



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

**Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών**

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«Δομοστατικά Έργα»**

**ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Θέμα:**

**« ΑΠΟΤΙΜΗΣΗ ΚΑΙ ΑΝΑΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ  
ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΗΜΟΤΙΚΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ»**

**Επιβλέπων:**

**Ρεπαπής Κωνσταντίνος,**

**Αναπληρωτής καθηγητής Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής**

Μεταπτυχιακός φοιτητής

**Βασιλόπουλος Θεόδωρος**

**ΑΘΗΝΑ 2021**

**ΕΞΕΤΑΣΤΕΣ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

**Επιβλέπων Καθηγητής: Ρεπαπής Κωνσταντίνος**

**Δ/ντής Π.Μ.Σ.: Δημάκος Κωνσταντίνος**

**Νικόλαος Πνευματικός**

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Θεόδωρος Βασιλόπουλος του Παναγιώτη, με αριθμό μητρώου 20, φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών Δομοστατικά Έργα του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής 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».

Ο Δηλών

## Περιεχόμενα

<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ</b> .....	5
<b>ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗΣ</b> .....	6
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	8
<b>ABSTRACT</b> .....	9
<b>1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	10
<b>2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ</b> .....	11
2.1 ΓΕΝΙΚΑ .....	11
2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ .....	12
2.3 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ .....	13
2.4 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΩΝ- ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ .....	14
2.5 ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ .....	23
<b>3. ΕΠΙΛΥΣΗ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ Β.Δ. 18/26-7-1954 &amp; Β.Δ. 19/26-2-1959</b> .....	27
<b>4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ (ΚΑΝ.ΕΠΕ.)</b> .....	38
4.1 ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ .....	38
4.2 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ( $q=1$ ) .....	39
4.3 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΪΣΤΟΡΙΑΣ) ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ ΔΕΙΚΤΗ $q$ .....	47
4.4 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ «PUSH OVER» .....	56
4.5 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΪΣΤΟΡΙΑΣ) ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ $m$ .....	69
<b>5. ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ</b> .....	80
<b>6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</b> .....	91
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</b> .....	92

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΝΤΜΗΣΕΩΝ ΚΑΙ ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΩΝ

- Β.Δ. 18/26-7-1954 (Φ.Ε.Κ. 160/Α/1954) (Βασιλικό Διάταγμα - Κανονισμός οπλισμένου σκυροδέματος του '54)
- Β.Δ. 19/26-2-1959 (ΦΕΚ36/Α/1959) (Βασιλικό Διάταγμα - Αντισεισμικός κανονισμός οικοδομικών έργων του '59)
- ΚΑΝ.ΕΠΕ. (Κανονισμός Επεμβάσεων)
- ΕΝ (Ευρωκώδικας)
- Γ.Ε.Σ. (Γενικό Επιτελείο Στρατού)
- Ο.Τ. (Οικοδομικό Τετράγωνο)
- τ.(τέως)
- ΚΕΕΘΑ (Κέντρο Ερευνών Εθνικής Άμυνας- στεγάζονταν τα γραφεία του στο υπό εξέταση κτίριο από το 1963-1985)
- ΥΠΕΘΑ (Υπουργείο Εθνικής Άμυνας)
- Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ. (Υπουργείο Περιβάλλοντος Χωροταξίας και Δημοσίων Έργων)
- μ./m (μέτρα)
- τ.μ./ m<sup>2</sup>(τετραγωνικά μέτρα)
- Σ.Α.Δ. (Στάθμη Αξιοπιστίας Δεδομένων)
- § (Παράγραφος Νόμου/ Κανονισμού)
- StI (S220) (Stahl I, κατηγορία δομικού χάλυβα με όριο διαρροής 220 MPa)
- Δ8.1(3)(Δοκοσειρά 8/ μέλος 1/ στάθμης 3)
- Κ7(3) (Υποστύλωμα Κ7/ στάθμης 3)
- Κ.Μ. (Κέντρο Μάζας)
- Pushover (Ανελαστική Στατική Ανάλυση)
- (DL) (Στάθμη επιτελεστικότητας «Περιορισμένες Βλάβες»)
- (SD) (Στάθμη επιτελεστικότητας «Σημαντικές Βλάβες»)
- FRP (μέθοδος ενίσχυσης με ταινίες από ινοπλισμένα πολυμερή)

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΟΓΡΑΦΗΣΗΣ

Εικ.2.1 Το προς εξέταση τετραώροφο δημοτικό κτίριο του Δήμου Γαλασίου.....σελ.11	σελ.11
Εικ.2.2 Αποφλοιώση κάτω πέλματος δοκού Δ1.1(2).....σελ.15	σελ.15
Εικ.2.3 Συνδετήρες Φ8/30.....σελ.16	σελ.16
Εικ.2.4 Διαμπερής οπή στην τοιχοκολώνα Κ1(2).....σελ.17	σελ.17
Εικ.2.5 Διαφορετική οπτική γωνία του υφιστάμενου κτιρίου. Φαίνεται ο πλευρικός οπλισμός 5Φ6/πλευρά στην αποφλοιωμένη δοκό της τελευταίας στάθμης .....σελ.18	σελ.18
Εικ.2.6 Αποκάλυψη του κύριου οπλισμού (3Φ16+3Φ20) στη δοκό Δ.8.1(3).....σελ.19	σελ.19
Εικ.2.7 Αποκάλυψη του κύριου οπλισμού (4Φ16) στη δοκό Δ.9.1(3).....σελ.20	σελ.20
Εικ.2.8 Αποκάλυψη διαμήκους οπλισμού στην κολώνα Κ7(3).....σελ.21	σελ.21
Εικ.2.9 Κορυφή πεδύλου Π10.....σελ.22	σελ.22
Εικ.2.10 Κορυφή πεδύλου Π13.....σελ.23	σελ.23
Εικ.2.11 Ανοίγματα εξωτερικής τοιχοποιίας.....σελ.25	σελ.25
Εικ.3.1 Παραδοχές επίλυσης με τους παλαιούς κανονισμούς (Β.Δ.18/54 & Β.Δ.19/59).....σελ.30	σελ.30
Εικ.3.2 Παραδοχές επίλυσης με τους παλαιούς κανονισμούς (σκυρόδεμα/οπλισμός/έδαφος/φορτία πλακών).....σελ.32	σελ.32
Εικ.3.3 Χωρικό προσομοίωμα τετραώροφου κτιρίου στο στατικό λογισμικό Fespa.....σελ.33	σελ.33
Εικ.3.4 Τρισδιάστατο προσομοίωμα τετραώροφου κτιρίου στο στατικό λογισμικό Fespa.....σελ.34	σελ.34
Εικ.3.5 Ξυλότυπος Θεμελίωσης τετραώροφου κτιρίου (υψόμετρο 0m) με τα αποτελέσματα όπλισης, στο στατικό λογισμικό Fespa, βάσει του Αντισεισμικού Κανονισμού του '59.....σελ.35	σελ.35
Εικ.3.6 Ξυλότυπος στάθμης 3 (υψόμετρο = 15,25m) με τα αποτελέσματα όπλισης, στο στατικό λογισμικό Fespa, βάσει του Αντισεισμικού Κανονισμού του '59.....σελ.36	σελ.36
Εικ.3.7 Ξυλότυπος στάθμης 3 (υψόμετρο = 15,25m) με τροποποιημένους οπλισμούς.....σελ.37	σελ.37
Εικ.4.1 Επιλογή παραμέτρων πριν την ελαστική ανάλυση για $q=1$ .....σελ.43	σελ.43
Εικ.4.2 Έλεγχος προϋποθέσεων εφαρμογής ελαστικής ανάλυσης.....σελ.43	σελ.43
Εικ.4.3 Αποτελέσματα επίλυσης από την επίλυση φορέα με ελαστική δυναμική μέθοδο, για $q=1$ ...σελ.46	σελ.46
Εικ.4.4 Επιλογή παραμέτρων πριν την ελαστική ανάλυση για $q=1.7$ .....σελ.49	σελ.49
Εικ.4.5 Λόγοι ανεπάρκειας δοκών και υποστυλωμάτων από την επίλυση φορέα με ελαστική δυναμική μέθοδο, με χρήση καθολικού δείκτη $q$ .....σελ.56	σελ.56
Εικ. 4.6 Διάγραμμα απαίτησης – ικανότητας και στάθμες επιτελεστικότητας. (LH Λογισμική, 2013).....σελ.57	σελ.57
Εικ.4.7 Ορισμός σταθμών επιτελεστικότητας στην καμπύλη αντίστασης (Ψυχάρης, 2015).....σελ.58	σελ.58
Εικ.4.8 Διγραμμικοποίηση καμπύλης αντίστασης (Σχ. Σ5.2 ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017).....σελ.58	σελ.58
Εικ.4.9 Παραδοχές επίλυσης pushover.....σελ.60	σελ.60
Εικ.4.10 Παράμετροι επίλυσης και έλεγχος προϋπόθεσης εφαρμογής ανάλυσης Pushover.....σελ.62	σελ.62
Εικ.4.11 Αποτελέσματα ελέγχων Απαίτησης – Ικανότητας και ικανοποίησης στόχων αποτίμησης με την ανάλυση Pushover, για στάθμες επιτελεστικότητας (DL) & (SD).....σελ.63	σελ.63
Εικ.4.12 Συγκεντρωτικά διαγράμματα F-d και διάγραμμα απαίτησης ικανότητας στάθμης επιτελεστικότητας SD, κατεύθυνσης 90°-30°-180°.....σελ.64	σελ.64
Εικ.4.13 Καμπύλη ικανότητας κτιρίου για ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης (270°-30°0°) και οι θέσεις πλαστικών αρθρώσεων των μελών του φορέα.....σελ.65	σελ.65

