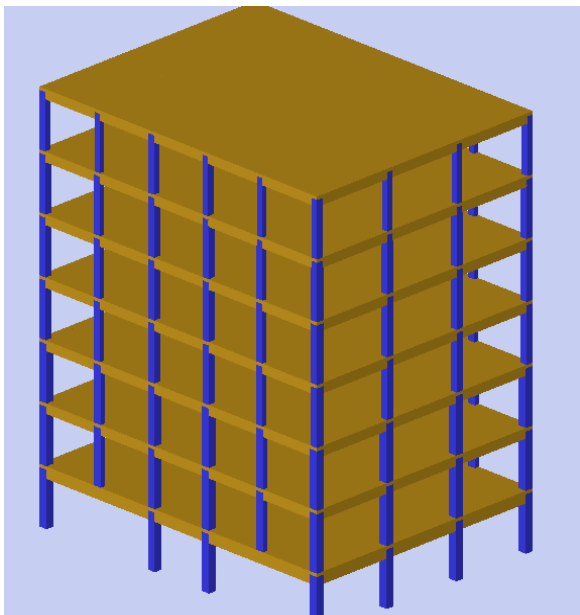
Κτίρια με φυτευτά υποστυλώματα από τον 1^ο όροφο και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 3.5m.



Σχήμα 6.8: Προσομοίωμα 3όροφου κτιρίου



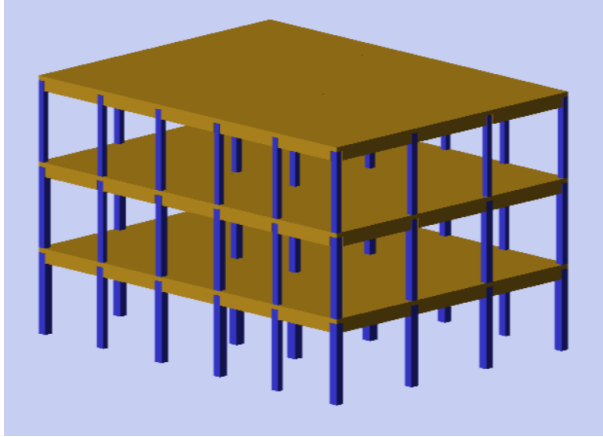
Σχήμα 6.9: Προσομοίωμα 5όροφου κτιρίου



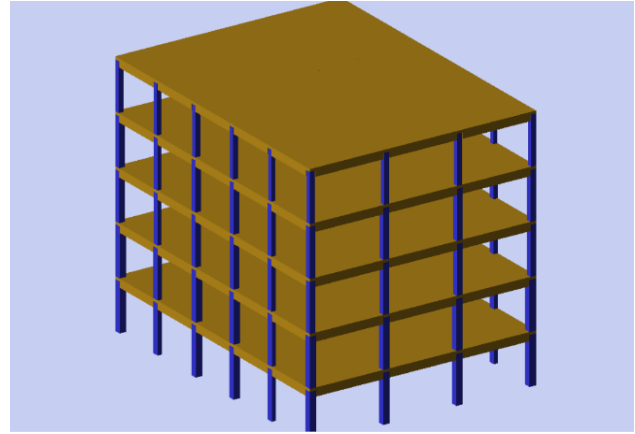
Σχήμα 6.10: Προσομοίωμα 7όροφου κτιρίου

Κατηγορία 3

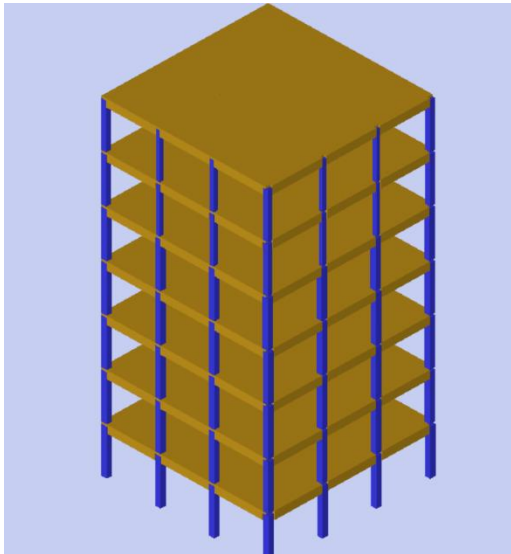
Κτίρια χωρίς φυτευτά υποστυλώματα και με περισσότερα ανοίγματα από αυτά της κατηγορίας ένα.



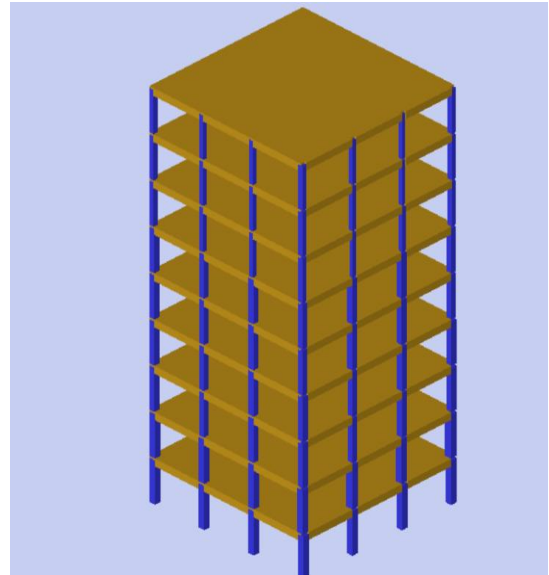
Σχήμα 6.11: Προσομοίωμα 3όροφου κτιρίου



Σχήμα 6.12: Προσομοίωμα 5όροφου κτιρίου



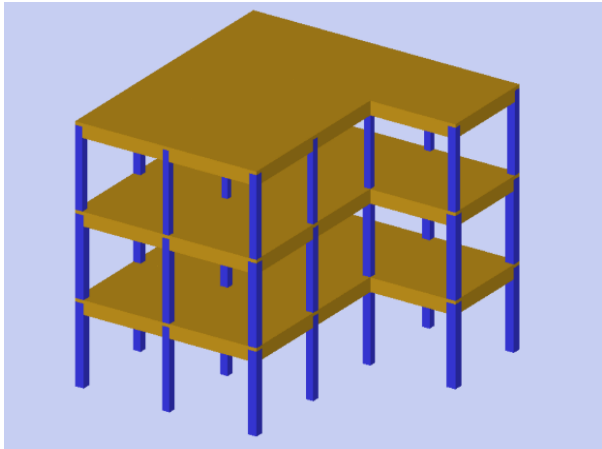
Σχήμα 6.13: Προσομοίωμα 7όροφου κτιρίου



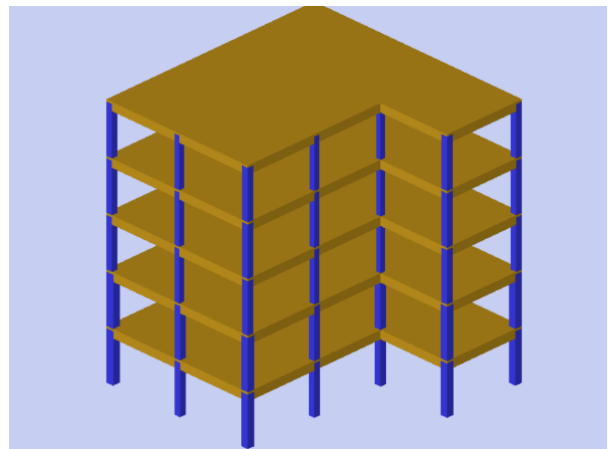
Σχήμα 6.14: Προσομοίωμα 9όροφου κτιρίου

Κατηγορία 4

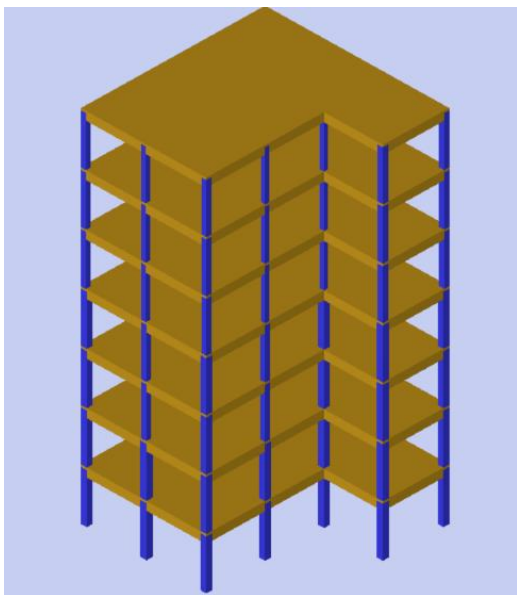
Κτίρια με ακανονικότητα στην κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 3.5m.



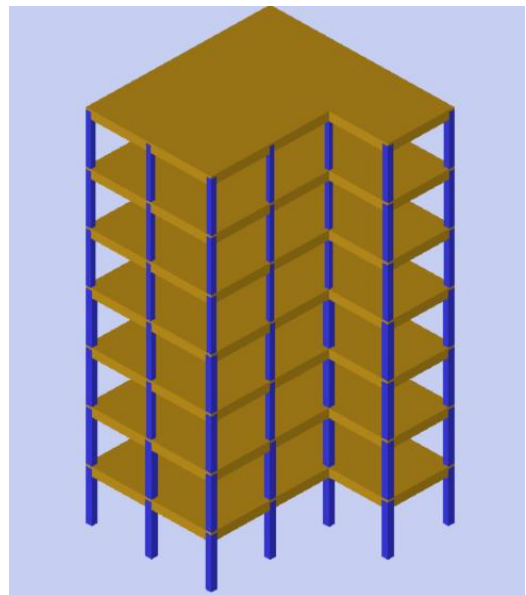
Σχήμα 6.15: Προσομοίωμα 3όροφου κτιρίου



Σχήμα 6.16: Προσομοίωμα 5όροφου κτιρίου

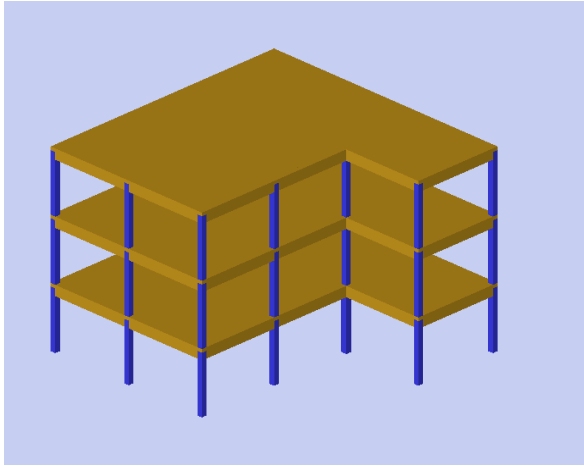


Σχήμα 6.17: Προσομοίωμα 7όροφου κτιρίου

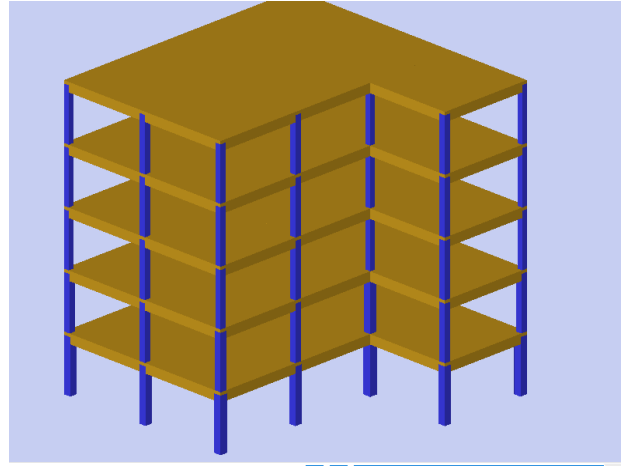


Σχήμα 6.18: Προσομοίωμα 9όροφου κτιρίου

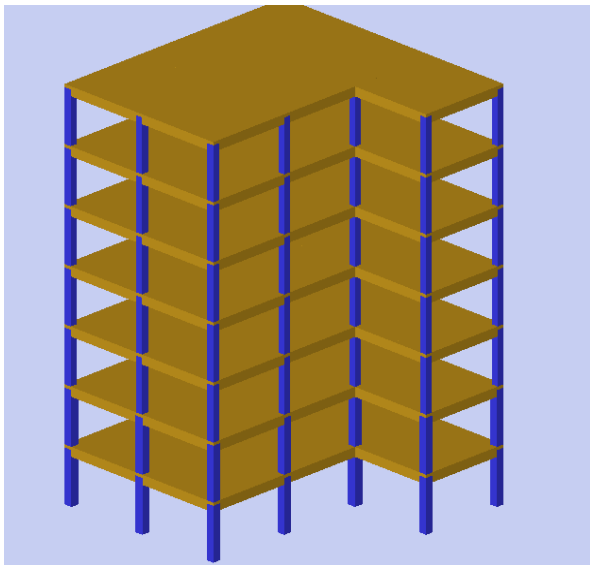
Κτίρια με ακανονικότητα στην κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4.75m.



Σχήμα 6.19: Προσομοίωμα 3όροφου κτιρίου



Σχήμα 6.20: Προσομοίωμα 5όροφου κτιρίου



Σχήμα 6.21: Προσομοίωμα 7όροφου κτιρίου

6.3 Υλικά

6.3.1 Οπλισμένο Σκυρόδεμα

Η κατηγορία του σκυροδέματος για τα εξεταζόμενα κτίρια είναι B160, ήταν και η συνηθέστερη κατηγορία για κατασκευές εκείνης της εποχής. Επομένως, ισχύει ότι η μέση κυβική αντοχή είναι ίση με 16 MPa, και η μέση κυλινδρική αντοχή $f_{cm} = f_{cm, cube} / 1.25 = 16 / 1.25 = 12.8 \text{ MPa}$. Άρα η μέση αντοχή του κυλίνδρου είναι $f_{cm} = 12 \text{ MPa}$.

Από την κατηγορία του οπλισμένου σκυροδέματος B160 το μέτρο ελκυστικότητας προκύπτει $E_{cm} = 21 \text{ GPa}$, κάνοντας την αντιστοίχιση με την σημερινή κατηγορία C12/15 σύμφωνα με τον EC8. Ενώ, ο λόγος Poisson για αρηγμάτωτο σκυρόδεμα είναι ίσος με 0.2.

6.3.2 Δομικός Χάλυβας

Ο χάλυβας οπλισμού που επιλέχτηκε είναι ποιότητας StI με χαρακτηριστική τάση διαρροής $f_{yk} = 220 \text{ MPa}$. Η μέση εφελκυστική αντοχή του χάλυβα θεωρούμε ότι είναι 310 MPa, όπως έχει προκύψει από πολλά πειράματα σε χάλυβες εκείνης της περιόδου. Αντίστοιχα το μέτρο ελαστικότητας είναι ίσο με $E_s = 200 \text{ GPa}$.

6.4 Φέροντα στοιχεία

Τα κτίρια μελετήθηκαν με βάση τον κανονισμό σκυροδέματος του 1954 και το αντισεισμικό του 1959, στην συνέχεια προέκυψαν οι παρακάτω παραδοχές ως προς την όπλιση για τα φέροντα στοιχεία της κατασκευής.

6.4.1 Οπλισμός Υποστυλωμάτων

Για τα υποστυλώματα χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω παραδοχές για την διαστασιολόγηση των κτιρίων:

- Η μέγιστη εγκάρσια απόσταση συγκρατούμενων ράβδων: 0.60 m
- Η απόσταση συνδετήρων υποστυλωμάτων και άκρων τοιχωμάτων: 0.40 m
- Διάμετροι του οπλισμού είναι: Φ14, Φ16, Φ18, Φ20

6.4.2 Οπλισμός Δοκών

Για τις δοκούς χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω παραδοχές για την διαστασιολόγηση των κτιρίων:

- Η μέγιστη απόσταση των συνδετήρων δοκών: 0.40 m
- Το μέγιστο μήκος δοκού για ενοποίηση πρόσθετων ορισμών στηρίξεων: $L_{max} = 1.0 \text{ m}$
- Εφαρμογή κανόνων αγκύρωσης: Όχι
- Η κάλυψη διατμητικών δυνάμεων δοκών: Πάντοτε κάμψη μισών +1
- Διάμετροι οπλισμού για τις δοκούς είναι: Φ10, Φ12, Φ14, Φ16, Φ18, Φ20

6.4.3 Πλάκες

Για τις πλάκες χρησιμοποιήθηκαν οι παρακάτω παραδοχές για την διαστασιολόγηση των κτιρίων:

- Ίσια σίδερα ανοιγμάτων πλακών: Όχι
- Διάμετροι οπλισμών: Φ8, Φ10

6.5 Επιπλέον Στοιχεία Κτιρίων

Με βάση το ανελαστικό φάσμα σχεδιασμού κατά EC8 και κατηγορίες εδάφους για την προσομοίωση των κτιρίων έγιναν η εξής παραδοχές:

- Το είδος εδάφους λαμβάνεται ως: Άργιλος ξηρή
- Ο δείκτης εδάφους: 6000.00 [tn/m²/m]
- Η επιτρεπόμενη τάση λαμβάνεται ίση: 25.00 [tn/m²]
- Η γωνία τριβής στην βάση του θεμελίου δ είναι: 30.00 [°]
- Ο συντελεστής υπολογισμού παθητικής ώθησης: 0.300

Επιπλέον, με βάση της ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας για την προσομοίωση των κτιρίων έγιναν η εξής παραδοχές:

- Η Σεισμικότητα λαμβάνεται: 1
- Ο σεισμικός συντελεστής λαμβάνεται ε: 0.040
- Ο αριθμός σεισμικών φορτίων λαμβάνεται: 4
- Ο συντελεστής στρεπτικής δυσκαμψίας υποστρωμάτων τοιχωμάτων λαμβάνεται: 0.100
- Ο συντελεστής στρεπτικής δυσκαμψίας δοκών λαμβάνεται: 0.100
- Ο συντελεστής διαφραγματικής λειτουργίας λαμβάνεται: 10000.000

6.6 Φορτία

- Ως Μόνιμα Φορτία (G) λαμβάνονται:
 - Ίδιο βάρος οπλισμού σκυροδέματος: 2.400 [t/m³].
 - Επικαλύψεις δαπέδων γενικά: 0.10 [t/m³].
 - Επικαλύψεις με μάρμαρα: 0.15 [t/m³].
- Ως Μεταβλητά Φορτία (Q) λαμβάνονται:
 - Μεταβλητά φορτία πλακών γενικά: 0.20 [t/m³].

6.7 Γενικές Παραδοχές

- Αυτόματη απόδοση οπλισμού πλακών στις δοκούς: Ναι
- Έλεγχος ρηγμάτωσης: Όχι
- Ικανοτικός έλεγχος κόμβων: Όχι
- Ικανοτικός έλεγχος διάτμησης: Όχι
- Αυξημένες απαιτήσεις πλαστιμότητας: Όχι
- Εφαρμογή κανόνων περίσφιξης: Όχι

6.8 Αποτίμηση

Για να γίνει η αποτίμηση με την βοήθεια του προγράμματος Fespa επιλέχτηκε η στατική ανελαστική ανάλυση (pushover). Το πρόγραμμα Fespa για την αποτίμηση βασίζεται στον ΚΑΝ.ΕΠΕ και σε διατάξεις του EC8.

6.8.1 Υλικά Αποτίμησης

- Η μέση αντοχή σκυροδέματος λαμβάνεται $f_{cm} = 16\text{MPa}$
- Η μέση αντοχή του δομικού χάλυβα λαμβάνεται $f_{ym} = 310\text{MPa}$
- Η οριακή παραμόρφωση νέου οπλισμού λαμβάνεται $\varepsilon_{su_e} = 6.0\%$
- Η μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων λαμβάνεται $f_{ywm} = 310\text{Mpa}$

6.8.2 Σεισμική Δράση

- Η σεισμικότητα 1 του παλαιού κανονισμού αντιστοιχεί σε σεισμική ζώνη I (Z1) στον EC8 και έχει μέγιστη εδαφική επιτάχυνση: 0.16 g
- Η έννοια της σπουδαιότητας δεν αναφέρεται στο Β.Δ 1959 και δεδομένου ότι η χρήση των κτιρίων που διαστασιολογήθηκαν είναι κατοικίες επιλέχτηκε συντελεστής σπουδαιότητα $\Sigma 2=1$

6.8.3 Παράμετροι Φάσματος

- Επιλέχτηκε το φάσμα σχεδιασμού και όχι το ελαστικό φάσμα καθώς δεν θεωρούμε ότι η κατασκευή μας συμπεριφέρεται ελαστικά.
- Ο τύπος του εδάφους θεωρήθηκε ότι είναι ένα συνηθισμένο καλό έδαφος τύπου Β. Επομένως, ο συντελεστής εδάφους είναι ίσος με $S = 1,2$.
- Ο συντελεστής απόσβεσης για οπλισμένο σκυρόδεμα ισούται $\xi = 5\%$

6.8.3.1 Γενικά

- Τυχηματική εκκεντρικότητα: Όχι
- Φαινόμενα 2^{ας} τάξης (P-Δ): Ναι
- Έλεγχος διάτμησης κόμβου: Ναι

6.8.3.2 Επίπεδο γνώσης Σ.Α.Δ υφιστάμενων υλικών - συντελεστές ασφαλείας

- Επίπεδο γνώσης σκυροδέματος και χάλυβα: KL2-κανονική (ικανοποιητική)
- Συντελεστής ασφάλειας σκυροδέματος $\gamma_c = 1.3$
- Συντελεστής ασφάλειας χάλυβα $\gamma_s = 1.15$

6.8.3.3 Φάσμα - Αποτίμηση

- Συμβατικός Χρόνος ζωής TL = 50 έτη
- Πιθανότητα υπέρβασης PR
- Πιθανότητα υπέρβασης PLR = 10%
- Περίοδος επαναφοράς TLR = 474 έτη

6.8.3.4 Στάθμες Επιτελεστικότητας

1. DL- Περιορισμός βλαβών

- Στάθμη Επιτελεστικότητας DL – 1^η διαρροή δοκού ή υποστυλώματος
- DL πιθανότητα υπέρβασης P_DLR = 50%

2. SD – Σημαντικές βλάβες

- Στάθμη Επιτελεστικότητας SD – 1^η υπέρβαση ορίου σε κύρια δοκό ή υποστυλώμα
- DL πιθανότητα υπέρβασης P_SDR = 10%

3. NC – Οιονεί κατάρρευση

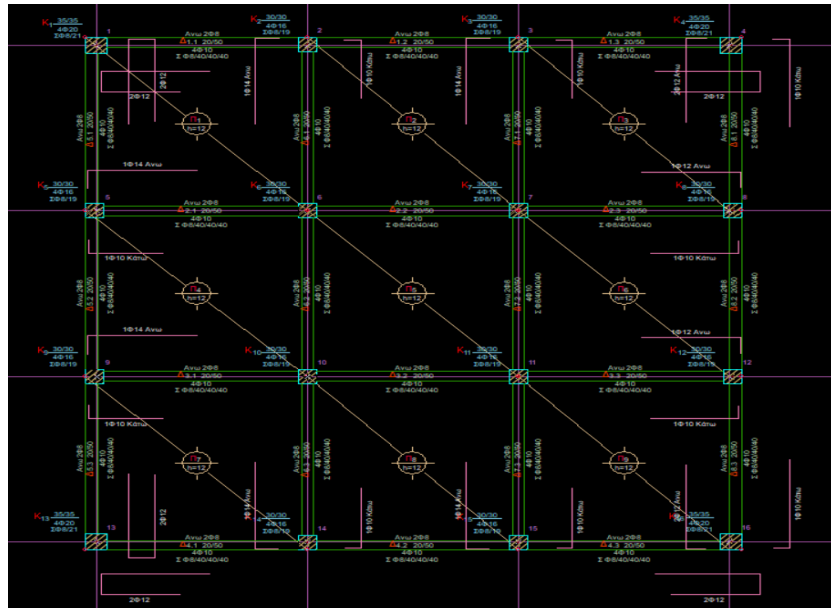
- Στάθμη Επιτελεστικότητας NC– 1^η αστοχία κύριας δοκού ή υποστυλώματος
- DL πιθανότητα υπέρβασης P_NCR = 10%

6.9 Ξυλότυποι

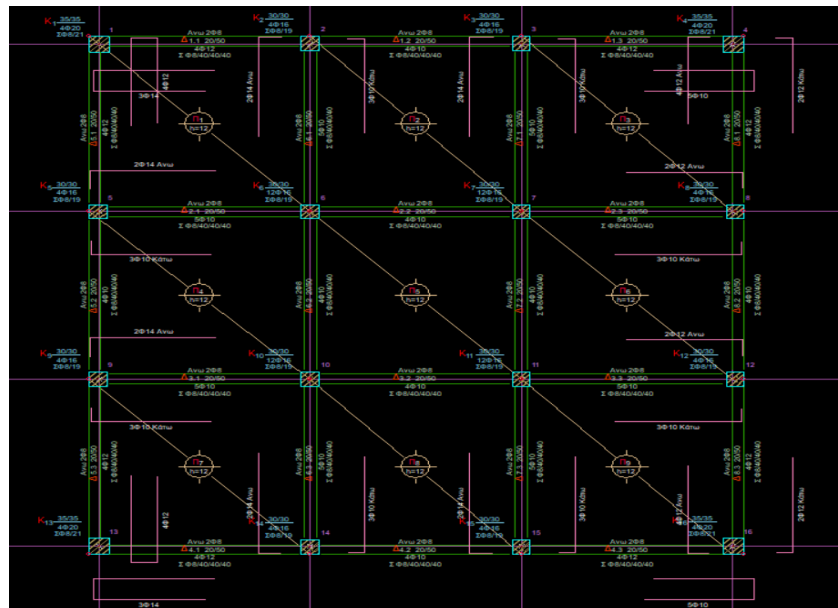
Τέλος, στα Σχήματα 6.23 έως 6.42 παρουσιάζονται οι ξυλότυποι του 1^{ου} ορόφου, όλων των κατηγοριών κτιρίων όπως παρουσιάστηκαν στο Κεφάλαιο 6.2 και όπως σχεδιάστηκαν με το πρόγραμμα FESPA.

Κατηγορία 1

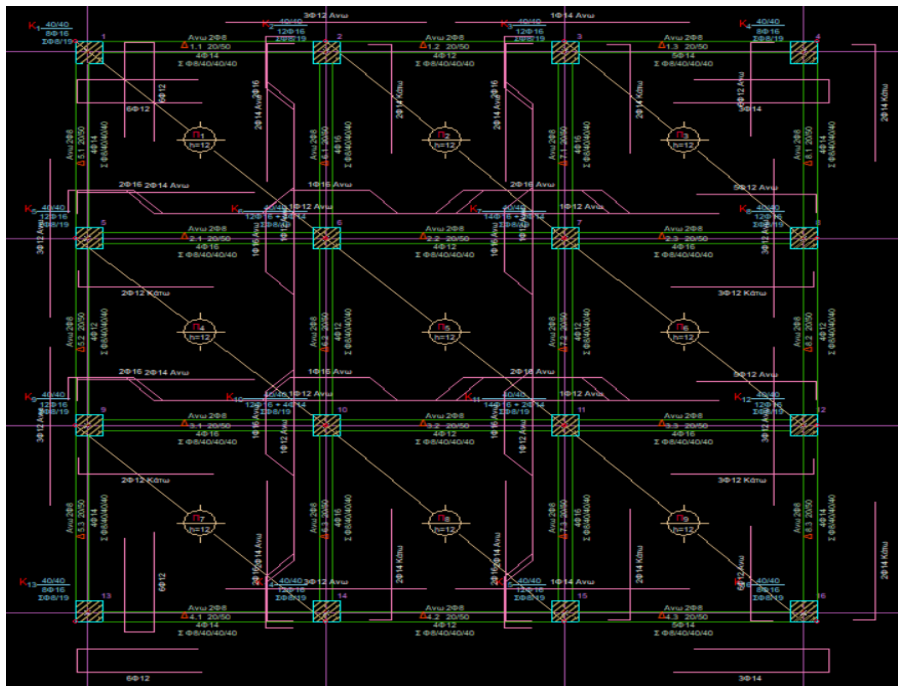
Κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 3.5m.



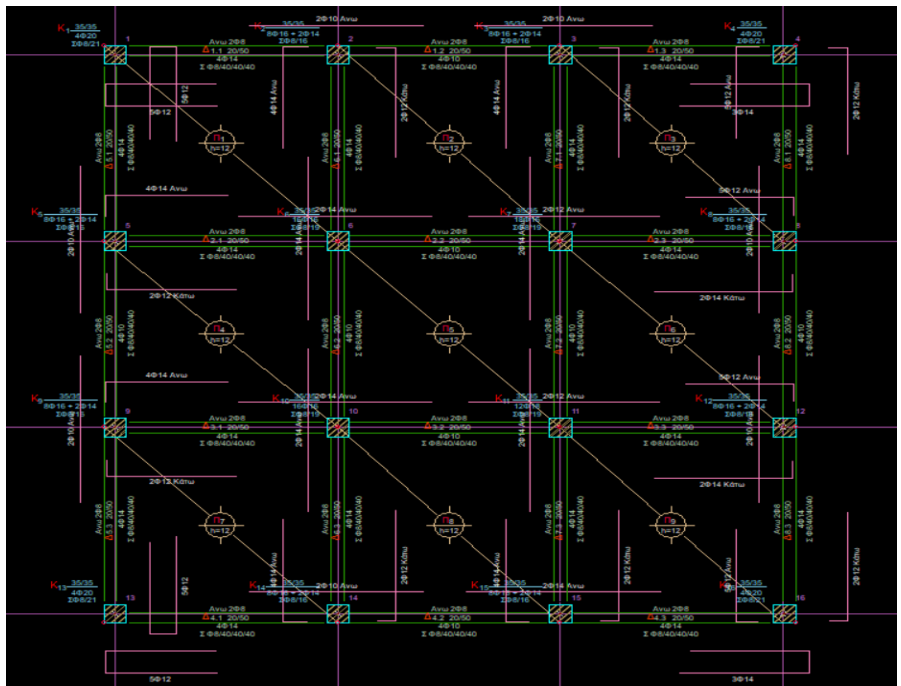
Σχήμα 6.23: Ξυλότυπος 1ου ορόφου – 3όροφο κτίριο



Σχήμα 6.24: Ξυλότυπος 1ου ορόφου – 5όροφο κτίριο

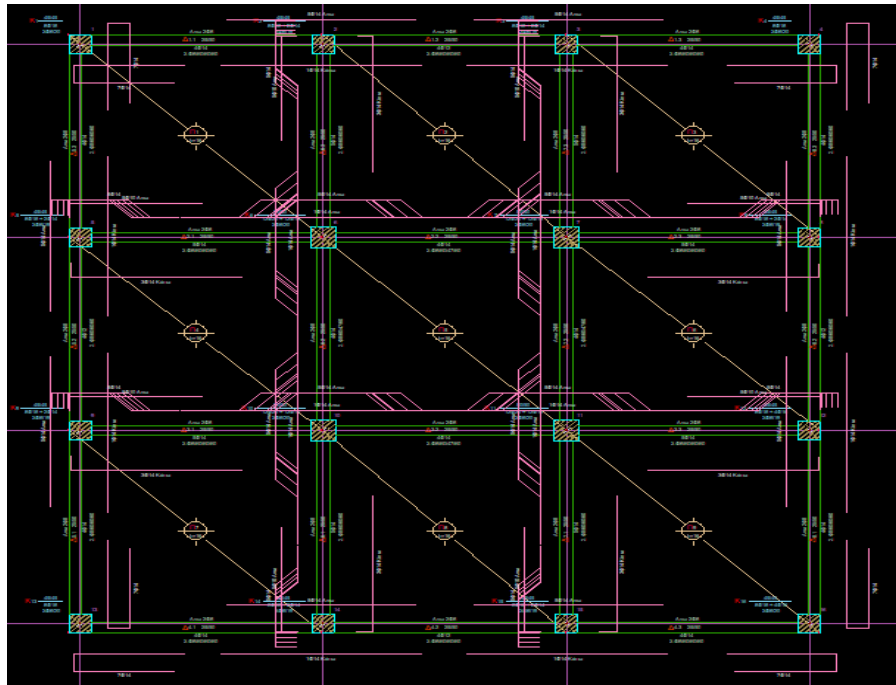


Σχήμα 6.25: Εύλειτουργος 1ου ορόφου – 7όροφο κτίριο

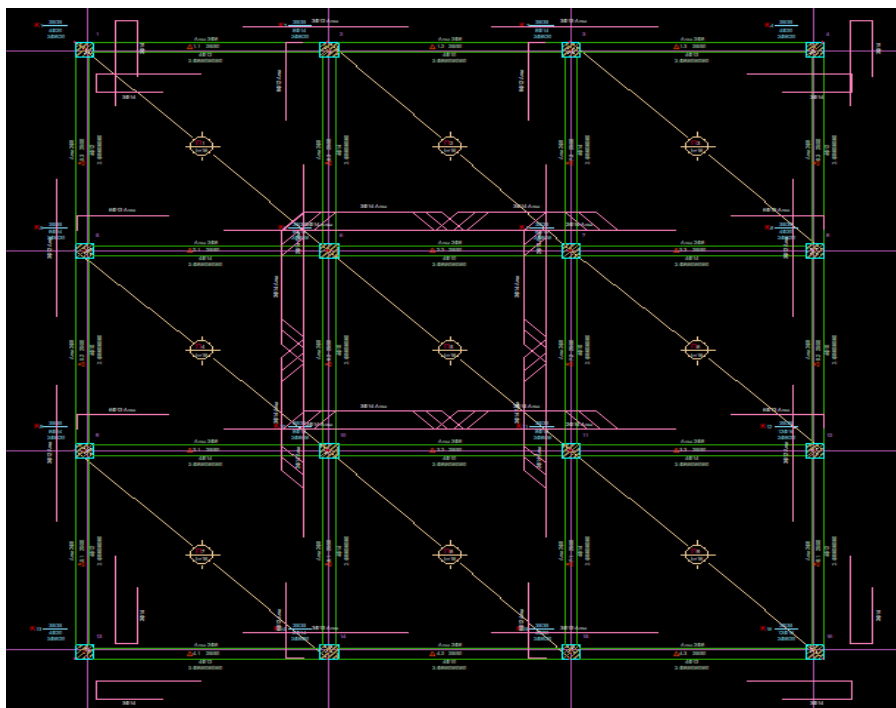


Σχήμα 6.26: Εύλειτουργος 1ου ορόφου – 9όροφο κτίριο

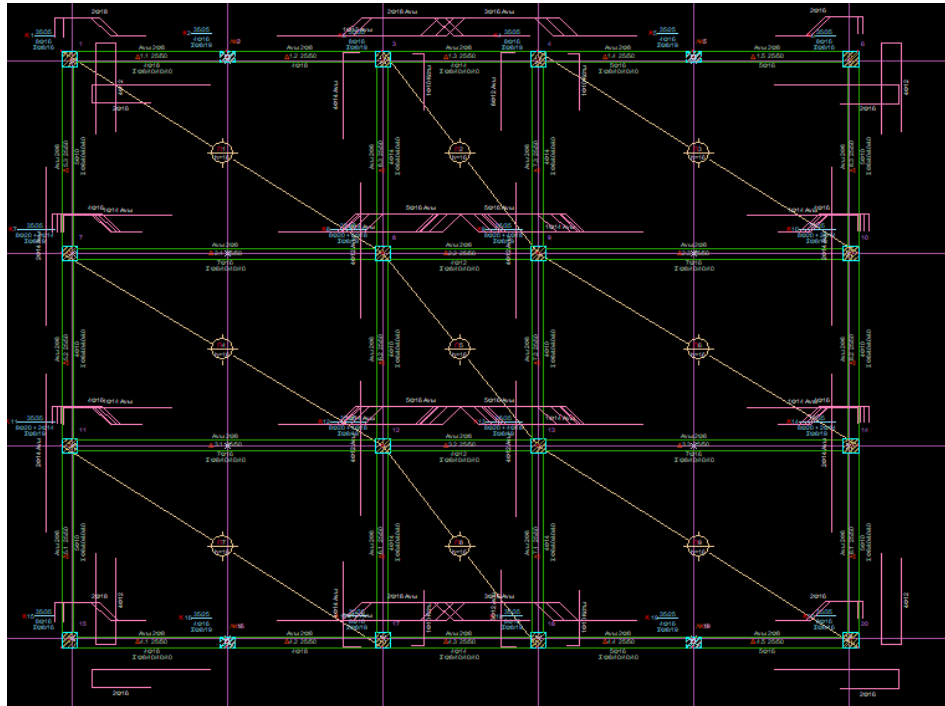
Κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4.75m.



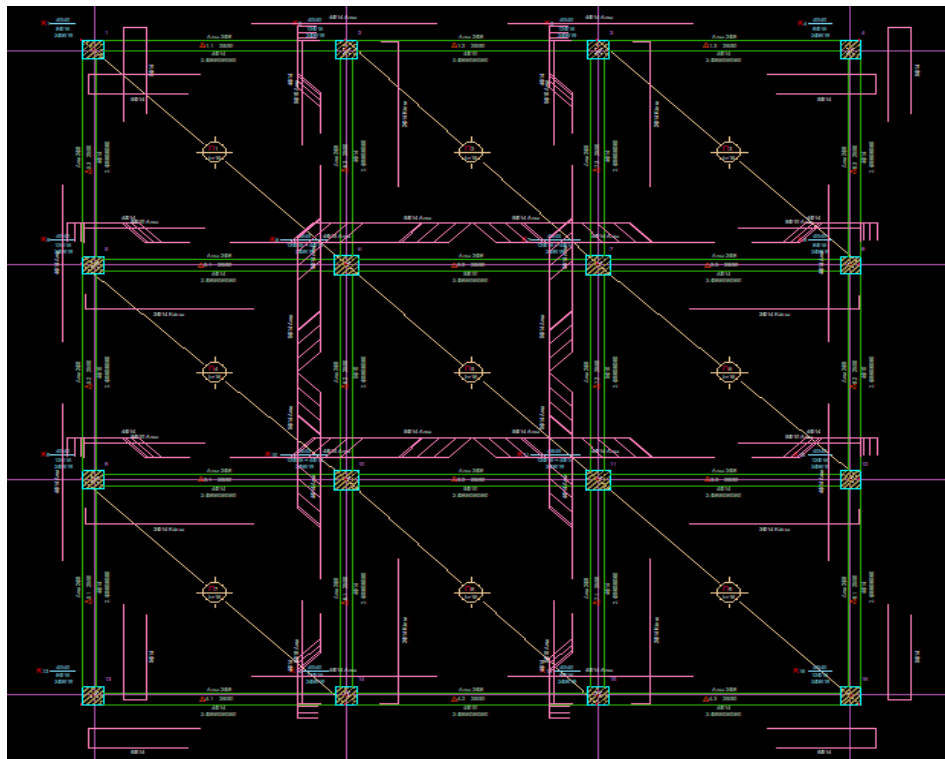
Σχήμα 6.27: Ξυλότυπος 1ου ορόφου – 3όροφο κτίριο με άνοιγμα 4.75m



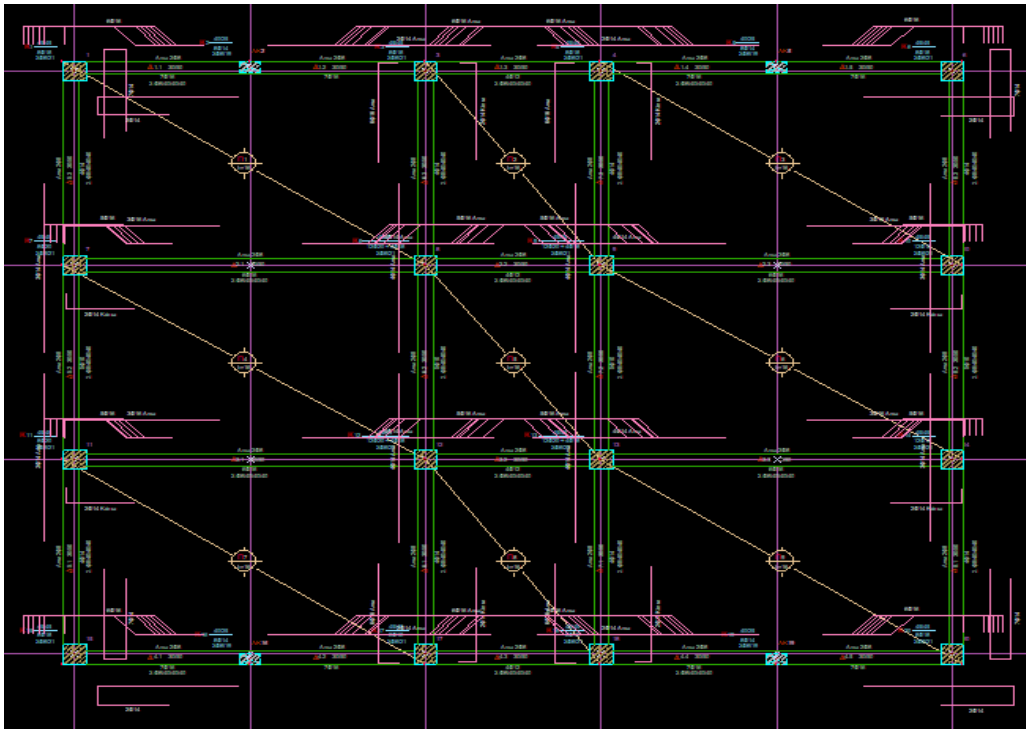
Σχήμα 6.28: Ξυλότυπος 1ου ορόφου – 5όροφο κτίριο με άνοιγμα 4.75m



Σχήμα 6.29: Ευλότυπος 1ου ορόφου – 7όροφο κτίριο με άνοιγμα 4.75m



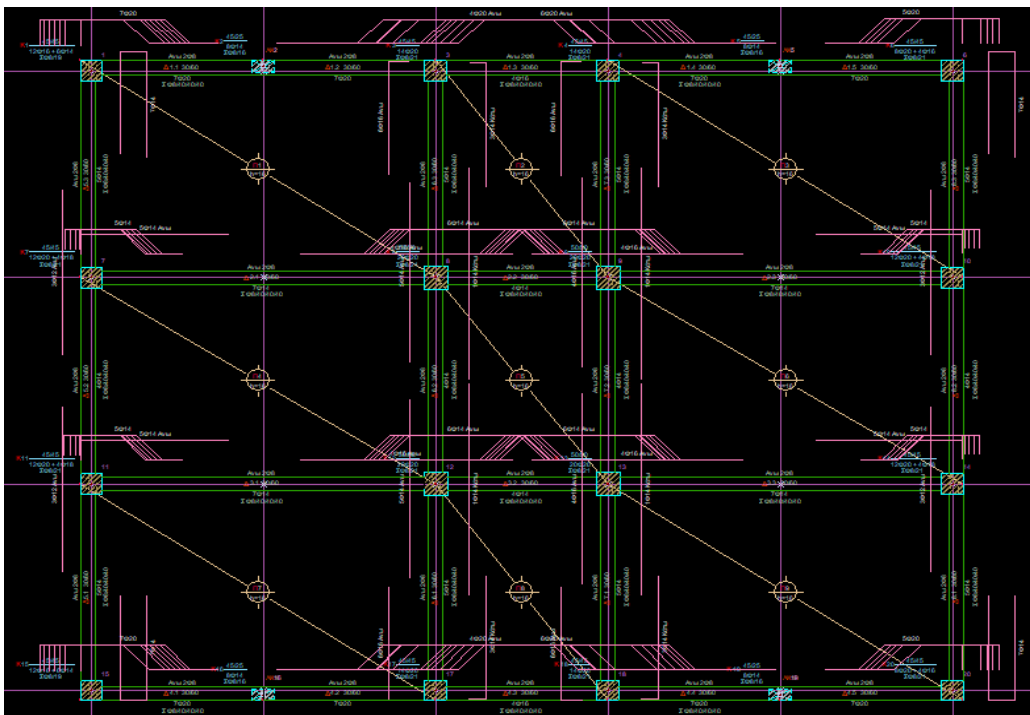
Σχήμα 6.30: Ευλότυπος 1^{ου} ορόφου -3όροφο κτίριο με φυτευτά υποστυλώματα



Σχήμα 6.31: Ευλότυπος 1^{ου} ορόφου -5όροφο κτίριο με φυτενά υποστυλώματα

Κατηγορία 2

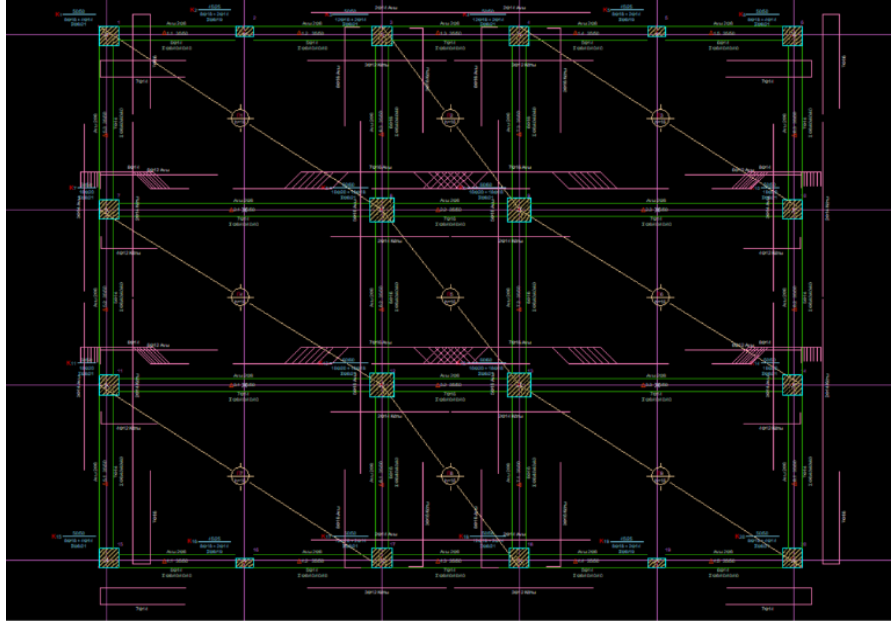
Κτίρια με φυτενά υποστυλώματα από τον 1^ο όροφο και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 3.5m.