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

- Εικ.4.14 Διάγραμμα απαίτησης ικανότητας σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – φασματικής μετακίνησης για ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης (κατεύθυνση 0.00 +30% 90° .....σελ.66
- Εικ.4.15 Διάγραμμα απαίτησης ικανότητας σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – φασματικής μετακίνησης για ιδιομορφική κατανομή φόρτισης (κατεύθυνση 90.0 -30% 180°).....σελ.67
- Εικ.4.16 Αποτελέσματα επίλυσης, μέγιστα λόγω ανεπάρκειας δοκών και υποστυλωμάτων και έλεγχος θεμελίωσης κτιρίου με την ανάλυση pushover.....σελ.69
- Εικ.4.17 Παράμετροι επίλυσης φορέα με ελαστική δυναμική μέθοδο, με χρήση των τοπικών δεικτών m.....σελ.71
- Εικ.4.18 Λόγοι ανεπάρκειας δοκών και υποστυλωμάτων από την επίλυση φορέα με ελαστική δυναμική μέθοδο, με χρήση των τοπικών δεικτών m.....σελ.78
- Εικ.4.19 Πλήθος ανεπαρκών μελών ανά μέθοδο επίλυσης.....σελ.79
- Εικ.5.1 Ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος.....σελ.81
- Εικ.5.2 Επιλογές παραμέτρων για την συνδυαστική επίλυση (m και pushover) του ενισχυμένου φορέα.....σελ.82
- Εικ.5.3 Επιλογές παραμέτρων για τα ενισχυόμενα υποστυλώματα.....σελ.83
- Εικ.5.4 Η ενισχυόμενη δοκός Δ9.4(0) 20/80 (πλάτος/ύψος), με τον υπάρχοντα οπλισμό της (σπατά σίδηρα ανοίγματος).....σελ.85
- Εικ.5.5 Αύξηση του ύψους της ενισχυόμενης δοκού Δ9.4(0) κατά 10εκ.....σελ.85
- Εικ.5.6 Τροποποίηση των χαρακτηριστικών των υλικών (σκυρόδεμα και οπλισμός) της ενισχυόμενης δοκού Δ9.4(0).....σελ.87
- Εικ.5.7 Προσαύξηση του εφελκόμενου οπλισμού ανοίγματος της ενισχυόμενης δοκού Δ9.4(0).....σελ.89

## **ΠΙΝΑΚΕΣ**

- Πίνακας 4.1. Στόχοι αποτίμησης και ανασχεδιασμού (Πίν. 2.1 ΚΑΝ.ΕΠΕ 2017).....σελ.38
- Πίνακας 4.2 Ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι για αποτίμηση και ανασχεδιασμό (Παράρτημα 2.1 ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017).....σελ.38
- Πίνακας 4.3 Τιμές του λόγου  $q^*/q'$  αναλόγως του στόχου επανελέγχου (για τον φέροντα οργανισμό) (Πίνακας 4.1 ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017).....σελ.47
- Πίνακας 4.4 . Τιμές του δείκτη συμπεριφοράς  $q'$  για την στάθμη επιτελεσματικότητας Β («Σημαντικές Βλάβες») (Πίνακας Σ 4.4 ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017).....σελ.48
- Πίνακας 5.1 Μειωτικοί συντελεστές  $\gamma$  για βλαμμένα υποστυλώματα (και δοκούς) (ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017).....σελ.84

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το μεγαλύτερο ποσοστό των δομημάτων (45% του συνόλου) στον Ελλαδικό χώρο έχει μελετηθεί και κατασκευασθεί μεταξύ των δεκαετιών 1960-1980. Οι κανονισμοί που ίσχυαν τότε (φορτίσεως, σκυροδέματος και αντισεισμικός) δεν λάμβαναν υπόψη τους σημαντικούς ελέγχους και αυστηρότερες παραδοχές τα οποία θεσπίστηκαν αργότερα, συνήθως με αφορμή δυστυχώς κάποιους μεγάλους σεισμούς. Οι σημαντικότερες αλλαγές στους κανονισμούς μπορεί να θεωρηθούν ότι είναι η θέσπιση υψηλότερου σεισμικού συντελεστή σχεδιασμού, ο ικανοτικός έλεγχος, ο έλεγχος κοντού υποστύλωματος, η χρήση καλύτερης ποιότητας υλικών, η δυνατότητα επίλυσης και διαστασιολόγησης πολυπλοκότερων χωρικών προσομοιωμάτων με τη βοήθεια της χρήσης ηλεκτρονικού υπολογιστή, η απαίτηση εφαρμογής αυστηρότερων κατασκευαστικών διατάξεων, η έννοια της πλαστιμότητας και η μετελαστική συμπεριφορά ενός δομήματος. Για τους παραπάνω λόγους και επιπροσθέτως για το γεγονός ότι βλάβες σε παλαιά κτίρια, έπειτα από πρόσφατους σεισμούς, επέφεραν σημαντικό οικονομικό κόστος λόγω αποκατάστασης των ζημιών ή από την παρατεταμένη διάρκεια διακοπής δραστηριοτήτων εντός των κτιρίων λόγω εκτέλεσης των επισκευών, παρόλο που δεν υπήρχε σημαντικό κόστος από απώλειες ζωής, καθιστά πλέον θεμελιώδη τη διαδικασία αποτίμησης της φέρουσας ικανότητας και της τρωτότητας σε ένα πολύ μεγάλο αριθμό δομημάτων στη χώρα και δη δημόσιων κτιρίων που στεγάζουν επιτελικές ή κοινωφελείς υπηρεσίες.



## **ABSTRACT**

The majority of buildings in Greece (45% of total) have been planned and built between the 1960s and 1980s. The building regulations in place at that time (loading, reinforced concrete and seismic codes), did not take into account the essential controls and the stricter projections that were adopted later, usually and unfortunately in connection with some larger earthquakes. One might regard that the most significant changes in the regulations are the adoption of a higher seismic design coefficient, the capacity design check, the short column check, the use of higher quality materials, the capacity to calculate and size more complex spatial simulations with the use of a computer, the concept of ductility, the post-elastic behavior of a building and the demand for the use of stricter building provisions. For the reasons described above and in addition because of the fact that damages in old buildings caused by recent earthquakes resulted in significant financial costs for damage repairs, or costs due to the prolonged period of seizure of activities that take place in these buildings until the completion of required repairs, despite the fact that there was no significant cost in terms of loss of life, makes it imperative that a large number of buildings and in particular public buildings housing executive or civil services be evaluated for their load bearing capacity.

## 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σκοπός της παρούσας διπλωματικής εργασίας είναι η εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας υφιστάμενου τετραώροφου δημοτικού κτιρίου στο Δήμο Γαλατσίου, δηλαδή η αποτίμησή του, βάσει των κριτηρίων που έχουν θεσπιστεί στον ΚΑΝ.ΕΠΕ και εάν καταστεί απαραίτητο, τον ανασχεδιασμό και τον υπολογισμό επεμβάσεών του.

Ο κύριος λόγος της αποτίμησης του συγκεκριμένου κτιρίου είναι η προληπτική εκτίμηση της φέρουσας ικανότητας και τρωτότητάς του, εφόσον αυτό είναι ένα δημόσιο κτίριο που κατασκευάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του 1960 και του οποίου η χρήση είναι η στέγαση δημοτικού βρεφονηπιακού σταθμού στο ισόγειο και μελλοντικών γραφείων δημοτικών υπηρεσιών στους υπερκείμενους ορόφους.

Μετά την τεκμηρίωση της περιγραφής του εν λόγω κτιρίου ακολουθεί ο προσδιορισμός της φέρουσας ικανότητας του δομήματος, κάνοντας χρήση των κανονισμών που ίσχυαν την περίοδο κατασκευής του.

Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. προσδιορίζει την καταλληλότερη μέθοδο ανάλυσης της σεισμικής απόκρισης για την αποτίμηση, βάσει συγκεκριμένων κριτηρίων. Στην περίπτωση του εν λόγω δομήματος εφαρμόζεται η ανελαστική στατική ανάλυση (pushover), σε συνδυασμό με την ελαστική δυναμική ανάλυση με χρήση τοπικών δεικτών  $m$ , προκειμένου να γίνει η αποτίμηση του κτιρίου. Για λόγους πληρότητας όμως εκτελούνται η προκαταρκτική ελαστική ανάλυση με συντελεστή συμπεριφοράς  $q=1$  και η ελαστική δυναμική ανάλυση με χρήση ενιαίου συντελεστή  $q$ .

Ο ανασχεδιασμός που προκύπτει ότι απαιτείται λόγω ανεπάρκειας κάποιων μελών του κτιρίου συνίσταται στην ενίσχυσή τους. Όλες οι αναλύσεις γίνονται με χρήση του στατικού λογισμικού Fespa (έκδοση 20).

## 2. ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ



Εικ.2.1 Το προς εξέταση τετραώροφο δημοτικό κτίριο του Δήμου Γαλασίου

### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Όπως σε κάθε μελέτη αποτίμησης υφιστάμενου κτιρίου, έτσι και σε αυτή για το προς εξέταση κτίριο, είναι προτιμητέο τα δεδομένα της να είναι όσο το δυνατόν πιο αξιόπιστα και για αυτό οφείλουν να βασίζονται σε επαρκή διερεύνηση και τεκμηρίωση. Για την επίτευξη θεώρησης πιο αξιόπιστων δεδομένων του προς εξέταση κτιρίου απαιτούνται να εκτελεσθούν η καταγραφή του ιστορικού και της συντήρησης της κατασκευής, η αποτύπωση του δομήματος, η καταγραφή της κατάστασής του με τις βλάβες ή φθορές που πιθανόν να έχει και η εκτέλεση επιτόπου διερευνητικών εργασιών και μετρήσεων (Γιαρλέλης, 2020).

## 2.2 ΙΣΤΟΡΙΚΟ

Το οικόπεδο στο οποίο βρίσκεται το υπό εξέταση κτίριο και βρισκόταν το πρώην Στρατόπεδο Σπηλιοτόπουλου, κείται επί των οδών Αρχιμήδους και Ιπποκράτους στο Ο.Τ. 22/τ.97 στο Γαλάτσι. Έχει συνολική έκταση 4.229 τ.μ. εντός του οποίου υφίστανται δύο πρώην στρατιωτικά κτίρια, το ένα εκ των οποίων είναι το προς εξέταση κτίριο.

Όπως προκύπτει από σχετικό έγγραφο του ΓΕΣ, τα εν λόγω κτίρια ανεγέρθηκαν από το Στρατό το έτος 1963, βάσει του Β.Δ. 3132/1955 και χρησιμοποιήθηκαν ως κτίρια γραφείων.

Από αρχιτεκτονικά σχέδια του ΓΕΣ που εκπονήθηκαν το 1984, διαφαίνεται ότι διασκευάστηκε το υπό εξέταση κτίριο ΚΕΕΘΑ για τη μεταστέγαση της Υπηρεσίας Κινηματογραφίας Στρατού.

Σύμφωνα με απαντητικό έγγραφο της Δ/σης Υποδομής του ΓΕΣ, για το υπό εξέταση κτίριο δεν εξεδόθη Οικοδομική Άδεια από Πολεοδομία, αλλά η σχετική άδεια εργασιών εξεδόθη από το ΥΠΕΘΑ. Το σχετικό δικαίωμα το δίνει κοινή υπουργική απόφαση υπουργών Εθνικής Άμυνας και Υ.ΠΕ.ΧΩ.ΔΕ., σύμφωνα με την οποία, Τεχνικές Υπηρεσίες του ΥΠΕΘΑ δύναται να συντάξουν Αρχιτεκτονικές και Στατικές μελέτες εγκαταστάσεων που εκτελούνται εντός στρατοπέδων, σύμφωνα με τους όρους δόμησης και περιορισμούς που ισχύουν για την υπόψη περιοχή. Η στατική μελέτη του υπό εξέταση κτιρίου δεν κατέστη δυνατό να ευρεθεί.

Η έκταση του Στρατοπέδου Σπηλιοτόπουλου μαζί με τα επικείμενα κτίσματά του διετέθη δωρεάν στο Υπουργείο Οικονομικών για λογαριασμό του Δήμου Γαλατσίου, μετά από θετική γνωμοδότηση του ΓΕΣ και μετά από δύο διαδοχικές πράξεις Υπουργικού Συμβουλίου την περίοδο 1988-89.

Η προαναφερόμενη έκταση μαζί με τα επικείμενα παραχωρήθηκε κατά κυριότητα στο Δήμο Γαλατσίου με απόφαση του Υπουργού και Υφυπουργού Οικονομίας και Οικονομικών, με αποκλειστικό τρόπο, μεταξύ άλλων και τη δημιουργία Δημοτικού καταστήματος.

Το υπό εξέταση κτίριο επομένως σχεδιάστηκε και κατασκευάστηκε για να στεγάσει γραφεία. Χρήση η οποία δεν άλλαξε μέχρι και σήμερα, με εξαίρεση το ισόγειο που στεγάζει από το 1992 Βρεφονηπιακό σταθμό, για τον οποίο έγινε υπαγωγή στο

### Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

N4495/2017 για αλλαγή χρήσης τον Ιούνιο του 2020. Η πραγματική και η σχεδιαζόμενη χρήση του κτιρίου επομένως συμπίπτουν και η κατηγορία σπουδαιότητάς του είναι ΣΙΙΙ.

Στο κτίριο εκτελέστηκαν εργασίες συντήρησης και αποκατάστασης εξωτερικών φθορών, κυρίως αποκατάσταση εξωτερικών επιχρισμάτων, την περίοδο 2004, εν όψει των τότε Ολυμπιακών Αγώνων. Δεν έχει υποστεί ποτέ πυρκαγιά, πρόσκρουση, δεν έχει κατασκευασθεί μεγάλο γειτονικό έργο και η συμπεριφορά του, κατά τη διάρκεια προηγούμενων σεισμών ήταν καλή.

### **2.3 ΑΠΟΤΥΠΩΣΗ ΦΕΡΟΝΤΟΣ ΟΡΓΑΝΙΣΜΟΥ**

Επειδή δεν κατέστη δυνατόν να βρεθούν οι ξυλότυποι της άδειας που εξεδόθη από την Τεχνική Υπηρεσία του Στρατού, παρά μόνο αρχιτεκτονικά σχέδια, συντάχθηκαν ξυλότυποι αποτύπωσης θέσεων υποστυλωμάτων και δοκών και υπολογίσθηκε από τη διαφορά του μικτού με του καθαρού ύψους του κάθε ορόφου, το πάχος των πλακών.

Το τετραώροφο κτίριο είναι κανονικό σε κάτοψη και καθ' ύψος, με εμβαδόν κάλυψης  $16,10 \times 14,10 = 227,01$  τ.μ. Το μικτό ύψος του ισογείου είναι 4,15μ, ενώ όλοι οι υπόλοιποι όροφοι της ανωδομής έχουν μικτό ύψος 3,70μ., συνεπώς το συνολικό ύψος του κτιρίου είναι 15,25μ. Ο φέρων οργανισμός του αποτελείται από οπλισμένο σκυρόδεμα. Το στατικό σύστημα του δομήματος είναι πλαισιακό, που αποτελείται από πλάκες, δοκούς, υποστυλώματα και μεμονωμένα πέδιλα. Οι εξωτερικοί τοίχοι πλήρωσης αποτελούνται από διπλή δρομική οπτοπλινθοδομή, ενώ εσωτερικά δεν υπάρχουν παρά μόνο ελάχιστοι δρομικοί τοίχοι μόνο στο ισόγειο.

Εκτιμήθηκε ότι η μέση κατηγορία σκυροδέματος είναι B160, ίδιας κατηγορίας με την κατηγορία σκυροδέματος του παρακείμενου στρατιωτικού κτιρίου του ίδιου οικοπέδου, το οποίο κατασκευάστηκε την ίδια χρονική περίοδο με το υπό εξέταση κτίριο και στο οποίο εκτελέστηκαν δοκιμές αντοχής σκυροδέματος από διαπιστευμένο εργαστήριο. Τη χρησιμοποίηση παλαιότερων ποιοτικών ελέγχων μας την επιτρέπει η §3.7 του ΚΑΝ.ΕΠΕ., στις περιπτώσεις αντικειμενικής αδυναμίας εκτέλεσης του προγράμματος ελέγχου και διερευνήσεων για τα χαρακτηριστικά των υλικών και υπό την προϋπόθεση ότι δεν έχουν διαπιστωθεί προβλήματα βλαβών.

Όλες οι πλάκες μετρήθηκαν ότι έχουν πάχος 15 εκ. και σε πολλές, λόγω του αυξημένου λόγου διαστάσεων των πλευρών τους, υπολογίσθηκαν από το πρόγραμμα ως διέριστες. Όλες οι περιμετρικές δοκοί του δομήματος έχουν διαστάσεις 20 X 80

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

εκ., οι εσωτερικές δοκοί 20 X 70 εκ ή 20 X 80 εκ., ενώ τα υποστυλώματα έχουν ποικιλία διαστάσεων και μάλιστα ή διατομή πολλών από αυτά απομειώνεται καθ' ύψος.

### **2.4 ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΩΝ- ΔΙΕΡΕΥΝΗΤΙΚΕΣ ΕΡΓΑΣΙΕΣ**

Σημαντικό σφάλμα κατά τη φάση κατασκευής του κτιρίου αποτελεί η μικρή επικάλυψη του οπλισμού, με αποτέλεσμα την οξειδωσή του και με επακόλουθο την διόγκωση του οπλισμού και την τοπική αποφλοίωση του σκυροδέματος (βλ.Εικ.2.2 & 2.3). Αυτό το φαινόμενο είχε σαν αποτέλεσμα την αποκάλυψη του οπλισμού, κυρίως στο κάτω πέλμα περιορισμένου αριθμού δοκών.

Παρατηρήθηκε επίσης ότι στην τοιχοκολώνα K1(2) (Εικ.2.4) είχε ανοιχτεί διαμπερής κυκλική οπή διαμέτρου 20εκ, με αποτέλεσμα την αντίστοιχη απομείωση της ενεργούς διατομής της τοιχοκολώνας, κατά τη διαμόρφωση του στατικού προσομοιώματος.

Κατά τα άλλα δεν παρατηρήθηκαν άλλου τύπου βλάβες στο κτίριο, όπως παραμένουσες παραμορφώσεις, μετατοπίσεις, απόκλιση από την κατακόρυφο, καθιζήσεις ή ρηγματώσεις σημαντικού εύρους στον φέροντα οργανισμό.

Η εξωτερική τοιχοποιία και το δάπεδο μωσαϊκού σε όλους τους ορόφους, δεν εμφανίζουν αισθητές ρωγμές ή άλλου τύπου βλάβες.

Ως απόρροια της καλής κατάστασης του κτιρίου είναι η μη ανάγκη λήψης άμεσων μέτρων επέμβασης, για την τοπική υποστήριξη του δομήματος, ώστε αυτό να παραλαμβάνει με ασφάλεια τα υφιστάμενα φορτία.

Όσον αφορά στον οπλισμό του κτιρίου έγιναν διερευνητικές τομές στο κάτω πέλμα δύο δοκών (Εικ.2.6 & 2.7) και μία τομή σε υποστύλωμα (Εικ.2.8). Από την αποκάλυψη του οπλισμού φάνηκε, όπως ήταν φυσικό για την περίοδο κατασκευής, ότι ο χρησιμοποιούμενος οπλισμός παντού, τόσο σαν κύριος όσο και σαν εγκάρσιος, είναι λείος StI. Οι συνδετήρες, όπως φαίνεται στην Εικ.2.3 είναι StI, Φ8/30. Στις δοκούς επίσης έχει τοποθετηθεί πλευρικός οπλισμός 5Φ6/πλευρά, όπως φαίνεται στην πλαϊνή δοκό του τελευταίου άνω ορόφου στην Εικ.2.5.

Στη δοκό Δ.8.1(3) (Εικ. 2.6) παρατηρείται η μη συμμόρφωση της ελάχιστης απόστασης μεταξύ δύο γειτονικών διαμήκων ράβδων της δοκού.