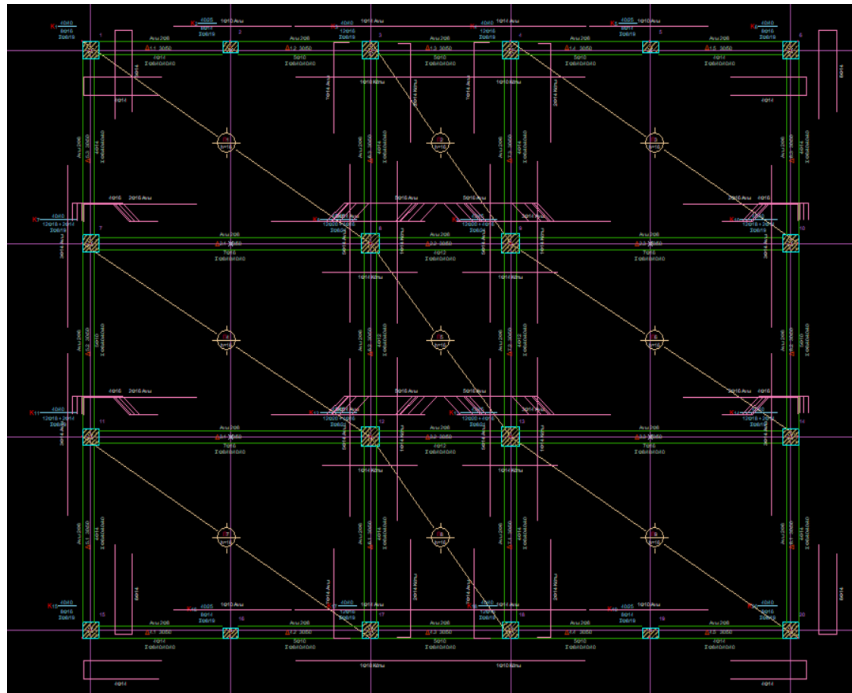
Σχήμα 6.32: Ευλότυπος 1ου ορόφου – 7όροφο κτίριο με φυτενά υποστυλώματα

Κατηγορία 3

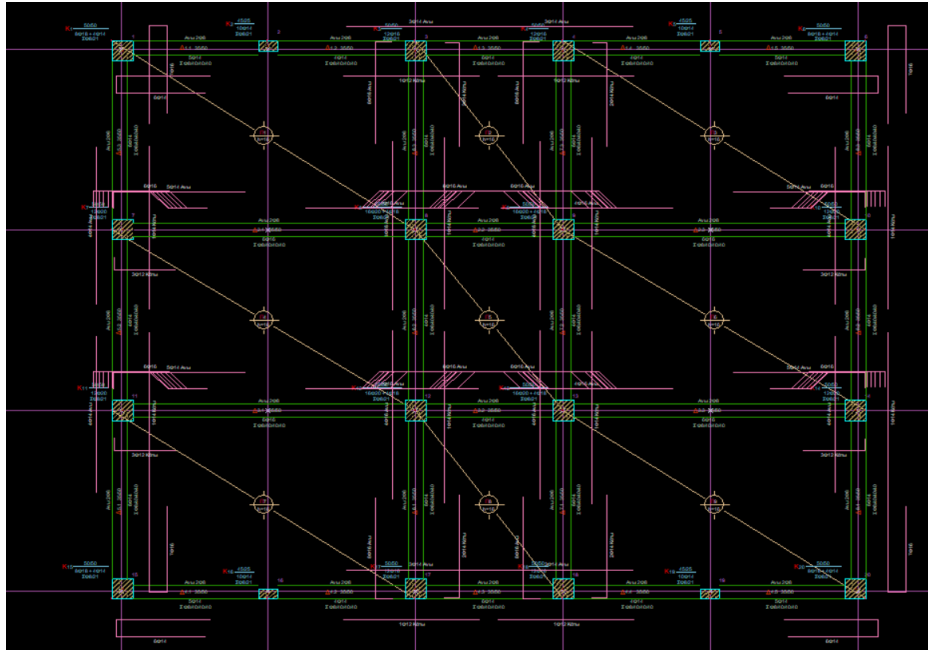
Κτίρια χωρίς φυτευτά υποστυλώματα και με περισσότερα ανοίγματα από αυτά της κατηγορίας ένα.



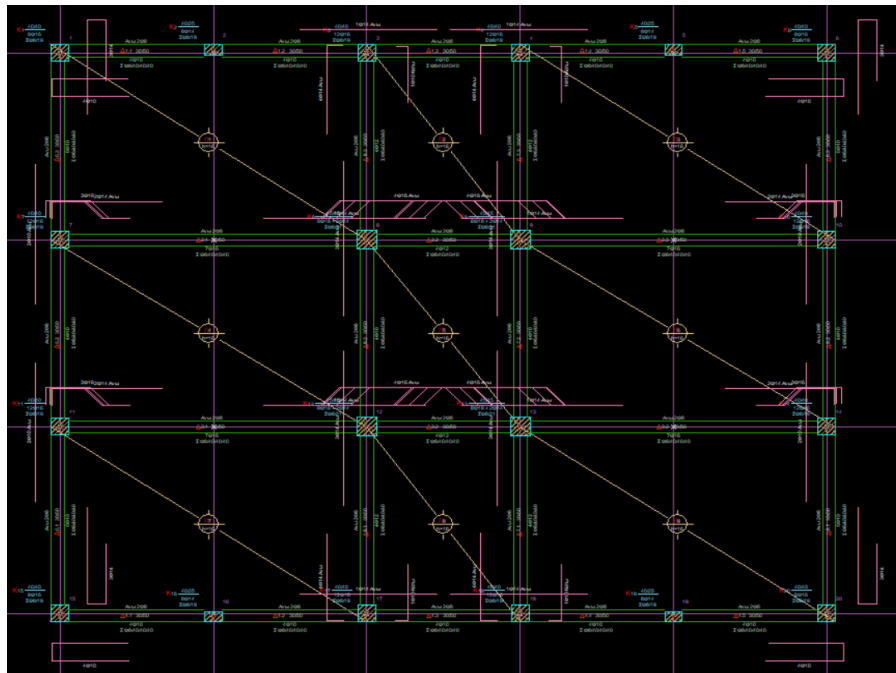
Σχήμα 6.33: Ευλότυπος 1ου ορόφου – 3όροφο κτίριο χωρίς φυτευτά υποστυλώματα



Σχήμα 6.34: Ευλότυπος 1ου ορόφου – 5όροφο κτίριο χωρίς φυτευτά υποστυλώματα



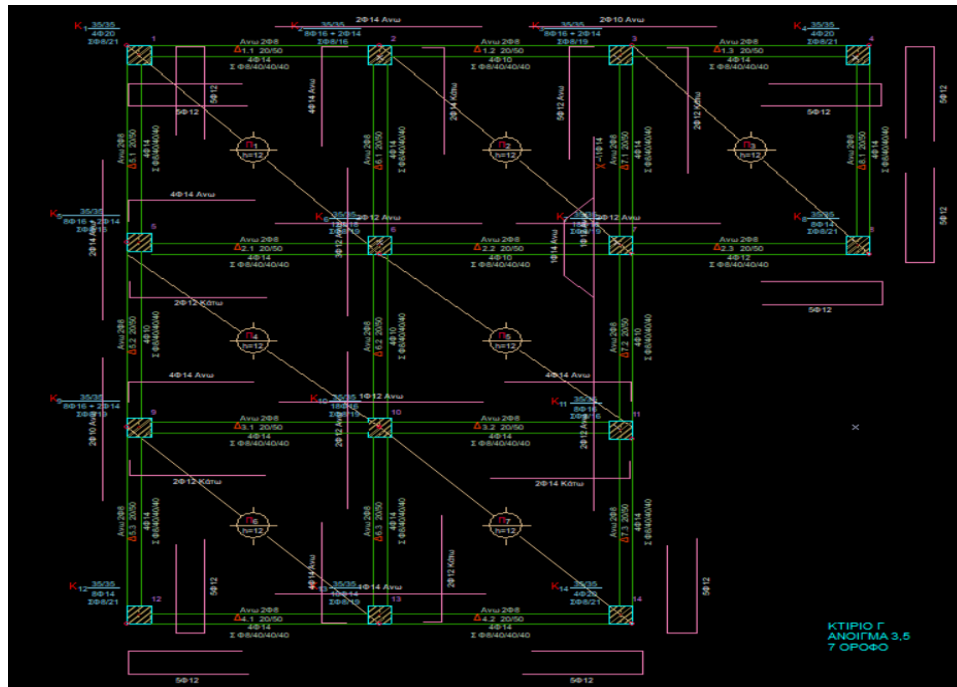
Σχήμα 6.35: Ευλότυπος 1ου ορόφου – 7όροφο κτίριο χωρίς φυτευτά υποστυλώματα



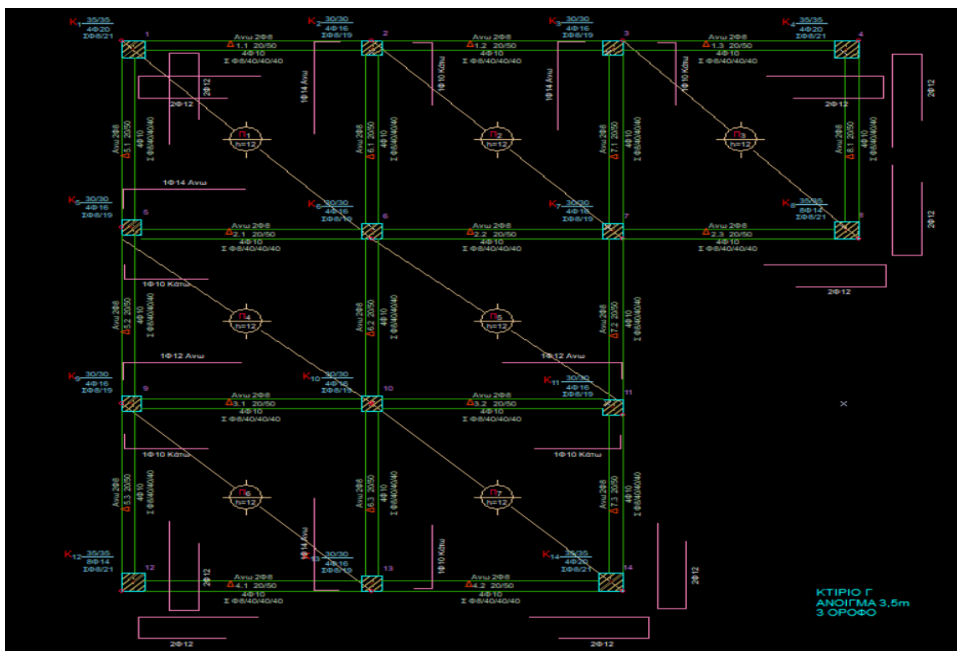
Σχήμα 6.36: Ευλότυπος 1ου ορόφου – 9όροφο κτίριο χωρίς φυτευτά υποστυλώματα

Κατηγορία 4

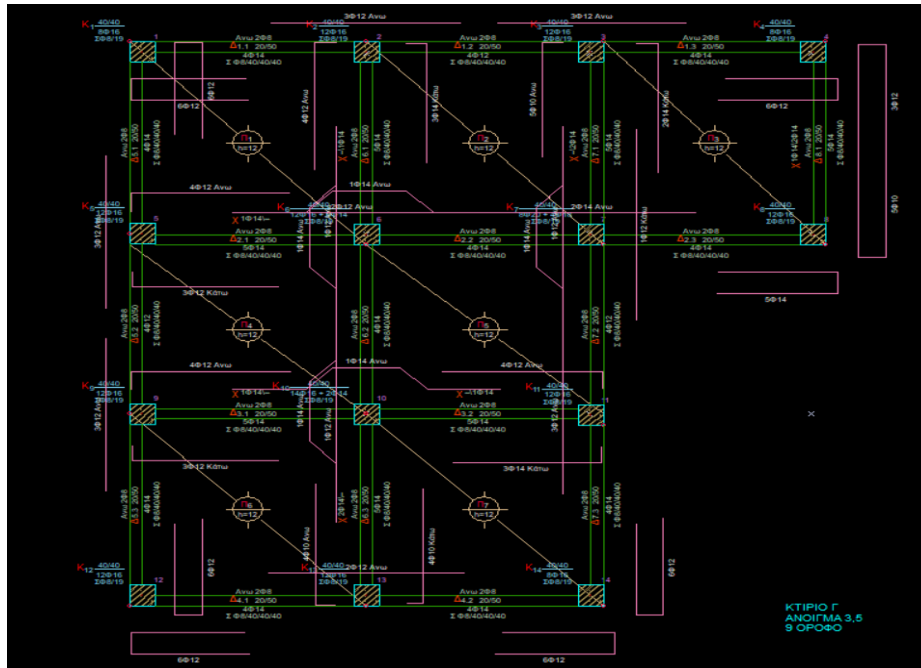
Κτίρια με ακανονικότητα στην κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 3.5m.



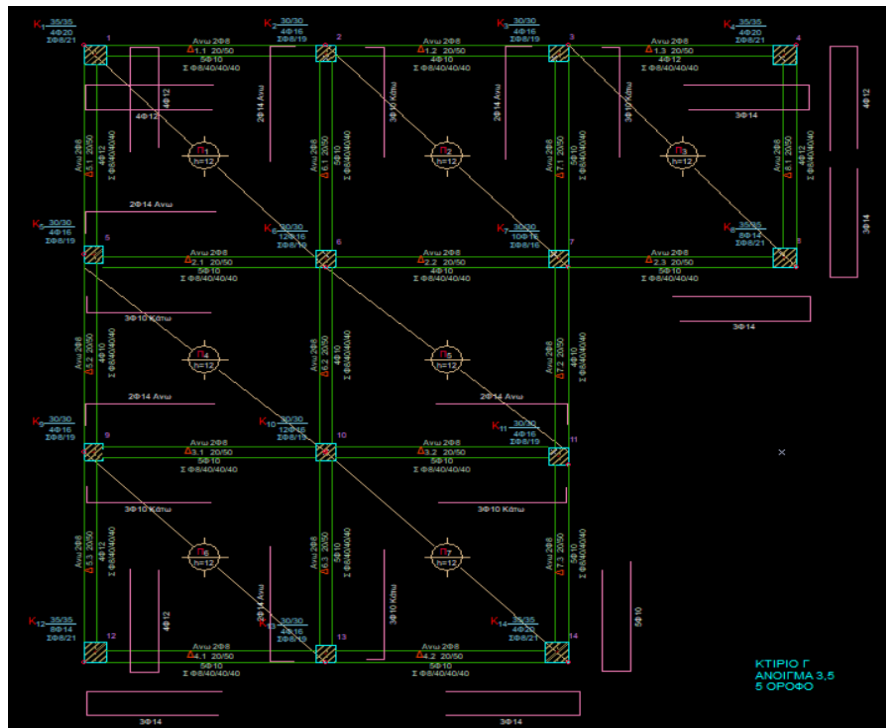
Σχήμα 6.37: Ξυλότυπος 1ου ορόφου – 3όροφο κτίριο με ακανονικότητα



Σχήμα 6.38: Ξυλότυπος 1ου ορόφου – 3όροφο κτίριο με ακανονικότητα

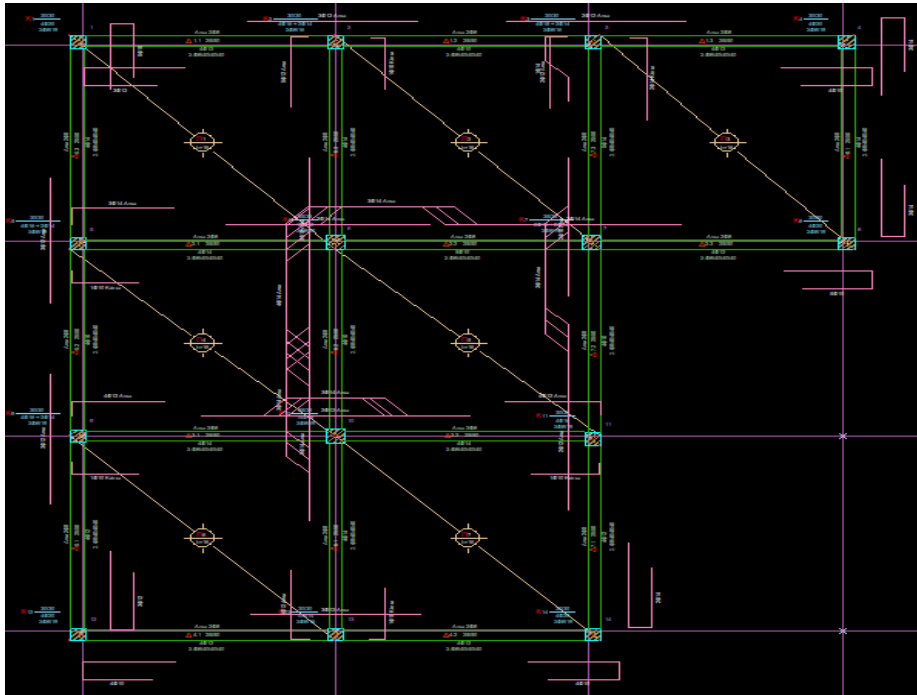


Σχήμα 6.39: Ξυλότυπος 1ου ορόφου – 7όροφο κτίριο με ακανονικότητα

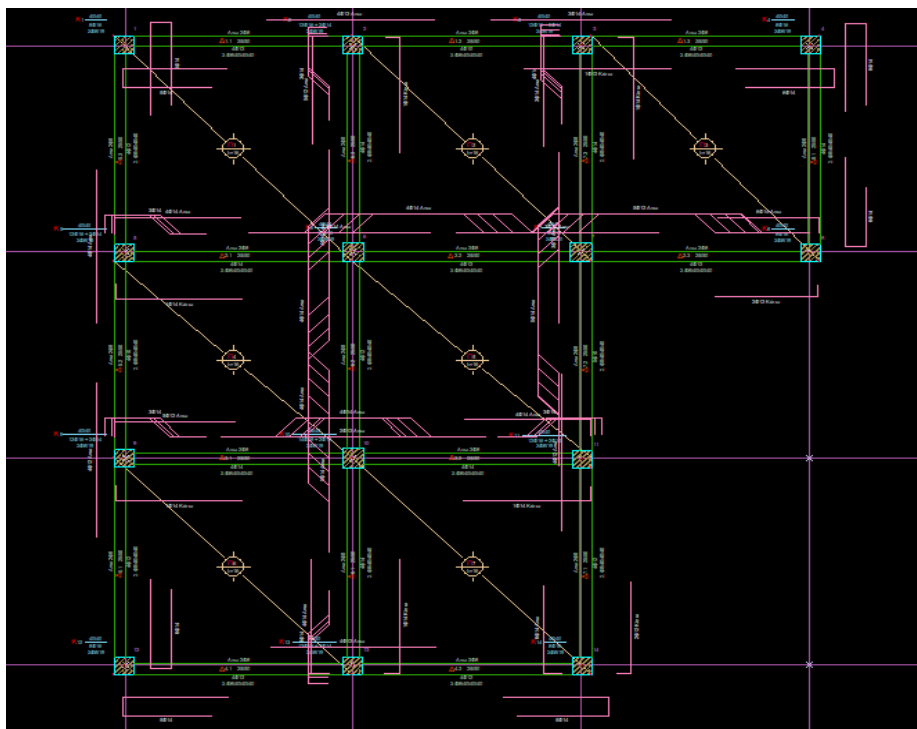


Σχήμα 6.40: Ξυλότυπος 1ου ορόφου – 9όροφο κτίριο με ακανονικότητα

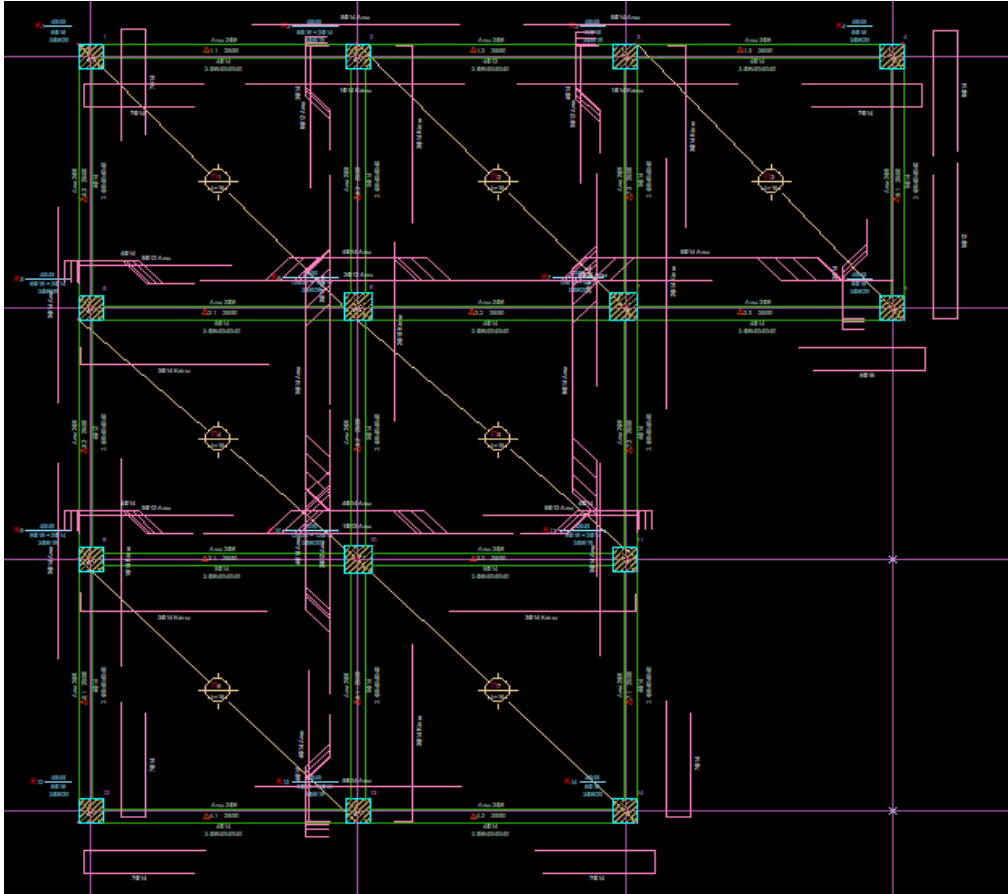
Κτίρια με ακανονικότητα στην κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4.75m.



Σχήμα 6.41: Ξυλότυπος 1ου ορόφου – Ζόροφο κτίριο με ακανονικότητα και άνοιγμα 4.75m



Σχήμα 6.42: Ξυλότυπος 1ου ορόφου – Δόροφο κτίριο με ακανονικότητα και άνοιγμα 4.75m



Σχήμα 6.43: Ευλότυπος 1ου ορόφου – 7όροφο κτίριο με ακανονικότητα και άνοιγμα 4.75

Κεφάλαιο 7

Προσομοίωση Fespa

7.1 Γενικά

Στην παρούσα εργασία, για την παρουσίαση των κτιρίων θα χρησιμοποιηθεί το λογισμικό FESPA v8.1.0.4, το οποίο δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να επιλέξει κανονισμούς όπως οι Ευρωκώδικες, ο ΚΑΝ.ΕΠΕ., ο ΕΑΚ-ΕΚΩΣ, ο Ινδικός, ο Κυπριακός καθώς και παλαιοί κανονισμοί όπως οι αντισεισμικοί κανονισμοί του '59 και '54.

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα παρουσιασθούν αναλυτικά τα βήματα που ακολουθήθηκαν για την διαστασιολόγηση των κτιρίων, από την εισαγωγή των στοιχείων έως και την παρουσίαση των αποτελεσμάτων τους.

7.2 Κάνναβος

Το 1^ο βήμα για την εισαγωγή των στοιχείων των κτιρίων, είναι η εισαγωγή του καννάβου της οικοδομής, η οποία μπορεί να γίνει με δύο τρόπους. Είτε μέσω του προγράμματος από την καρτέλα «Οδηγός», είτε μπορεί να γίνει εισαγωγή αρχείου της μορφής DXF τύπου AutoCAD.

Γεωμετρία	Μονάδες	Εμφάνιση	Όλα
Βήμα zoom	?	1.250	
Όρια οδηγού			
X ελάχιστο [m]	?	-50.00	
Z ελάχιστο [m]	?	-50.00	
X μέγιστο [m]	?	50.00	
Z μέγιστο [m]	?	50.00	
Υψόμετρο βάσης ορόφου [m]	?	0.00	
Γωνία περιστροφής κάτοψης [°]	?	0.00	

Σχήμα 7.1: Καρτέλα «Οδηγού» στο Fespa

7.3 Κτίριο

Στην συνέχεια, γίνεται η εισαγωγή όλων των παραμέτρων και παραδοχών της κατασκευής στο TAB «Κτίριο». Επιλέγοντας το TAB «Κτίριο», στην καρτέλα «Γενικά» γίνεται η γενική περιγραφή της εργασίας, εισάγονται τα υλικά κατασκευής και οι κανονισμοί σύμφωνα με τους οποίους θα γίνει η διαστασιολόγηση και τέλος ορίζεται ο όροφος θεμελίωσης.

Κτίριο	
Γενικά	Αντισεισμικός
Γενική περιγραφή εργασίας	Νέα οικοδομή
Υλικό	
Κύριο υλικό κτιρίου	Σκυρόδεμα
Δευτερεύον υλικό κτιρίου	Σκυρόδεμα
Κανονισμοί	
Κανονισμός σκυροδέματος	Παλαιός ('54)
Αντισεισμικός κανονισμός	Παλαιός ('59)
Θεμελίωση	
Όροφος θεμελίωσης	-1

Σχήμα 7.2: Καρτέλα «Κτίριο» στο Fespa – Γενική περιγραφή εργασίας

Στην καρτέλα «Αντισεισμικός» ορίζεται αν η κατακόρυφη συνιστώσα του σεισμού θα ληφθεί υπόψη για την διαστασιολόγηση του κτιρίου καθώς και οι ιδιομορφές που θα επιλεγούν για την διαστασιολόγηση.

Κτίριο	
Αντισεισμικός	Φάσμα
Κατακόρυφη συνιστώσα σεισμού	Όχι
Ιδιομορφές	
Αριθμός ιδιομορφών	9
Αναζήτηση ιδιομορφών ώστε $\Sigma M_i > 90\%$ μάζας	Ναι
Κέντρο δυσκαμψίας κτιρίου	
Υπολογισμός πλάσματος άξονα	Ναι
Απλοποιημένη φασματική μέθοδος	
Πρτς υπργς όρφς (πλημν φσμτκ μθδς)	0
Συντελεστές δυσκαμψίας	
Συντ. στρεπτικής δυσκαμψίας υψοτήτων (I1)	0.100
Συντ. στρεπτικής δυσκαμψίας δοκών (I1)	0.100
Συντ. διαφραγματικής πειτουργίας (I2)	10000.000

Σχήμα 7.3: Καρτέλα «Αντισεισμικός» στο Fespa – Δεδομένα Αντισεισμικού

Σχετικά με την κατακόρυφη συνιστώσα, στους υπολογισμούς μας έχει επιλεγεί να μην ληφθεί υπόψη διότι η διαστασιολόγηση θα γίνει με τον παλιό κανονισμό ο οποίος δεν προέβλεπε κατακόρυφη συνιστώσα. Σε αντίθετη περίπτωση όμως, που η διαστασιολόγηση των κτιρίων

γινόταν με EC8, σύμφωνα με τον EC8-1 4.3.3.5.2 τα αποτελέσματα της κατακόρυφης συνιστώσας πρέπει να λαμβάνονται υπόψη στην περίπτωση που $a_{vg} \geq 0.25 \cdot a_g$ (όπου $a_{vg} = 0.9 \cdot \gamma_1 \cdot a_g R$), δηλαδή μόνο για κτίρια που ανήκουν στην σεισμική ζώνη Z3 και για κτίρια ΣΙΙΙ και ΣΙΙΙΙ που ανήκουν στην σεισμική ζώνη Z2 καθώς και στα εξής μέλη:

- Δοκούς με άνοιγμα που είναι μεγαλύτερο από 20m
- Προβόλους που είναι μεγαλύτεροι από 5m
- Δοκούς με φυτευτά υποστυλώματα
- Προεντεταμένες δοκούς
- Στοιχεία στα οποία στηρίζονται τα παραπάνω μέλη.

Όσον αναφορά τις ιδιομορφές, αυτές που θα επιλεγούν θα πρέπει να ενεργοποιούν το 90% της μάζας της κατασκευής των κτιρίων και γι' αυτό επιλέγονται οι 9 πρώτες.

Στην καρτέλα «Φάσμα», γίνεται η εισαγωγή της σεισμικότητας και ο σεισμικός συντελεστής. Επίσης επιβεβαιώνονται στοιχεία που είχαν εισαχθεί προηγουμένως, όπως ο αντισεισμικός κανονισμός που πρόκειται να εφαρμοσθεί καθώς και η κατακόρυφη συνιστώσα.

Αντισεισμικός κανονισμός	
Αντισεισμικός κανονισμός	Παλαιός ('59)
Σεισμική δράση	
Παράμετροι φάσματος	
Απλοποιημένη φασματική μέθοδος	
Συντ. υπολογισμού ιδιοπεριόδου T_{a_x} , $C_t_x = \dots$	0.050
Συντ. υπολογισμού ιδιοπεριόδου T_{a_z} , $C_t_z = \dots$	0.050
θεμελιώδης ιδιοπερίοδος T_{a_x}	0.500
θεμελιώδης ιδιοπερίοδος T_{a_z}	0.500
Κατακόρυφη συνιστώσα σεισμού	Όχι
Κατακόρυφη συνιστώσα σε πλάκες-προβόλου	Ναι
Σεισμικότητα	1
Σεισμικός συντ. ε	0.040

Σχήμα7.4: Καρτέλα «Φάσματος» στο Fespa – Δεδομένα Φάσματος

Στην συνέχεια, στην καρτέλα «Σκυρόδεμα», ορίζονται τα στοιχεία σχετικά με το σκυρόδεμα της κατασκευής, όπως η ποιότητα του σκυροδέματος, τα μηχανικά χαρακτηριστικά του και ο συντελεστής ασφαλείας. Ενεργοποιώντας την λειτουργία «Αυτόματη απόδοση οπλισμού πλακών στις δοκούς», στις δοκούς που βρίσκονται παράλληλα των πλακών, αποδίδεται ο άνω οπλισμός στήριξη της πλάκα καθώς θεωρείται συνεργαζόμενος με βάσει των EC2-1-1 9.2.1.2(2) & EC8-1 5.4.3.1.1.

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής q | Σκυροδέμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα | Τοι: ◀ ▶

Υλικό	
Ποιότητα σκυροδέματος	? B160
Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος f_{ck} [N/mm ²]	? 1200
Συντ. ασφαλείας σκυροδέματος γ_c	? 1.000
Συντ. μακροχρόνιων επιδράσεων στην θλιπτική αντοχή α_{cc}	? 0.850
Επιτρεπόμενες τάσεις στύλων B160	?
Επιτρεπόμενες τάσεις στύλων B225	?
Επιτρεπόμενες τάσεις στύλων B300	?
Επιτρεπόμενες τάσεις δοκών B160	?
Επιτρεπόμενες τάσεις δοκών B225	?
Επιτρεπόμενες τάσεις δοκών B300	?
Δοκός	
Αυτόματη απόδοση οπλισμού πλάκων στις δοκούς	? Ναι
Έλεγχος ροπή ανοίγματος με την ροπή της μονοπάκτου	? Όχι
Έλεγχοι λειτουργικότητας δοκών & πλάκων	
Έλεγχος ρηγματώσεως	? Όχι
Υποσύστημα	
Κανοντικός έλεγχος κάμβων	? Όχι
Τοίχωμα	
Υψόμετρο βάσης (υπολογισμός ην & νd) [m]	? 0.00

Σχήμα 7.5: Καρτέλα «Σκυροδέματος» στο Fespa – Εισαγωγή στοιχείων σκυροδέματος

Επιπλέον, ο έλεγχος ρηγματώσεων απενεργοποιείται, διότι σύμφωνα με τους παλαιούς κανονισμούς δεν δινόταν βάση σε ελέγχους λειτουργικότητας. Σχετικά με τον κανοντικό σχεδιασμό, επιλέγουμε να μην ενεργοποιηθεί διότι έχουμε ορίσει η διαστασιολόγηση να γίνει με τον Αντισεισμικό Κανονισμό του '59 και η έννοια του εισήχθη για πρώτη φορά στον Ελληνικό Αντισεισμικό κανονισμό σύμφωνα με τις τροποποιήσεις του Β.Δ. 1959 το 1985.

Από την καρτέλα «Οπλισμός», επιλέγονται τα στοιχεία σχετικά με τον χάλυβα που θα χρησιμοποιηθεί στις κατασκευές όπως η ποιότητα του, η διάμετρος και οι αποστάσεις των οπλισμών.

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής q | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα | Τ

Υλικό

Ποιότητα χάλυβα διαμήκων μελών	?	StII
Ποιότητα χάλυβα συνδετήρων	?	StII
Ποιότητα χάλυβα πλάκων	?	StII
Συντ. ασφαλείας χάλυβα γs	?	1.000

Συνδετήρας Siderfor

Τυποποιημένος συνδετήρας Siderfor	?	Όχι
-----------------------------------	---	-----

Διάμετροι οπλισμού

Διάμετροι κύριου οπλισμού πλάκων	?
Διάμετροι κατασκευαστικού οπλισμού πλάκων	?
Διάμετροι κύριου οπλισμού υποστυλωμάτων	?
Διάμετροι κατακόρ. οπλισμού κορμού τοιχωμάτων	?
Διάμετροι κύριου οπλισμού δοκών	?
Δμτρ π/ρκ οπλ. δκν. τχ/τν υπγ & π/μτς πδ/κν	?
Διάμετροι άνω οπλισμών δοκών	?	Από διαμέτρους κύριου οπλισμού.
Διάμετροι κύριου οπλισμού πεδίλων	?
Διάμετροι οπλισμού διάτμησης δοκών & υπ/των	?

Οπλισμός υποστυλωμάτων

Μέγιστη απόσταση εγκάρσια συγκρατούμενων ράβδων [m]	?	0.600
Ελάχιστη καθαρή απόσταση ράβδων υποστυλωμάτων [m]	?	0.025
Ελάχιστες τμήσεις συνδετήρων υποστυλωμάτων	?	2
Απόσταση συνδετήρων υπ/των & άκρων τοιχωμάτων s_max [m]	?	0.400
Προτιμητέα μορφή συνδετήρα σε τετράγωνο υποστυλώμα	?	Ρόμβος
Ομοιομόρφιση ράβδων υποστυλωμάτων σε υποκείμενο όροφο	?	Σε έναν μόνο
Ράβδοι διαξονικής	?	Στις γωνίες
Απόσταση οριζόντ. ράβδων κορμού τοιχωμάτων sh_max [m]	?	0.200

Σχήμα 7.6: Καρτέλα «Οπλισμού» στο Fespa - Εισαγωγή δεδομένων του οπλισμού κατασκευών

7.4 Υποστυλώματα

Όλα τα στοιχεία σχετικά με τον οπλισμό και τα υλικά των υποστυλωμάτων έχουν ορισθεί στα προηγούμενα βήματα στο TAB «Κτίριο». Επομένως στο TAB «Υποστυλώματα», στις ανάλογες καρτέλες μπορεί να γίνει έλεγχος για την ορθότητα όλων των στοιχείων που ορίστηκαν στα προηγούμενα βήματα ή και τροποποίηση αυτών.

Σχετικά με την γεωμετρία των υποστυλωμάτων, αυτή μπορεί να ορισθεί στην καρτέλα «Διατομή» εισάγοντας τις επιθυμητές διαστάσεις. Ένα σημαντικό στοιχείο που δεν πρέπει να παραληφθεί είναι ο ορισμός του υποστυλώματος ως «μεσαίο» ή «περιμετρικό» ως προς τους άξονες x και z στην καρτέλα «Σκυρόδεμα», καθώς σύμφωνα με τους παλαιούς κανονισμούς γίνονται διαφορετικοί έλεγχοι ανάλογα με την θέση της δοκού.

Τέλος, σημαντική παράμετρο αποτελεί ο καθορισμός του σταθερού σημείου του κάθε υποστυλώματος, έτσι ώστε παρά τις οποιεσδήποτε πιθανές μεταβολές στην γεωμετρία των υποστυλωμάτων η επιθυμητή πλευρά του να παραμένει πάντα σταθερή.

Σχήμα 7.7: TAB «Υποστυλώματα» στο Fespa – Εισαγωγή χαρακτηριστικών Υποστυλωμάτων

7.5 Δοκοί

Όπως και στα υποστυλώματα, έτσι και στις δοκούς όλα τα στοιχεία σχετικά με τον οπλισμό και τα υλικά των δοκών έχουν ορισθεί στα προηγούμενα βήματα στο TAB «Κτίριο». Επομένως στο TAB «Δοκός», στις ανάλογες καρτέλες μπορεί να γίνει έλεγχος για την ορθότητα όλων των στοιχείων που ορίστηκαν στα προηγούμενα βήματα ή και τροποποίηση αυτών.

Επιπλέον στην καρτέλα «Φορτία», γίνεται η εισαγωγή των εξωτερικών μόνιμων και κινητών φορτίων στις δοκούς και στην καρτέλα «Σκυρόδεμα» ορίζεται μια δοκός ως «μεσαία» ή «περιμετρική», καθώς σύμφωνα με τους παλαιούς κανονισμούς γίνονται διαφορετικοί έλεγχοι ανάλογα με την θέση της δοκού.

Δοκός

Διατομή | Στατικά | Στατικά άκρου | Δεσμική | Φορτία | Σκυρόδεμα | Οπλισμός

<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος υλικού	? Σκυρόδεμα
<input checked="" type="checkbox"/>	Είδος μέλους	? Γενικό μέλος (μπετόν)
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατηγορία διατομής	? Πλακοδοκός
	Διατομές Sidefor	? Άλλη
<input checked="" type="checkbox"/>	Γωνία τοποθέτησης φ [°]	? 0.00
<input checked="" type="checkbox"/>	Πλάτος κορμού (bw) [m]	? 0.250
<input checked="" type="checkbox"/>	Ύψος (h) [m]	? 0.500
<input checked="" type="checkbox"/>	Συνεργαζόμενο πλάτος (beff) [m]	? 1.000
<input checked="" type="checkbox"/>	Πάχος πλάκας (hf1) [m]	? 0.150
<input checked="" type="checkbox"/>	Φτερό αριστερά (beff1) [m]	? 0.375
<input checked="" type="checkbox"/>	Επικάλυψη συνδετήρων, cnom [m]	? 0.020

Υπόδειγμα >> Ενότητα Όλες/Καμία

Σχήμα 7.8: TAB «Δοκών» στο Fespa – Εισαγωγή Χαρακτηριστικών Δοκών

Δοκός

Διατομή | Στατικά | Στατικά άκρου | Δεσμική | Φορτία | Σκυρόδεμα | Οπλισμός

	Όνομα δράσης	? Μόνιμα G
	Συντομογραφία	?
	Υπολογισμός ίδιου βάρους	? Όχι
<input checked="" type="checkbox"/>	Κατεύθυνση φόρτισης	? Καθολικό Σ. Σ.
<input checked="" type="checkbox"/>	qx [tn/m]	? 0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	qy [tn/m]	? -0.900
<input checked="" type="checkbox"/>	qz [tn/m]	? 0.000
<input checked="" type="checkbox"/>	mx (τοπικό Σ.Σ.) [tnm/m]	? 0.00
	Εφαρμογή όλων των δράσεων	? Όχι

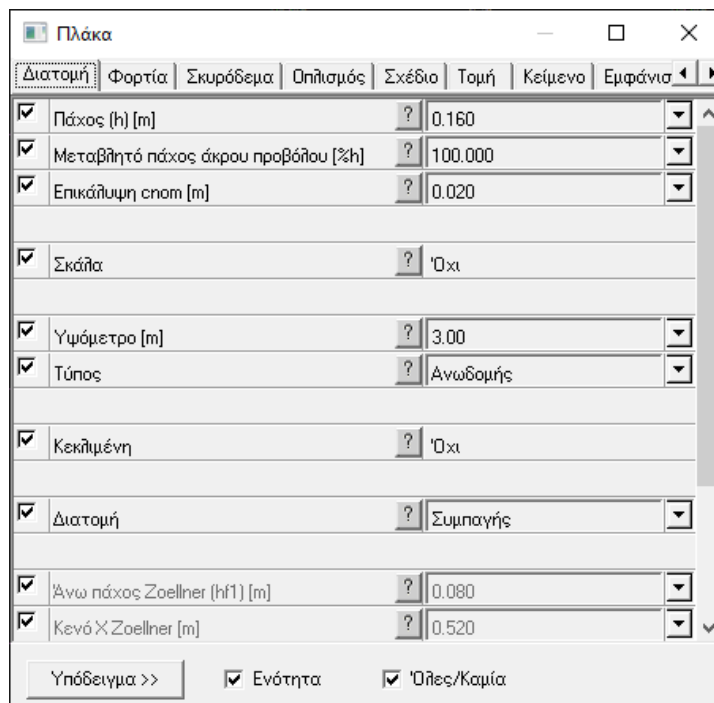
Υπόδειγμα >> Ενότητα Όλες/Καμία

Σχήμα 7.9: Καρτέλα «Φορτίων» στο Fespa – Εισαγωγή Φορτίων Δοκών

7.6 Πλάκες

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω όλα τα στοιχεία σχετικά με τον οπλισμό και τα υλικά των πλακών έχουν ορισθεί στα προηγούμενα βήματα στο TAB «Κτίριο». Επομένως στο TAB «Πλάκες», στις ανάλογες καρτέλες μπορεί να γίνει έλεγχος για την ορθότητα όλων των στοιχείων που ορίστηκαν στα προηγούμενα βήματα ή και τροποποίηση αυτών.

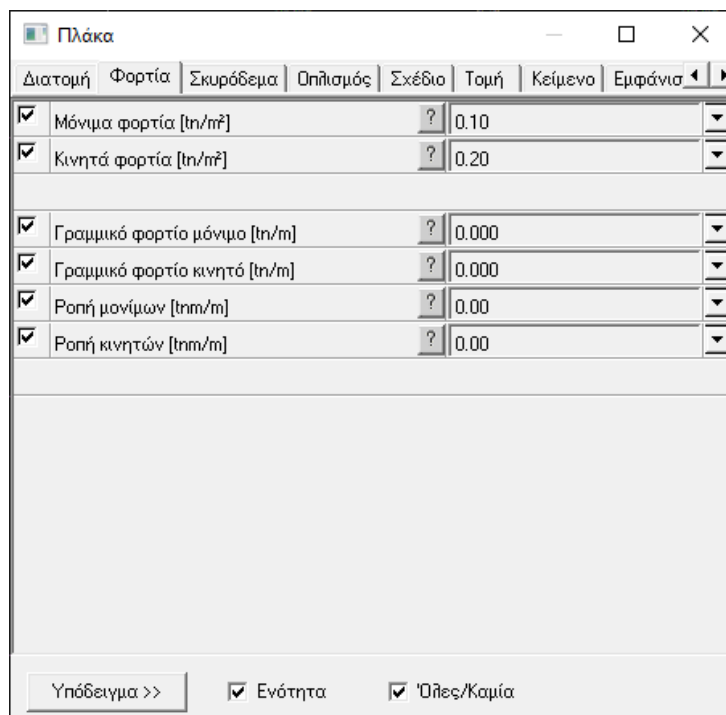
Στο TAB «Πλάκες», στη καρτέλα «Διατομή», ορίζονται το πάχος της πλάκας, ο τύπος της καθώς και η διατομή της. Επίσης, στην καρτέλα «Φορτία», εισάγονται τα μόνιμα και κινητά επιφανειακά φορτία σύμφωνα με την χρήση του κτιρίου.



Παράμετρος	Μονάδα	Τύπος	Αξία
<input checked="" type="checkbox"/> Πάχος (h) [m]	[m]	?	0.160
<input checked="" type="checkbox"/> Μεταβλητό πάχος άκρου προβάθου [%h]	[%h]	?	100.000
<input checked="" type="checkbox"/> Επικάλυψη cnom [m]	[m]	?	0.020
<input checked="" type="checkbox"/> Σκάλα		?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/> Υψόμετρο [m]	[m]	?	3.00
<input checked="" type="checkbox"/> Τύπος		?	Ανωδομής
<input checked="" type="checkbox"/> Κεκλιμένη		?	Όχι
<input checked="" type="checkbox"/> Διατομή		?	Συμπαγής
<input checked="" type="checkbox"/> Άνω πάχος Zoellner (hf1) [m]	[m]	?	0.080
<input checked="" type="checkbox"/> Κενό X Zoellner [m]	[m]	?	0.520

Υπόδειγμα >> Ενόρτητα Όλες/Καμία

Σχήμα 7.10: TAB «Πλακών» στο Fespa – Εισαγωγή Χαρακτηριστικών Πλακών







Σχήμα 7.11: Καρτέλα «Φορτίων» στο Fespa – Εισαγωγή Φορτίων Πλακών

Αξίζει να σημειωθεί, ότι όλα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω από την εισαγωγή στοιχείων του κτιρίου μέχρι και για κάθε μέλος ξεχωριστά, μπορεί να γίνει μαζικά από τους «Πίνακες».

7.7 Παραγωγές

Αφού έχουν ολοκληρωθεί όλα τα παραπάνω βήματα, πριν την διαστασιολόγηση του κτιρίου, τελευταίο βήμα αποτελούν οι εντολές που βρίσκονται στο TAB «Παραγωγές» οι οποίες παρουσιάζονται παρακάτω:

- 
 Το εικονίδιο αναφέρεται στην εντολή «Παραγωγή Ορόφων». Πατώντας το εικονίδιο γίνεται παραγωγή των επιθυμητών αντιγράφων του ορόφου του ισογείου που έχει δημιουργηθεί σύμφωνα με τα βήματα που ακολουθήσαμε μέχρι αυτό το σημείο.
- 
 Το εικονίδιο αναφέρεται στην εντολή «Προσαρμογή Δοκών-Πλακών». Πατώντας το εικονίδιο γίνονται αυτόματα από το πρόγραμμα οι ακόλουθες ενέργειες:
 - Αναγνωρίζεται σε ποιες δοκούς εδράζεται η κάθε πλάκα και ποιες θα φορτίζει.
 - Ακολουθως, ορίζει σε κάθε δοκό τις κατάλληλες πλάκες με βάση το πλάτος επιρροής έτσι ώστε να αποδοθούν στις δοκούς τα σωστά φορτία.
 - Προσδιορίζει την συνέχεια των πλακών και υπολογίζει τις ισοδύναμες διαστάσεις (l_x, l_z) των στατικών πλακών του ορόφου και τα στατικά ύψη (d_x, d_z) των πλακών.
 - Προσδιορίζει την στατική λειτουργία κάθε πλάκας.

- Υπολογίζει τα συνεργαζόμενα πλάτη (b_{eff}) των δοκών, με βάση τους κανονισμούς.
 - Καθαρίζει το σχέδιο από περιττές γραμμές που προέκυψαν από τυχόν αλλαγές της γεωμετρίας των μελών της κατασκευής.
-  Το εικονίδιο αναφέρεται στην εντολή «Καθορισμός μελών για διαστασιολόγηση». Πατώντας το εικονίδιο όλα τα μέλη της κατασκευής ενοποιούνται αυτόματα προς διαστασιολόγηση. Η διαδικασία αυτή είναι απαραίτητη διότι με αυτόν τον τρόπο περιγράφονται με ακρίβεια τα ελαστικά μήκη κάμψης δοκών και υποστλωμάτων σε σχέση με του τοπικούς άξονες y και z . Επίσης εξασφαλίζονται, η ορθή διαμόρφωση των λεπτομερειών όπλισης καθώς και η βέλτιστη λύση της, ο ακριβέστερος υπολογισμός των βελών κάμψης καθώς και προσδιορίζεται με περισσότερη ακρίβεια το μήκος καμπτικού και στρεπτοκαμπτικού λυγισμού.
 -  Το εικονίδιο αναφέρεται στην εντολή «Προσαρμογή Δοκών-Υποστλωμάτων». Πατώντας το εικονίδιο αυτόματα ορίζονται στα σημεία που τέμνονται οι άξονες των δοκών οι λοιποί κόμβοι του τρέχοντος ορόφου, με σκοπό την ελαχιστοποίηση των μηκών των άκαμπτων απολήξεων. Επίσης με την εντολή αυτή, πραγματοποιείται η μετακίνηση των λοιπών κόμβων στο σημείο που τέμνονται οι άξονες όλων των συντρεχουσών δοκών, με εξαίρεση αυτούς που αποτελούν ίχνη βάσης υποστλωμάτων. Ακόμα, ισχύουν τα ακόλουθα:
 - Όταν ο λοιπός κόμβος αποτελεί κόμβο τοιχώματος ($l_w/b_w \geq 4$), τότε γίνεται η μετακίνηση του στο μέσον του πλησιέστερου άκρου του τοιχώματος.
 - Όταν διασταυρώνονται δύο τοιχώματα, τότε ο λοιπός κόμβος που βρίσκεται στην γωνία μετακινείται στο σημείο τομής των διαμήκων αξόνων.

7.8 Αποτίμηση

Η αποτίμηση, θεωρείται σαν μια καινούργια εργασία με διαφορετικές παραμέτρους από αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στην διαστασιολόγηση των κτιρίων. Στην περίπτωση μας που έχουμε παλαιές κατασκευές η ανάλυση Pushover γίνεται με σκοπό την χάραξη της καμπύλης αντίστασης και ο προσδιορισμός του σημείου επιτελεστικότητας βάση αυτής για δεδομένη σεισμική διέγερση. Τα βήματα που ακολουθούνται για την διαδικασία της αποτίμησης παρουσιάζονται αναλυτικά παρακάτω.

Αρχικά, στην καρτέλα «Γενικά», ορίζεται ο στόχος μελέτης, η γενική περιγραφή της εργασίας και οι κανονισμοί με βάση τους οποίους θα γίνει η αποτίμηση.

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής α | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα

Γενική περιγραφή εργασίας	?	Προσθήκες - Ενισχύσεις - Αποτίμηση
Στόχος μελέτης	?	Αποτίμηση Φ.Ι.
Υλικό		
Κύριο υλικό κτιρίου	?	Σκυρόδεμα
Δευτερεύον υλικό κτιρίου	?	Σκυρόδεμα
Κανονισμοί		
Κανονισμός σκυροδέματος	?	EC2
Κανονισμός διαστασιολόγησης μεταλλικών στοιχείων	?	EC3
Αντισεισμικός κανονισμός	?	EC8
Εθνικό προσάρτημα	?	GR - Ελλάδα
Βεμείωση		
Όροφος βεμείωσης	?	-1

Υπόδειγμα >> Ενότητα Όλες/Καμία

Σχήμα 7.12: Καρτέλα «Γενικά» στο Fespa – Δεδομένα Αποτίμησης

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής α | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα

Αντισεισμικός κανονισμός	?	EC8
Εθνικό προσάρτημα	?	GR - Ελλάδα
Σεισμική δράση		
Σεισμική ζώνη	?	Z1
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση $a_g R$ [%g]	?	0.160
Σπουδαιότητα κτιρίου	?	II (συνήθη κτίρια)
Συντελεστής σπουδαιότητας I	?	1.000
Συντελεστής τοπογραφίας S_T	?	1.000
Παράμετροι φάσματος		
Φάσμα	?	Φάσμα σχεδιασμού
Εδαφικός τύπος	?	B
Συντελεστής εδάφους S	?	1.200
Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος	?
Συντελεστής απόσβεσης [%]	?	5.00
Συντ. β κάτω ορίου φάσματος σχεδιασμού	?	0.200
Απλοποιημένη φασματική μέθοδος		
Συντελεστής διόρθωσης η_x	?	1.000
Συντελεστής διόρθωσης η_z	?	1.000
Εκτίμηση θεμελιώδους ιδιοπεριόδου T_{a_x}	?	$C_t \cdot h^{0.75}$
Εκτίμηση θεμελιώδους ιδιοπεριόδου T_{a_z}	?	$C_t \cdot h^{0.75}$
Συντ. υπολινοσμού ιδιοπεριόδου T_a κ. C_t κ=...	?	0.050

Υπόδειγμα >> Ενότητα Όλες/Καμία

Σχήμα 7.13: Καρτέλα «Φάσμα» στο Fespa – Εισαγωγή δεδομένων φάσματος αποτίμησης

Στην καρτέλα «Φάσμα» δίνονται τα δεδομένα σχετικά με την σεισμική δράση, τις παραμέτρους του φάσματος, τον εδαφικό τύπο κ.τ.λ..

Στην καρτέλα «Συντελεστής q», ορίζεται το στατικό σύστημα, η κατηγορία πλαστιμότητας και η κανονικότητα σε κάτοψη του κτιρίου. Επιπλέον, ορίζεται ο λόγος υπεραντοχής είτε από τον χρήστη με βάση τον EC8-3, είτε υπολογίζεται από την ανάλυση pushover.

Πεδίο	Τύπος	Τιμή
Συντ. σεισμική συμπεριφοράς κατακόρυφα q _v	?	1.500
Στατικό Σύστημα		
Κύριο υλικό κτιρίου (για προσδιορισμό q)	?	Σκυροδέμα
Κατηγορία πλαστιμότητας	?	ΚΠ Η
Τύπος στατικού συστήματος (βιούθινα X)	?	Πλαστικό ή ισομόνομο διπλό, ποικύρ
Τύπος στατικού συστήματος (βιούθινα Z)	?	Πλαστικό ή ισομόνομο διπλό, ποικύρ
q_u/a1		
Ο λόγος υπεραντοχής q _u /a1 καθορίζεται από pushover	?	<input checked="" type="checkbox"/> Όχι
Λόγος υπεραντοχής [q _u /a1] _x	?	1.300
Λόγος υπεραντοχής [q _u /a1] _z	?	1.300
Κανονικότητα σε κάτοψη	?	Ναι
Τελική τιμή λόγου [q _u /a1] _x	?	1.300
Τελική τιμή λόγου [q _u /a1] _z	?	1.300

Σχήμα 7.14: Καρτέλα «Συντελεστής q» στο Fespa

Στην καρτέλα «Υλικά-Αποτίμηση» ορίζονται τα νέα δεδομένα του σκυροδέματος και του χάλυβα για τα υφιστάμενα αλλά και για τα νέα υλικά. Επιπλέον, ορίζεται η Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων (Σ.Α.Δ) και οι συντελεστές για κάθε επίπεδο γνώσης των υλικών.

Κτίριο

Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα | Τοιχοπήρωση | Υλικά - Αποτίμηση | Αποτίμηση

Χαρακτηρισμός μελών	?	Υφιστάμενα
Οπλισμοί μελών	?	Μόνο υφιστάμενα
Αυτόματος υπολογισμός αντοχών	?	Ναι
Νέο σκυρόδεμα		
Ποιότητα σκυροδέματος	?	C12/15
Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος f_{ck} [MPa]	?	12
Νέος οπλισμός		
Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα f_{yk} [MPa]	?	220
Οριακή παραμόρφωση νέου οπλισμού ϵ_{su_n} [%]	?	6.000
Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα συνδετήρων f_{ywk} [MPa]	?	220
Υφιστάμενο σκυρόδεμα & Οπλισμός		
Μέση αντοχή σκυροδέματος f_{cm} [MPa]	?	12.0
Μέση αντοχή χάλυβα f_{ym} [MPa]	?	280.0
Οριακή παραμόρφωση υφιστάμενου οπλισμού ϵ_{su_e} [%]	?	6.000
Μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων f_{ywm} [MPa]	?	310.0
Επιβ. γνώσ (Σ.Α.Δ.) υφιστμν υλκν - Συντ. ασφίς		
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) σκυροδέματος	?	KL2 - Κανονική (Κανονιστική)
Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών σκυροδέματος CF	?	1.200
Συντελεστής ασφαλείας σκυροδέματος γ_c	?	1.300
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) χάλυβα οπλισμού	?	KL2 - Κανονική (Κανονιστική)
Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών χάλυβα CF_s	?	1.200
Συντελεστής ασφαλείας χάλυβα γ_s	?	1.150

Υπόδειγμα >> Ενότητα Όλες/Καμία

Σχήμα 7.15: Καρτέλα «Υλικά-Αποτίμηση» στο Fespa

Κεφάλαιο 8

Αποτελέσματα Αποτίμησης κατά EC8-3

8.1 Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης υφιστάμενων κτιρίων

8.1.1 Εισαγωγή

Αρχικά σε αυτό το κεφάλαιο, παρουσιάζονται οι λόγοι επάρκειας των μελών για τις αντίστοιχες στάθμες επιτελεστικότητας. Οι λόγοι επάρκειας λ (απαίτηση/ ικανότητα) μας δείχνουν την πιθανότητα ένα μέλος του φέροντος οργανισμού να έχει ξεπεράσει την οριακή τιμή γωνίας στροφής χορδής θ ($\lambda = \theta / \theta_{lim}$) ή της τέμνουσας δύναμης ($\lambda = V / V_{Rd}$) όπως αυτοί αντιστοιχούν στην κάθε στάθμη επιτελεστικότητας. Για τις στάθμες DL, SD, NC και για μετατόπιση ίση με την αντίστοιχη στοχευόμενη υπολογίζονται οι λόγοι $\lambda = \theta / \theta_{lim}$. Αναγκαία προϋπόθεση για να ικανοποιείται το κριτήριο είναι η τιμή του λ να είναι μικρότερη της μονάδας ($\lambda > 1$), διαφορετικά το μέλος δεν επαρκεί για την αντίστοιχη στάθμη επιτελεστικότητας. Ο λόγος επάρκειας έναντι διάτμησης υπολογίζεται στη στάθμη επιτελεστικότητας SD. Όπως προαναφέρθηκε, τα κτίρια είναι κατηγορίας σπουδαιότητας Σ2, δηλαδή συνήθη κτίρια, όπως κατοικίες και γραφεία. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τον έλεγχο επάρκειας των υφιστάμενων κτιρίου σύμφωνα με το τεύχος του Fespa παρουσιάζονται παρακάτω.

8.1.2 Λόγοι επάρκειας μελών κτιρίων με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος (Κατηγορία 1)

Κατηγορία 1

Για κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος, με ύψος ορόφων 3m και αξονική απόσταση υποστρωμάτων 3.5m, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

➤ Κτίριο 3 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 1^{ου} και 2^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη DL (Περιορισμένες Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ σε δοκούς του τρίτου ορόφου παρατηρούμε ότι δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα στα υποστρώματα όλων των ορόφων έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 5 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 1^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση). Σε δοκούς του 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου παρατηρούμε ότι έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για τη στάθμη επιτελεστικότητας, DL (Περιορισμένες Βλάβες) και για τη στάθμη NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ σε δοκούς του 4^{ου} και 5^{ου} ορόφου δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα, στα

υποστυλώματα όλων των ορόφων έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 7 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ σε δοκούς του 4^{ου} ορόφου παρατηρούμε ότι έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας, DL (Περιορισμένες Βλάβες) και για τη στάθμη NC (Οιονεί Κατάρρευση). Στους υπολοίπους ορόφους δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα στα υποστυλώματα του 2^{ου} ορόφου παρουσιάζονται προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 9 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 4^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ σε δοκούς των υπολοίπων ορόφων παρατηρούμε ότι δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα, στα υποστυλώματα όλων των ορόφων δεν έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$).

Για κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος, με ύψος ορόφων 3m και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4,75m, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

➤ Κτίριο 3 ορόφων

Παρατηρούμε ότι καμία από τις δοκούς του κτιρίου δεν εμφανίζει προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) και αυτό ισχύει για όλες τις στάθμες επιτελεστικότητας. Αντίστοιχα, στα υποστυλώματα υπάρχουν προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για τα περισσότερα υποστυλώματα του 1^{ου} ορόφου για την στάθμη επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές βλάβες) και για τα περισσότερα υποστυλώματα του 1^{ου} και 2^{ου} ορόφου για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 5 ορόφων

Παρατηρούμε ότι καμία από τις δοκούς του κτιρίου δεν εμφανίζει προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) και αυτό ισχύει για όλες τις στάθμες επιτελεστικότητας. Αντίστοιχα, στα υποστυλώματα υπάρχουν προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για όλα τα υποστυλώματα του 1^{ου} και 3^{ου} ορόφου καθώς και ορισμένα του 2^{ου} ορόφου για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση).

Κτίριο 7 ορόφων

Παρατηρούμε ότι καμία από τις δοκούς του κτιρίου δεν εμφανίζει προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) και αυτό ισχύει για όλες τις στάθμες επιτελεστικότητας. Αντίστοιχα, στα υποστυλώματα υπάρχουν προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για ορισμένα υποστυλώματα από τον 1^ο έως και τον 6^ο όροφο για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ άλλα δεν παρουσιάζουν καθόλου προβλήματα σε κανέναν όροφο.

8.1.3 Λόγοι επάρκειας μελών κτιρίων με φυτευτά υποστυλώματα από τον 1^ο όροφο (Κατηγορία 2)

➤ Κτίριο 3 ορόφων

Παρατηρούμε ότι ορισμένες μόνο δοκούς παρουσιάζονται προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για τις στάθμες επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση) στον 1^ο και 2^ο όροφο. Αντίστοιχα, τα υποστυλώματα εμφανίζουν προβλήματα σε όλες τις στάθμες επιτελεστικότητας, με τα περισσότερα όμως να εμφανίζουν προβλήματα στις στάθμες SD (Σημαντικές Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση) για τον 1^ο και 2^ο όροφο.

➤ Κτίριο 5 ορόφων

Παρατηρούμε ότι ορισμένες μόνο δοκοί παρουσιάζουν προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) στον 1^ο και 2^ο όροφο, ενώ οι δοκοί του 3^{ου} ορόφου παρουσιάζουν προβλήματα στις στάθμες DL (Περιορισμένες Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση) και οι δοκοί των υπολοίπων ορόφων δεν παρουσιάζουν προβλήματα επάρκειας. Αντίστοιχα, στα υποστυλώματα παρουσιάζονται προβλήματα για τις στάθμες SD (Σημαντικές Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση) για όλους τους ορόφους, με τα περισσότερα προβλήματα όμως να παρουσιάζονται στην στάθμη NC.

➤ Κτίριο 7 ορόφων

Παρατηρούμε ότι παρουσιάζονται προβλήματα επάρκειας σε λίγες μόνο δοκούς στις στάθμες επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση). Αντίστοιχα, στα υποστυλώματα παρουσιάζονται προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) μόνο για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) από τον 1^ο έως και τον 5^ο όροφο.

8.1.4 Λόγοι επάρκειας κτιρίων χωρίς φυτευτά υποστυλώματα (Κατηγορία 3)

➤ Κτίριο 3 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 1^{ου} και 2^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ σε δοκούς των υπολοίπων ορόφων δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα, σε

υποστυλώματα του 1^{ου} και 2^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 5 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ σε δοκούς των υπολοίπων ορόφων δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα, σε υποστυλώματα του 1^{ου}, 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 7 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ σε δοκούς των υπολοίπων ορόφων δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα, σε υποστυλώματα του 1^{ου}, 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 9 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 3^{ου} και 4^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ σε δοκούς των υπολοίπων ορόφων δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα, σε υποστυλώματα του 1^{ου}, 2^{ου}, 3^{ου}, 4^{ου} και 6^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση).

8.1.5 Λόγοι επάρκειας κτιρίων με ακανονικότητα σε κάτοψη (Κατηγορία 4)

Για κτίρια με ακανονικότητα στην κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 3.5m, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

➤ Κτίριο 3 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 1^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση). Σε δοκούς του 2^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες), ενώ σε δοκούς των υπολοίπων ορόφων δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα, σε υποστυλώματα του 1^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 5 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του πρώτου ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση). Σε δοκούς του 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου

έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ σε δοκούς των υπολοίπων ορόφων δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα, σε υποστυλώματα του 1^{ου}, 2^{ου} και 3^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 7 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση), ενώ σε δοκούς των υπολοίπων ορόφων δεν εμφανίζονται προβλήματα. Αντίστοιχα, σε υποστυλώματα του 2^{ου}, 3^{ου} και 4^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 9 ορόφων

Παρατηρούμε ότι σε δοκούς του 9^{ου} ορόφου δεν έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$). Αντίστοιχα, σε υποστυλώματα του 3^{ου}, 4^{ου} και 7^{ου} ορόφου έχουμε προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση).

Για κτίρια με ακανονικότητα στην κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4.75m, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

➤ Κτίριο 3 ορόφων

Παρατηρούμε ότι παρουσιάζονται προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) στις δοκούς του 1^{ου} ορόφου για τις στάθμες επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση) για τον 1^ο όροφο και σε ορισμένες δοκούς του 2^{ου} ορόφου για την στάθμη επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες). Αντίστοιχα, τα υποστυλώματα παρουσιάζουν προβλήματα σε όλους τους ορόφους για τις στάθμες επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση).

➤ Κτίριο 5 ορόφων

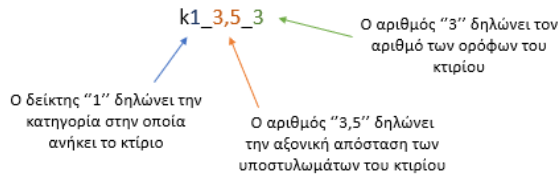
Παρατηρούμε ότι ορισμένες μόνο δοκοί παρουσιάζουν προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$), με τις περισσότερες να παρουσιάζονται για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) έως και τον 3^ο όροφο και ελάχιστες για την στάθμη DL (Περιορισμένες Βλάβες). Αντίστοιχα, τα υποστυλώματα παρουσιάζουν προβλήματα επάρκειας ($\lambda > 1$) μόνο για την στάθμη NC (Οιονεί Κατάρρευση) έως και τον 3^ο όροφο.

➤ Κτίριο 7 ορόφων

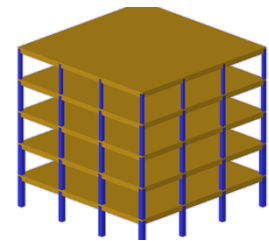
Παρατηρούμε ότι παρουσιάζονται προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) σε όλες τις δοκούς του 3^{ου} ορόφου για στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση). Αντίστοιχα, τα υποστυλώματα παρουσιάζουν προβλήματα επάρκειας μελών ($\lambda > 1$) μόνο για την στάθμη επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση).

Τα κτίρια στην συνέχεια του 8^{ου} κεφαλαίου θα αναφέρονται με την μορφή k1_3,5_3 της οποίας η ερμηνεία περιγράφεται παρακάτω.

Έχουν μελετηθεί συνολικά 21 κτίρια τα οποία χωρίζονται σε 4 κατηγορίες, αποτελούνται από 3,5,7 και 9 ορόφους και έχουν δυο διαφορετικές αξονικές αποστάσεις υποστυλωμάτων. Επομένως:



Συνεπώς, στην περίπτωση που γίνει αναφορά για το κτίριο k1_4,75_5, σημαίνει ότι το κτίριο ανήκει στην κατηγορία 1, έχει αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4,75m και αποτελείται από 5 ορόφους δηλαδή είναι το κτίριο της διπλανής Εικόνας.



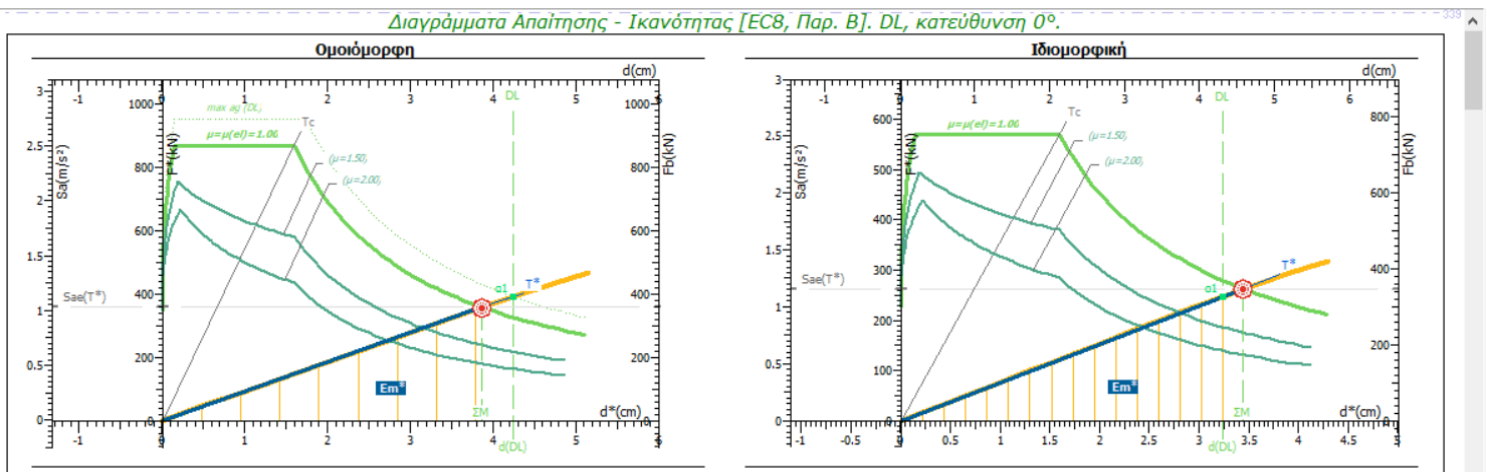
8.2 Καμπύλες Απαίτησης – Ικανότητας κτιρίων με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος (Κατηγορία 1)

Κατηγορία 1

Για κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος, με ύψος ορόφων 3m και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 3.5m, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

- Κτίριο 3^{ων} ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)



Σχήμα 8.1: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.1: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

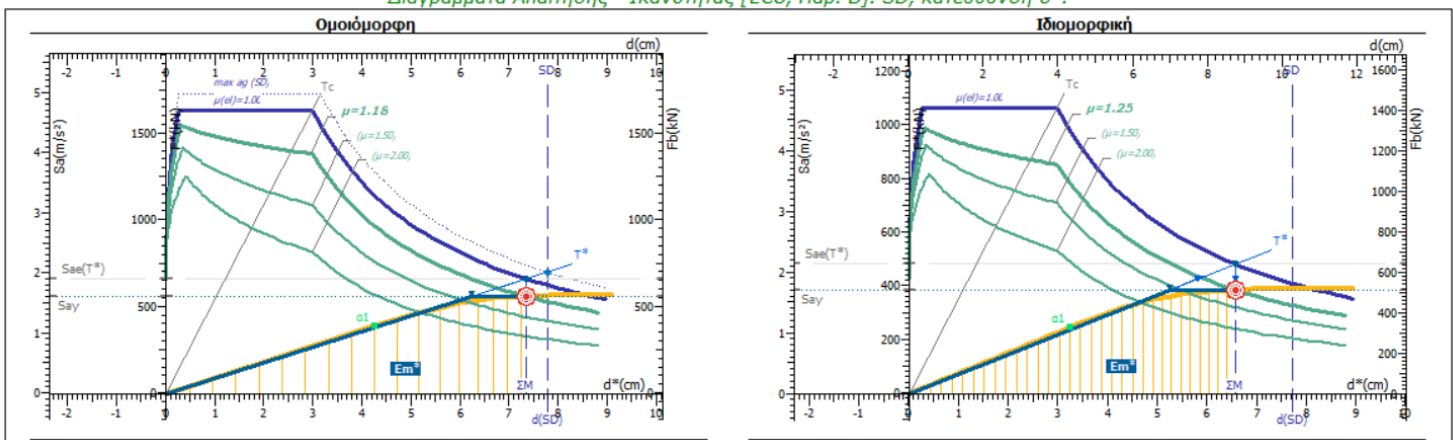
K1_3.5_3	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	1,25	1	1	3,86	0,093	1
Ιδιομορφική	1,08	1	1	3,44	0,08	1,06

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.2: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.2: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

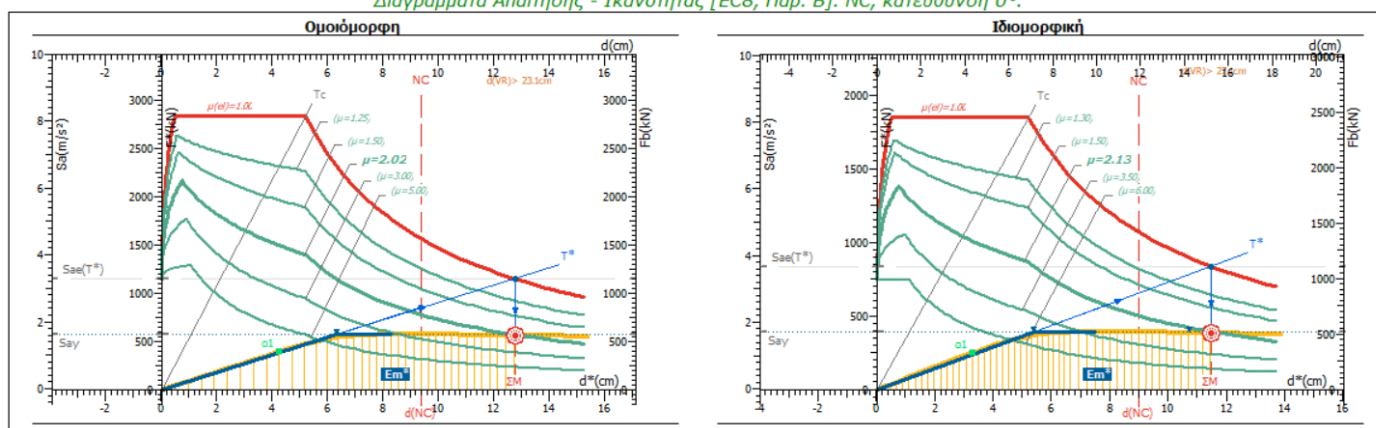
K1_3.5_3	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	1,23	1,18	1,18	7,35	0,169	1,43
Ιδιομορφική	1,1	1,25	1,25	6,57	0,187	1,57

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.3: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.3: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

K1_3.5_3	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	1,24	2,02	2,02	12,77	0,471	1,45
Ιδιομορφική	1,1	2,13	2,13	11,42	0,465	1,58

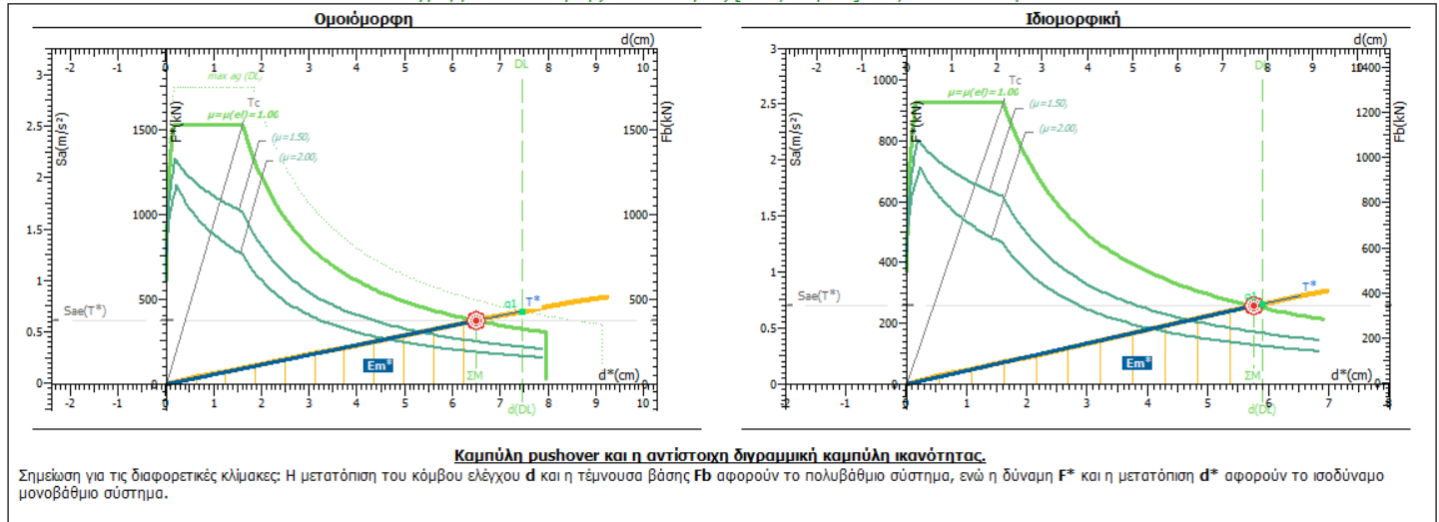
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση, Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής

➤ Κτίριο 5 ορόφων

Στάθμη Επιτελεσματικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.4: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.4: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης το για κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεσματικότητας DL και γωνία 0°.