Εικ.2.2 Αποφλοίωση κάτω πέλματος δοκού Δ1.1(2)



Εικ.2.3 Συνδετήρες Φ8/30





Εικ.2.4 Διαμπερής οπή στην τοιχοκολώνα Κ1(2)



Εικ.2.5 Διαφορετική οπτική γωνία του υφιστάμενου κτιρίου. Φαίνεται ο πλευρικός οπλισμός 5Φ6/πλευρά στην αποφλοιωμένη δοκό της τελευταίας στάθμης



Εικ.2.6 Αποκάλυψη του κύριου οπλισμού (3Φ16+3Φ20) στη δοκό Δ.8.1(3)



Εικ.2.7 Αποκάλυψη του κύριου οπλισμού (4Φ20) στη δοκό Δ.9.1(3)



Εικ.2.8 Αποκάλυψη διαμήκους κύριου οπλισμού στην κολώνα Κ7(3)

### Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Έγινε η υπόθεση ότι ολόκληρη η θεμελίωση του κτιρίου αποτελείται από μεμονωμένα πέδιλα, παραδοχή η οποία ενισχύεται και από τις φωτογραφίες στο δάπεδο του ισογείου, όπου στεγάζεται ο βρεφονηπιακός σταθμός, στις οποίες φαίνεται η στέψη των πεδίων (Εικ. 2.9 & 2.10).

Δεν διατίθεται εδαφοτεχνική έρευνα, η προηγούμενη συμπεριφορά της θεμελίωσης είναι καλή και εκτιμάται ότι η όποια επέμβαση στο δόμημα δεν θα επιφέρει αύξηση των εδαφικών τάσεων που θα ξεπερνούν το 20% των αρχικών. Συνεπώς δεν είναι απαραίτητη η εκπόνηση νέας εδαφοτεχνικής έρευνας (§3.5.4 του ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017).



Εικ.2.9 Κορυφή πεδίου Π10



Εικ.2.10 Κορυφή πεδίου Π13

## 2.5 ΣΤΑΘΜΗ ΑΞΙΟΠΙΣΤΙΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ

Η Σ.Α.Δ. αναφορικά με τις δράσεις, τις αντοχές των υλικών και τα γεωμετρικά δεδομένα εκφράζει το βαθμό επάρκειας και εγκυρότητας των πληροφοριών για το υφιστάμενο κτίριο. Στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας και λόγω των περιορισμένων πόρων θεωρήθηκε ότι η Σ.Α.Δ. σε όλες τις δράσεις, αντιστάσεις και γεωμετρικά δεδομένα του προς εξέταση κτιρίου είναι **ικανοποιητική**. Αυτό δεν απέχει από την πραγματικότητα, αν σκεφτούμε ότι το διαπιστευμένο εργαστήριο, του οποίου οι πληροφορίες σχετικά με την ποιότητα του σκυροδέματος χρησιμοποιήθηκαν για την ανάλυση του υφιστάμενου δομήματος, έλαβε ικανό αριθμό πυρήνων από κατάλληλες

### Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

θέσεις του φέροντος οργανισμού, στο διπλανό στρατιωτικό κτίριο, εντός του ίδιου οικοπέδου, το οποίο κατασκευάστηκε την ίδια χρονική περίοδο με το προς εξέταση κτίριο. Άρα εύλογα μπορεί να θεωρηθεί ότι η κατηγορία B160 είναι και η κατηγορία σκυροδέματος του υφιστάμενου προς εξέταση δομήματός μας. Δεδομένο που μπορεί να θεωρηθεί με στάθμη αξιοπιστίας **ικανοποιητική**.

Όσον αφορά στην αξιολόγηση της ποιότητας του δομικού χάλυβα που χρησιμοποιήθηκε, σε όποιες περιοχές των μελών του δομήματος έγινε αποκάλυψη του οπλισμού, αυτός αναγνωρίστηκε οπτικά ως λείος StI (S220). Αυτό ισχύει, εάν αναλογισθεί κάποιος την εποχή κατασκευής του κτιρίου (1963). Έχοντας αυτά τα δεδομένα και σύμφωνα με την §3.7.2.1. του ΚΑΝ.ΕΠΕ., μπορεί να θεωρηθεί η Σ.Α.Δ. του χάλυβα ως ικανοποιητική.

Διερεύνηση της ποιότητας των τοίχων πλήρωσης του κτιρίου δεν έγινε, παρόλο που αποτυπώθηκε η θέση και το πάχος τους, για τους εξής λόγους. Οι εσωτερικοί τοίχοι, είναι δρομικοί και ελάχιστοι μόνο στη στάθμη του ισογείου. Συνεπώς θεωρήθηκε ότι δεν θα είχαν δυσμενή επιρροή κατά την αποτίμηση του κτιρίου. Οι εξωτερικοί τοίχοι σε όλους τους ορόφους, παρόλο που είναι μπατικοί και θα μπορούσαν να ληφθούν υπόψη κατά την αποτίμηση, έχουν όλοι ανοίγματα με εμβαδόν κοντά στο 75% του εμβαδού του αντίστοιχου κατακόρυφου φατώματος τοιχοποιίας (βλ. Εικ.2.11), γεγονός που τους καθιστά με αμελητέα επιρροή (§7.4.1.δ του ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017).





Εικ.2.11 Ανοίγματα εξωτερικής τοιχοποιίας

Η Σ.Α.Δ. στη γεωμετρία του φορέα της ανωδομής είναι **υψηλή**, μιας και πραγματοποιήθηκε ακριβής αποτύπωσή της. Η γεωμετρία του φορέα θεμελίωσης (μεμονωμένα πέλδila) θεωρείται **ικανοποιητική**, μετά την οπτική αποτύπωση των μεμονωμένων πεδίλων που φαίνονται στο δάπεδο του ισογείου (Εικ.2.9 & 2.10).

### Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Συνεπώς το είδος και η γεωμετρία του φορέα θεμελίωσης θεωρείται με Σ.Α.Δ. **ικανοποιητική**, εφόσον εμπίπτουμε στην περίπτωση της μερικής αποτύπωσης των πεδίων, αλλά και με δεδομένα που προκύπτουν με έμμεσο, αλλά ευλόγως αξιόπιστο τρόπο, όπως στην περίπτωση μας που έχουμε ομοιομορφία, συμμετρία, διαστάσεις πεδίων που δίνουν οριακή ικανότητα, με την προϋπόθεση ότι δεν έχει παρατηρηθεί αστοχία στη θεμελίωση ή στο έδαφος.

Όσον αφορά στην αντοχή του εδάφους, από παρακείμενη κατασκευή στο Ο.Τ.13/τ.97, στο οποίο κατασκευάστηκε τετραώροφος βρεφονηπιακός σταθμός με δύο υπόγεια και έλαβε υπόψη του ως επιτρεπόμενη τάση εδάφους τα 300kPa, αυτή επέδειξε καλή συμπεριφορά στις πρόσφατες σεισμικές δράσεις και δεν εμφάνισε αξιόλογες υποχωρήσεις. Συνεπώς, η εκτίμηση ότι η αντίστοιχη επιτρεπόμενη τάση του εδάφους του υπό εξέταση κτιρίου είναι 300 kPa είναι **ικανοποιητική**.

### **3. ΕΠΙΛΥΣΗ ΚΑΙ ΟΠΛΙΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ ΒΑΣΕΙ ΤΩΝ Β.Δ. 18/26-7-1954 & Β.Δ. 19/26-2-1959**

Η εκάστοτε επίλυση του δομήματος έγινε με χρήση του στατικού προγράμματος Fespa (έκδοση 20) της εταιρείας LH Λογισμική και κατά την προσομοίωση χρησιμοποιήθηκαν ραβδωτά μέλη, ενώ δεν χρησιμοποιήθηκαν επιφανειακά πεπερασμένα στοιχεία για την επίλυση των πλακών. Τα επιμέρους φορτία κατανεμήθηκαν απευθείας στις δοκούς και ακολούθως στα υποστυλώματα.

Σκοπός της επίλυσης του υπό εξέταση κτιρίου, βάσει των Κανονισμών που ίσχυαν κατά την περίοδο κατασκευής του είναι η εύρεση του οπλισμού του και ο έλεγχος της εφαρμογής της όπλισης στις περιοχές όπου έγινε αποκάλυψη οπλισμού. Αυτό γίνεται διότι δεν πραγματοποιήθηκε ανίχνευση οπλισμού, π.χ. με τη ραδιογραφική μέθοδο, σε κάθε δομικό στοιχείο του δομήματος. Βάσει αυτής της επίλυσης λοιπόν προκύπτει ο υπάρχων οπλισμός του υφιστάμενου κτιρίου.

Από το Β.Δ.19/59 προκύπτει ότι για περιοχή σεισμικότητας I στην οποία ανήκε η Αθήνα και για έδαφος μέτριας σεισμικής επικινδυνότητας β (χαλαρά εδάφη εις οριζόντια στρώση ή με ελαφρά κλίση), ο σεισμικός συντελεστής είναι  $\varepsilon=0,06$ .

Η χρήση του κτιρίου δεν αλλάζει και τα κινητά φορτία πλακών παραμένουν 5kPa, ενώ τα μόνιμα είναι 1 kPa, μιας και υπάρχει μωσαϊκό δάπεδο.

Οι παραδοχές επίλυσης και υλικών και τα αποτελέσματα των ελέγχων, βάσει των παλαιών αυτών Κανονισμών, φαίνονται στις Εικόνες 3.1 & 3.2.

## ΠΕΡΙΛΗΠΤΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ

ΠΑΝΑΕ Ελληνικός Κανονισμός Σκυροδέματος,  
Αποσπαστικός Κανονισμός του 1999.