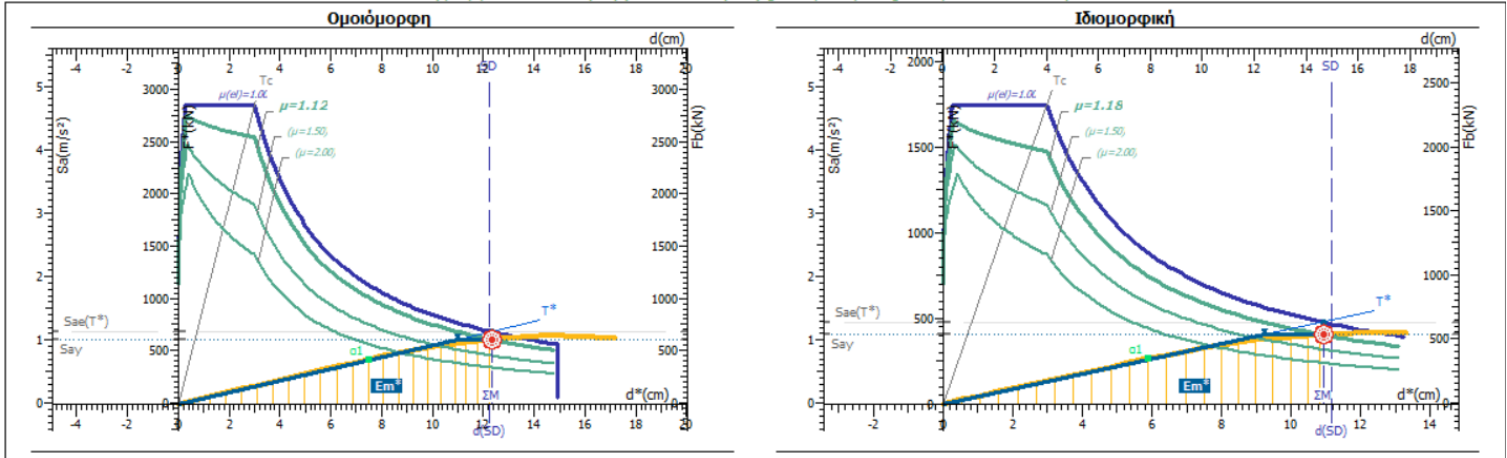
K1_3.5_5	T* (s)	q_u	μ_d	$d_{et}^*(cm)$	max_{ag}	q_s
Ομοιόμορφη	2,04	1	1	6,49	0,098	1
Ιδιομορφική	1,8	1	1	5,74	0,087	1

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεσματικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεσματικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.5: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.5: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης το για κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

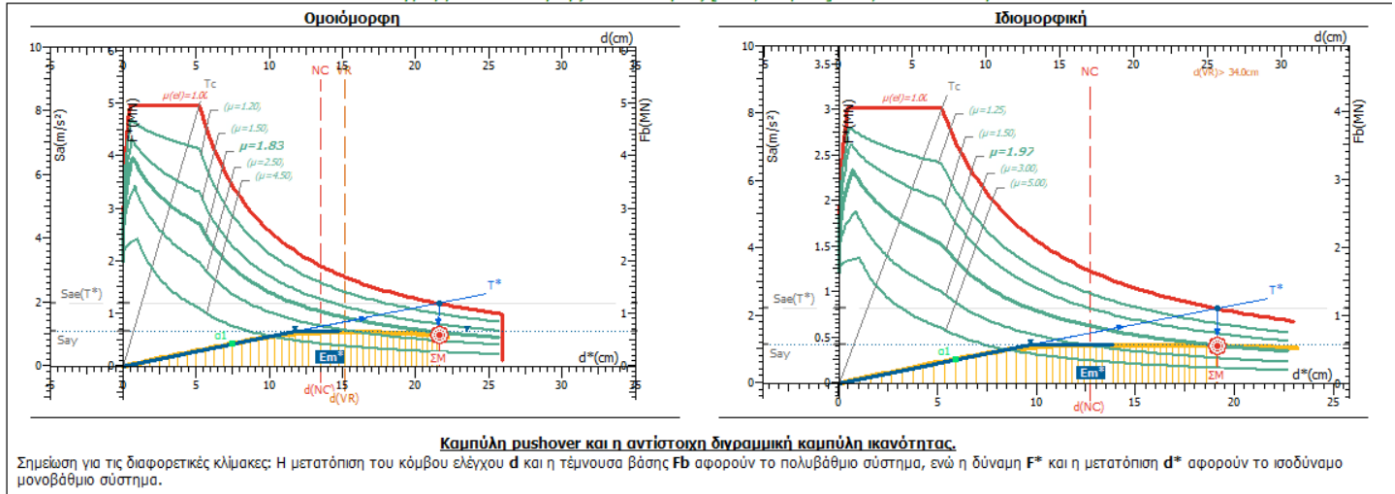
K1_3.5_5	T* (s)	qu	μd	d _{et} * (cm)	max _{ag}	qs
Ομοιόμορφη	2,07	1,12	1,12	12,32	0,159	1,44
Ιδιομορφική	1,83	1,18	1,18	10,91	0,163	1,52

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.6: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.6: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

K1_3.5_5	T* (s)	qu	μd	d _{et} * (cm)	max _{ag}	qs
Ομοιόμορφη	2,08	1,83	1,83	21,53	0,174	1,52
Ιδιομορφική	1,85	1,97	1,97	19,08	0,185	1,57

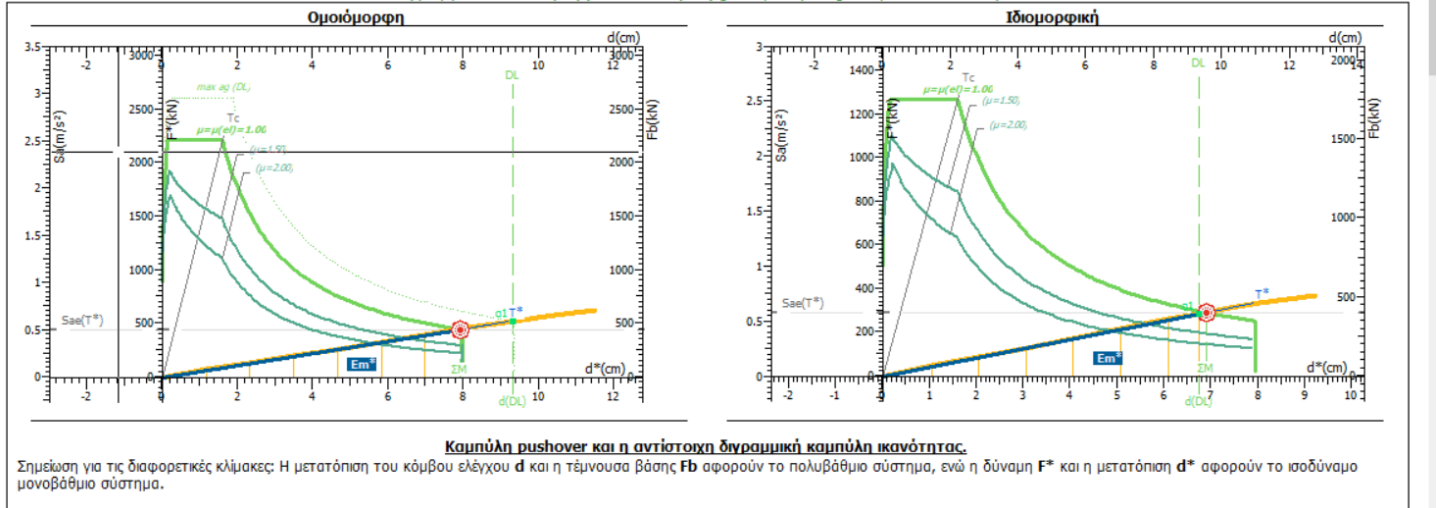
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 7 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.7: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.7: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

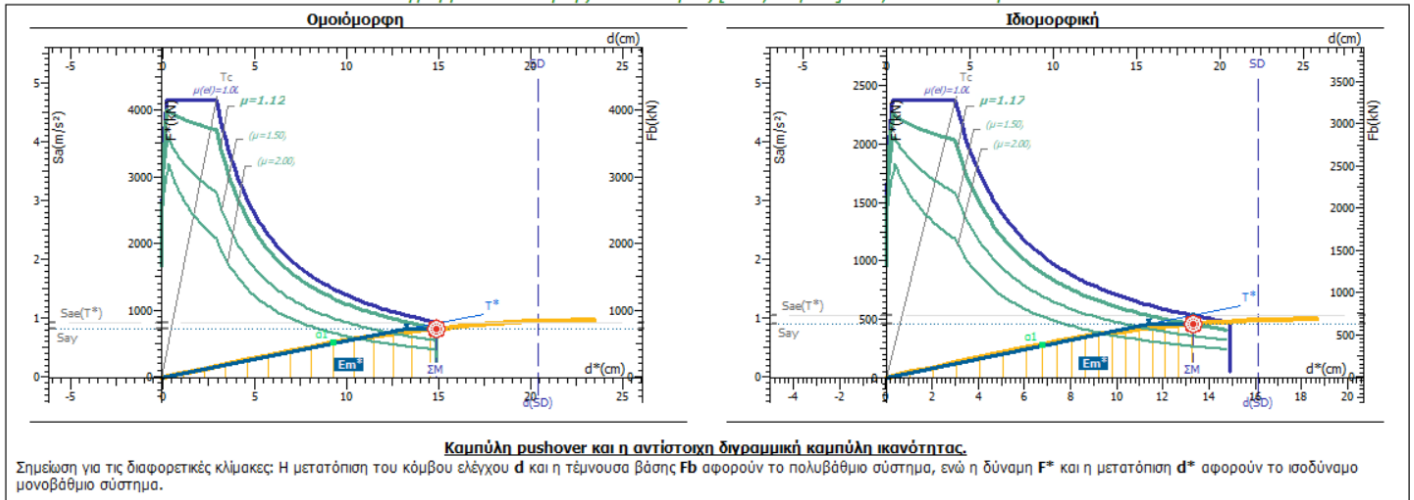
K1_3.5_7	T* (s)	qu	μd	det*(cm)	max _{ag}	qs
Ομοιόμορφη	2,48	1	1	7,89	0,1	1
Ιδιομορφική	2,17	1	1	6,9	0,083	1,02

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.8: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.8: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

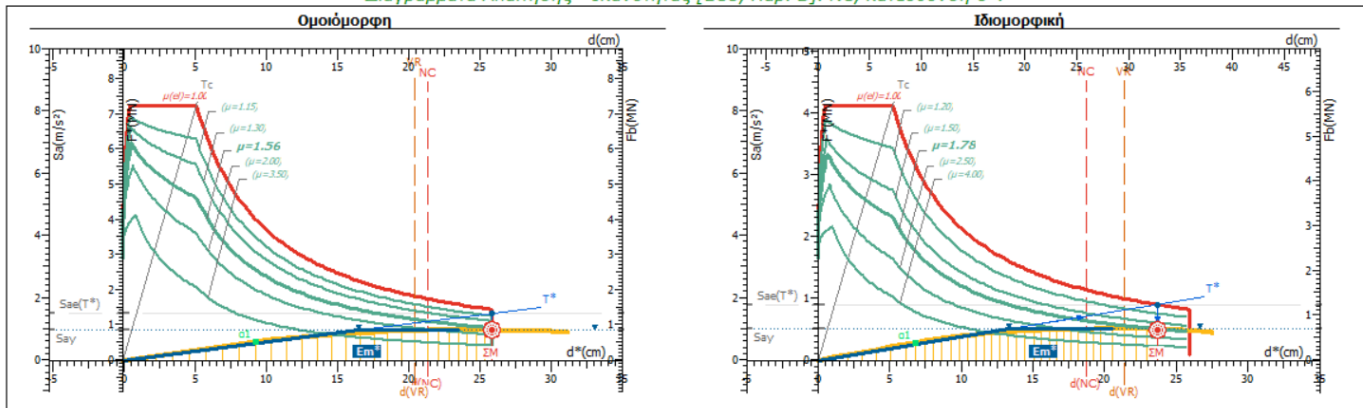
K1_3.5_7	T^* (s)	q_u	μ_d	d_{et}^* (cm)	max_{ag}	q_s
Ομοιόμορφη	2,52	1,12	1,12	14,9	0,219	1,39
Ιδιομορφική	2,23	1,17	1,17	13,28	0,191	1,6

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη δυναμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.9: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.9: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

K1_3.5_7	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,6	1,56	1,56	28,85	0,229	1,63
Ιδιομορφική	2,29	1,78	1,78	23,67	0,22	1,77

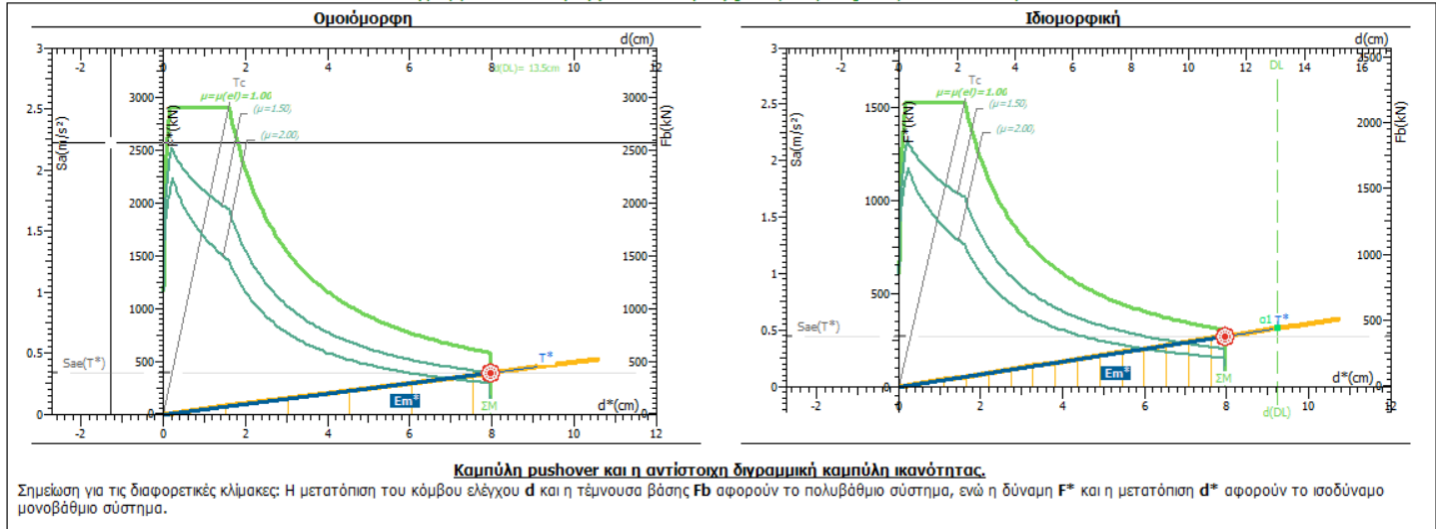
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 9 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.10: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 9 ορόφους

Πίνακας 8.10: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 9 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

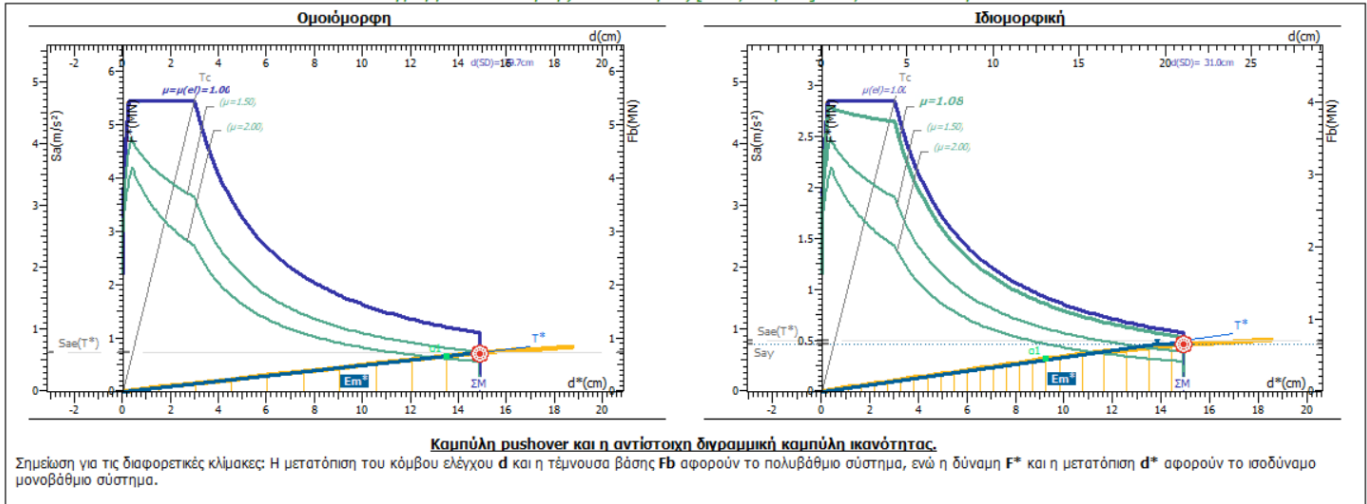
K1_3.5_9	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	3,05	1	1	7,95	0,145	1
Ιδιομορφική	2,64	1	1	7,95	0,099	1

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.11: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 9 ορόφους

Πίνακας 8.11: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 9 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

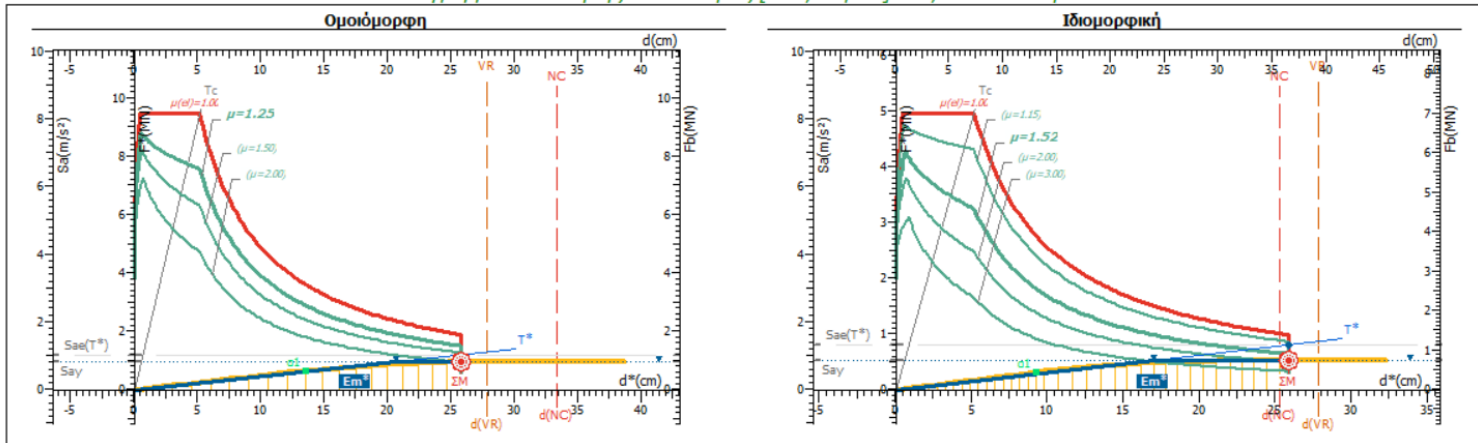
K1_3.5_9	T^* (s)	q_u	μ_d	d_{et}^* (cm)	max_{ag}	q_s
Ομοιόμορφη	3,06	1	1	14,9	0,319	1,11
Ιδιομορφική	2,68	1,08	1,08	14,9	0,236	1,46

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαιτήσης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη διγραμμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάση F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοβάθμιο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.12: Διάγραμμα Απαιτήσης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 9 ορόφους

Πίνακας 8.12: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 3.5m και 9 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

K1_3.5_9	T^* (s)	q_u	μ_d	d_{et}^* (cm)	max_{ag}	q_s
Ομοιόμορφη	3,15	1,25	1,25	25,85	0,358	1,46
Ιδιομορφική	2,76	1,52	1,52	25,88	0,271	1,69

Με βάση το διάγραμμα απαιτήσης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

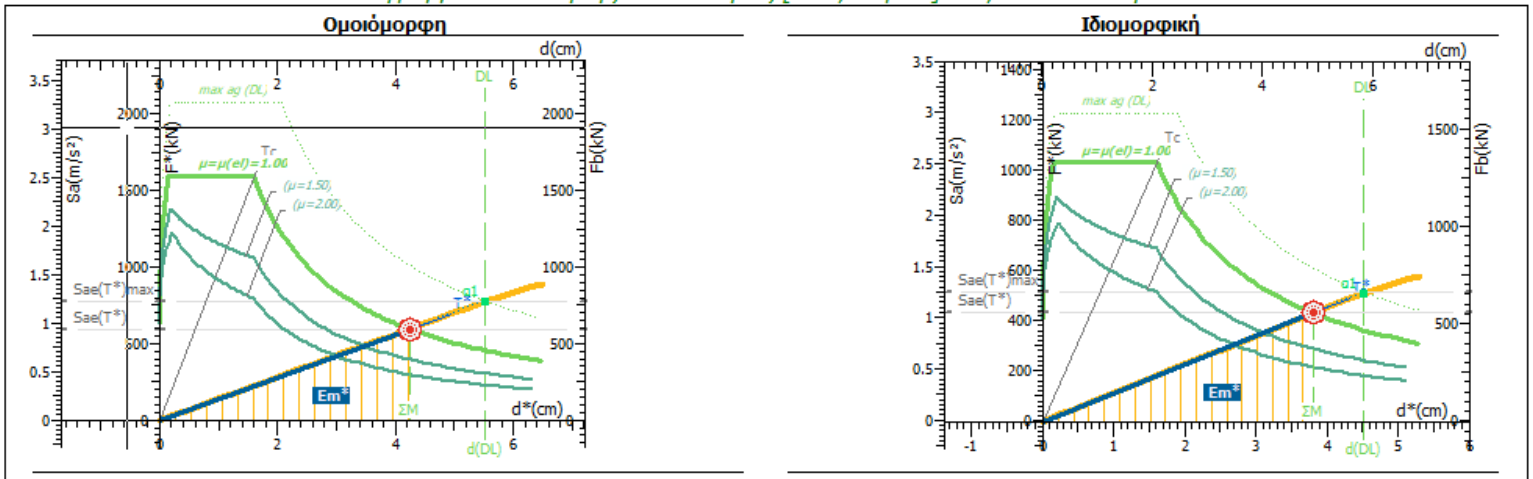
- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Για κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος, με ύψος ορόφων 3m και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4,75m, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

➤ Κτίριο 3^{ov} ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.13: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.13: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

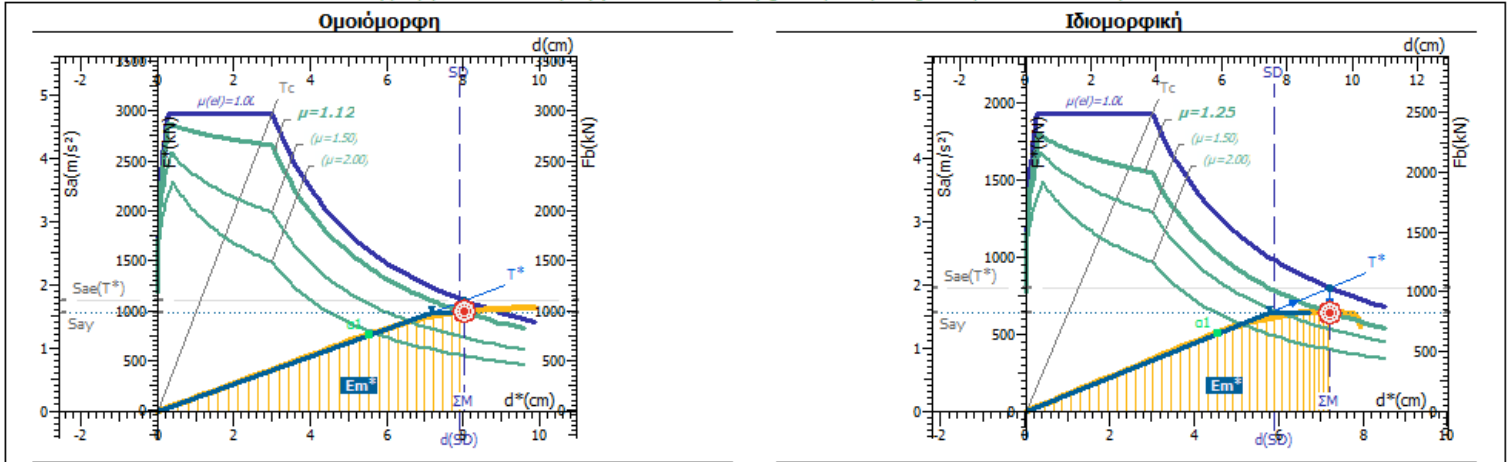
k1_4,75_3	T*(s)	q _d	μ _d	d _{ci} *(cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	1,33	1	1	4,23	0,111	1
Ιδιομορφική	1,19	1	1	3,79	0,101	1

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη διγραμμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.14: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.14: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

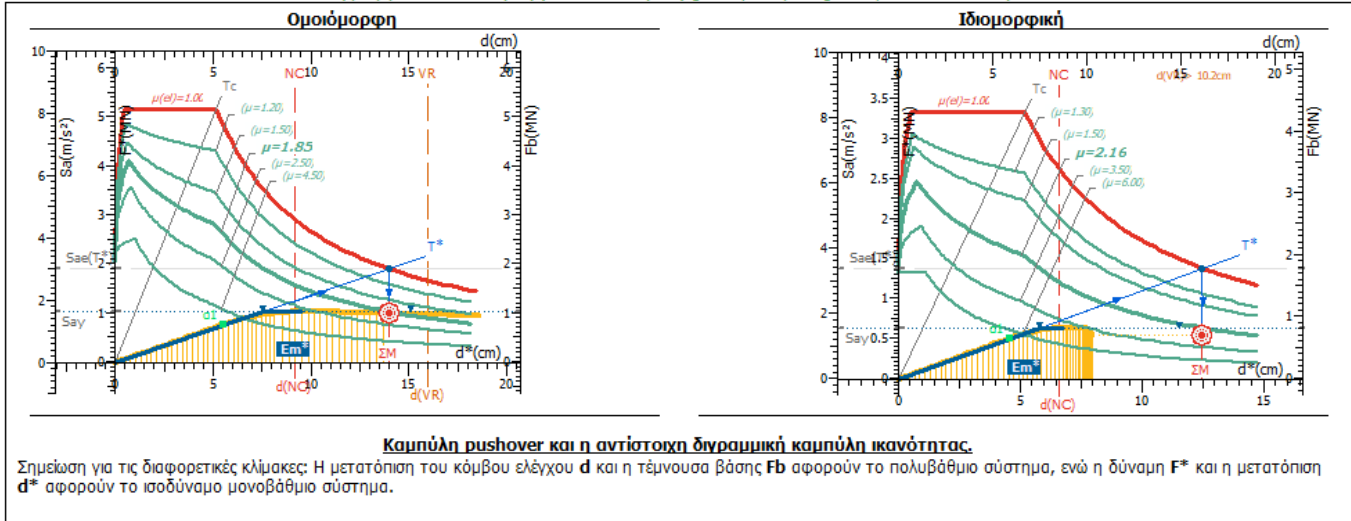
k1_4,75_3	T*(s)	q _u	μ _d	d _{ετ} *(cm)	max _{αg}	q _s
Ομοιόμορφη	1,34	1,12	1,12	8	0,158	1,28
Ιδιομορφική	1,2	1,25	1,25	7,18	0,131	1,26

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.15: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.15: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

k1_4,75_3	$T^*(s)$	q_d	μ_d	$d_{ct}^*(cm)$	$max_{3\%}$	q_s
Ομοιόμορφη	1,35	1,85	1,85	13,97	0,183	1,34
Ιδιομορφική	1,2	2,16	2,16	12,45	0,146	1,26

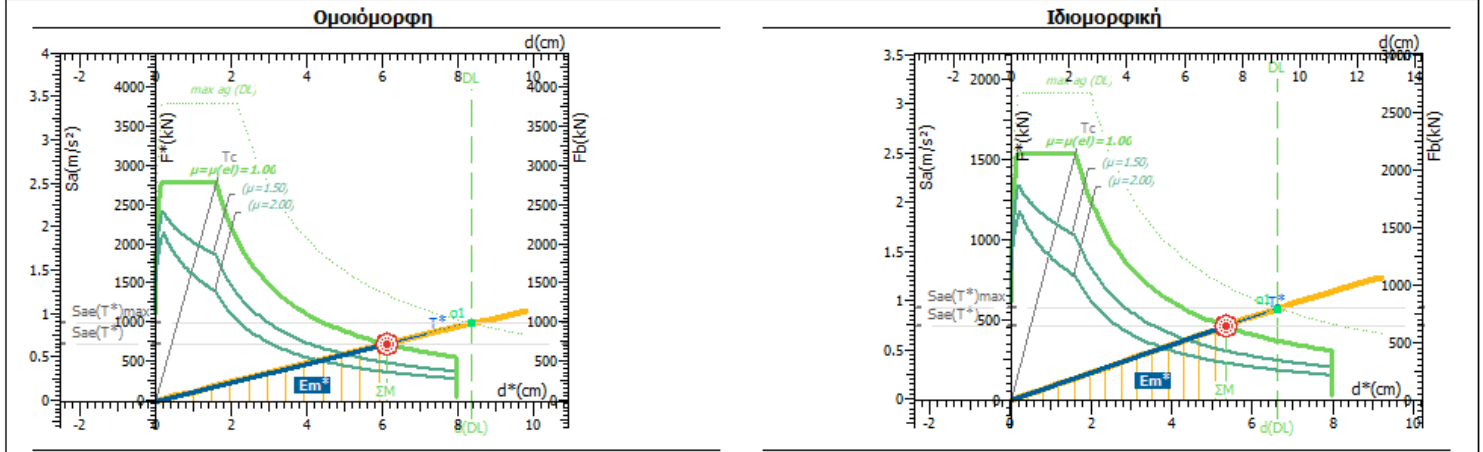
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Κτίριο 5 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη δυναμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.16: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.16: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

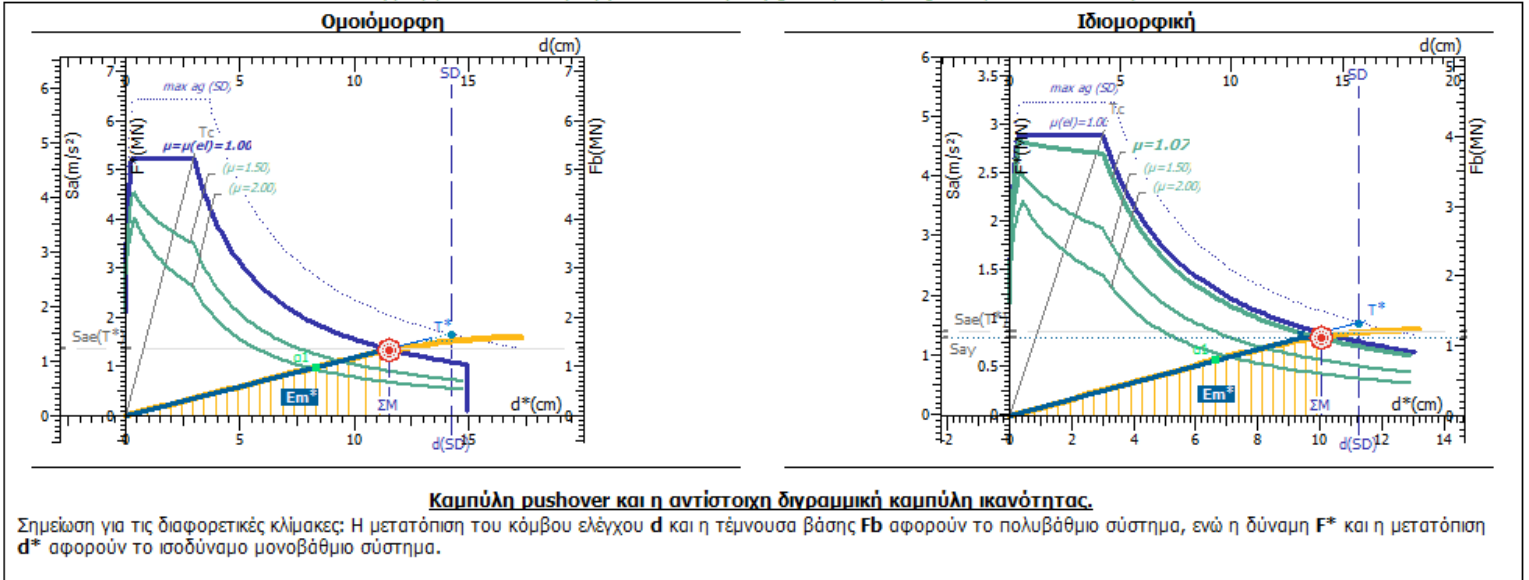
$k1_{4,75_5}$	$T^*(s)$	q_u	μ_d	$d_{et}^*(cm)$	max_{ag}	q_s
Ομοιόμορφη	1,92	1	1	6,11	0,116	1
Ιδιομορφική	1,67	1	1	5,31	0,106	1

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.17: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.17: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

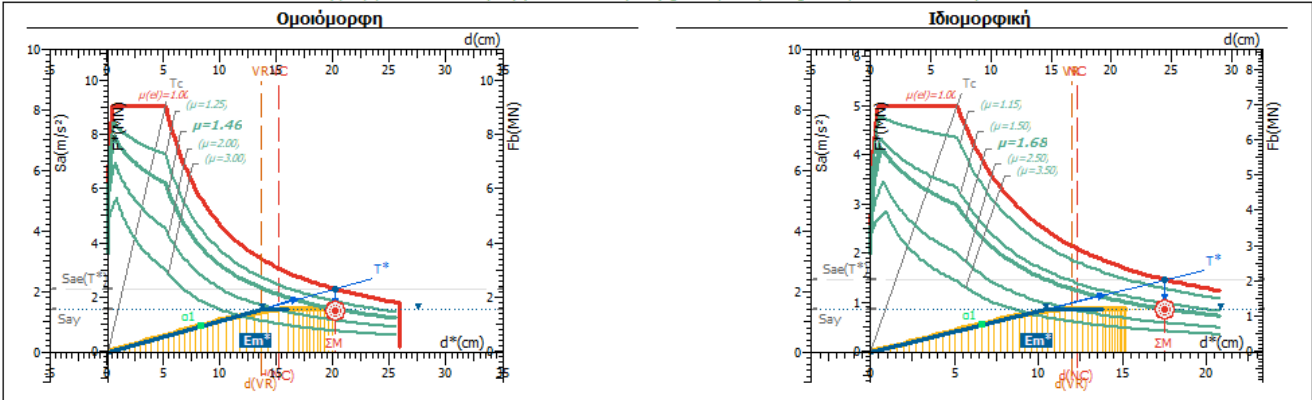
$k_{1_4,75_5}$	$T^*(s)$	q_u	μ_d	$d_{ct}^*(cm)$	max_{ag}	q_s
Ομοιόμορφη	1,93	1	1	11,49	0,196	1,37
Ιδιομορφική	1,68	1	1	10,01	0,177	1,41

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεσματικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαιτήσης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη διγραμμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.18: Διάγραμμα Απαιτήσης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.18: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεσματικότητας NC και γωνία 0°.

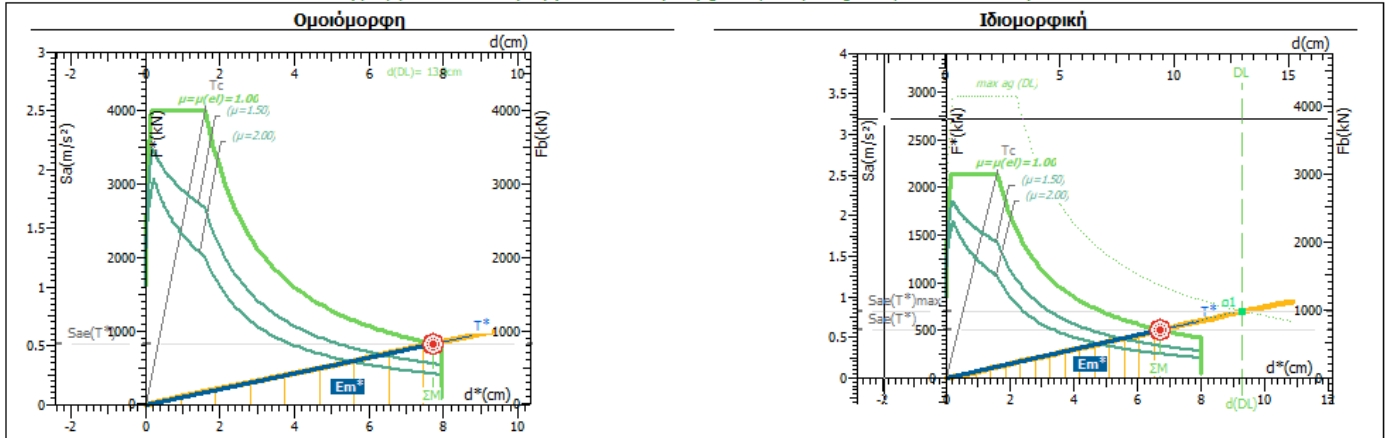
k1_4,75_5	T*(s)	q _u	μ _d	d _{crit} *(cm)	max _{Sae}	q _s
Ομοιόμορφη	1,95	1,46	1,46	20,17	0,209	1,61
Ιδιομορφική	1,7	1,68	1,68	17,53	0,194	1,54

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεσματικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεσματικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 7 ορόφων

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη διαγραμματική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.19: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.19: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

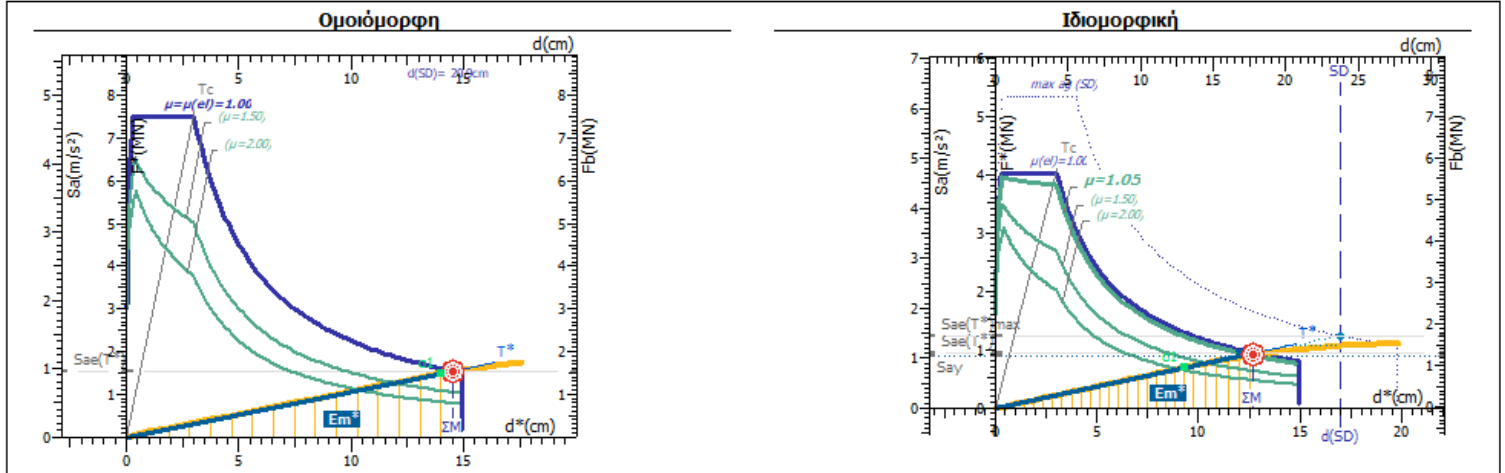
k1_4,75_7	T*(s)	q _d	μ _d	d _{ct} *(cm)	max _{2g}	q _s
Ομοιόμορφη	2,43	1	1	7,72	0,154	1
Ιδιομορφική	2,11	1	1	6,7	0,118	1

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαιτήσης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη δυναμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.20: Διάγραμμα Απαιτήσης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.20: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

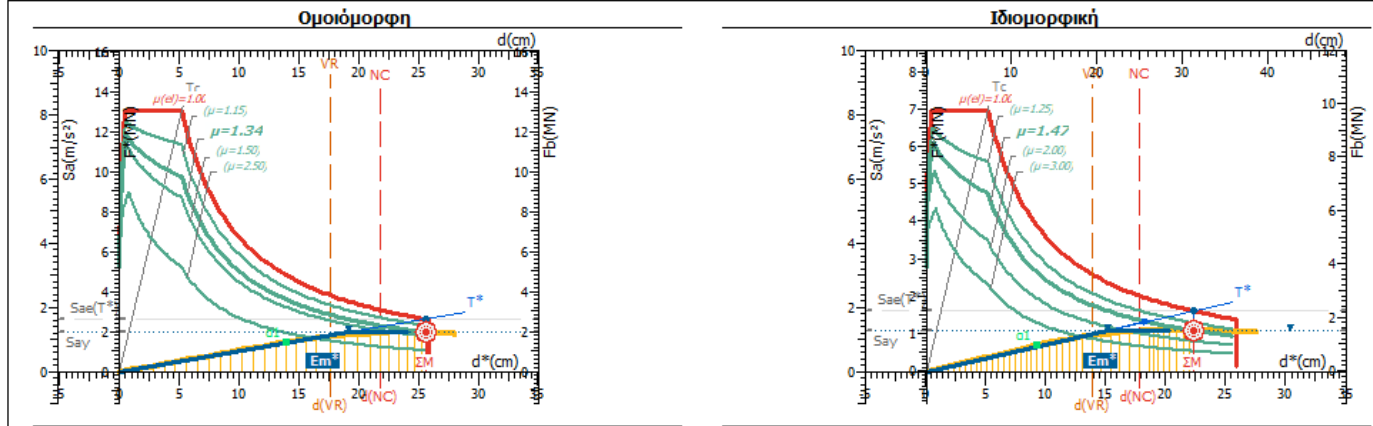
k1_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{3g}	q _s
Ομοιόμορφη	2,43	1	1	14,05	0,228	1,05
Ιδιομορφική	2,12	1,05	1,05	12,61	0,212	1,29

Με βάση το διάγραμμα απαιτήσης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη γραμμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.21: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.21: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 1, με άνοιγμα 4.75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

k1_4,75_7	$T^*(s)$	q_u	μ_d	$d_{ci}^*(cm)$	max_{s_g}	q_s
Ομοιόμορφη	2,48	1,34	1,34	22,59	0,237	1,33
Ιδιομορφική	2,16	1,47	1,47	22,33	0,222	1,57

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

8.3 Καμπύλες Απαίτησης – Ικανότητας κτιρίων με φυτευτά υποστυλώματα από τον 1^ο όροφο (Κατηγορία 2)

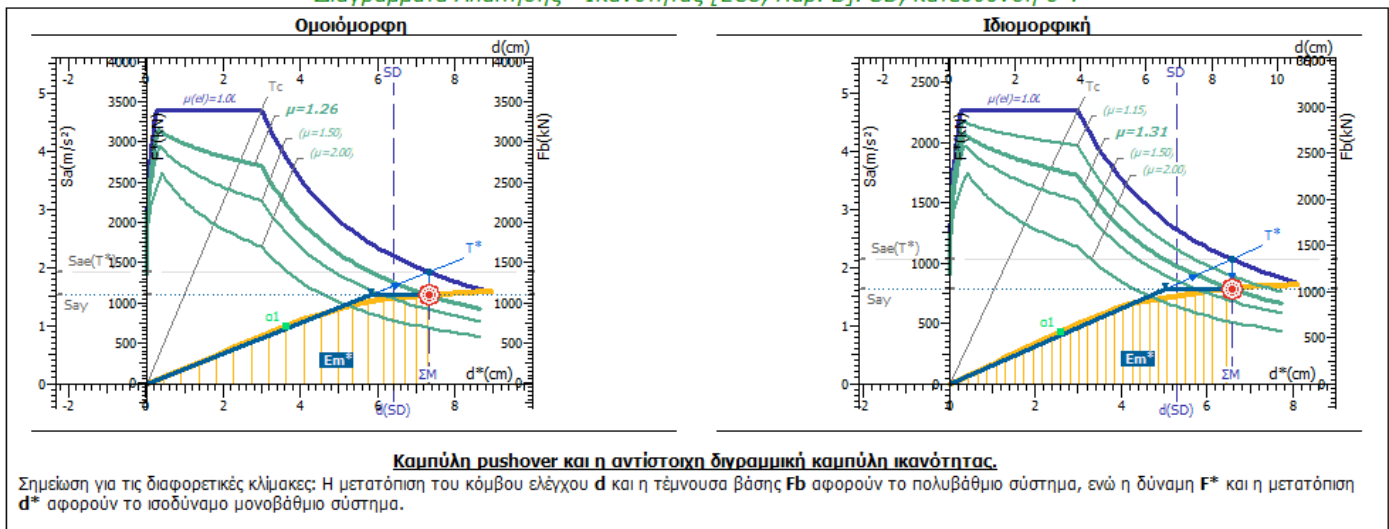
Κατηγορία 2

Για κτίρια με φυτευτά υποστυλώματα από τον 1^ο όροφο και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 3.5m, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

➤ Κτίριο 3 ορόφων:

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.22: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.22: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

k2_4,75_3	T*(s)	q _d	μ _d	d _{ετ} *(cm)	max _{2g}	q _s
Ομοιόμορφη	1,2	1	1	3,81	0,081	1,06
Ιδιομορφική	1,06	1	1	3,39	0,065	1,31

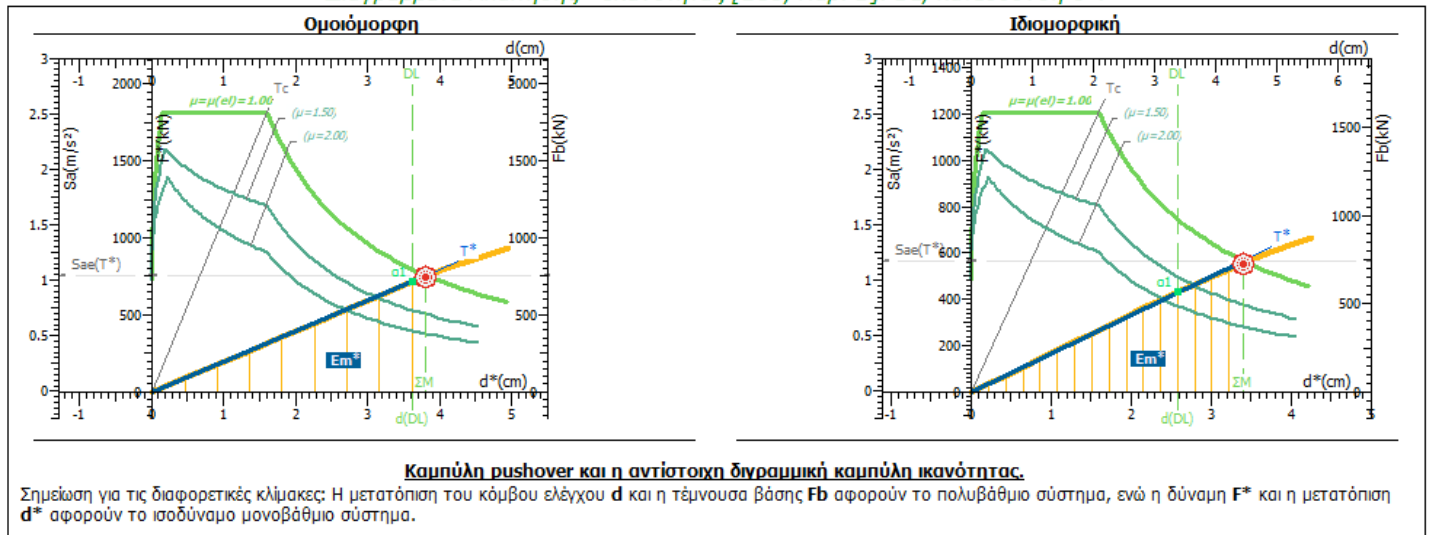
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,

- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.23: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.23: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

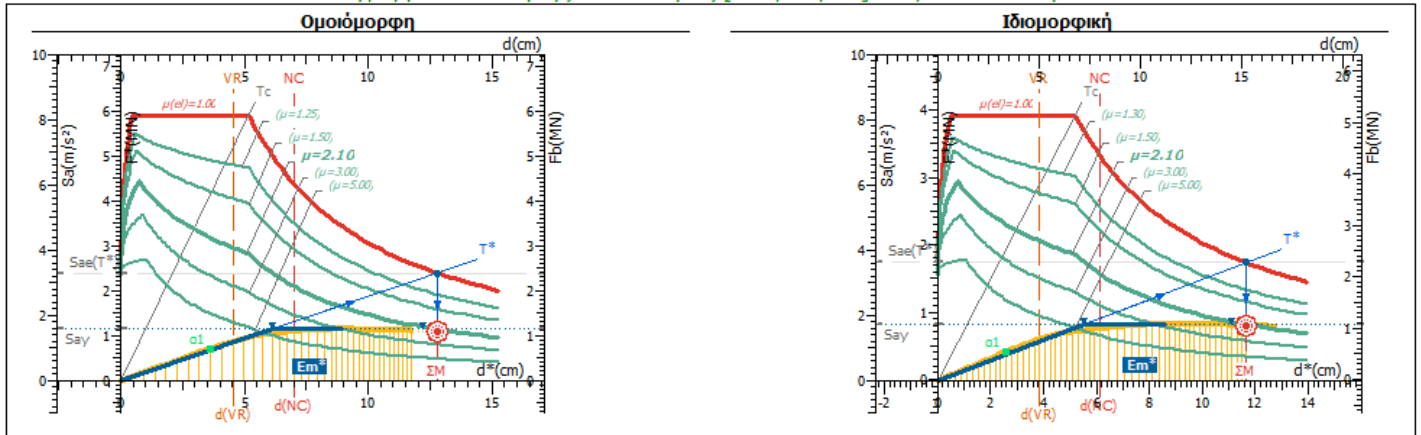
k2_4,75_3	$T^*(s)$	q_u	μ_d	$d_{ct}^*(cm)$	$max_{z,g}$	q_s
Ομοιόμορφη	1,23	1,26	1,26	7,3	0,141	1,54
Ιδιομορφική	1,1	1,31	1,31	6,56	0,131	1,81

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη δυναμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάση F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.24: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.24: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

k2_4,75_3	T*(s)	q _u	μ _d	d _{ετ} *(cm)	max _{sg}	q _s
Ομοιόμορφη	1,24	2,1	2,1	12,79	0,153	1,59
Ιδιομορφική	1,12	2,1	2,1	11,62	0,15	1,92

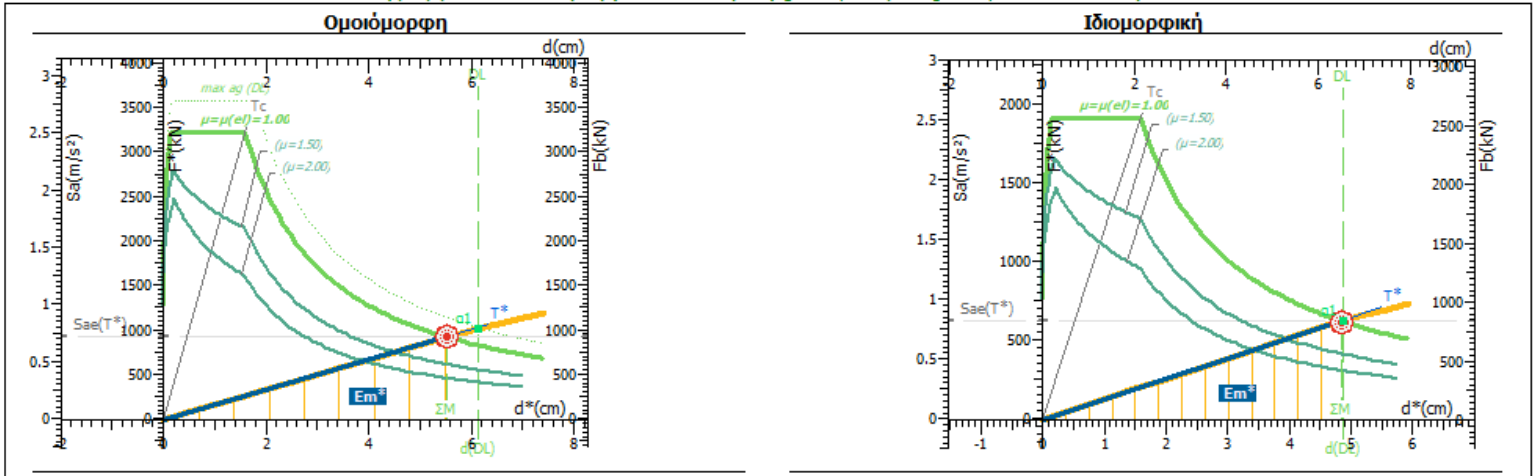
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 5 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.25: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.25: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

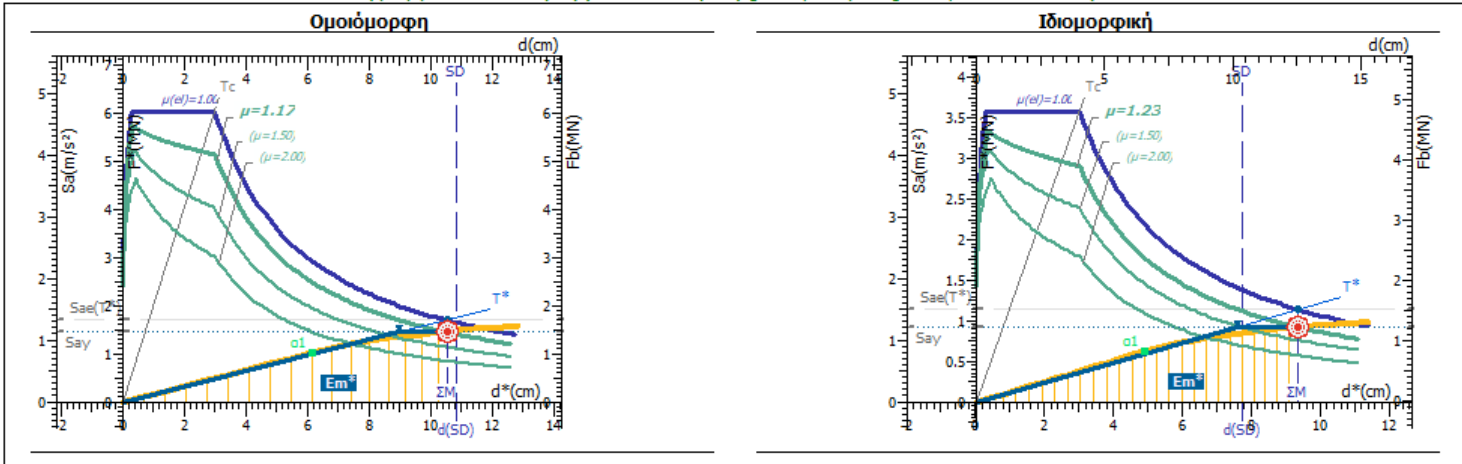
k2_4,75_5	T*(s)	q _v	μ _d	d _{ult} *(cm)	max _{ω₀}	q _s
Ομοιόμορφη	1,73	1	1	5,52	0,095	1
Ιδιομορφική	1,52	1	1	4,84	0,086	1

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.0.26: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.26: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

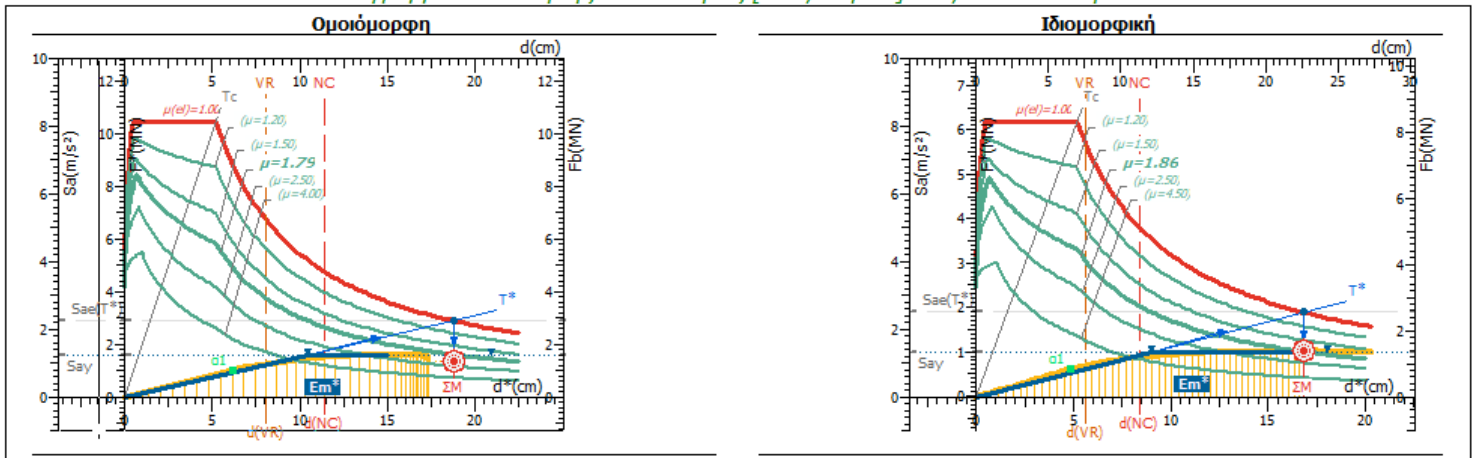
k2_4,75_5	T*(s)	q _u	μ _d	d _u *(cm)	max _{q_u}	q _s
Ομοιόμορφη	1,77	1,17	1,17	10,53	0,164	1,43
Ιδιομορφική	1,57	1,23	1,23	9,34	0,134	1,48

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.0.27: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.27: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

k2_4,75_5	T*(s)	q _u	μ _u	d _u * (cm)	max _u	q _s
Ομοιόμορφη	1,81	1,79	1,79	18,69	0,171	1,58
Ιδιομορφική	1,63	1,86	1,86	16,8	145	1,64

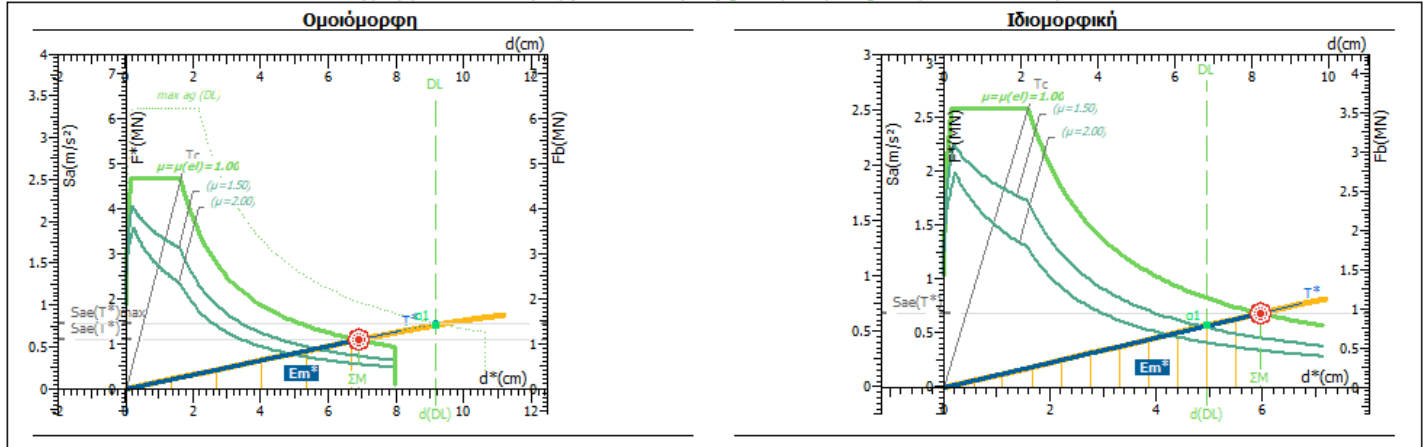
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 7 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.28: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.28: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

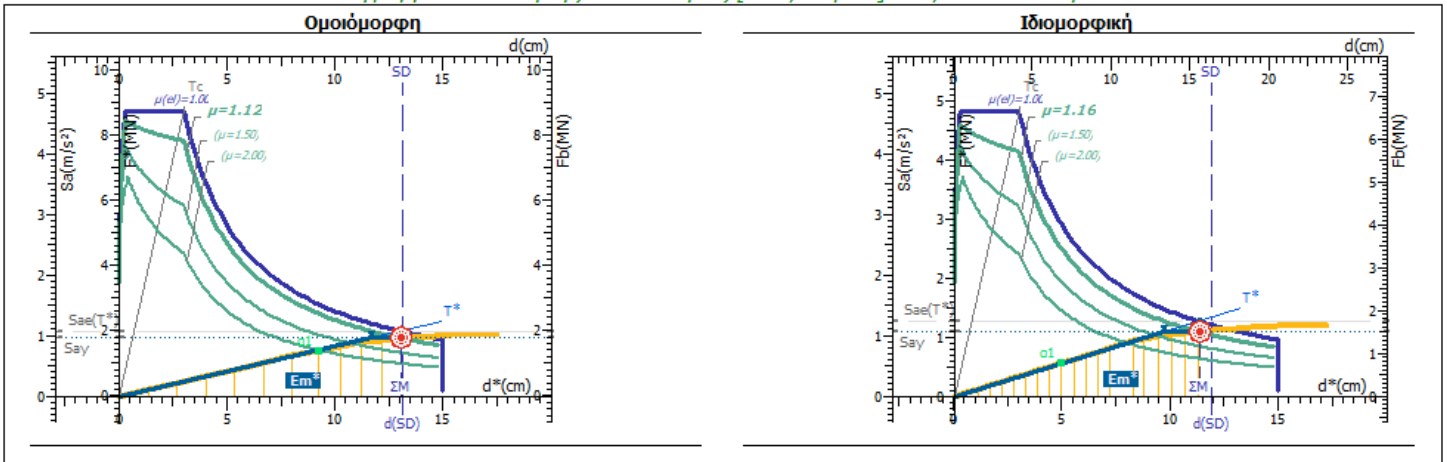
k3_4,75_7	T*(s)	q _s	μ _s	d _{w*} (cm)	max _w	q _s
Ομοιόμορφη	2,15	1	1	6,85	0,114	1
Ιδιομορφική	1,87	1	1	5,96	0,071	1,2

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.29: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.29: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

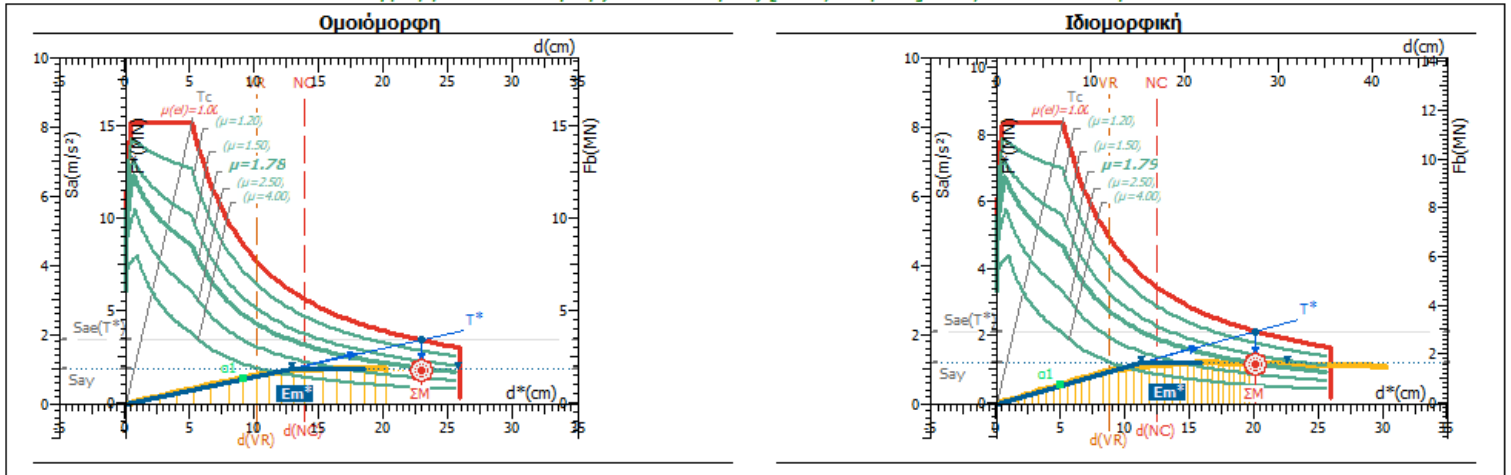
κ3_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _u *(cm)	max _{q_u}	q _s
Ομοιόμορφη	2,18	1,12	1,12	13,01	0,16	1,26
Ιδιομορφική	1,9	1,16	1,16	11,31	0,167	1,91

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.30: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.30: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 2, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

k3_4,75_7	T*(s)	q _e	μ _d	d _{eq} *(cm)	max _{q_e}	q _s
Ομοιόμορφη	2,22	1,78	1,78	22,91	0,17	1,35
Ιδιομορφική	1,94	1,79	1,79	20,1	0,175	2,11

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

8.4 Καμπύλες Απαίτησης – Ικανότητας κτιρίων χωρίς φυτευτά υποστυλώματα (Κατηγορία 3)

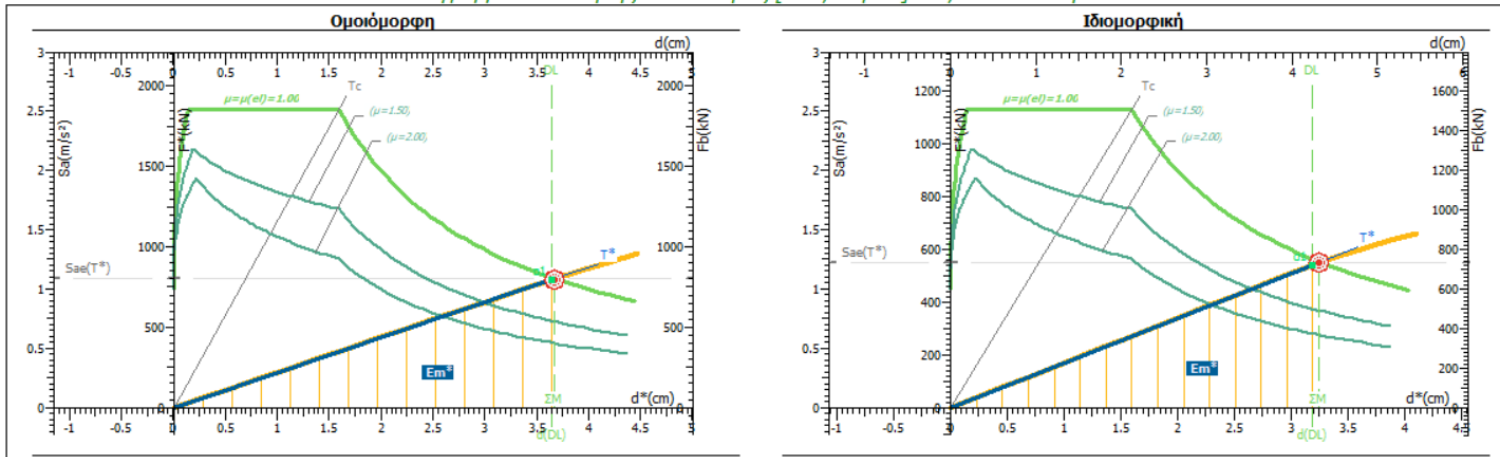
Κατηγορία 3

Κτίρια χωρίς φυτευτά υποστυλώματα και με περισσότερα ανοίγματα από αυτά της κατηγορίας ένα, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

➤ Κτίριο 3 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.31: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.31: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

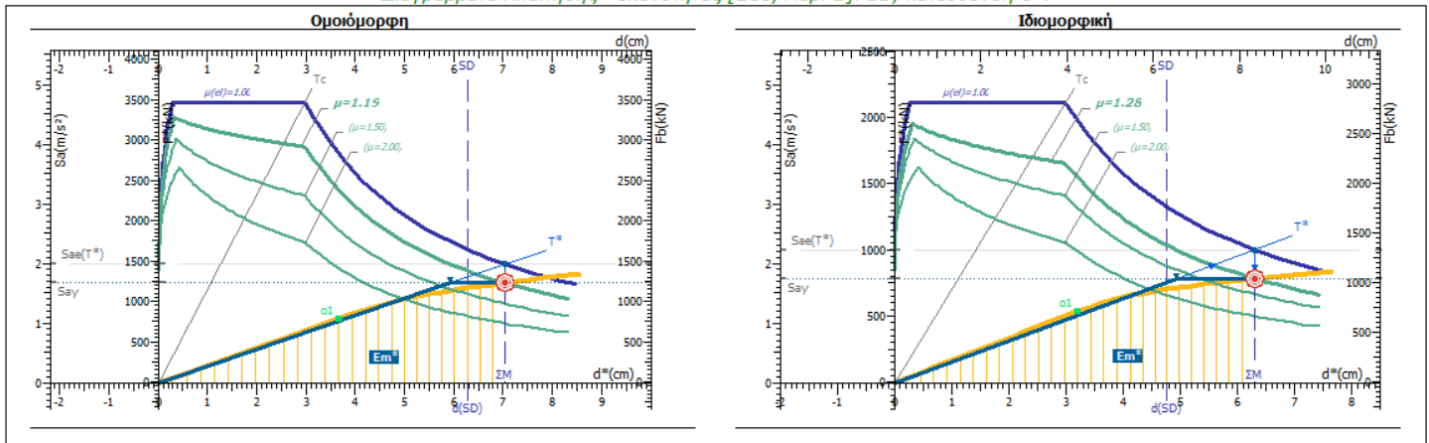
Κ4_3.5_3	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	1,15	1	1	3,67	0,085	1,01
Ιδιομορφική	1,02	1	1	3,25	0,084	1,02

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.32: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.32: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

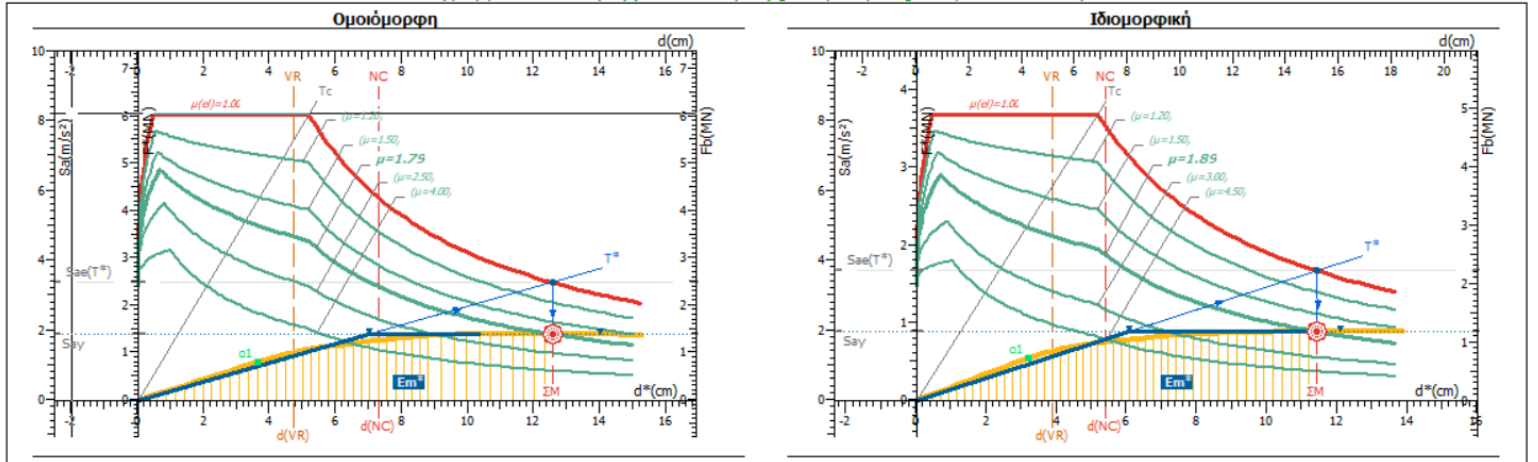
K4_3.5_3	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	1,18	1,19	1,19	7,03	0,144	1,56
Ιδιομορφική	1,05	1,28	1,28	6,28	0,124	1,46

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.33: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.33: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

K4_3.5_3	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	1,21	1,79	1,79	12,56	0,165	1,74
Ιδιομορφική	1,6	1	1	11,42	0,139	1,63

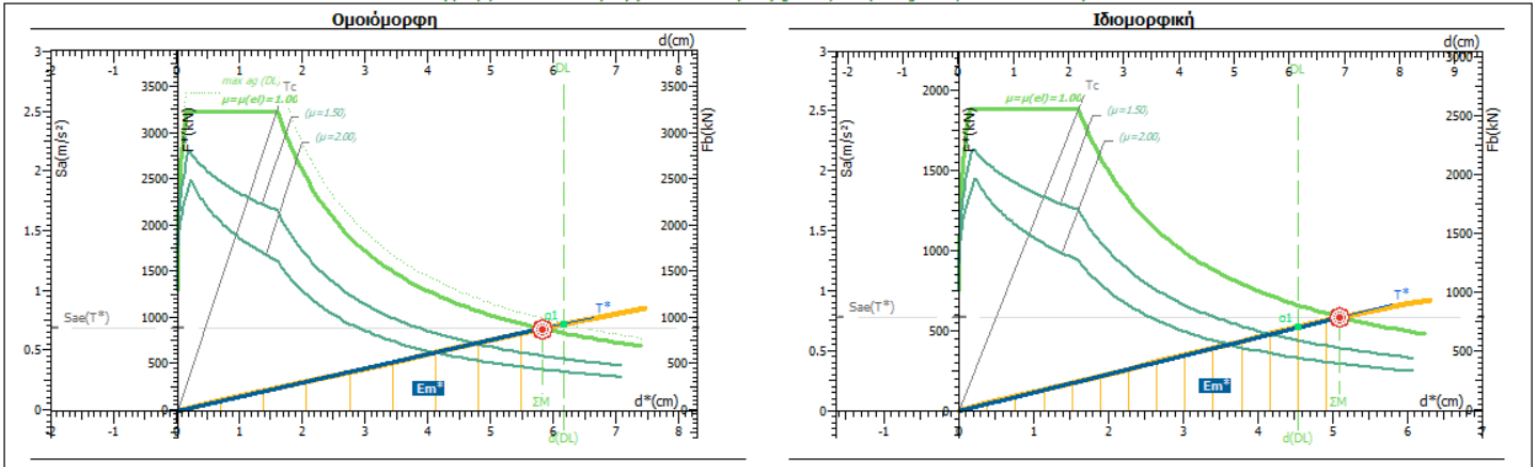
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ιδιομορφική κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 5 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.34: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.34: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

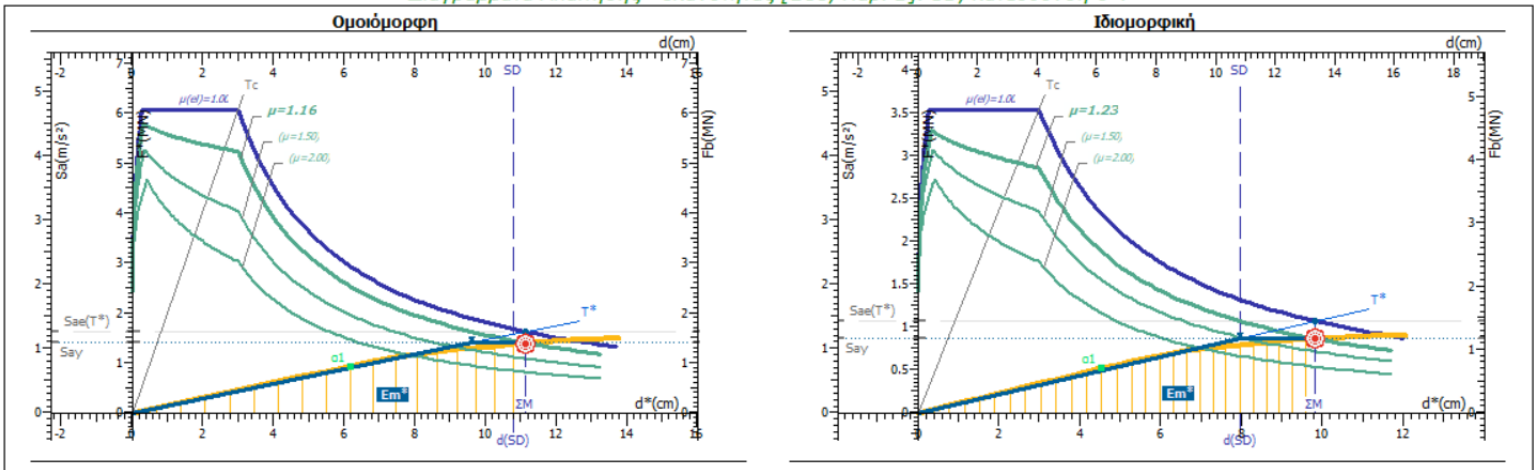
K4_3.5_5	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	1,82	1	1	5,8	0,09	1
Ιδιομορφική	1,6	1	1	5,1	0,076	1,13

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.35: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.35: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

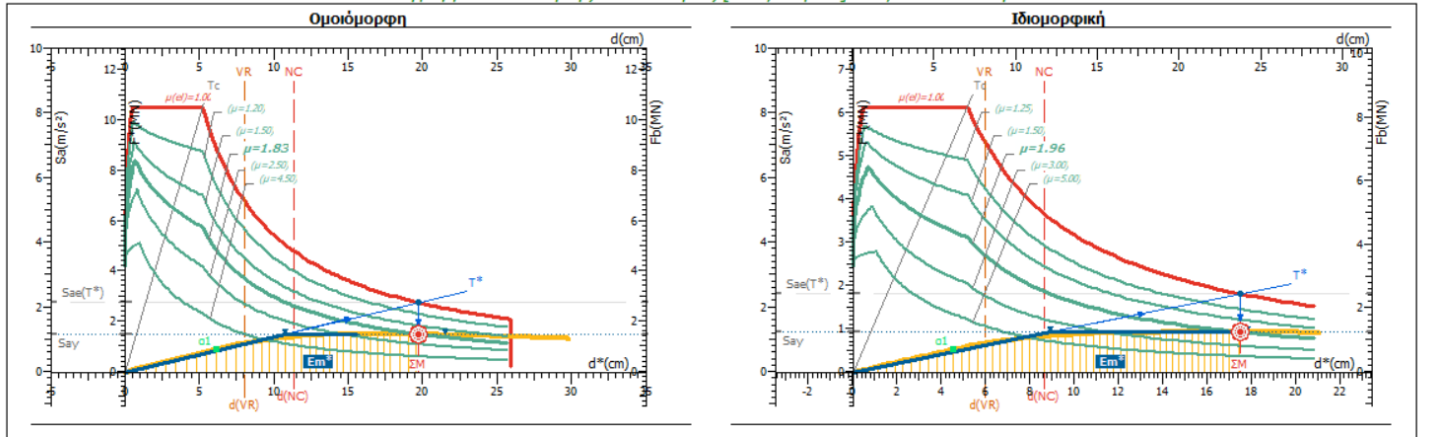
K4_3.5_5	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	1,86	1,16	1,16	11,12	0,156	1,5
Ιδιομορφική	1,65	1,23	1,23	9,83	0,131	1,66

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.36: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.36: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

K4_3.5_5	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	1,9	1,83	1,83	19,65	0,163	1,62
Ιδιομορφική	1,69	1,96	1,96	17,47	0,142	1,77

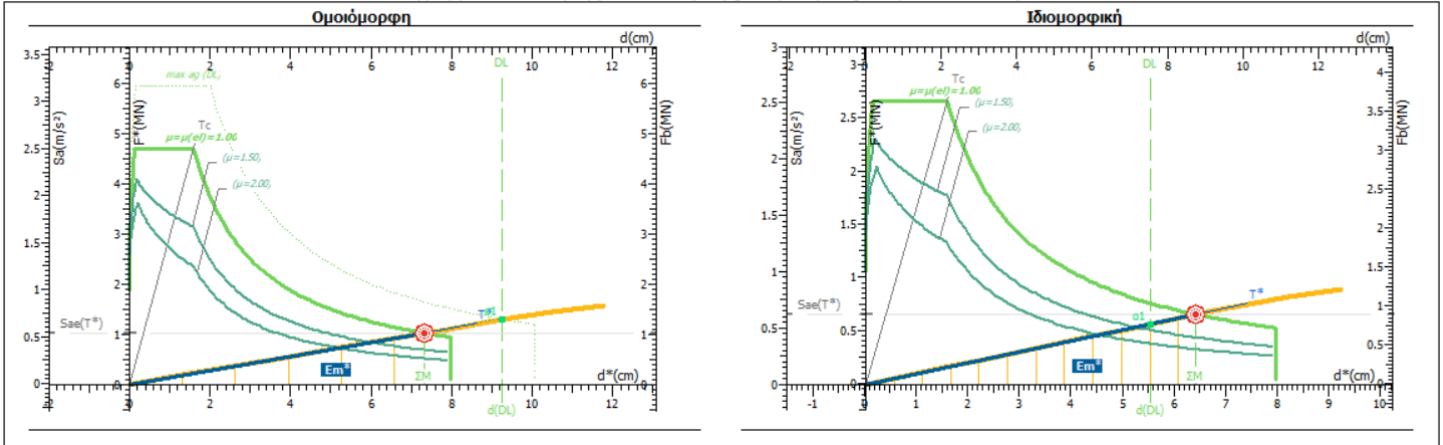
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 7 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.37: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.37: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

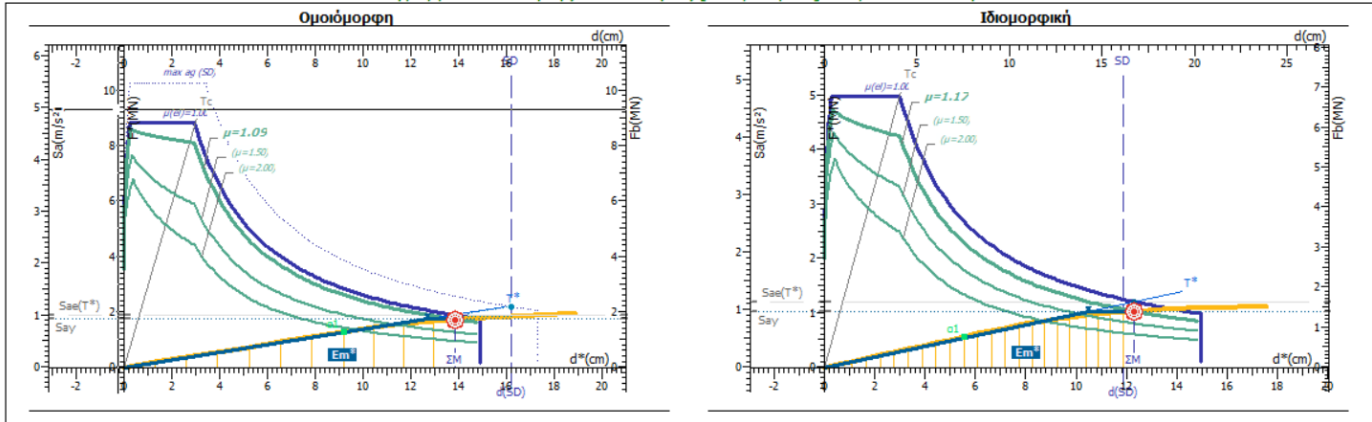
K4_3.5_7	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,29	1	1	7,3	0,108	1
Ιδιομορφική	2,01	1	1	6,41	0,074	1,16

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.38: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.38: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

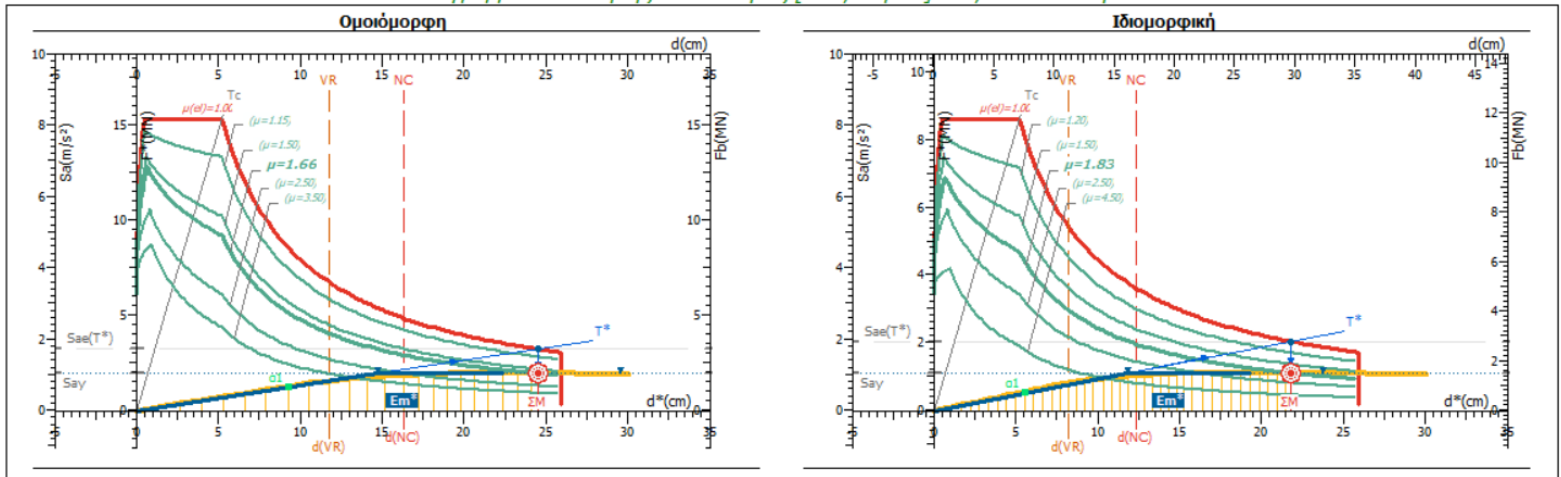
K4_3.5_7	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,32	1,09	1,09	13,85	0,186	1,36
Ιδιομορφική	2,06	1,17	1,17	12,25	0,155	1,82

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.39: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.39: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