### Γενικά στοιχεία δομήματος

Αρ. ορόφων: 4

### Στοιχεία Αναδοχής

Σκυρόδεμα: S160 Χάλυβας: S40 Συνδετήρας: S8

### Συντελεστής Ασφαλείας

Υλικό: Σκυρόδεμα γ<sub>c</sub>: 1.000 Χάλυβας γ<sub>s</sub>: 1.000

Φορτίο: Μόνιμο γ<sub>d</sub>: 1.000 Κινητό γ<sub>d</sub>: 1.000

### Έλεγχος λειτουργικότητας

Κατηγορία συνθηκών περιβάλλοντος : 2

### Στοιχεία θεμελίωσης

Υλικό: Σκυρόδεμα: S160 Χάλυβας: S40 Συνδετήρας: S8

### Στοιχεία Εδάφους

Είδος εδάφους : Σκληρός θραύς

Δείκτης εδάφους : 23000.00 [kn/m<sup>2</sup>/m]

Επιτρεπόμενη τάση : 30.00 [kn/m<sup>2</sup>]

Γωνία τριβής στη βάση του θεμελίου δ : 40.00 [°]

Συντ. υπολογισμού καθαρής ώθησης : 0.300

### Στοιχεία Αποσπαστικού Κανονισμού

Ελαστικότητα : 2

Ελαστικός συντελεστής ε : 0.060

Αριθμός σεισμικών φορτίσεων : 4

Συντελεστής σχετικής δυσκαμψίας υποστυλωμάτων ποικυμάτων : 0.100

Συντελεστής σχετικής δυσκαμψίας δοκών : 0.100

Συντελεστής διαφομετρικής λειτουργίας : 10000.000

### Φορτίσεις :

Φ1: Στατική Φόρτιση

ΣΣ1: 1η Ελαστική-Στατική ε = 0.060 θ = 0

ΣΣ2: 2η Ελαστική-Στατική ε = 0.060 θ = 90

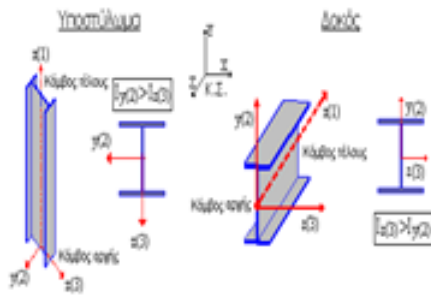
ΣΣ3: 3η Ελαστική-Στατική ε = 0.060 θ = 180

ΣΣ4: 4η Ελαστική-Στατική ε = 0.060 θ = 270

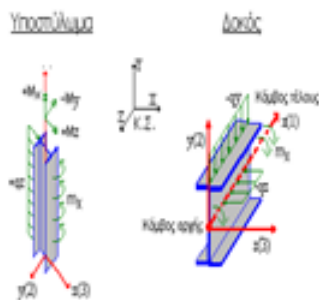
Η επίλυση γίνεται με ακριβή μέθοδο σιμπερούς του μεταλλίου οκταμίας (κλιτή GAUSS) των μελών του χωρικού Πλαισίου.

Λαμβάνονται υπόψη ίσως, από εδαμικές & πίνοντες δυνάμεις & φορτίς κίνησης.  
 Η σεισμική φόρτιση κατανομιστο ομοιόμορρο καθ' ύψος σύμφωνα με το Ε.Δ. 19/26-2-1999.

\* Άξονες



\* Φορτίσεις



Για την επίλυση του χωρικού προσημοκώματος για τις εδαμικές φορτίσεις

- Φ1 Σημική Φόρτιση
- ΣΣ 1 Σεισμική φόρτιση καθό X-X, (γωνία 0°)
- ΣΣ 2 Σεισμική φόρτιση καθό Z-Z, (γωνία 90°)
- ΣΣ 3 Σεισμική φόρτιση καθό X-X, (γωνία 180°)
- ΣΣ 4 Σεισμική φόρτιση καθό Z-Z, (γωνία 270°)
- Ε.Δ.Ε.Ι. Εδαμική δύναμη επί των και καθό 45°

**ΕΙΔΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ**

	ΑΡΘΡΟ	ΠΡΟΣΤΙΘΕΤΟΙΣ
1. Κατανομή σεισμικού φορτίου καθ' ύψος	4	2
<b>2. Εδαμική φόρτιση</b>		
2.1 Εδαμική φόρτιση παραμετρικών στοιχείων	6	30
2.2 Εδαμική φόρτιση νανοκλών στοιχείων	6	30

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Για την επίλυση του μαρκού προσαρμόζονται για τις εξής φορτίες:

Φ0:	Στατική Φόρτιση
ΣΣ 1:	Στατική φόρτιση κατά ΝΚ, (γωνία 0°)
ΣΣ 2:	Στατική φόρτιση κατά 2-2, (γωνία 90°)
ΣΣ 3:	Στατική φόρτιση κατά ΝΚ, (γωνία 180°)
ΣΣ 4:	Στατική φόρτιση κατά 2-2, (γωνία 270°)
Ε6.Ελ:	Ειδικό έλεγχοι στέγης και κατά 45°

### ΕΙΔΙΚΟΙ ΕΛΕΓΧΟΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΥ

	ΑΡΘΡΟ	ΠΑΡΑΚΑΘΟΣ
1. Κατανομή σεισμικού φορτίου κοίτης	4	2
<b>2. Ειδικό έλεγχοι</b>		
2.1 Ειδικός έλεγχος περιστρεφών στοιχείων	6	3c
2.2 Ειδικός έλεγχος γενικών στοιχείων	6	3β
<b>3. Είδη υποστυλωμάτων</b>		
3.1 Είδη υποστυλωμάτων οριζώντιων	6	3c
<b>4. Είδη θεμελίωσης</b>		
4.1 Είδη θεμελίωσης για στατικές και σεισμικές δράσεις	7	
4.2 Είδη θεμελίωσης σε ολισθήση όπου απαιτείται	7	2c
4.3 Είδη θεμελίωσης δοκών	7	2c

ΕΚΤΥΠΩΝΟΝΤΑΙ ΤΑ ΕΝΤΑΤΙΚΑ ΜΕΓΕΘΗ, Η ΦΟΡΤΙΣΗ ΠΟΥ ΤΑ ΠΡΟΚΑΛΕΙ ΟΙ ΤΑΣΕΙΣ ΛΕΠΤΟΠΡΩΣΙΑΣ αβ και σε, οι ΑΠΑΙΤΟΥΜΕΝΟΙ ΟΠΛΙΣΜΟΙ κατά φόρτιση και τριπλό α μέγιστο στέγης και ο πυκνότερος συνδεδεμένος από ΟΛΟΥΣ ΤΟΥΣ ΕΛΕΓΧΟΥΣ.

### ΠΑΡΑΔΟΧΕΣ ΦΟΡΤΙΣΕΩΝ

Αν δεν αναφέρεται άλλως στην λεπτομερή ανάλυση, εφαρμόζονται τα παρακάτω:

<b>1. Μόνιμη Φορτίση</b>	
1.1 Ίσο βάρος οριζώντιων σκυροδέματος	2,400 t/m <sup>2</sup>
1.2 Επικόλλημα δοκών γενικά	0,100 t/m <sup>2</sup>
1.2.1 Επικόλλημα με μόνωτο	0,150 t/m <sup>2</sup>
1.2.1 Επικόλλημα με ξύλο	0,050 t/m <sup>2</sup>
1.2.3 Επικόλλημα με πλακάκι	0,130 t/m <sup>2</sup>
1.3 Επικόλλημα δάπεδος	0,200 t/m <sup>2</sup>
1.4 Παγκοκίνο δρομική	0,210 t/m <sup>2</sup>
1.5 Παγκοκίνο μπασί	0,360 t/m <sup>2</sup>
1.6 Επαρμότωση	1,600 t/m <sup>2</sup>
<b>2. Μεταβλητή Φορτίση</b>	
2.1 Μεταβλητή φορτίση πλοκών γενικά	0,20 t/m <sup>2</sup>
2.2 Μεταβλητή φορτίση εδωμάτων	0,50 t/m <sup>2</sup>
2.3 Μεταβλητή φορτίση κλιμάκων γενικά	0,35 t/m <sup>2</sup>
2.3.1 Κλίμακας κερών κατοικιών	0,35 t/m <sup>2</sup>
2.3.2 Κλίμακας καταστημάτων - γραφείων	0,50 t/m <sup>2</sup>
2.4 Μεταβλητή φορτίση δάπεδος (αίθουσα)	0,05 t/m <sup>2</sup>
2.5 Μεταβλητή φορτίση δάπεδος (βιστά)	0,20 t/m <sup>2</sup>

### ΓΕΝΙΚΟΣ ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΔΙΚΩΝ ΣΥΜΒΟΛΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

Συμβολή	Έλεγχος	Σημείωση
A	Ομοιόμορφος	Τα υπόλοιπα στοιχεία ελέγχονται στον έλεγχο.