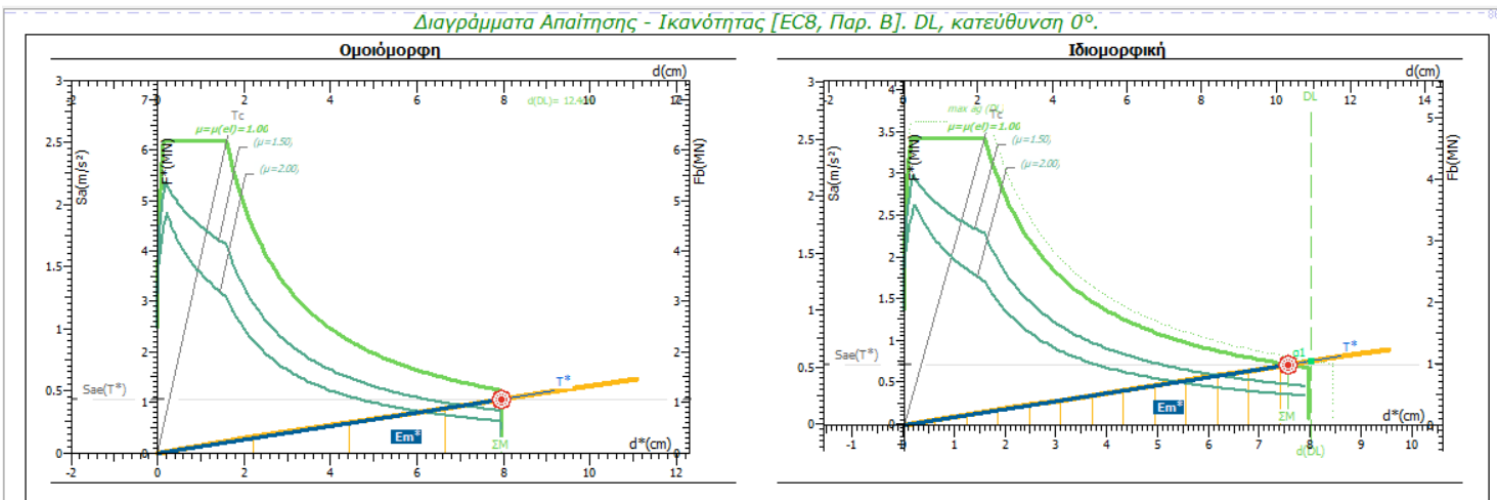
K4_3.5_7	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,37	1,66	1,66	24,49	0,186	1,51
Ιδιομορφική	2,1	1,83	1,83	21,74	0,161	1,98

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 9 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)



Σχήμα 8.40: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους

Πίνακας 8.40: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

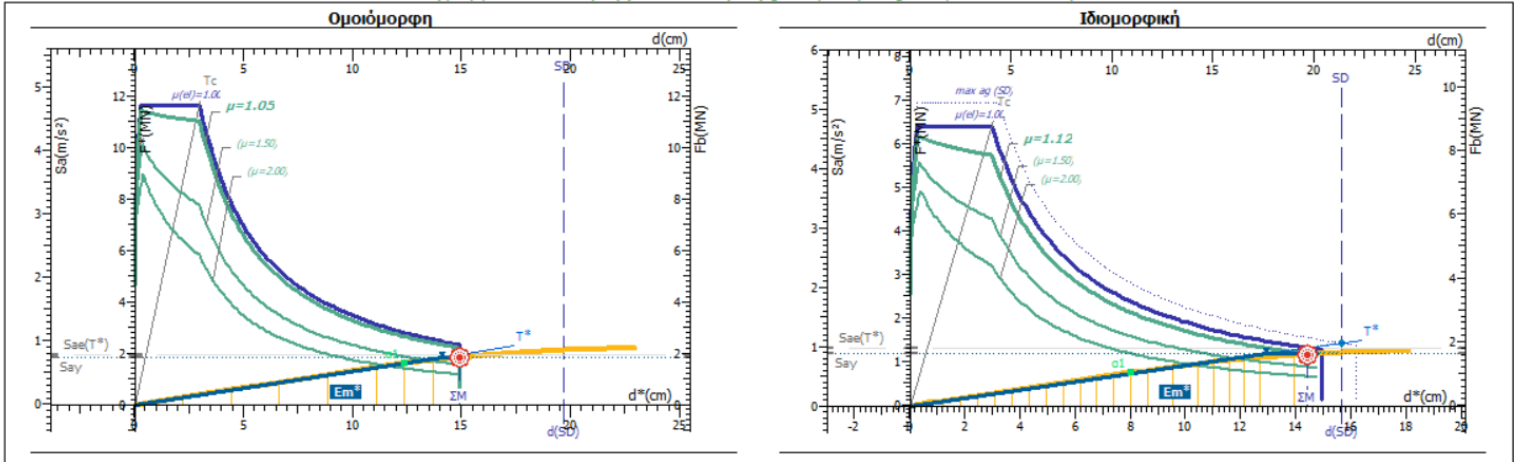
K4_3.5_9	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} *(cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,7	1	1	7,95	0,133	1
Ιδιομορφική	2,38	1	1	7,56	0,09	1

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.41: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους

Πίνακας 8.41: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

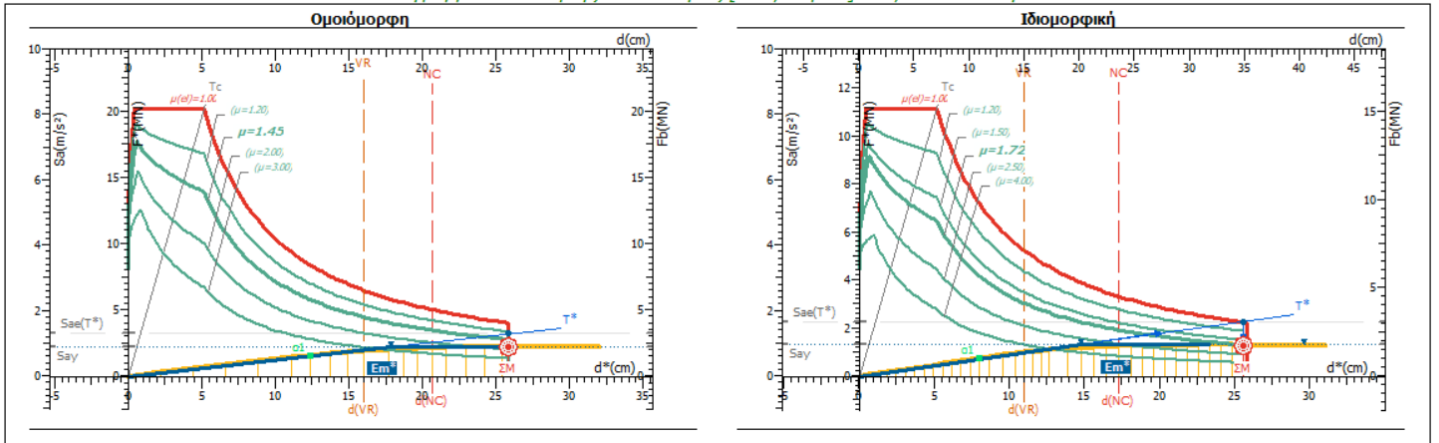
K4_3.5_9	T^* (s)	q_u	μ_d	d_{et}^* (cm)	max_{ag}	q_s
Ομοιόμορφη	2,72	1,05	1,05	14,9	0,211	1,16
Ιδιομορφική	2,42	1,12	1,12	14,4	0,173	1,56

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.42: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους

Πίνακας 8.42: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 3, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

K4_3.5_9	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,79	1,45	1,45	25,85	0,222	1,39
Ιδιομορφική	2,47	1,72	1,72	25,56	0,19	1,43

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

8.5 Καμπύλες Απαίτησης-Ικανότητας κτιρίων με ακανονικότητα στην κάτοψη (Κατηγορία 4)

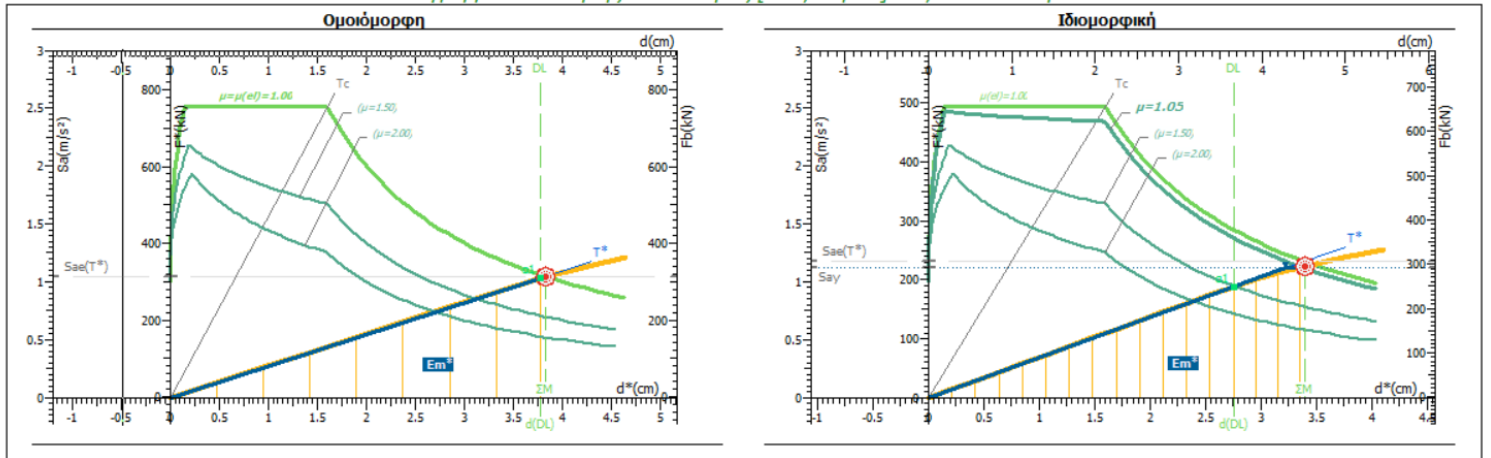
Κατηγορία 4

Για κτίρια με ακανονικότητα στην κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 3.5m, τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

➤ Κτίριο 3 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.43: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.43: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

K4_3.5_3	T* (s)	qu	μd	det*(cm)	max _{ag}	qs
Ομοιόμορφη	1,2	1	1	3,82	0,084	1,01
Ιδιομορφική	1,07	1,05	1,05	3,39	0,069	1,16

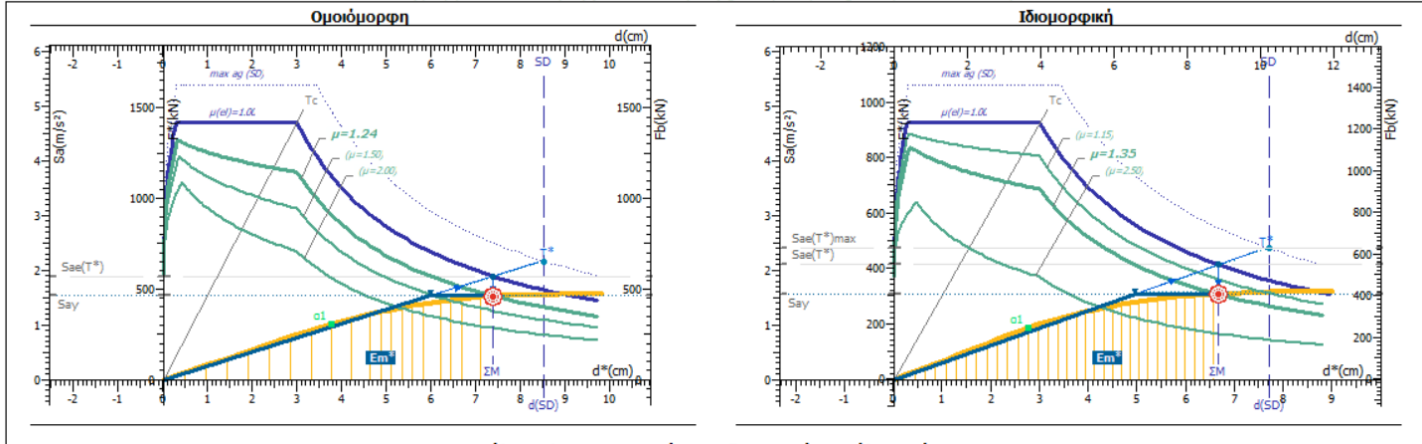
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,

- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.44: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.44: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

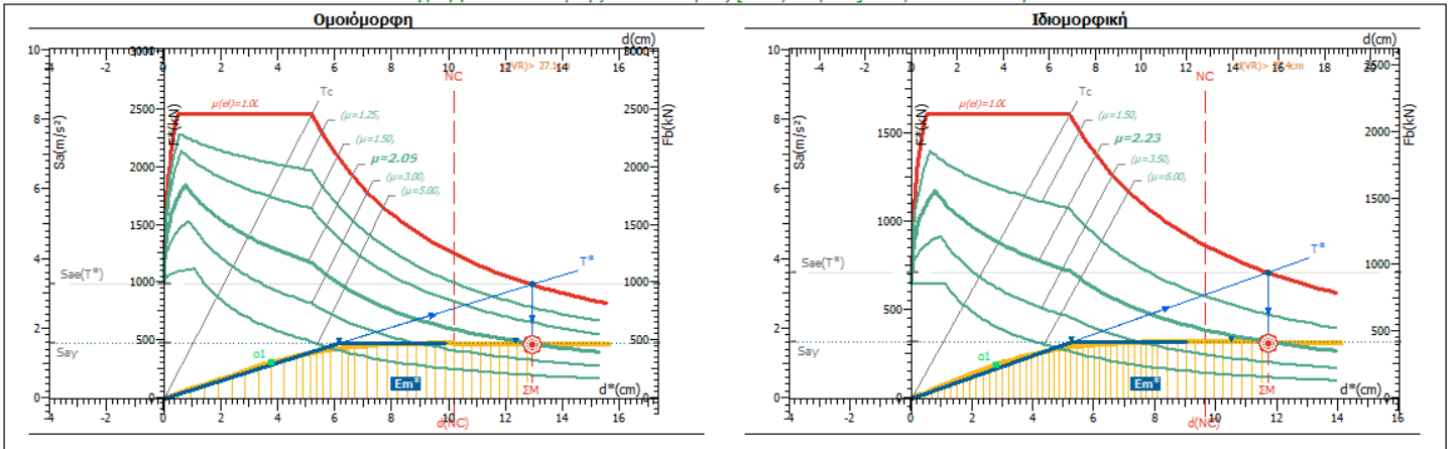
K4_3.5_3	T* (s)	qu	μd	d _{et} * (cm)	max _{ag}	qs
Ομοιόμορφη	1,24	1,24	1,24	7,39	0,184	1,49
Ιδιομορφική	1,11	1,35	1,35	6,64	0,183	1,63

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) και γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.45: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.45 Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

K4_3.5_3	T* (s)	qu	μd	det*(cm)	maxag	qs
Ομοιόμορφη	1,25	2,09	2,09	12,89	0,218	1,51
Ιδιομορφική	1,13	2,23	2,23	11,69	0,228	1,68

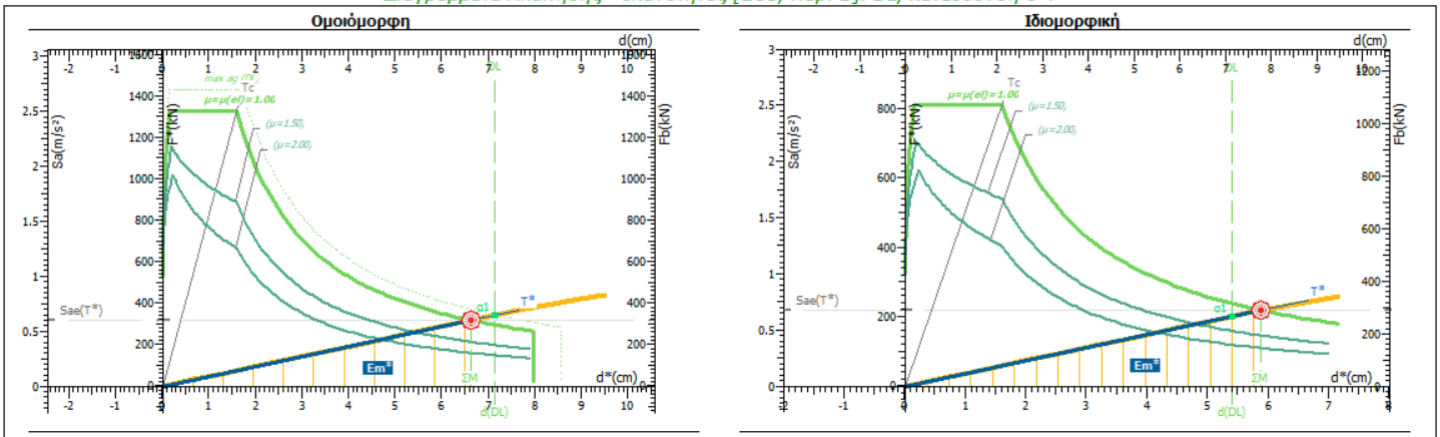
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 5 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και γωνία 0° .

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0° .



Σχήμα 8.46: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.46: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0° .

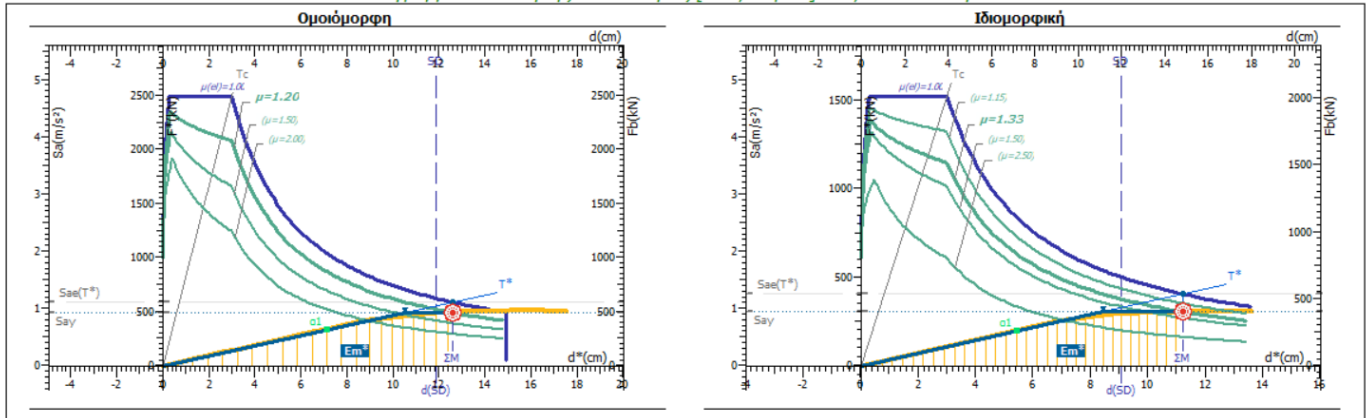
K4_3.5_5	T^* (s)	q_u	μ_d	d_{et}^* (cm)	max_{ag}	q_s
Ομοιόμορφη	2,08	1	1	6,61	0,092	1
Ιδιομορφική	1,84	1	1	5,87	0,078	1,09

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.47: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.47: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

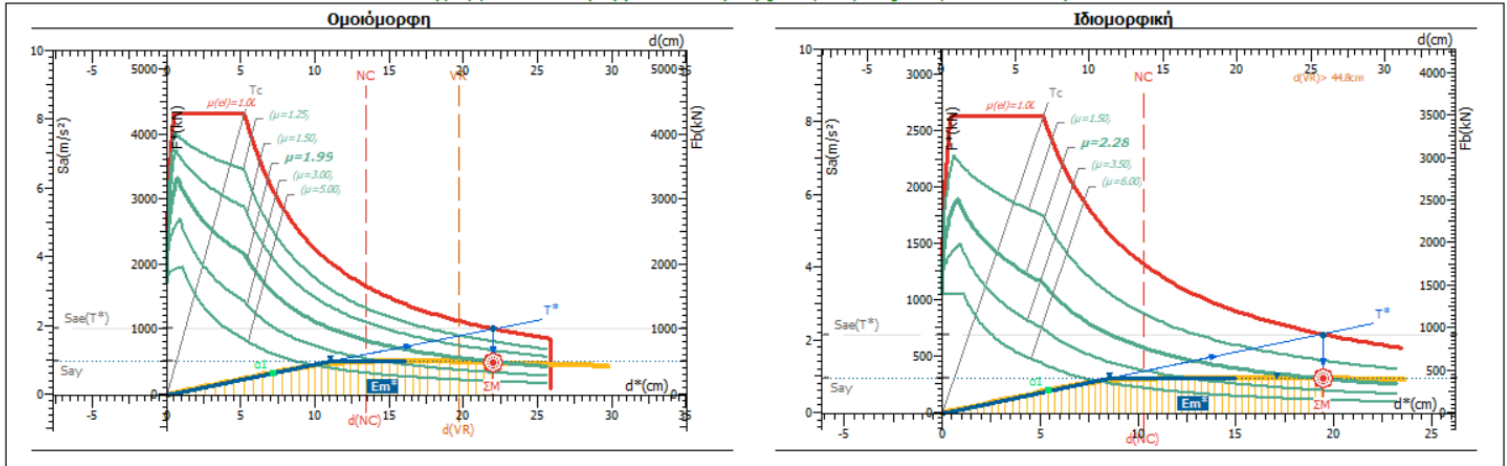
K4_3.5_5	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,11	1,2	1,2	12,59	0,151	1,44
Ιδιομορφική	1,88	1,33	1,33	11,19	0,13	1,51

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) και γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.48: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.48: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

K4_3.5_5	T* (s)	qu	μd	d _{et} * (cm)	max _{ag}	qs
Ομοιόμορφη	2,13	1,99	1,99	22	0,17	1,48
Ιδιομορφική	1,88	2,28	2,28	19,48	0,147	1,52

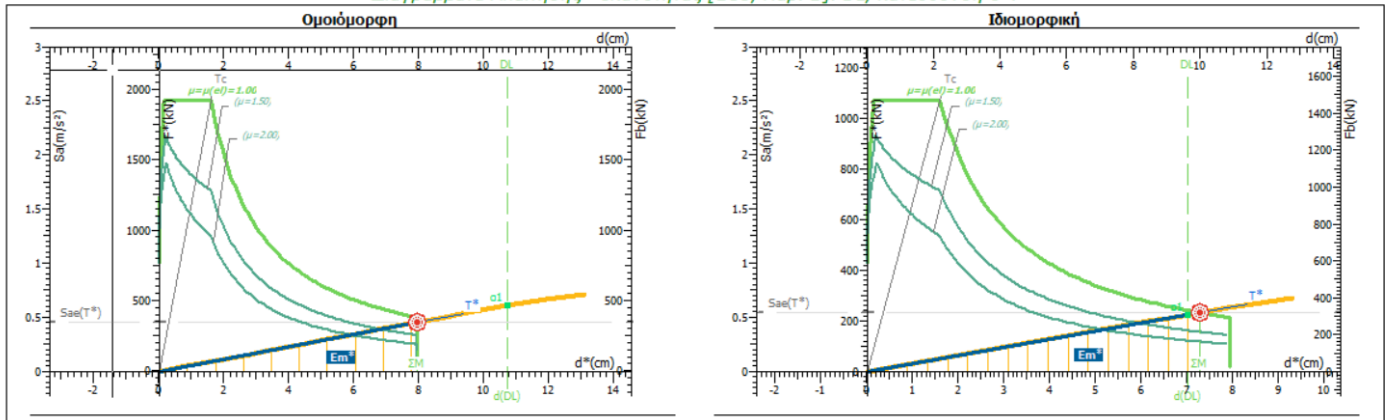
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 7 ορόφων

Στάθμη Επιτελεσματικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.49: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

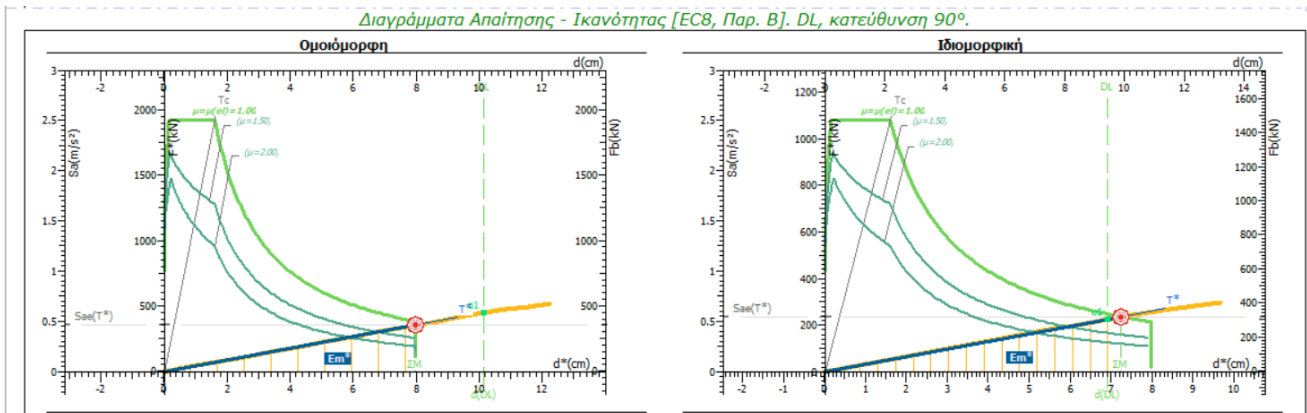
Πίνακας 8.49: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεσματικότητας DL και γωνία 0°.

K4_3.5_7	T* (s)	qu	μd	d _{et} *(cm)	max _{ag}	qs
Ομοιόμορφη	2,62	1	1	7,95	0,115	1
Ιδιομορφική	2,29	1	1	7,29	0,082	1,03

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεσματικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεσματικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και γωνία 90°.



Σχήμα 8.50: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.50: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 90°.

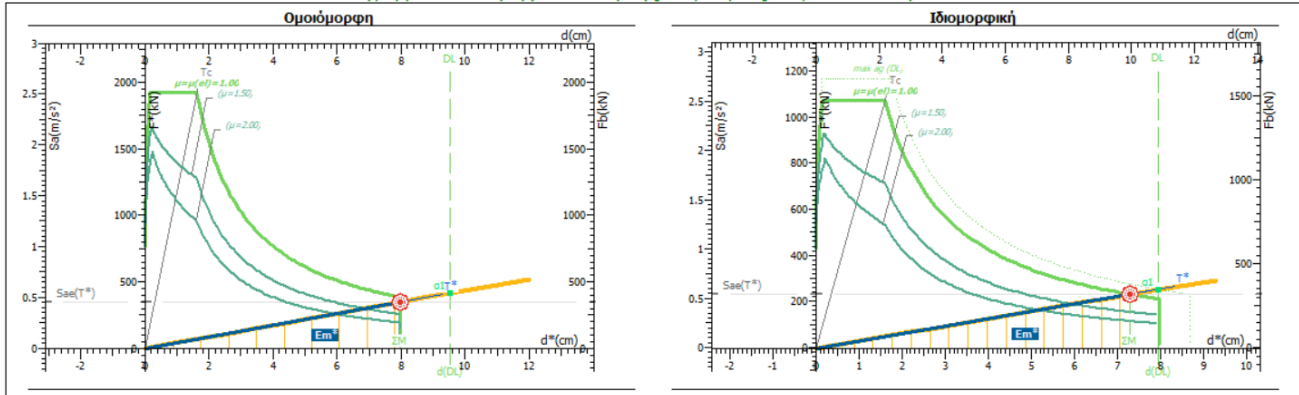
K4_3.5_9	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,59	1	1	7,95	0,109	1
Ιδιομορφική	2,27	1	1	7,23	0,081	1,05

Βάση του διαγράμματος απαίτησης –ικανότητας παρατηρείται:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και γωνία 180°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 180°.



Σχήμα 8.51: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.51: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 180°.

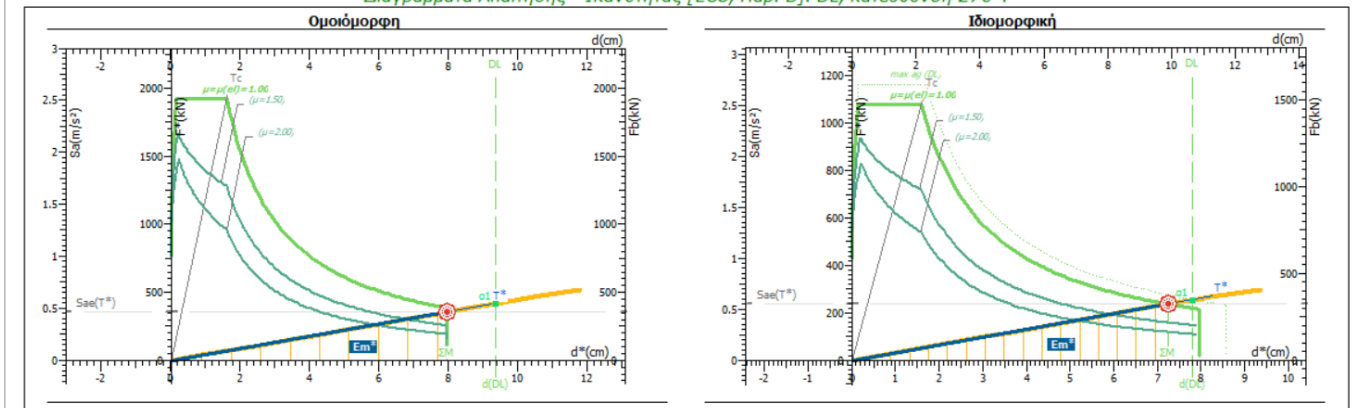
K4_3.5_7	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,62	1	1	7,95	0,102	1
Ιδιομορφική	2,29	1	1	7,28	0,093	1

Βάση του διαγράμματος απαίτησης –ικανότητας παρατηρείται:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) και γωνία 270°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 270°.



Σχήμα 8.52: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.52: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 270°.

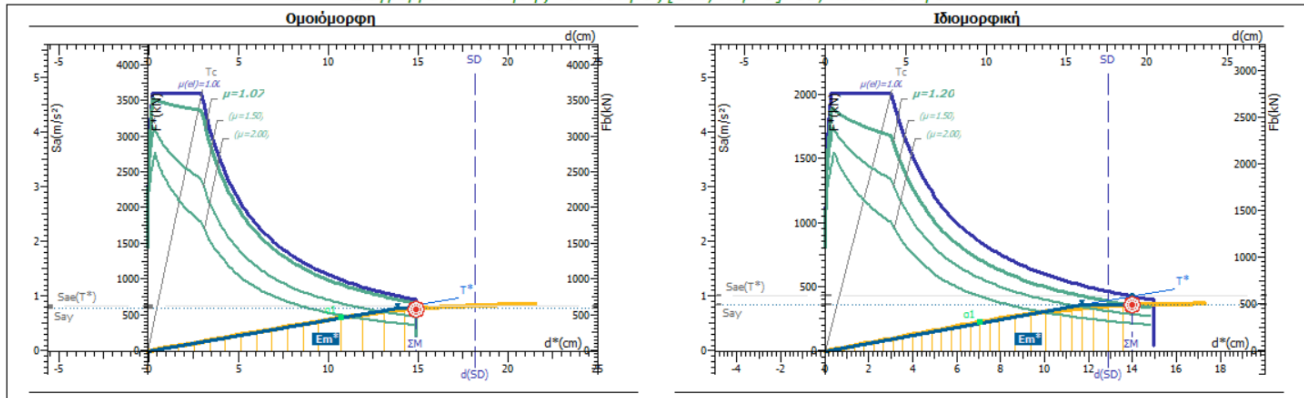
K4_3.5_7	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} *(cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,6	1	1	7,95	0,101	1
Ιδιομορφική	2,27	1	1	7,23	0,092	1

Βάση του διαγράμματος απαίτησης –ικανότητας παρατηρείται:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.53: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.53: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

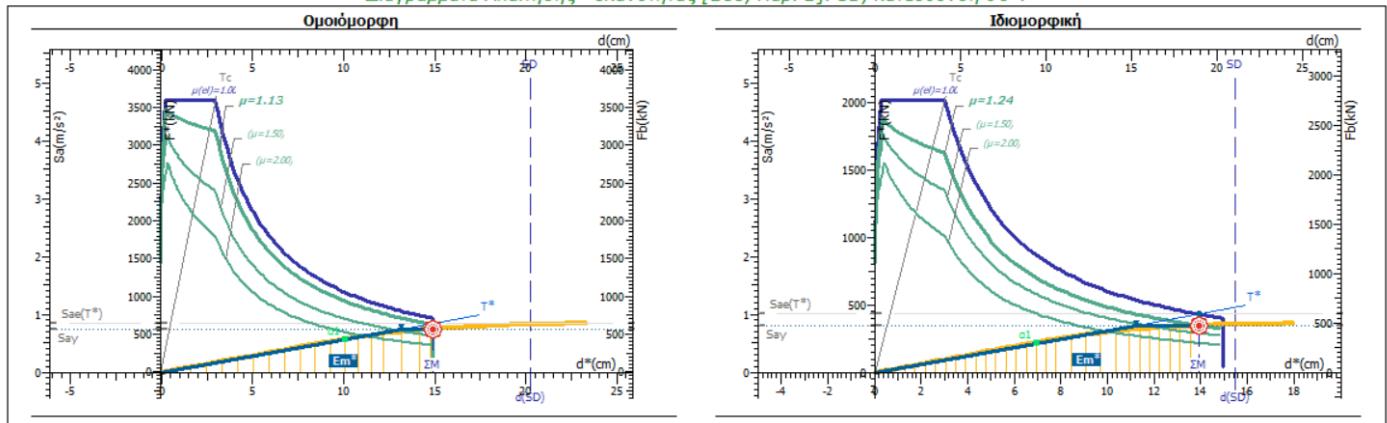
K4_3.5_7	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} *(cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,65	1,07	1,07	14,9	0,196	1,28
Ιδιομορφική	2,34	1,2	1,2	13,95	0,148	1,59

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και γωνία 90°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β], SD, κατεύθυνση 90°.



Σχήμα 8.54: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.54: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 90°.

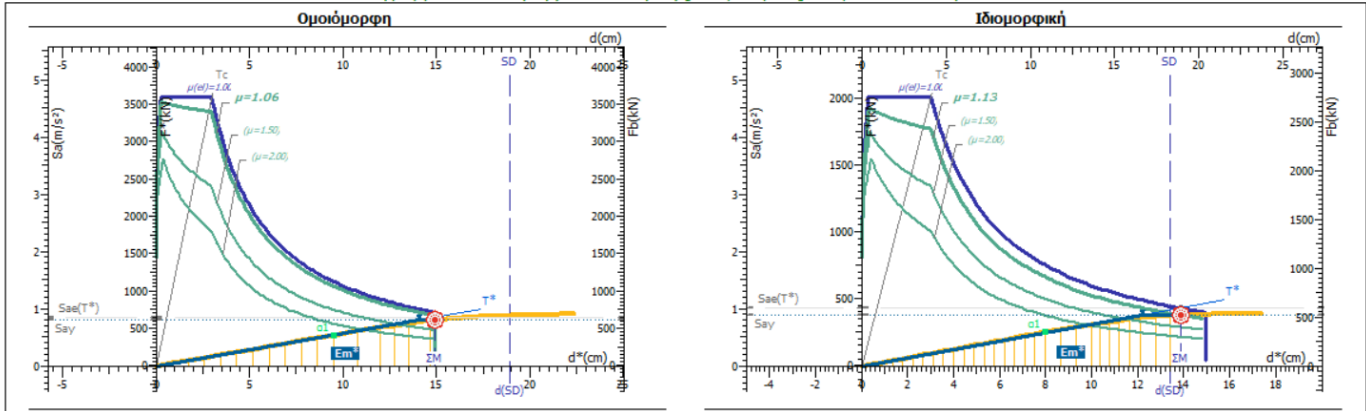
K4_3.5_9	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,63	1,13	1,13	14,9	0,217	1,28
Ιδιομορφική	2,33	1,24	1,24	13,88	0,177	1,54

Βάση του διαγράμματος απαίτησης –ικανότητας παρατηρείται:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και γωνία 180°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 180°.



Σχήμα 8.55: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.55: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 180°.

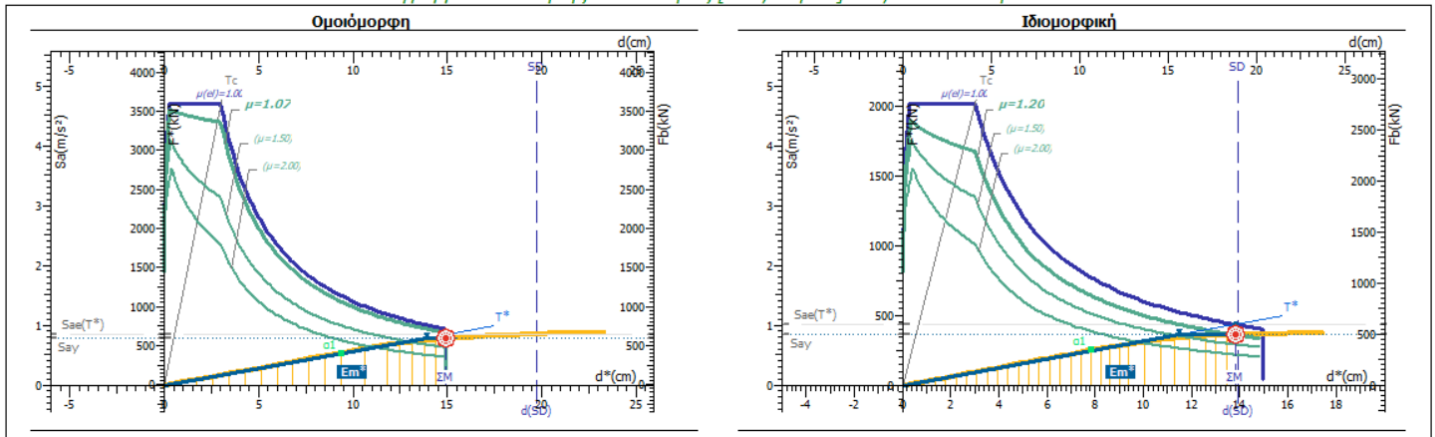
K4_3.5_7	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,64	1,06	1,06	14,9	0,203	1,47
Ιδιομορφική	2,32	1,13	1,13	13,82	0,155	1,5

Βάση του διαγράμματος απαίτησης –ικανότητας παρατηρείται:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) και γωνία 270°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 270°.



Σχήμα 8.56: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.56: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 270°.

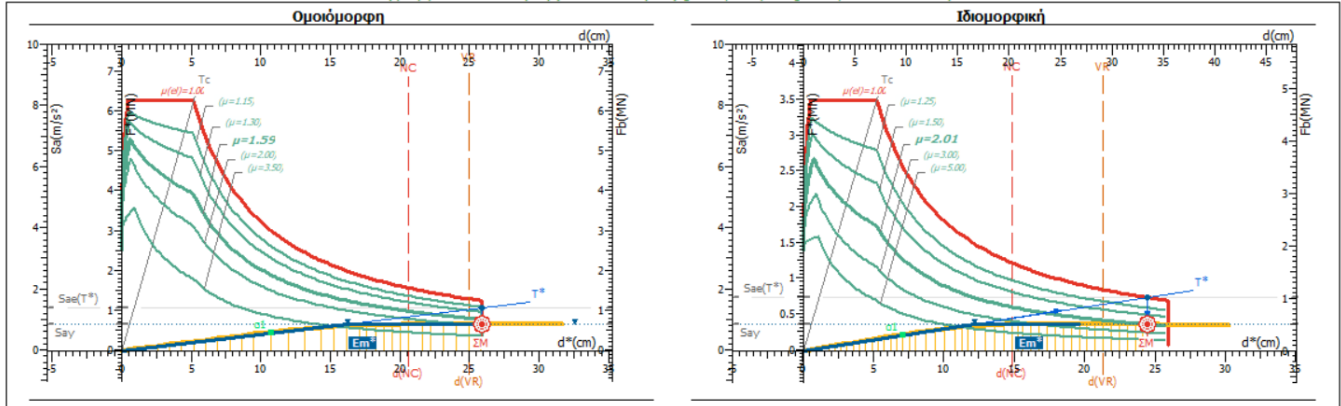
K4_3.5_7	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,63	1,07	1,07	14,9	0,211	1,46
Ιδιομορφική	2,31	1,2	1,2	13,8	0,161	1,43

Βάση του διαγράμματος απαίτησης –ικανότητας παρατηρείται:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) και γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.57: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.57: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

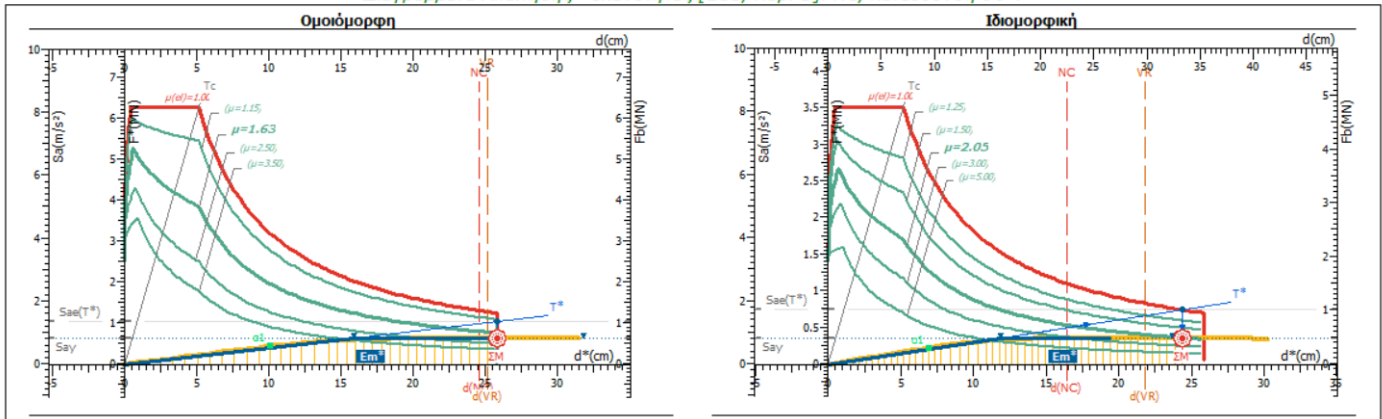
K4_3.5_7	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,72	1,59	1,59	25,85	0,221	1,42
Ιδιομορφική	2,36	2,01	2,01	24,37	0,169	1,63

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) και γωνία 90°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 90°.



Σχήμα 8.58: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.58: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 90°.

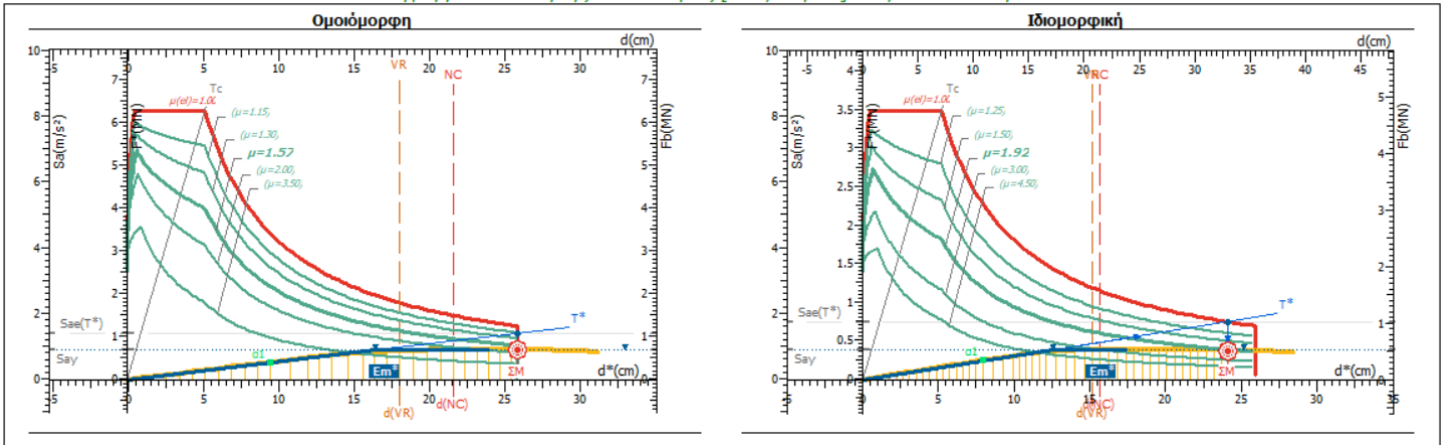
K4_3.5_9	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,71	1,63	1,63	25,85	0,263	1,45
Ιδιομορφική	2,36	2,05	2,05	24,36	0,188	1,6

Βάση του διαγράμματος απαίτησης –ικανότητας παρατηρείται:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) και γωνία 180°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 180°.



Σχήμα 8.59: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.59: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 180°.

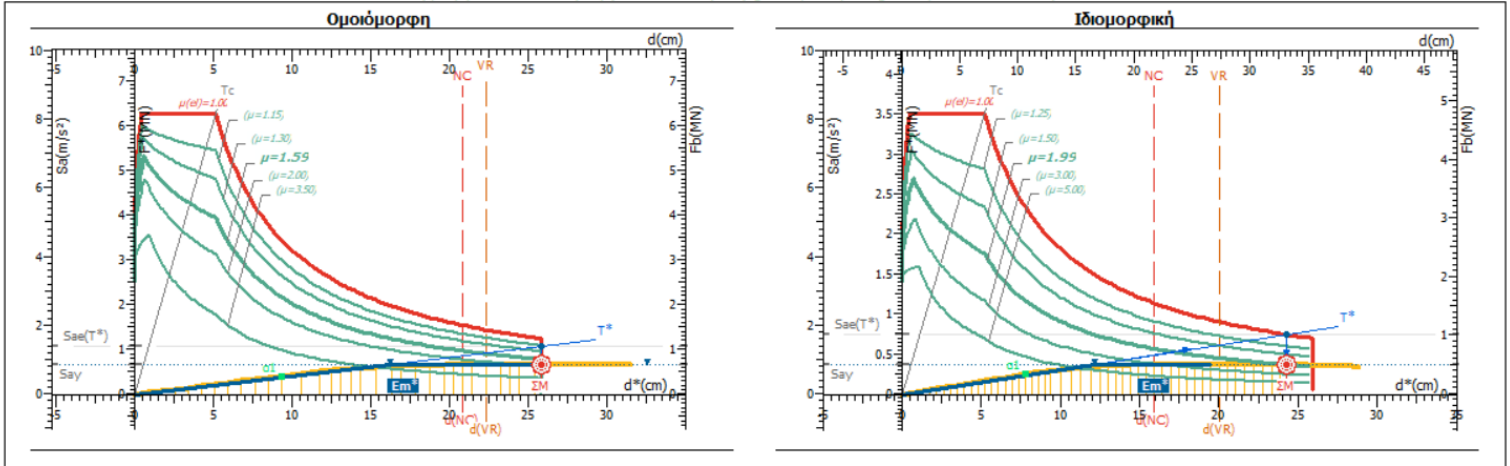
K4_3.5_7	T* (s)	qu	μd	det*(cm)	maxag	qs
Ομοιόμορφη	2,68	1,57	1,57	25,85	0,231	1,67
Ιδιομορφική	2,33	1,92	1,92	24,08	0,181	1,53

Βάση του διαγράμματος απαίτησης –ικανότητας παρατηρείται:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) και γωνία 270°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 270°.



Σχήμα 8.60: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.60: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 270°.

K4_3.5_7	T* (s)	qu	μd	d _{et} * (cm)	max _{ag}	qs
Ομοιόμορφη	2,69	1,59	1,59	25,85	0,224	1,63
Ιδιομορφική	2,34	1,99	1,99	24,19	0,183	1,48

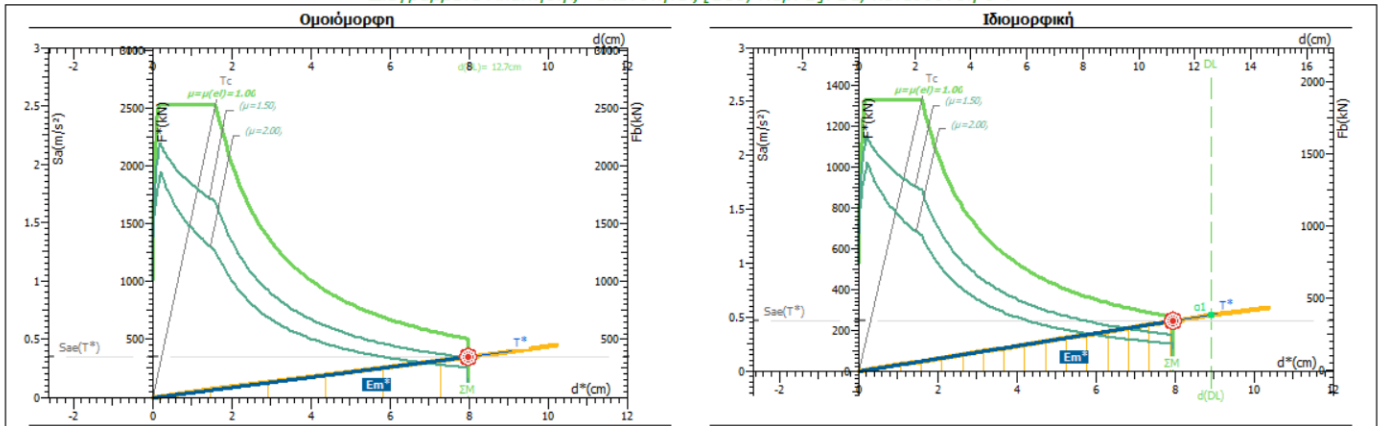
Βάση του διαγράμματος απαίτησης –ικανότητας παρατηρείται:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 9 ορόφων

Στάθμη Επιτελεσματικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαιτήσης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.61: Διάγραμμα Απαιτήσης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους

Πίνακας 8.61: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους, για στάθμη επιτελεσματικότητας DL και γωνία 0°.

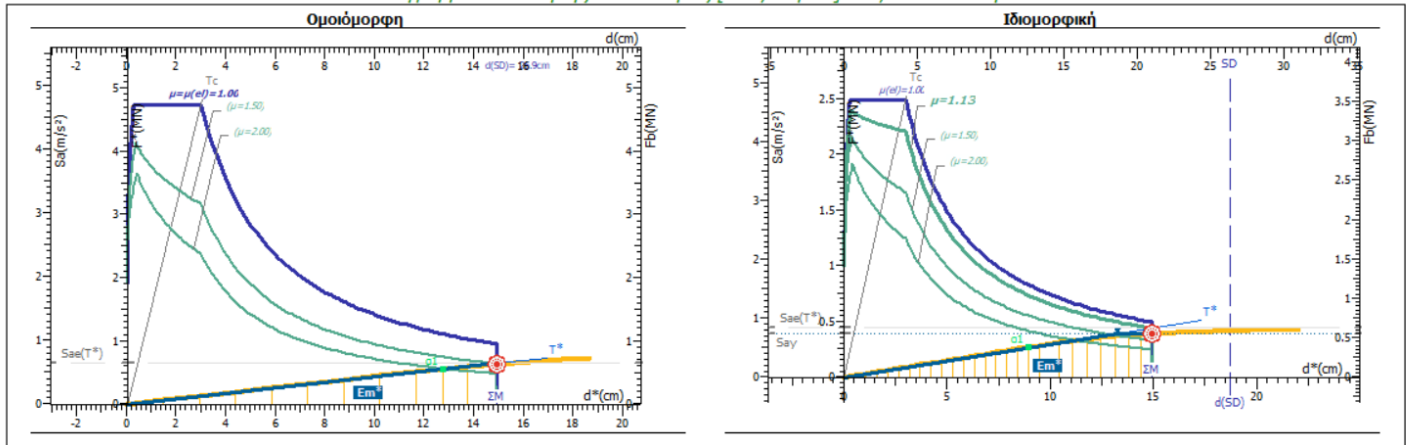
K4_3.5_9	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} *(cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	3,01	1	1	7,95	0,136	1
Ιδιομορφική	2,6	1	1	7,95	0,096	1

Με βάση το διάγραμμα απαιτήσης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεσματικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεσματικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.62: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους

Πίνακας 8.62: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

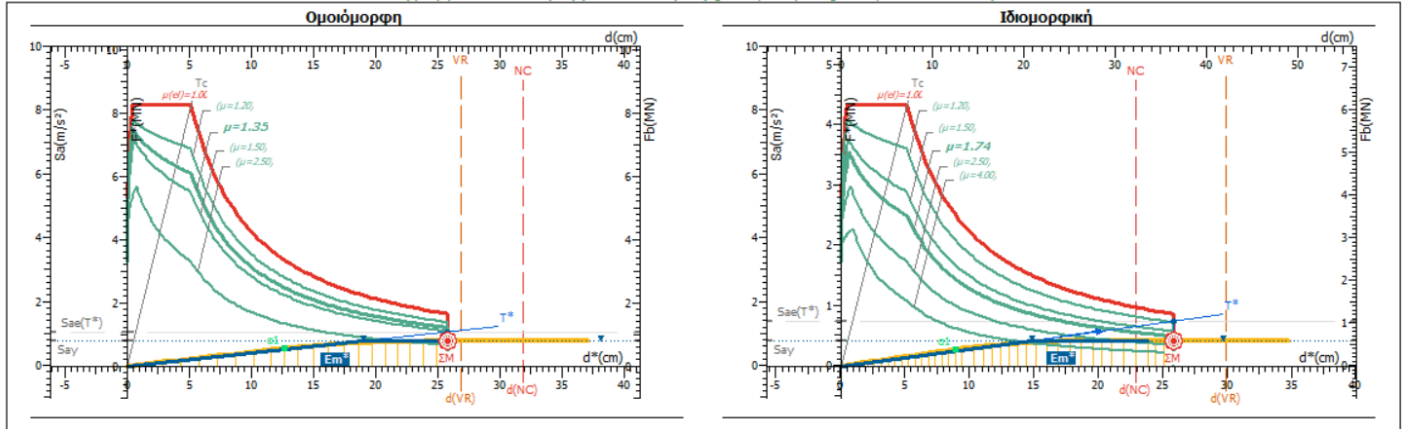
K4_3.5_9	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	3,03	1	1	14,9	0,289	1,16
Ιδιομορφική	2,65	1,13	1,13	14,9	0,2	1,43

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.63: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους

Πίνακας 8.62: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 3,5m και 9 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

K4_3.5_9	T* (s)	q _u	μ _d	d _{et} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	3,1	1,35	1,35	25,85	0,342	1,42
Ιδιομορφική	2,7	1,74	1,74	25,85	0,246	1,55

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

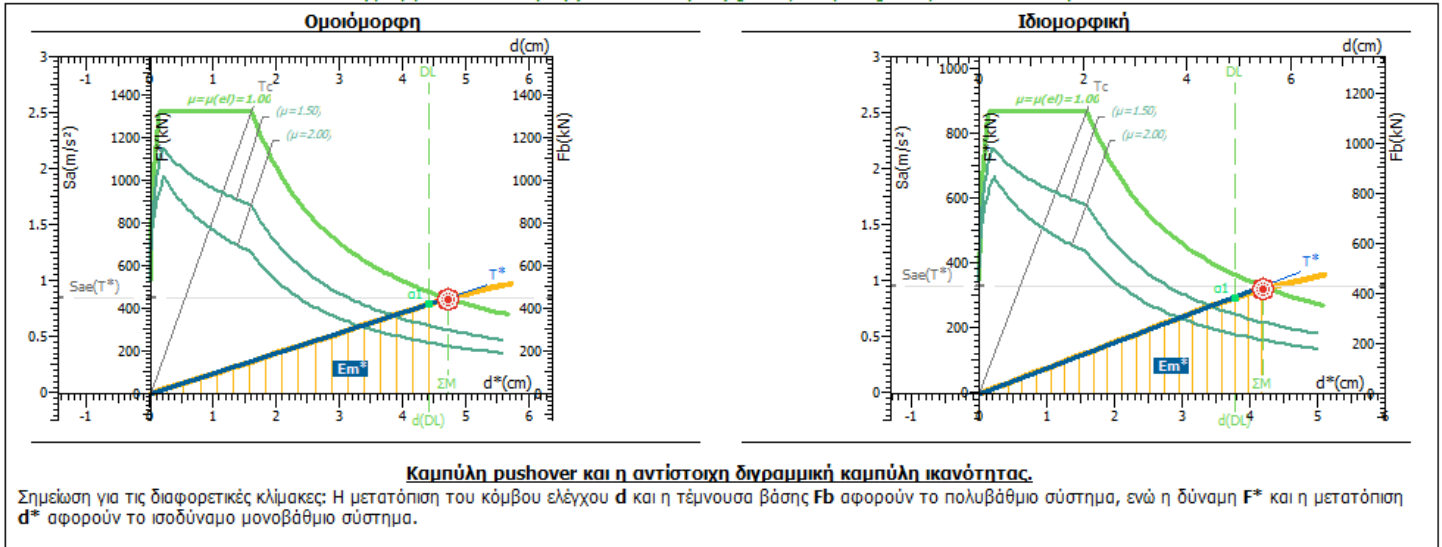
- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Για κτίρια με ακανονικότητα στην κάτοψη και αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4.75m., τα αποτελέσματα παρουσιάζονται παρακάτω:

➤ Κτίριο 3 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.64: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.64: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

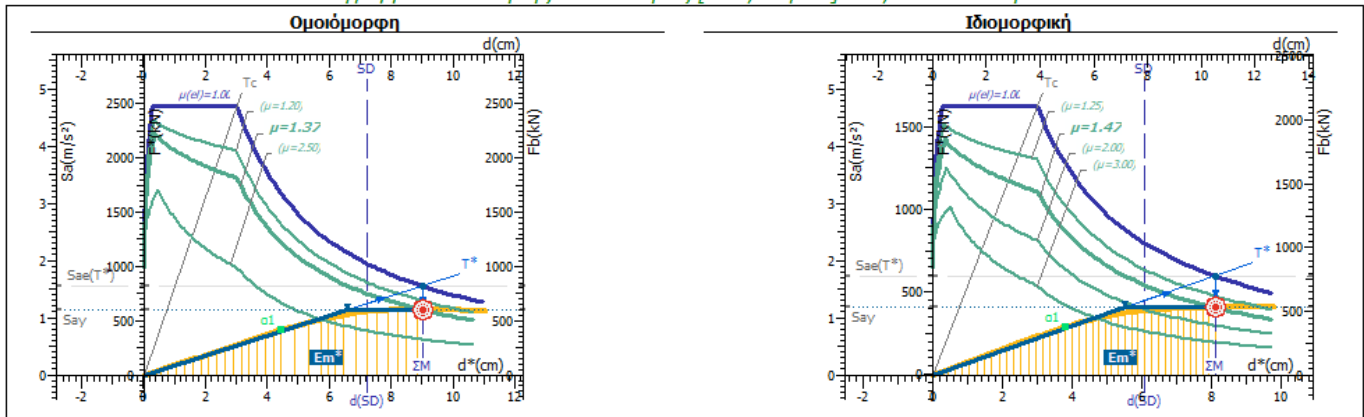
k4_4,75_3	$T^*(s)$	q_s	μ_s	$d_{s,0}^*(cm)$	max_{q_s}	q_s
Ομοιόμορφη	1,48	1	1	4,71	0,08	1,07
Ιδιομορφική	1,32	1	1	4,2	0,07	1,12

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη διγραμμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.65: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.65: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

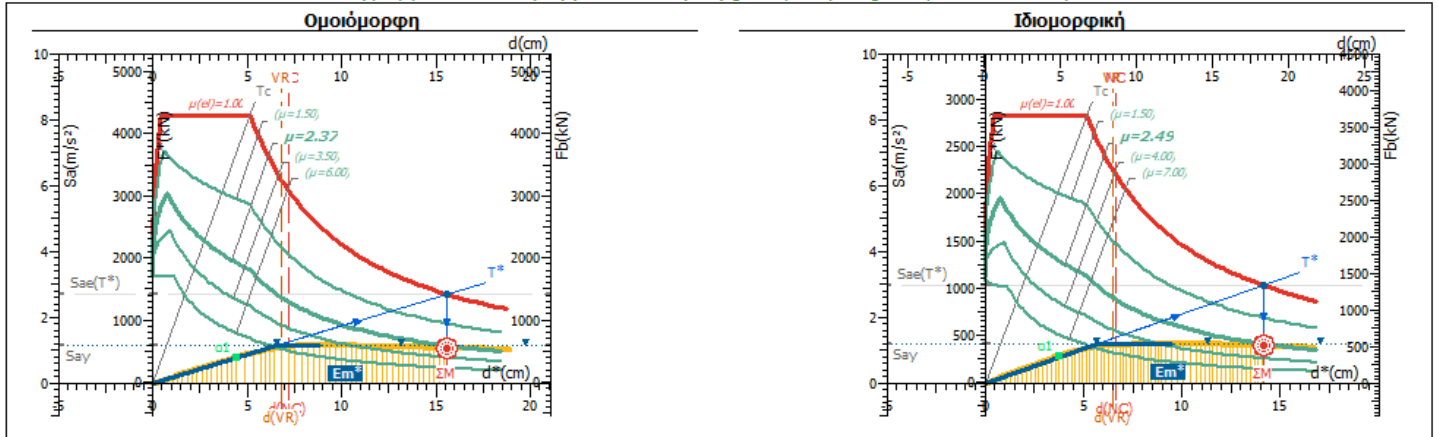
κ4_4,75_3	$T^*(s)$	q_u	μ_d	$d_{u,1}^*(cm)$	$max_{u,d}$	q_s
Ομοιόμορφη	1,51	1,37	1,37	8,98	0,129	1,44
Ιδιομορφική	1,36	1,47	1,47	8,1	0,122	1,39

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη διαγραμματική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.66: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους

Πίνακας 8.66: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 3 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

k4_4,75_3	T*(s)	q _ω	μ _ω	d _ω *(cm)	max _ω	q _s
Ομοιόμορφη	1,51	2,37	2,37	15,57	0,129	1,44
Ιδιομορφική	1,37	2,49	2,49	14,14	0,133	1,4

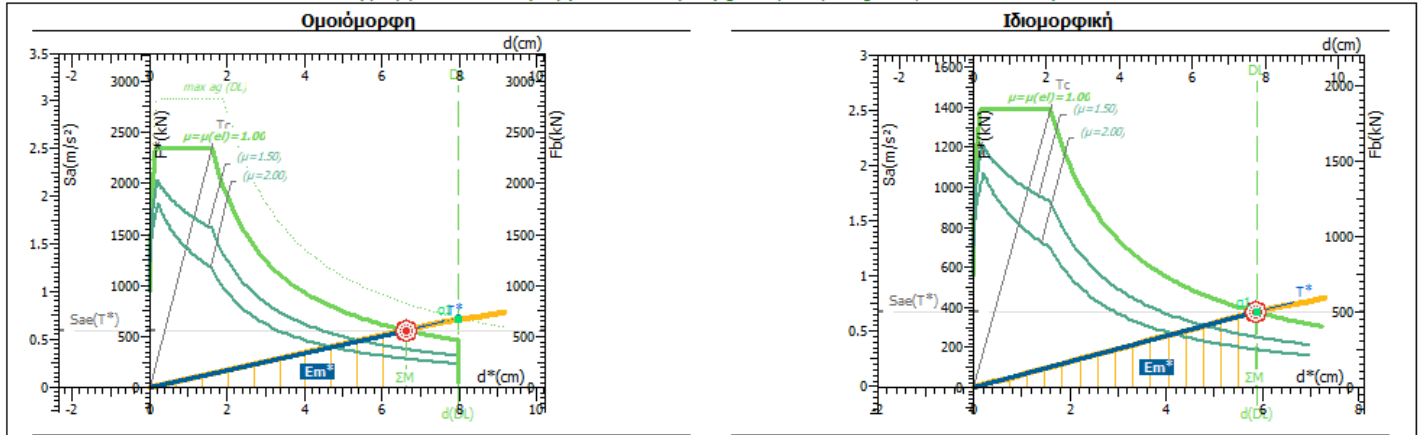
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 5 ορόφων

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη δυναμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.67: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.67: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 0°.

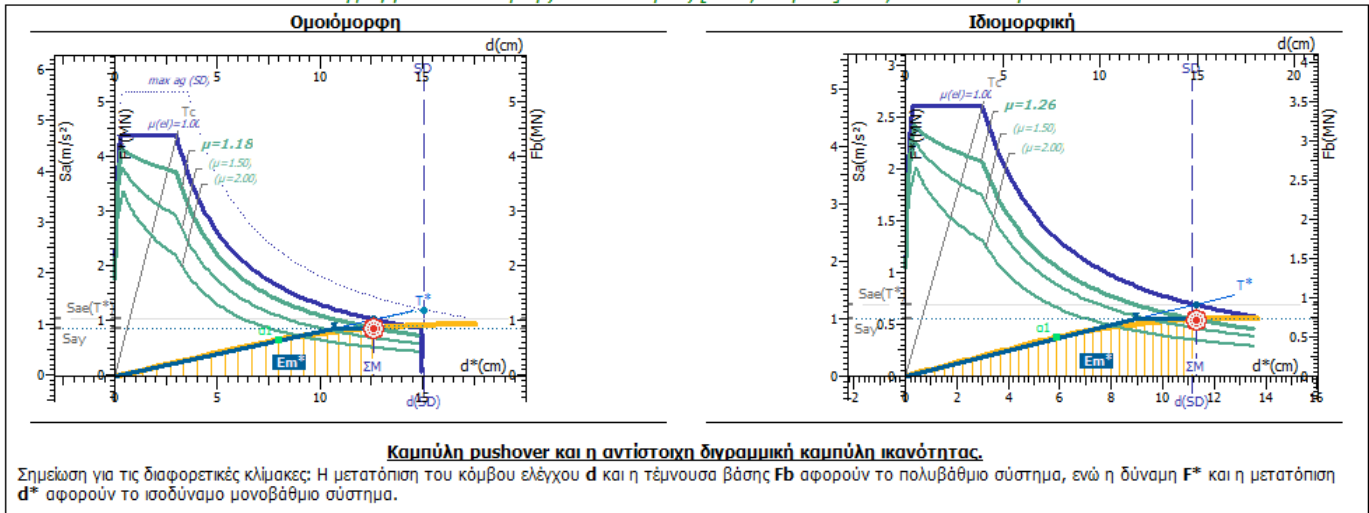
$k_{4_4,75_5}$	$T^*(s)$	q_{s1}	μ_{s1}	$d_{el}^*(cm)$	max_{rel}	q_s
Ομοιόμορφη	2,08	1	1	6,61	0,103	1
Ιδιομορφική	1,84	1	1	5,85	0,086	1

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.68: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.68: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

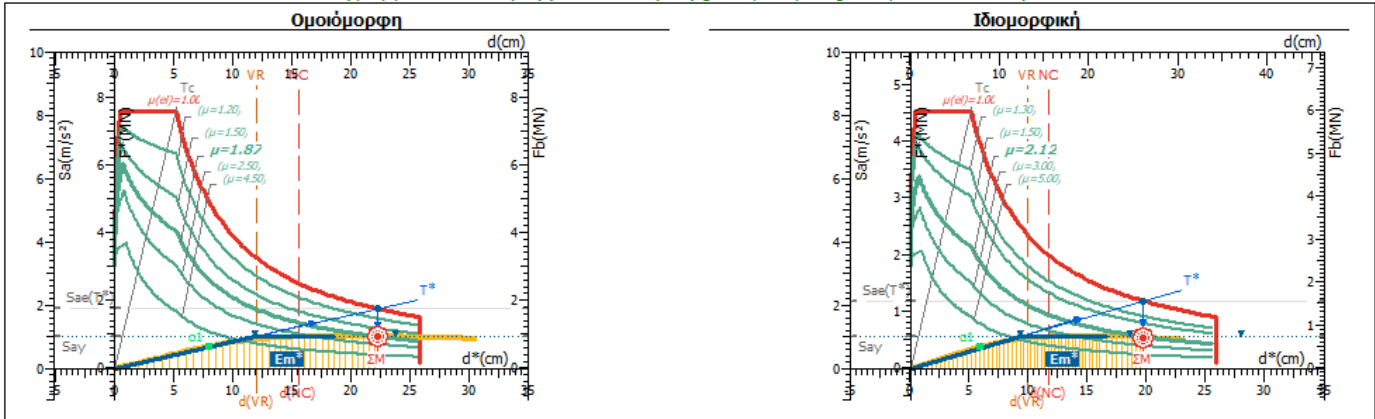
k4_4,75_5	$T^*(s)$	q_w	μ_d	$d_{el}^*(cm)$	max_{qel}	q_s
Ομοιόμορφη	2,12	1,18	1,18	12,62	0,189	1,31
Ιδιομορφική	1,89	1,26	1,26	11,29	0,158	1,45

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

· Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση)

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη διγραμμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοβάθμιο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.69: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 5 ορόφους

Πίνακας 8.69: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 5 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

k4_4,75_5	T*(s)	q _u	μ _u	d _{u2} *(cm)	max _{u2}	q _s
Ομοιόμορφη	2,16	1,87	1,87	22,3	0,195	1,41
Ιδιομορφική	1,91	2,12	2,12	19,74	0,165	1,49

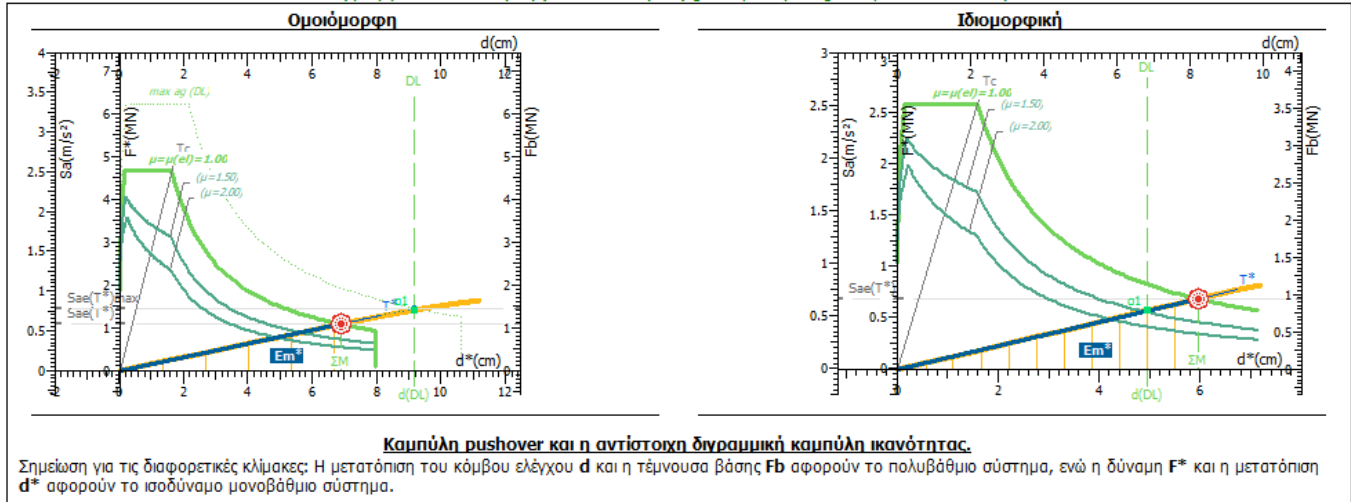
Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

➤ Κτίριο 7 ορόφων

Στάθμη Επιτελεσματικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) για γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.70: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.70: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεσματικότητας DL και γωνία 0°.

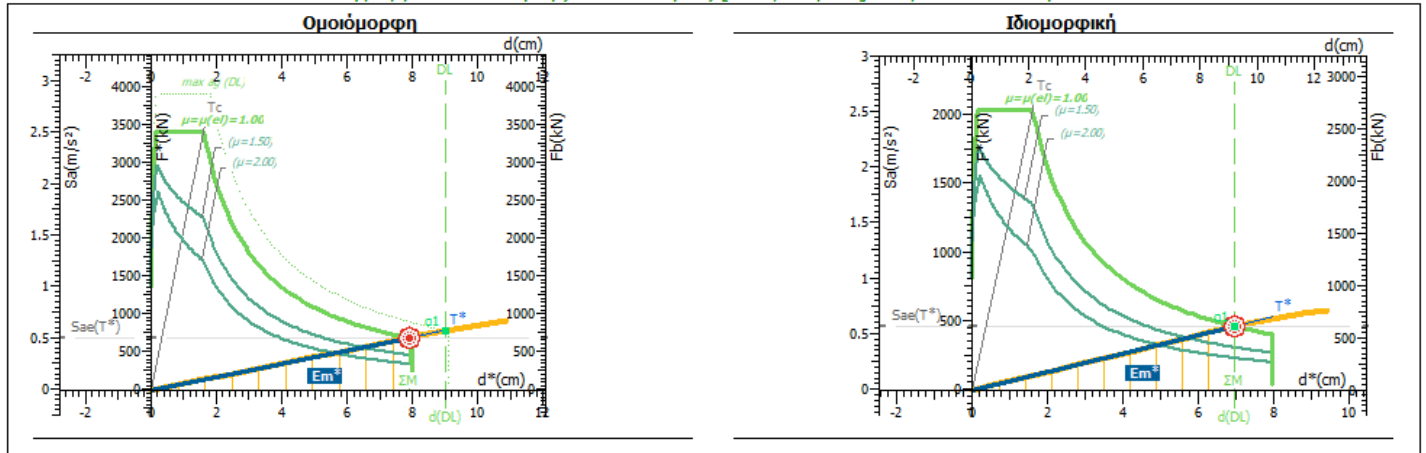
k4_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{et} *(cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,45	1	1	7,81	0,1	1
Ιδιομορφική	2,18	1	1	6,93	0,092	1

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεσματικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεσματικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) για γωνία 90°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 90°.



Σχήμα 8.71: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.71: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 90°.

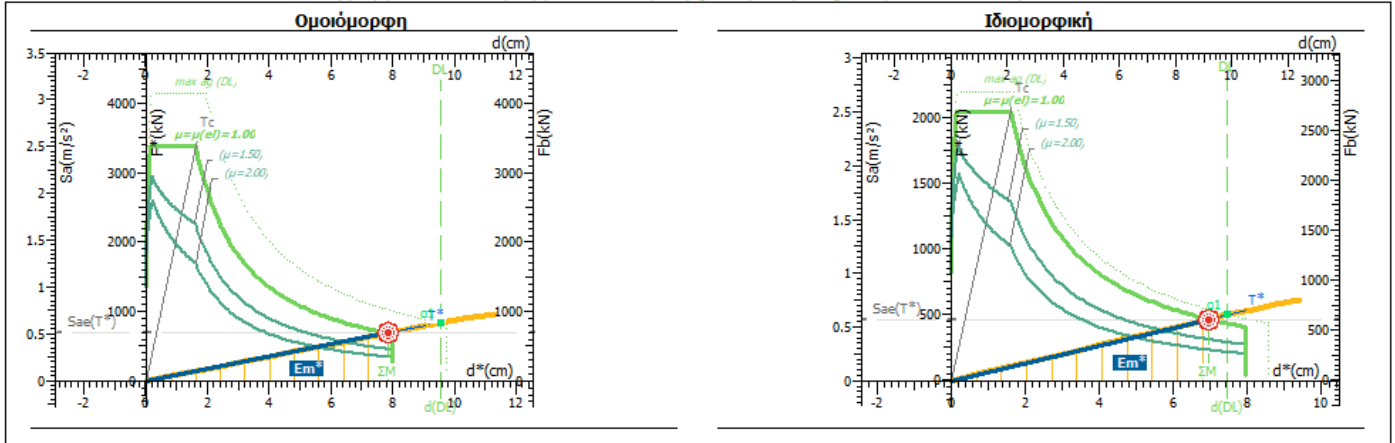
k4_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{ει*} (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,47	1	1	7,86	0,098	1
Ιδιομορφική	2,19	1	1	6,97	0,085	1

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) για γωνία 180°.

Διαγράμματα Απαιτήσης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 180°.



Σχήμα 8.72: Διάγραμμα Απαιτήσης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.72: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 180°.

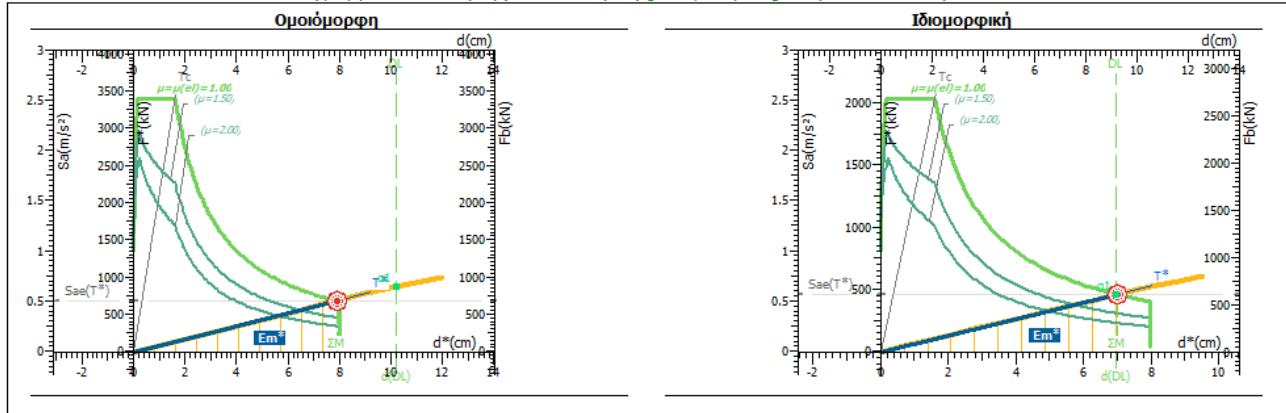
k4_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{el} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,46	1	1	7,81	0,104	1
Ιδιομορφική	2,18	1	1	6,94	0,092	1

Με βάση το διάγραμμα απαιτήσης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες) για γωνία 270°.

Διαγράμματα Απαιτήσης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. DL, κατεύθυνση 270°.



Σχήμα 8.73: Διάγραμμα Απαιτήσης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.73: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας DL και γωνία 270°.

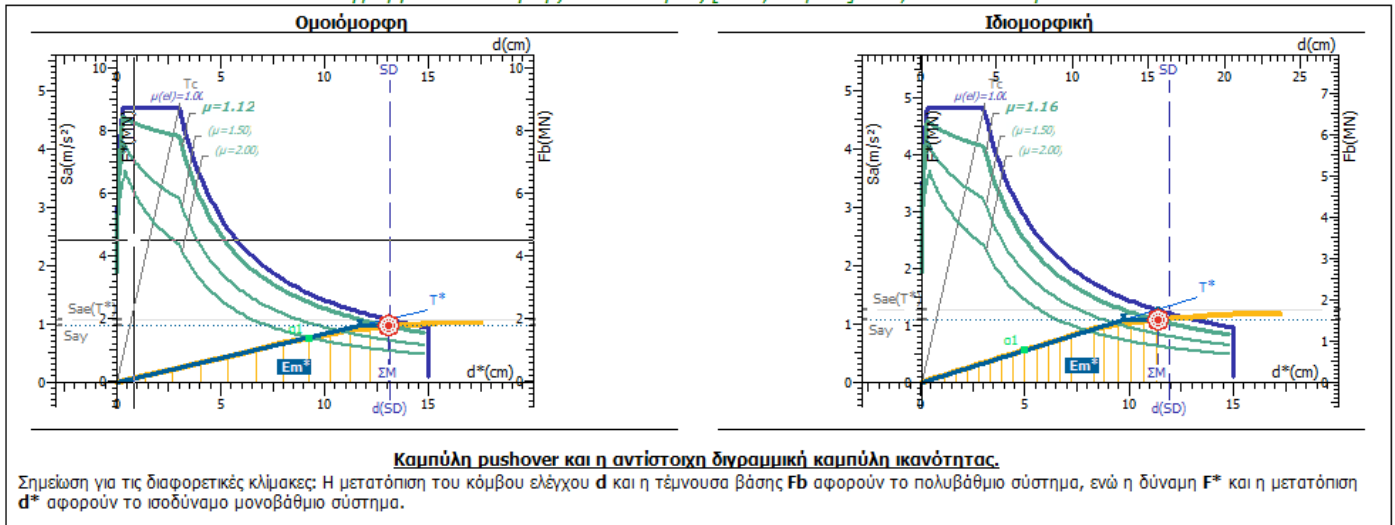
k4_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{ει*} (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,47	1	1	7,85	0,11	1
Ιδιομορφική	2,19	1	1	6,97	0,085	1

Με βάση το διάγραμμα απαιτήσης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας DL,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση και την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε ίδια τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Σημαντικές Βλάβες) για γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαιτήσης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. SD, κατεύθυνση 0°.



Σχήμα 8.74: Διάγραμμα Απαιτήσης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.74: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 0°.

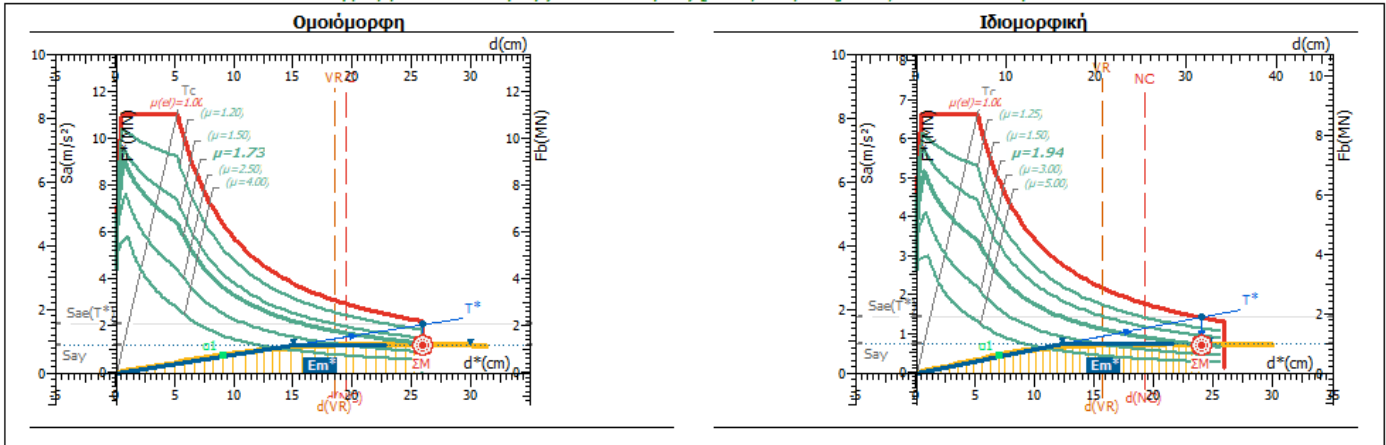
k4_4,75_7	$T^*(s)$	q_u	μ_d	$d_{el}^*(cm)$	max_{ag}	q_s
Ομοιόμορφη	2,55	1,75	1,75	25,85	0,206	1,49
Ιδιομορφική	2,27	1,97	1,97	23,49	0,216	1,48

Με βάση το διάγραμμα απαιτήσης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας SD,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Περιορισμένες Βλάβες) για γωνία 90°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 90°.



Σχήμα 8.75: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.75: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 90°.

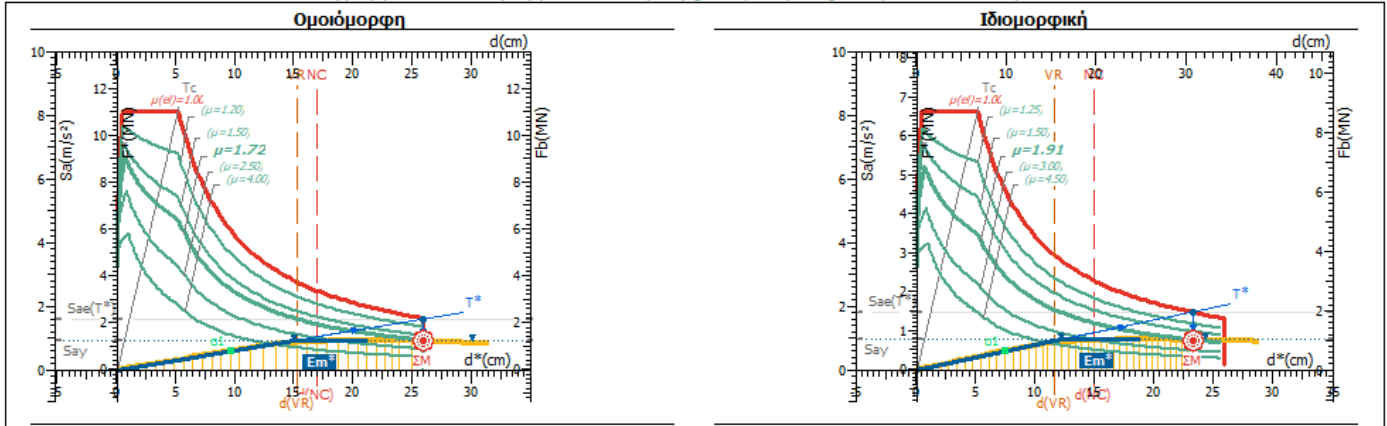
k4_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{et} *(cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,58	1,73	1,73	25,85	0,209	1,53
Ιδιομορφική	2,32	1,94	1,94	23,97	0,223	1,59

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Περιορισμένες Βλάβες) για γωνία 180°.