Εικ.3.1 Παραδοχές επίλυσης με τους παλαιούς κανονισμούς (Β.Δ.18/54 & Β.Δ.19/59)

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής q | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα | Τοιχοπήρωση | Υλικά - Αποτίμηση

Υλικό	
Ποιότητα σκυροδέματος	B160
Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος $f_{ck}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	1200
Συντ. ασφαλείας σκυροδέματος $\gamma_c$	1.000
Συντ. μακροχρόνιων επιδράσεων στην θλιπτική αντοχή $\alpha_{cc}$	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 ροής ανοίγματος με την ροπή της μονοπάκτου	Όχι
Έλεγχος λειτουργικότητας δοκών & πλάκων	
Έλεγχος ρηγμάτωσης	Αυτόματο
Υποστυλώμα	
Ικανοτικός έλεγχος κόμβων	Αυτόματο
Τοίχωμα	
Υψόμετρο βάσης (υπολογισμός $\eta_n$ & $\nu_d$ ) [m]	0.00

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής q | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα | Τοιχοπήρωση | Υλικά - Αποτίμηση

Υλικό	
Ποιότητα χάλυβα διαμήκων μελών	S1
Ποιότητα χάλυβα συνδετήρων	S1
Ποιότητα χάλυβα πλάκων	S1
Συντ. ασφαλείας χάλυβα $\gamma_s$	1.000
Συνδετήρας Sideral	
Τυποποιημένος συνδετήρας Sideral	Όχι
Διάμετροι οπλισμού	
Διάμετροι κύριου οπλισμού πλάκων	....
Διάμετροι κατασκευαστικού οπλισμού πλάκων	....
Διάμετροι κύριου οπλισμού υποστυλωμάτων	....
Διάμετροι κατακόρ. οπλισμού κορμού τοιχωμάτων	....
Διάμετροι κύριου οπλισμού δοκών	....
Διάμετροι πλευρικού οπλ. δοκών, τοιχ/των υπογείου & πέδητος πεδ/κών	....
Διάμετροι άνω οπλισμών δοκών	Από διαμέτρους κύριου οπλισμού.
Διάμετροι κύριου οπλισμού πεδίων	....
Διάμετροι οπλισμού διάτμησης δοκών & υπ/των	....
Οπλισμός υποστυλωμάτων	
Μέγιστη απόσταση εγκάρσια συγκρατούμενων ράβδων [m]	0.200
Ελάχιστη καθαρή απόσταση ράβδων υποστυλωμάτων [m]	0.025
Ελάχιστες τμήσεις συνδετήρων υποστυλωμάτων	2
Απόσταση συνδετήρων υπ/των & άκρων τοιχωμάτων $s_{max}$ [m]	0.300
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
Απόσταση κατακόρ. ράβδων κορμού τοιχωμάτων $sv_{max}$ [m]	0.200

Οπλισμός υποσ/τος τοιχ/τος

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Κτίριο
— □ ×

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής q | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα | Τοιχοπήρωση | Υλικά - Αποτί

Είδος εδάφους	?	Σκληρός βράχος
Δείκτης $K_s$ [ $\text{kn/m}^2/\text{m}$ ]	?	23000.00
Συντ. προδιαστασιολόγησης πεδίων	?	0.800

**Αναλυτική μέθοδος υπολογισμού Φ.Ι.**

Συνθήκες φόρτισης	?	Φόρτιση αργιλωδών εδαφών υπό αστράγγιστες συνθήκες
Υπολογισμός επιφόρτισης στη βάση του θεμελίου	?	Ναι
Ολικό ειδικό βάρος εδάφους $\gamma$ [ $\text{kn/m}^3$ ]	?	2.30

**Απλοποιημένη μέθοδος υπολογισμού Φ.Ι. (χρήση σεπ)**

Επιτρεπόμενη φέρουσα τάση (σεπ) [ $\text{kn/m}^2$ ]	?	30.00
Συντ. αναγωγής επιτρεπόμενης τάσης εδάφους	?	2.500

**Έλεγχος τάσης θραύση**

Τάση θραύσης εδάφους [ $\text{kn/m}^2$ ]	?	50.00
--	---	-------

**Έλεγχος ολίσθησης**

Γωνία τριβής στη βάση του θεμελίου, $\delta$ [°]	?	40.00
Συντ. υπολογισμού παθητικής ώθησης $\beta^*k_p$ , $\beta=...$	?	0.300
Ενιαίος συντ. ασφαλείας εδάφους FS (στατικές φορτίσεις)	?	2.000

ΕΙΔΟΣ ΕΔΑΦΟΥΣ	Δείκτης $K_s$ [ $\text{kn/m}^2$ ]
Επίχωση	12,000
Άμμος λίγο συνεκτική	30,000
Άργιλος Επρώς	60,000
Χαύμας	70,000
Άργιλος Επρή και σκληρή	110,000
Άμμος πολύ συνεκτική	130,000
Χονδρόι χάλικες με άμμο	200,000
Σκληρός βράχος	230,000

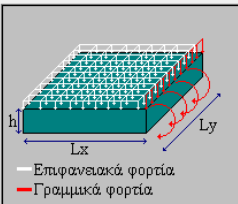
Στοιχεία εδάφους

Πλάκα
— □ ×

Διατομή | Φορτία | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Σχέδιο | Τομή | Κείμενο | Εμφάνιση | Φωτορεαλισμός | Όλα

<input checked="" type="checkbox"/> Μόνιμα φορτία [ $\text{kn/m}^2$ ]	?	0.10
<input checked="" type="checkbox"/> Κινητά φορτία [ $\text{kn/m}^2$ ]	?	0.50

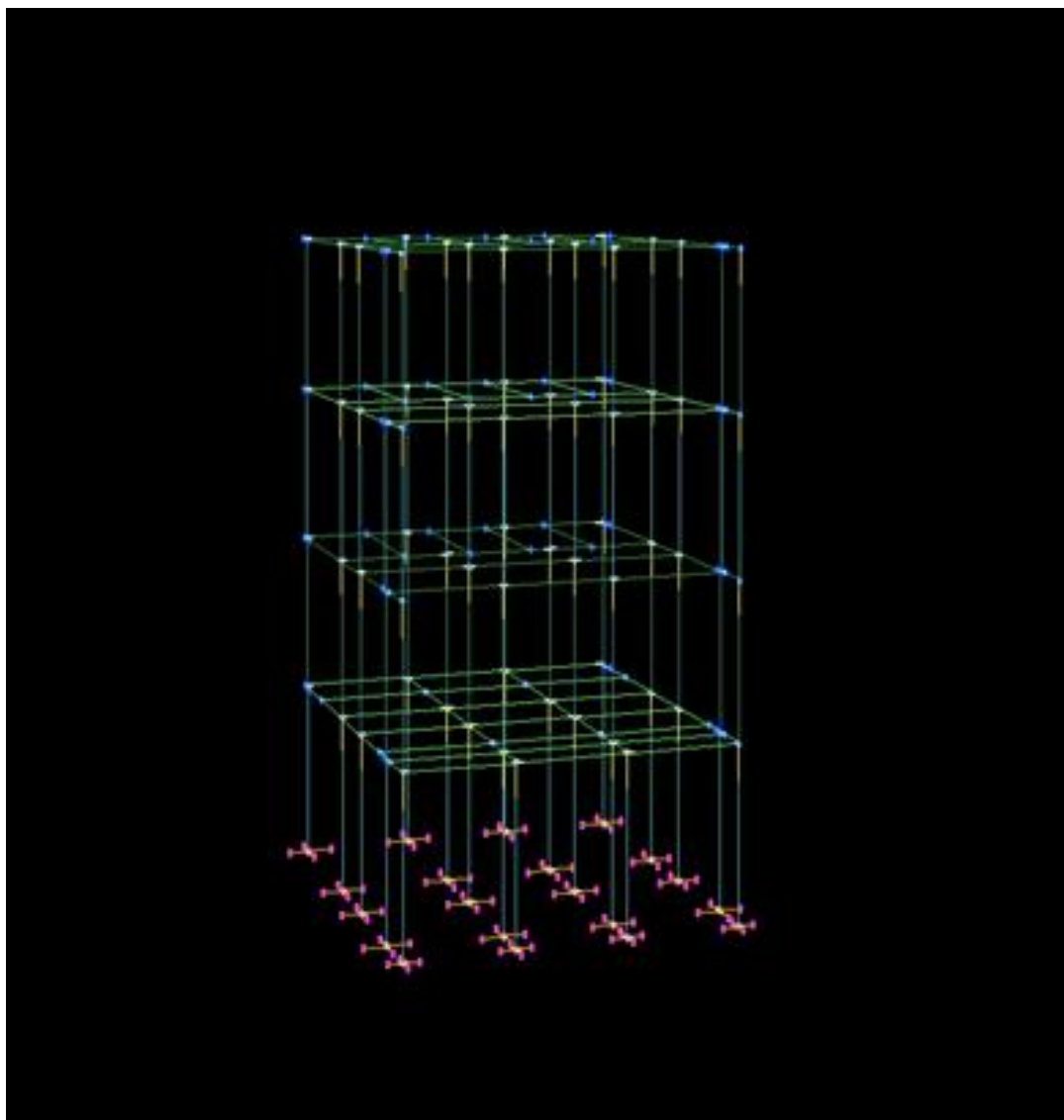
<input checked="" type="checkbox"/> Γραμμικό φορτίο μόνιμο [ $\text{kn/m}$ ]	?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> Γραμμικό φορτίο κινητό [ $\text{kn/m}$ ]	?	0.000
<input checked="" type="checkbox"/> Ροπή μονίμων [ $\text{knm/m}$ ]	?	0.00
<input checked="" type="checkbox"/> Ροπή κινητών [ $\text{knm/m}$ ]	?	0.00