Διαγράμματα Απαιτήσης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 180°.



Σχήμα 8.76: Διάγραμμα Απαιτήσης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.76: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 180°.

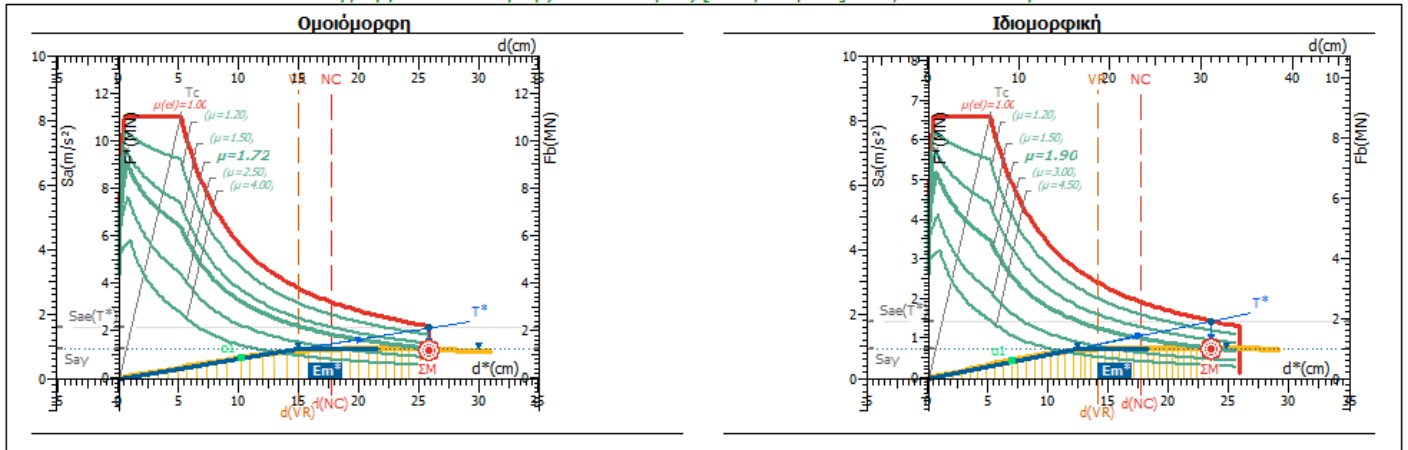
k4_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{et} *(cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,52	1,72	1,72	25,85	0,181	1,5
Ιδιομορφική	2,25	1,91	1,91	23,23	0,179	1,54

Με βάση το διάγραμμα απαιτήσης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας SD (Περιορισμένες Βλάβες) για γωνία 270°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 270°.



Σχήμα 8.77: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.77: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για κτίριο το κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD και γωνία 270°.

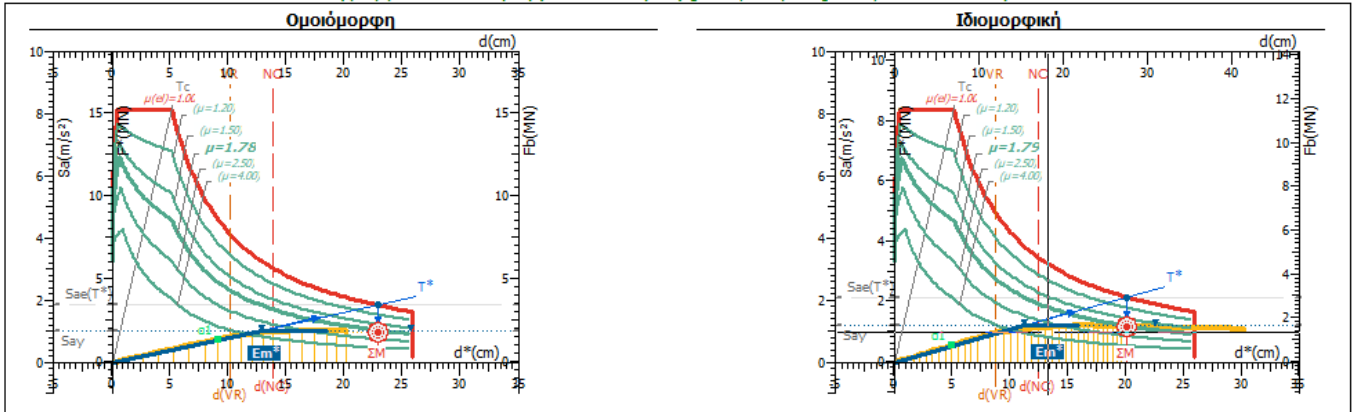
k4_4,75_7	T*(s)	q_u	μ_d	d_el*(cm)	max_ag	q_s
Ομοιόμορφη	2,54	1,72	1,72	25,85	0,19	1,4
Ιδιομορφική	2,27	1,9	1,9	23,52	0,208	1,65

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) για γωνία 0°.

Διαγράμματα Απαιτήσης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 0°.



Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη δυναμική καμπύλη ικανότητας.

Σημείωση για τις διαφορετικές κλίμακες: Η μετατόπιση του κόμβου ελέγχου d και η τέμνουσα βάσης F_b αφορούν το πολυβάθμιο σύστημα, ενώ η δύναμη F^* και η μετατόπιση d^* αφορούν το ισοδύναμο μονοβάθμιο σύστημα.

Σχήμα 8.78: Διάγραμμα Απαιτήσης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.78: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 0°.

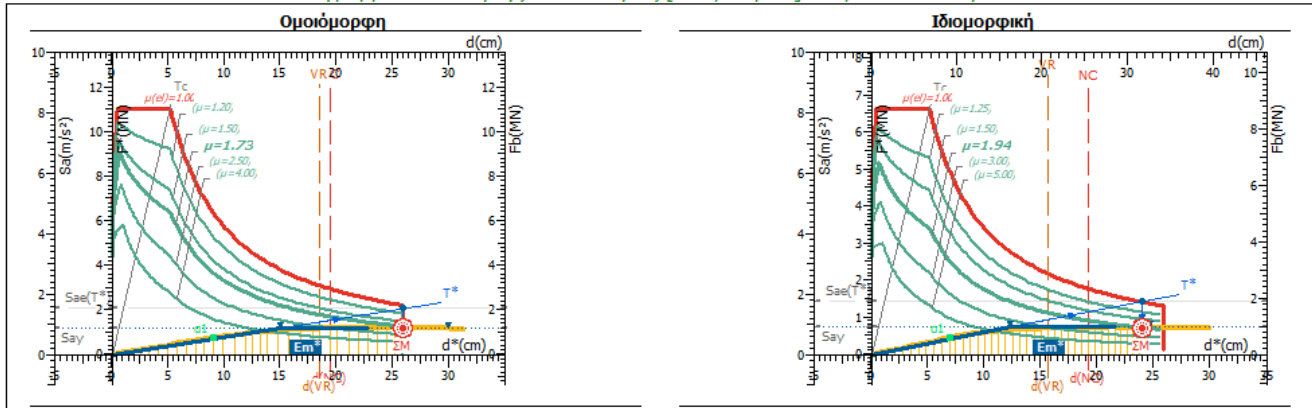
k4_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{ei} * (cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,55	1,75	1,75	25,85	0,206	1,49
Ιδιομορφική	2,27	1,97	1,97	23,49	0,216	1,48

Με βάση το διάγραμμα απαιτήσης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ομοιόμορφη φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) για γωνία 90°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 90°.



Σχήμα 8.79: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.79: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 90°.

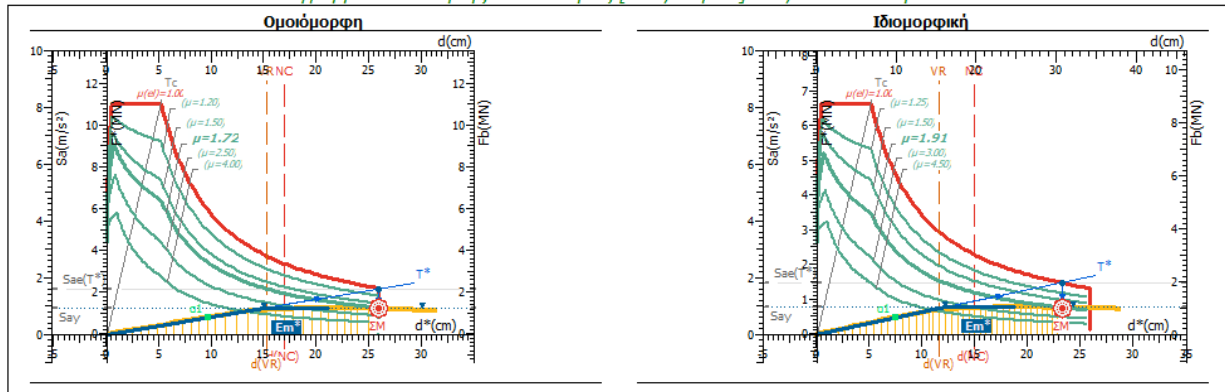
k4_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{et} *(cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,58	1,73	1,73	25,85	0,209	1,53
Ιδιομορφική	2,32	1,94	1,94	23,97	0,223	1,59

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) για γωνία 180°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 180°.



Σχήμα 8.80: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.80: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 180°.

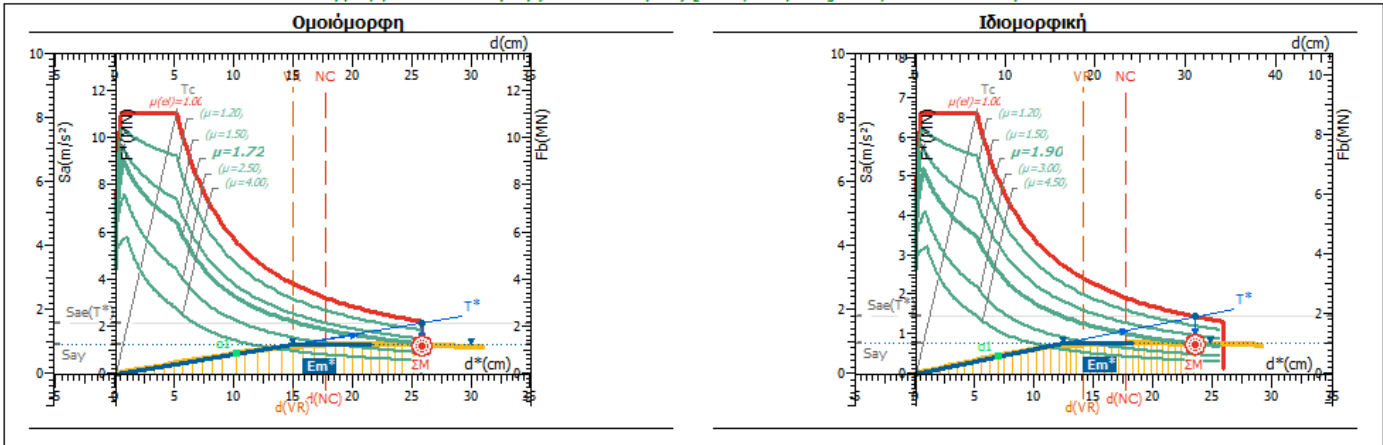
k4_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{ει*} (cm)	max _{αg}	q _s
Ομοιόμορφη	2,52	1,72	1,72	25,85	0,181	1,5
Ιδιομορφική	2,25	1,91	1,91	23,23	0,179	1,54

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

Στάθμη Επιτελεστικότητας NC (Οιονεί Κατάρρευση) για γωνία 270°.

Διαγράμματα Απαίτησης - Ικανότητας [EC8, Παρ. Β]. NC, κατεύθυνση 270°.



Σχήμα 8.81: Διάγραμμα Απαίτησης- Ικανότητας για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους

Πίνακας 8.81: Αποτελέσματα Ανελαστικής ανάλυσης για το κτίριο κατηγορίας 4, με άνοιγμα 4,75m και 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας NC και γωνία 270°.

k4_4,75_7	T*(s)	q _u	μ _d	d _{ετ} *(cm)	max _{ag}	q _s
Ομοιόμορφη	2,54	1,72	1,72	25,85	0,19	1,4
Ιδιομορφική	2,27	1,9	1,9	23,52	0,208	1,65

Με βάση το διάγραμμα απαίτησης-ικανότητας παρατηρούνται τα εξής:

- Ομοιόμορφη φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Ιδιομορφική φόρτιση: το κτίριο είναι μη επαρκές για τη στάθμη επιτελεστικότητας NC,
- Επιπλέον, παρατηρούμε ότι για την ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης έχουμε μεγαλύτερη τιμή ιδιοπεριόδου με αποτέλεσμα να έχουμε μεγαλύτερη στοχευόμενη μετακίνηση,
- Τέλος, κατά την ιδιομορφική φόρτιση έχουμε υψηλότερη τιμή της υπεραντοχής.

8.6 Σύγκριση Αποτελεσμάτων Κτιρίων

Για το σύνολο των επιλεγέντων κτιρίων πραγματοποιήθηκαν μη γραμμικές στατικές αναλύσεις σε 21 γυμνά κτήρια με στόχο την αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς τους και την μεταξύ τους σύγκριση.

8.6.1 Ιδιοπερίοδος

Η ιδιοπερίοδος μονοβάθμιου συστήματος T^* υπολογίζεται σύμφωνα με την σχέση:

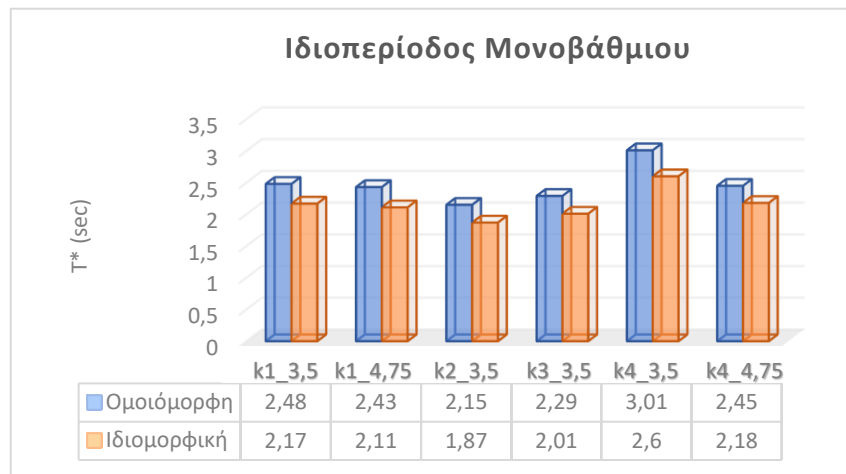
$$T^* = 2\pi * \sqrt{\frac{m^* d_y^*}{F_y^*}}$$

Από την σχέση αυτή προκύπτει ότι η ιδιοπερίοδος είναι ανάλογη της μάζας του μονοβάθμιου συστήματος. Αυτό σημαίνει ότι, όσο αυξάνονται οι όροφοι της κατασκευής τόσο αυξάνεται και η συνολική μάζα της και επομένως η μάζα του ισοδύναμου μονοβάθμιου ταλαντωτή αφού αυτά τα δύο μέρη είναι αλληλένδετα όπως προκύπτει από την σχέση $M = \Gamma m^*$. Συνεπώς, η ιδιοπερίοδος μεταξύ των κτιρίων της ίδιας κατηγορίας αυξάνεται καθώς αυξάνονται οι όροφοι και άρα η μάζα των κτιρίων.

Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και στην περίπτωση κτιρίων που ανήκουν στην ίδια κατηγορία και έχουν ίδιους ορόφους αλλά έχουν διαφορετικό άνοιγμα, δηλαδή αξονική απόσταση των υποστυλωμάτων. Συγκεκριμένα, ένα κτίριο με αξονικές αποστάσεις υποστυλωμάτων 3.5m έχει μικρότερη μάζα από το ίδιο κτίριο με αξονικές αποστάσεις υποστυλωμάτων 4.75m. Σύμφωνα λοιπόν με τα όσα αναφέρθηκαν παραπάνω, εύκολα συμπεραίνουμε ότι η ιδιοπερίοδος δεν αυξάνεται μόνο με την αύξηση των ορόφων της κατασκευής, αλλά και με την αύξηση της αξονικής απόστασης των υποστυλωμάτων. Αυτό είναι εύκολα αντιληπτό αν παρατηρήσουμε το γράφημα του σχήματος 8.82. Οι δύο πρώτες στήλες του γραφήματος ($k1_{3.5}$ & $k1_{4.75}$) αναφέρονται στα κτίρια της κατηγορίας 1, δηλαδή αυτά που παρουσιάζουν κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος για άνοιγμα 3.5m και 4.75m αντίστοιχα. Συγκρίνοντας τις στήλες παρατηρούμε ότι η ιδιοπερίοδος του κτιρίου $k1_{4.75}$ είναι μικρότερη από την ιδιοπερίοδο του κτιρίου $k1_{3.5}$.

Ένας άλλος παράγοντας που επηρεάζει την ιδιοπερίοδο μονοβάθμιων συστημάτων, είναι η κανονικότητα ή ακανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος των κτιρίων. Σε αυτή την περίπτωση, παρατηρείται ότι τα κτίρια με κανονικότητα έχουν μικρότερη ιδιοπερίοδο από τα κτίρια με ακανονικότητα. Αυτό είναι εύκολα αντιληπτό αν παρατηρήσουμε το γράφημα της Εικόνας 8.82. Οι δύο πρώτες στήλες του γραφήματος ($k1_{3.5}$ & $k1_{4.75}$) αναφέρονται στα κτίρια της κατηγορίας 1, δηλαδή αυτά που παρουσιάζουν κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος για άνοιγμα 3.5m και 4.75m αντίστοιχα. Επίσης, οι δύο τελευταίες στήλες του γραφήματος ($k4_{3.5}$ & $k4_{4.75}$) αναφέρονται στα κτίρια της κατηγορίας 4, δηλαδή τα κτίρια μορφής Γ με ακανονικότητα σε κάτοψη. Συγκρίνοντας τις στήλες παρατηρούμε ότι η ιδιοπερίοδος του κτιρίου $k1_{3.5}$ είναι μικρότερη από την ιδιοπερίοδο του κτιρίου $k4_{3.5}$. Και αντίστοιχα η ιδιοπερίοδος του κτιρίου $k1_{4.75}$ είναι μικρότερη από την ιδιοπερίοδο του κτιρίου $k4_{4.75}$. Βλέπουμε δηλαδή ότι, μεταξύ δύο κτιρίων με ίδιο αριθμό ορόφων και ίδια αξονική απόσταση υποστυλωμάτων μικρότερη ιδιοπερίοδο έχει αυτό που είναι κανονικό σε κάτοψη και καθ' ύψος. Επίσης, μεταξύ των κτιρίων που ανήκουν στην κατηγορία 2 ($k2_{3.5}$) και 3 ($k3_{3.5}$), παρατηρούμε ότι ενώ και τα

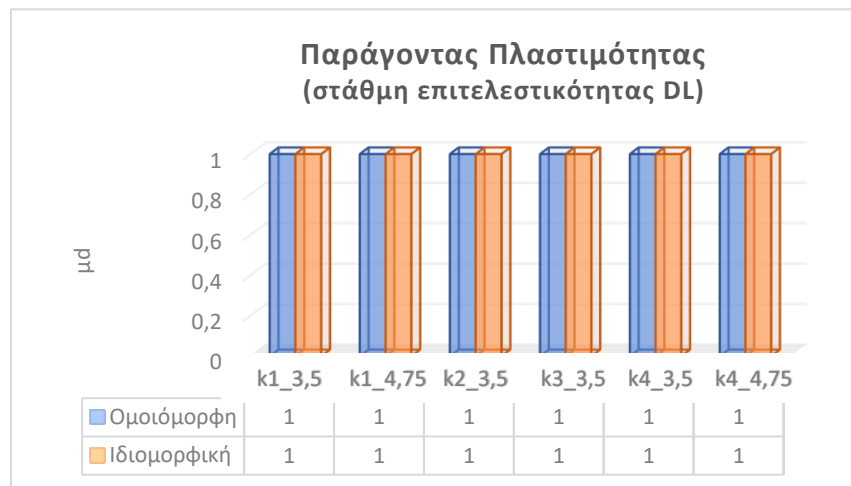
δύο κτίρια έχουν ίδια αξονική απόσταση υποστυλωμάτων, το κτίριο με τα φυτευτά υποστυλώματα από τον 1^ο όροφο και πάνω (k2_3.5) παρουσιάζει μικρότερη ιδιοπερίοδο σε σχέση με το κτίριο (k3_3.5) που παρουσιάζει κανονικότητα.



Σχήμα 8.82: Ιδιοπερίοδος κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους.

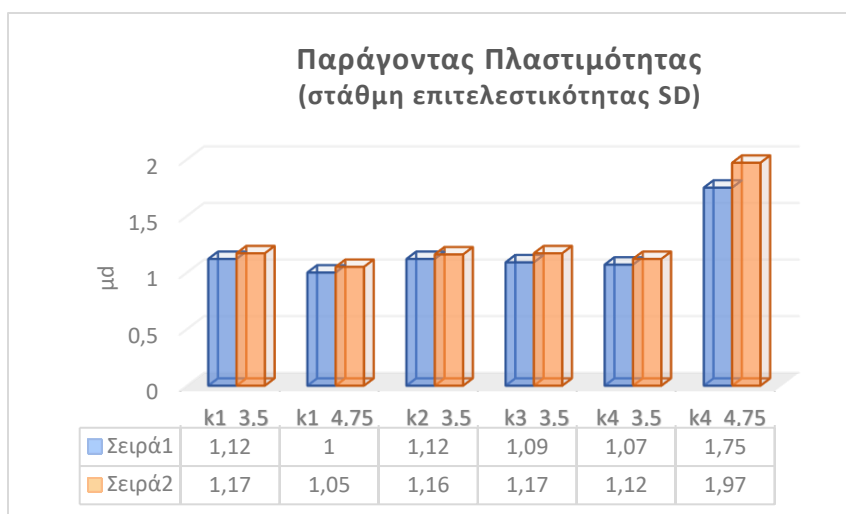
8.6.2 Πλαστιμότητα

Η απαιτούμενη πλαστιμότητα των εξεταζόμενων κτιρίων για ομοιόμορφη και ιδιομορφική κατανομή, παρουσιάζεται στα γραφήματα των σχημάτων 8.83 και 8.84. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του γραφήματος του σχήματος 8.83, παρατηρείται ότι για όλες τις κατηγορίες κτιρίων και για τα δύο είδη κατανομής (ομοιόμορφη και ιδιομορφική) η πλαστιμότητα παραμένει ίδια. Δηλαδή, για κτίρια με ίδιο αριθμό ορόφων δεν παρατηρείται αύξηση ή μείωση του συντελεστή πλαστιμότητας ενώ παρουσιάζουν διαφορές ως προς την κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος, καθώς και στις αξονικές αποστάσεις των υποστυλωμάτων.



Σχήμα 8.83: Παράγοντας πλαστιμότητας κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους για στάθμη επιτελεστικότητας DL.

Αν εξετάσουμε όμως και τα αποτελέσματα του γραφήματος της εικόνας 8.84 για στάθμη επιτελεστικότητας SD (Περιορισμένες βλάβες) τότε παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη πλαστιμότητα παρουσιάζει το κτίριο που δεν είναι κανονικό σε κάτοψη και έχει αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4.75m (k4_4.75). Επίσης, αν συγκρίνουμε τα κτίρια κάθε κατηγορίας μεταξύ τους τότε παρατηρούμε ότι μεταξύ των κτιρίων της κατηγορίας 1 (k1_3.5 και k1_4.75) μεγαλύτερη πλαστιμότητα παρουσιάζει το κτίριο με την μικρότερη αξονική απόσταση υποστυλωμάτων (k1_3.5) ενώ μεταξύ των κτιρίων της κατηγορίας 4 που είναι τα κτίρια μορφής Γ (k4_3.5 και k4_4.75) μεγαλύτερη πλαστιμότητα έχει το κτίριο με την μεγαλύτερη αξονική απόσταση υποστυλωμάτων (k4_4.75). Τέλος συγκρίνοντας το κτίριο με τα φυτευτά υποστυλώματα (k2_3.5) και το κτίριο χωρίς τα φυτευτά υποστυλώματα (k3_3.5), μεγαλύτερη πλαστιμότητα έχει το κτίριο με τα φυτευτά υποστυλώματα (k2_3.5).



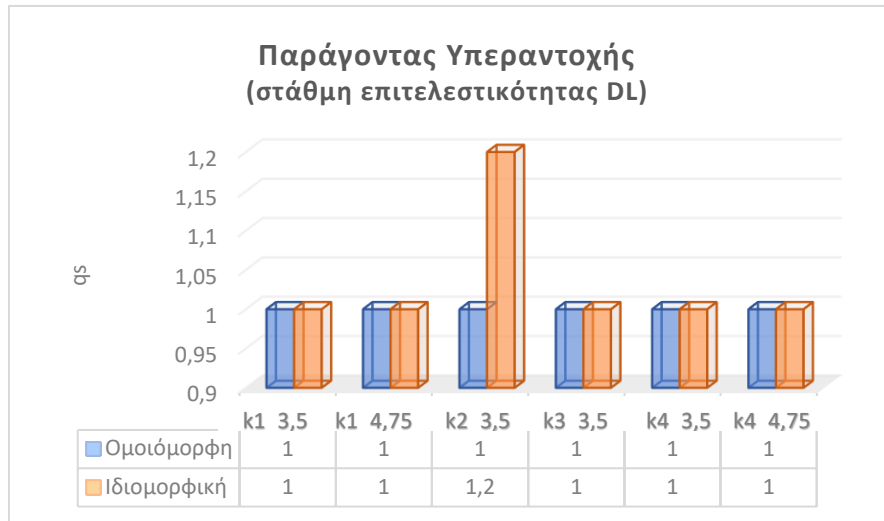
Σχήμα 8.84: Παράγοντας πλαστιμότητας κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους, για στάθμη επιτελεστικότητας SD.

Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι σε κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος όσο μικραίνει η αξονική απόσταση των υποστυλωμάτων τόσο μεγαλώνει η πλαστιμότητα ενώ το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει σε κτίρια με ακανονικότητα.

8.6.3. Παράγοντας υπεραντοχής

Η υπεραντοχή των εξεταζόμενων κτιρίων για ομοιόμορφη και ιδιομορφική κατανομή, παρουσιάζεται στα γραφήματα των σχημάτων 8.85 και 8.86. Σύμφωνα με τα αποτελέσματα του γραφήματος του σχήματος 8.85, παρατηρείται ότι για όλες τις κατηγορίες κτιρίων και για τα δύο είδη κατανομής (ομοιόμορφη και ιδιομορφική) η πλαστιμότητα παραμένει ίδια με μόνη εξαίρεση να αποτελεί το κτίριο k2_3.5 στην ιδιομορφική φόρτιση. Δηλαδή, για κτίρια με ίδιο αριθμό ορόφων δεν παρατηρείται αύξηση ή μείωση της υπεραντοχής ενώ παρουσιάζουν διαφορές ως προς

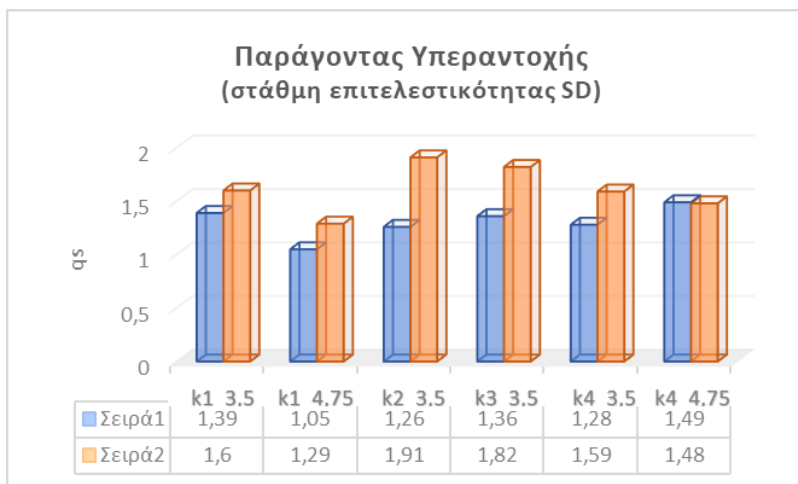
την κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος, καθώς και στις αξονικές αποστάσεις των υποστυλωμάτων.



Σχήμα 8.85: Παράγοντας υπεραντοχής κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους για στάθμη επιτελεστικότητας DL.

Αν εξετάσουμε όμως τα αποτελέσματα του γραφήματος της εικόνας 8.86 για στάθμη επιτελεστικότητας SD (Περιορισμένες βλάβες) τότε παρατηρούμε ότι την μεγαλύτερη υπεραντοχή παρουσιάζει το κτίριο που δεν είναι κανονικό σε κάτοψη και έχει αξονική απόσταση υποστυλωμάτων 4.75m (k4_4.75). Επίσης, αν συγκρίνουμε τα κτίρια κάθε κατηγορίας μεταξύ τους τότε παρατηρούμε ότι μεταξύ των κτιρίων της κατηγορίας 1 (k1_3.5 και k1_4.75) μεγαλύτερη πλαστιμότητα παρουσιάζει το κτίριο με την μικρότερη αξονική απόσταση υποστυλωμάτων (k1_3.5) ενώ μεταξύ των κτιρίων της κατηγορίας 4 που είναι τα κτίρια μορφής Γ (k4_3.5 και k4_4.75) μεγαλύτερη πλαστιμότητα έχει το κτίριο με την μεγαλύτερη αξονική απόσταση υποστυλωμάτων (k4_4.75). Τέλος συγκρίνοντας το κτίριο με τα φυτευτά υποστυλώματα (k2_3.5) και το κτίριο χωρίς τα φυτευτά υποστυλώματα (k3_3.5) μεγαλύτερη πλαστιμότητα έχει το κτίριο (k3_3.5) που δεν έχει φυτευτά υποστυλώματα.

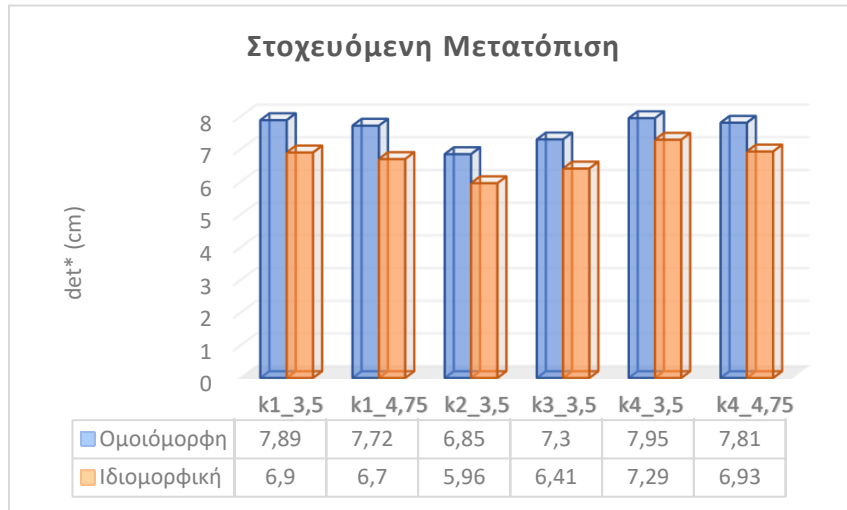
Σύμφωνα λοιπόν με τα παραπάνω, συμπεραίνουμε ότι σε κτίρια με κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος όσο μικραίνει η αξονική απόσταση των υποστυλωμάτων τόσο μεγαλώνει η πλαστιμότητα ενώ το ακριβώς αντίθετο συμβαίνει σε κτίρια με ακανονικότητα.



Σχήμα 8.86: Παράγοντας υπεραντοχής κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους για στάθμη επιτελεστικότητας SD.

8.6.4 Στοχευόμενη μετατόπιση

Τα αποτελέσματα σχετικά με την στοχευόμενη μετατόπιση παρουσιάζονται στο γράφημα του σχήματος 8.87. Σύμφωνα με το γράφημα παρατηρείται ότι στην περίπτωση κτιρίων ίδιας κατηγορίας όπως είναι τα κτίρια των κατηγοριών 1 (k1_3.5 & k1_4.75) και 4 (k4_3.5 & k4_4.75) και ίδιου αριθμού ορόφων, μεγαλύτερη στοχευόμενη μετατόπιση παρουσιάζουν τα κτίρια με μικρότερη αξονική απόσταση υποστυλωμάτων (k1_3.5 & k4_3.5). Συγκρίνοντας όμως τα κτίρια των δύο αυτών κατηγοριών ως προς την κανονικότητα σε κάτοψη και καθ' ύψος, φαίνεται ότι μεγαλύτερη στοχευόμενη μετατόπιση παρουσιάζουν τα κτίρια της κατηγορίας 4 (k4_3.5 & k4_4.75) τα οποία είναι κτίρια μορφής Γ και επομένως δεν παρουσιάζουν κανονικότητα ως προς την κάτοψη. Τέλος, μεταξύ των κτιρίων των κατηγοριών 2 (k2_3.5) και 3 (k3_3.5) που τα κτίρια έχουν την ίδια αξονική απόσταση υποστυλωμάτων, την ίδια γεωμετρία και είναι κανονικά σε κάτοψη μικρότερη στοχευόμενη μετατόπιση παρουσιάζει το κτίριο με τα φυτευτά υποστυλώματα από τον 1^ο όροφο και πάνω. Αυτό αιτιολογείται, καθώς λόγω των φυτευτών υποστυλωμάτων, οι διαστάσεις των υποστυλωμάτων έχουν αυξηθεί σημαντικά



Σχήμα 8.87: Στοχευόμενη μετατόπιση κτιρίων όλων των κατηγοριών με 7 ορόφους

Κεφάλαιο 9

Συμπεράσματα

Αντικείμενο μελέτης της παρούσας εργασίας ήταν η σεισμική αποτίμηση κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος με ακανονικότητες.

Αναλυτικότερα, αρχικά παρουσιάστηκε η εξέλιξη των αντισεισμικών κανονισμών με την πάροδο των χρόνων και στην συνέχεια η στατική ανελαστική ανάλυση (pushover). Επίσης, έγινε λεπτομερής περιγραφή των κτιρίων καθώς και των παραδοχών και των στατικών προσομοιωμάτων που χρησιμοποιήθηκαν. Τέλος, παρουσιάστηκαν τα αποτελέσματα των αποτιμήσεων, έγινε σύγκριση μεταξύ αυτών και σχολιάστηκαν τα αποτελέσματα. Για τις διαστασιολογήσεις καθώς και τις αποτιμήσεις των κτιρίων που μελετήθηκαν χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό FESPA, της εταιρείας LH ΛΟΓΙΣΜΙΚΗ.

Επιλέχθηκαν κτίρια κανονικά σε κάτοψη και καθ' ύψος, κτίρια με φυτευτά υποστυλώματα και κτίρια με ακανονικότητα σε κάτοψη (κάτοψη μορφής Γ). Τα κτίρια έχουν 3, 5, 7 και 9 ορόφους και δύο μήκη ανοιγμάτων, 3.5 m και 4.75 m. Συνολικά εξετάστηκαν 21 κτίρια. Τα κτίρια αυτά αρχικά διαστασιολογήθηκαν σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό του 1959. Συγκεκριμένα επιλέχθηκαν τέσσερις διαφορετικές ομάδες κτιρίων. Η πρώτη ομάδα αποτελείται από κανονικά κτίρια σε κάτοψη και καθ' ύψος. Η δεύτερη ομάδα αποτελείται από κτίρια με φυτευτά υποστυλώματα. Η τρίτη ομάδα αποτελείται από κτίρια χωρίς φυτευτά υποστυλώματα και με περισσότερα ανοίγματα από αυτά της πρώτης κατηγορίας. Κατόπιν, πραγματοποιήθηκε διαστασιολόγηση με ελαστικές στατικές αναλύσεις βάσει του παλαιού αντισεισμικού κανονισμού του 1959.

Στην συνέχεια έγιναν στατικές ανελαστικές αναλύσεις (pushover). Ο σκοπός των ανελαστικών αναλύσεων είναι η αποτίμηση της υφιστάμενης κατασκευής, η εκτίμηση της διαθέσιμης φέρουσας ικανότητάς της και ο έλεγχος ικανοποίησης των ελάχιστων υποχρεωτικών απαιτήσεων που επιβάλλονται από τους ισχύοντες κανονισμούς. Ειδικότερα στην παρούσα διπλωματική εργασία σκοπός είναι η εξαγωγή συμπερασμάτων για την επιβολή σχετικών δράσεων, δηλαδή αν τα κτίρια μας μπορούν να ανταπεξέλθουν σε απαιτήσεις που επιβάλουν οι σύγχρονοι αντισεισμικοί κανονισμοί. Τα αποτελέσματα που εξάχθηκαν για όλες τις στάθμες επιτελεστικότητας DL (Περιορισμένες Βλάβες), SD (Σημαντικές Βλάβες) και NC (Οιονεί Κατάρρευση). Από τα αποτελέσματα των αναλύσεων που ακολούθησαν φάνηκε ότι η μορφή της κανονικότητας μπορεί να επηρεάσει σημαντικά την σεισμική συμπεριφορά του κτιρίου. Η υπεραντοχή, η πλαστιμότητα καθώς και ο δείκτης συμπεριφοράς εξαρτώνται από την ακανονικότητα του κτιρίου, την γεωμετρία του φορέα (μέγεθος φατνωμάτων, αριθμός ορόφων κ.λ.π.) και τον Αντισεισμικό Κανονισμό που χρησιμοποιήθηκε για τον σχεδιασμό.

Βιβλιογραφία

1. LH ΛΟΓΙΣΜΙΚΗ (2013). Pushover Θεωρητικά στοιχεία, Αθήνα.
2. LH ΛΟΓΙΣΜΙΚΗ (2020). FESPA 20 Ευρωκώδικες ΚΑΝ.ΕΠΕ., Κ.Α.Δ.Ε.Τ., Αθήνα.
3. Αντωνόπουλος, Θ.Α. (2008). Σεισμική συμπεριφορά παλαιών κτιρίων με PILOTIS και Πρακτικές Προτάσεις Βελτίωσης, Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
4. Β.Δ. (1954), ΦΕΚ 160 Α/26-7-1954, Περί Αντισεισμικού δια την Μελέτην και Εκτέλεσιν Οικοδομικών Έργων εξ Ωπλισμένου Σκυροδέματος .
5. Β.Δ. (1959), ΦΕΚ 36 Α/26-2-1959, Περί Αντισεισμικού Κανονισμού Οικοδομικών Έργων.
6. Βεργίνη Δ. – Τσιούμπρης Κ., (2013). Αποτίμηση Ελαστική Ανάλυση Συμπεριφοράς κτιρίου από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, Πτυχιακή ΤΕΙ Πειραιά.
7. Δουδούμης, Ι.Ν. (2018), Η εξέλιξη των Αντισεισμικών Κανονισμών και ο Ρόλος του Σεισμού της Θεσσαλονίκης το 1978, Θεσσαλονίκη.
8. Δούτσος Θ. (2014), Γεωλογία: Αρχές και Εφαρμογές, 2^η έκδοση, Εκδόσεις Liberal Books
9. Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός (Ε.Α.Κ. – 2000).
10. Ευρωκώδικας 8 (2004). Αντισεισμικός Σχεδιασμός - Μέρος 1: Γενικοί κανόνες, σεισμικές δράσεις και κανόνες για κτίρια, EN 1998-1.
11. Ζέκιο Ο. (2021), Επιρροή της Μορφής Ακανονικότητας στην Φέρουσα Ικανότητα Κτιρίων ΩΣ, Διπλωματική εργασία Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα.
12. Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ), 2^η Αναθεώρηση Ιούλιος 2017.
13. Κανονισμός Επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.), 1^η Αναθεώρηση Ιούλιος 2013.
14. Καραγιάννης Χρ. Γ, (2019), Σχεδιασμός κατασκευών από ωπλισμένο σκυρόδεμα και σεισμικές δράσεις, Εκδόσεις σοφία, Θεσσαλονίκη
15. Μπάρκας Χρ. Ι (2000), 6^ο Φοιτητικό Συνέδριο «Επισκευές Κατασκευών 2000».
16. Μπάρος, Δ. (2012), Επιλογή Στρατηγικής Ενίσχυσης σε Υφιστάμενες Κατασκευές από Οπλισμένο Σκυρόδεμα με Χρήση Ανελαστικών Αναλύσεων. Διατριβή Διπλώματος Ειδίκευσης, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
17. Ο.Α.Σ.Π. (2017). Κανονισμός επεμβάσεων (ΚΑΝ.ΕΠΕ.) - 2^η αναθεώρηση, Αθήνα.
18. Παπανικολάου Δ.Ι., Σιδέρης Χρ.Ι., (2012), Γεωλογία η επιστήμη της Γης, 5^η έκδοση, Εκδόσεις Πατάκη
19. Πιτιλάκης Κ.Δ, (2010), Γεωτεχνική σεισμική μηχανική, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη
20. Πνευματικός Ν.Γ. (2018), Εισαγωγή στην μελέτη αντισεισμικών κατασκευών, Εκδόσεις Λύχνος
21. Ρεπαπής, Κ. (2007). Αποτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς υφιστάμενων κτιρίων από ωπλισμένο σκυρόδεμα, Διδακτορική Διατριβή, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.
22. Φαρδής Μ.Ν. (2012), Κανονισμός Επεμβάσεων σε Υφιστάμενα Δομήματα, Πάτρα
23. Φαρδής Μ.Ν. (2015), Μαθήματα Οπλισμένου Σκυροδέματος – Μέρος Γ', Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών, Πάτρα.
24. Ψυχάρης, Ι.Ν. (2016). Σημειώσεις Αντισεισμικής Τεχνολογίας Τεύχος 1, Αθήνα.
25. Ψυχάρης, Ι.Ν. (2015). Σημειώσεις Αντισεισμικής Τεχνολογίας Τεύχος 2, Αθήνα.