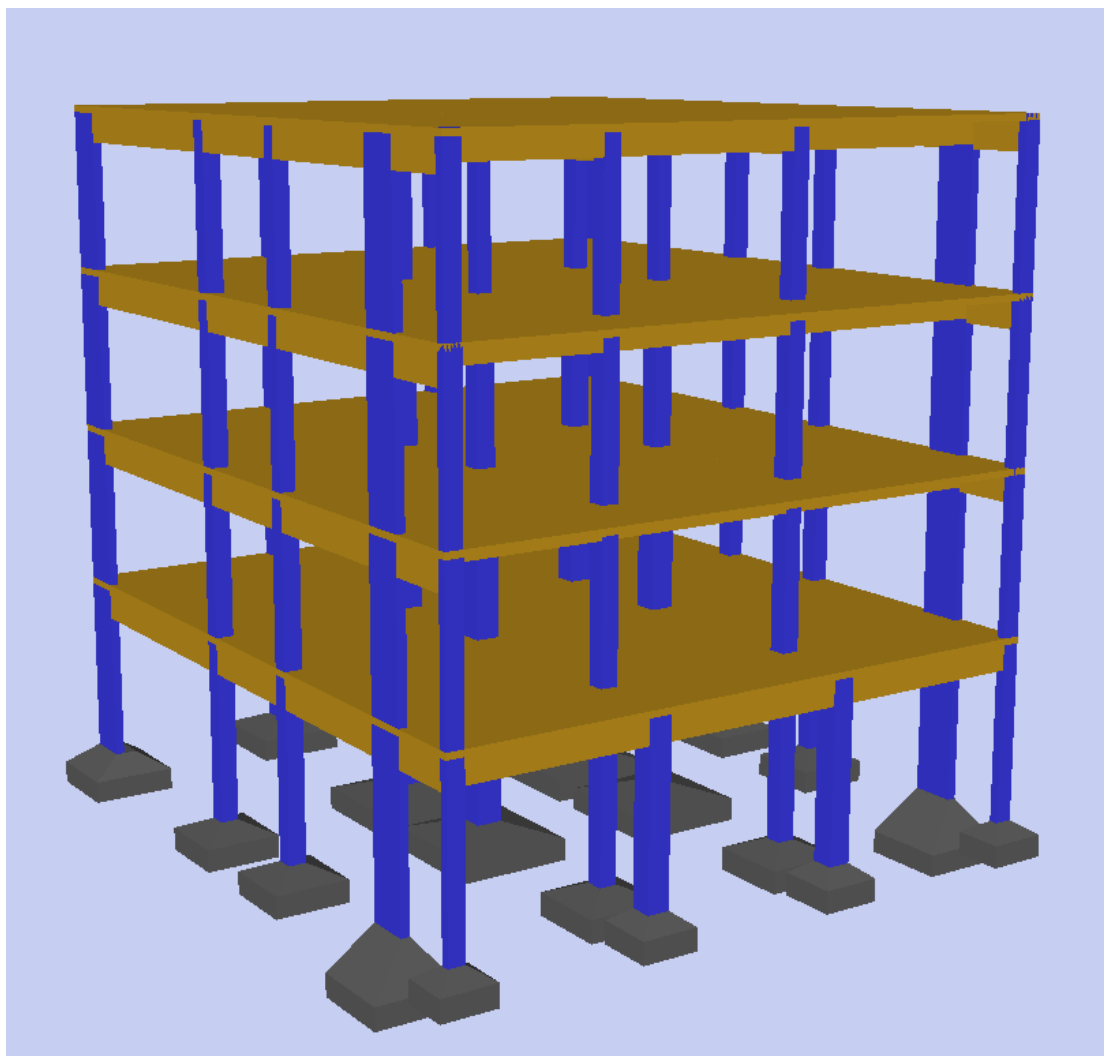
Φορτία πλάκας

Εικ.3.2 Παραδοχές επίλυσης με τους παλαιούς κανονισμούς  
(σκυρόδεμα/οπλισμός/έδαφος/φορτία πλακών)



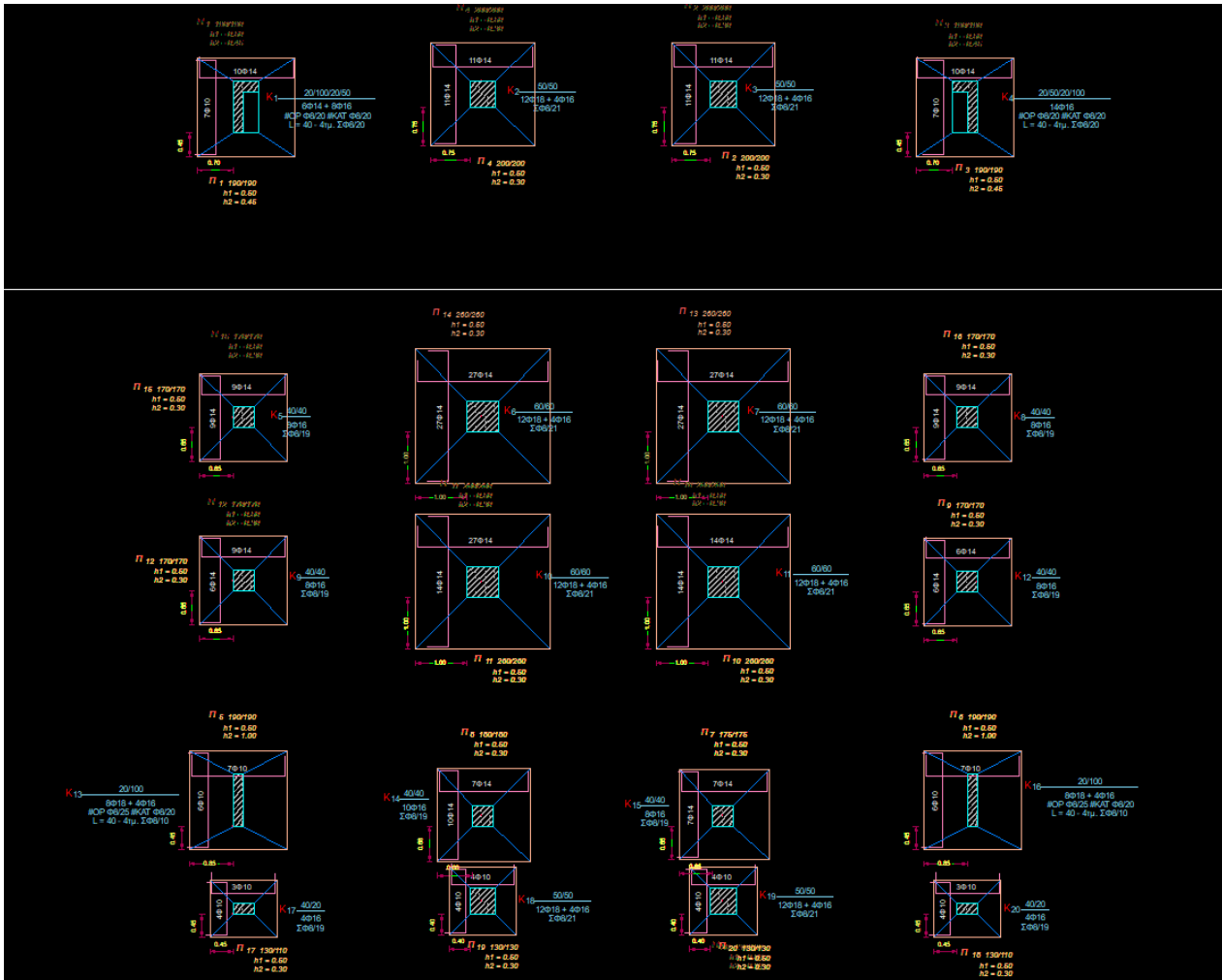


Εικ.3.3 Χωρικό προσομοίωμα τετραώροφου κτιρίου στο στατικό λογισμικό Fespa



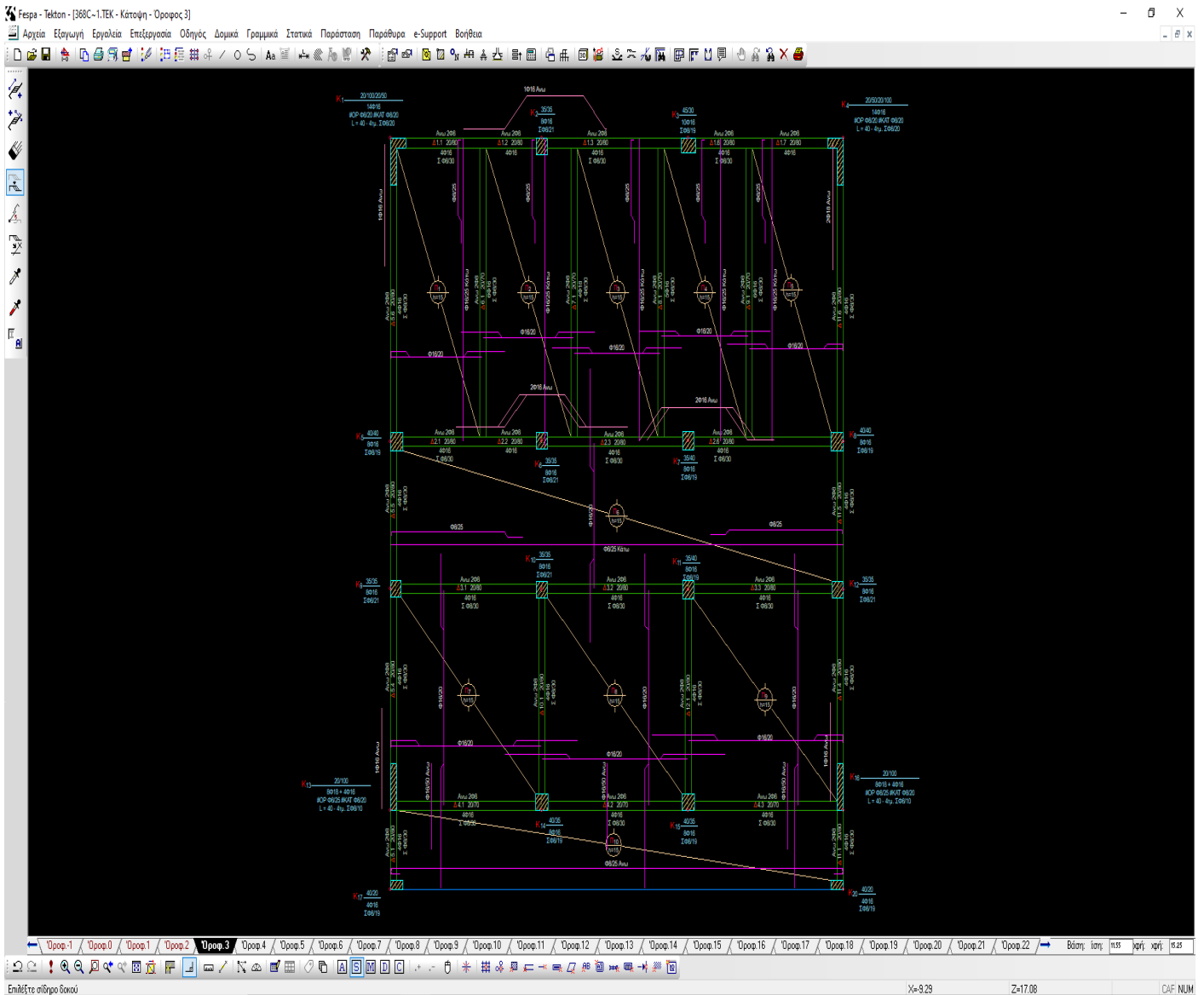
Εικ.3.4 Τρισδιάστατο προσομοίωμα τετραώροφου κτιρίου στο στατικό λογισμικό Fespa

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου



Εικ.3.5 Ξυλότυπος Θεμελίωσης τετραώροφου κτιρίου (υψόμετρο 0m) με τα αποτελέσματα όπλισης, στο στατικό λογισμικό Fespa, βάσει του Αντισεισμικού Κανονισμού του '59

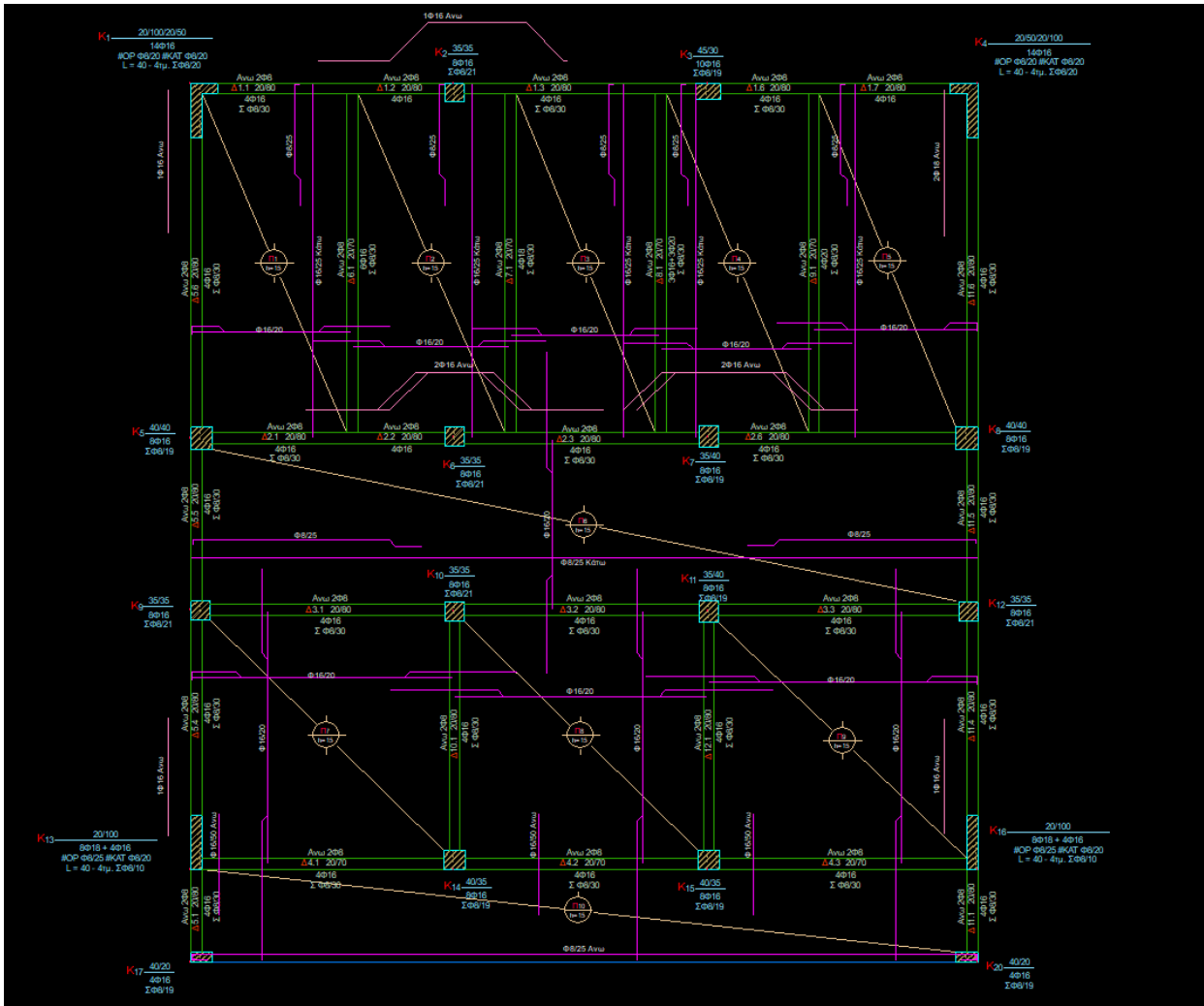
## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου



Εικ.3.6 Ξυλότυπος στάθμης 3 (υψόμετρο = 15,25m) με τα αποτελέσματα όπλισης, στο στατικό λογισμικό Fespa, βάσει του Αντισεισμικού Κανονισμού του '59

Παρατηρούμε ότι ο πραγματικά τοποθετούμενος οπλισμός στις δοκούς Δ8.1(3) (3Φ16+3Φ20) και Δ9.1(3) (4Φ20) είναι παραπλήσιος ή και μεγαλύτερος από αυτόν με τον οποίο όπλιζε η επίλυση με τους παλαιούς κανονισμούς (5Φ16 και 6Φ16 αντίστοιχα). Γεγονός που ενισχύει την άποψη ότι η Σ.Α.Δ. για τους οπλισμούς είναι ικανοποιητική. Στην παρούσα φάση όμως αντικαθιστούμε τον οπλισμό στο προσομοίωμά μας στις δύο αυτές δοκούς, με τον πραγματικά τοποθετούμενο οπλισμό, οπότε η τελική επίλυση με τους παλαιούς κανονισμούς παρατίθεται στην Εικ.3.7.

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου



Εικ.3.7 Ξυλότυπος στάθμης 3 (υψόμετρο = 15,25m) με τροποποιημένους οπλισμούς

## 4 ΜΕΘΟΔΟΙ ΑΝΑΛΥΣΗΣ ΠΡΙΝ ΤΗΝ ΕΠΕΜΒΑΣΗ (KAN.ΕΠΕ.)

### 4.1 ΣΤΑΘΜΕΣ ΕΠΙΤΕΛΕΣΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Για την εξυπηρέτηση ευρύτερων κοινωνικό-οικονομικών αναγκών, θεσπίζονται διάφορες «στάθμες επιτελεστικότητας» (επιθυμητή συμπεριφορά) υπό δεδομένους αντίστοιχους σεισμούς σχεδιασμού. Οι στόχοι αποτίμησης ή ανασχεδιασμού αποτελούν συνδυασμούς αφενός μιας στάθμης επιτελεστικότητας και αφετέρου μιας σεισμικής δράσης, με δεδομένη «ανεκτή πιθανότητα υπέρβασης κατά την τεχνική διάρκεια ζωής του κτιρίου» (σεισμός σχεδιασμού) (Πίνακας 4.1) (Ρεπαπής, 2018).

Πίνακας 4.1. Στόχοι αποτίμησης και ανασχεδιασμού (Πιν. 2.1 ΚΑΝ.ΕΠΕ 2017)

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

Η πιθανότητα 10% υπέρβασης της σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής των 50 ετών αντιστοιχεί σε περίοδο επαναφοράς  $T = 474$  έτη και η πιθανότητα 50% αντιστοιχεί σε  $T = 72$  έτη.

Κριτήρια αποδοχής (έλεγχος επιτελεστικότητας): Για περιορισμό βλαβών (DL) θα πρέπει:  $\theta \leq \theta_y$ , για σημαντικές βλάβες (SD):  $\theta \leq (\theta_y + \theta_u) / 2\gamma_{RD}$  και για οιονεί κατάρρευση (NC) :  $\theta \leq \theta_u / \gamma_{RD}$  και  $V_{ED} \leq V_{RD}$ .

Οι ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι για αποτίμηση και ανασχεδιασμό φαίνονται στον παρακάτω Πίνακα 4.2.

Πίνακας 4.2 Ελάχιστοι ανεκτοί στόχοι για αποτίμηση και ανασχεδιασμό

(Παράρτημα 2.1 ΚΑΝ.ΕΠΕ 2017)

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

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

Το προς εξέταση κτίριο ανήκει στην κατηγορία σπουδαιότητας ΣIII, συνεπώς ο ελάχιστος στόχος αποτίμησης και ανασχεδιασμού του (B1) είναι η στάθμη

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

επιτελεστικότητας σημαντικές βλάβες (SD) να αντιστοιχεί σε σεισμική δράση σχεδιασμού με πιθανότητα υπέρβασής 10%.

Για πληρέστερο έλεγχο όμως, στα πλαίσια της διπλωματικής εργασίας, θα ληφθεί υπόψη και ο στόχος αποτίμησης A2 (περιορισμένες βλάβες σε σεισμό σχεδιασμού με πιθανότητα υπέρβασης 50%).

### **4.2 ΠΡΟΚΑΤΑΡΚΤΙΚΗ ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ ( $q=1$ )**

Προϋποθέσεις εφαρμογής ελαστικής ανάλυσης: 1) Είτε το κτίριο να είναι μορφολογικά κανονικό και σε κάποια πρωτεύοντα δομικά στοιχεία ο δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda > 2,5$ , είτε 2) ο δείκτης ανεπάρκειας για κάθε πρωτεύον στοιχείο να είναι  $\lambda \leq 2,5$ .

Κατά την τρισδιάστατη προσομοίωση του προς εξέταση κτιρίου, θεωρήθηκε ότι όλα τα γραμμικά μέλη του (δοκοί, υποστύλωμα) είναι κύρια (πρωτεύοντα) και κανένα δευτερεύον. Δηλ. ότι όλα τα δομικά μέλη του κτιρίου συμβάλλουν στην αντοχή και την ευστάθεια του δομήματος έναντι σεισμικών δράσεων.

Προκειμένου εισαχθούν στο προσομοίωμα οι τοιχοπληρώσεις, ώστε να ληφθούν υπόψη στην απόκριση της κατασκευής θα πρέπει προηγουμένως να αξιολογηθούν τα ενδεικτικά κριτήρια της §7.4.1.δ του ΚΑΝ.ΕΠΕ. Συγκεκριμένα, στο υπό εξέταση κτίριο, όσον αφορά στην περιμετρική τοιχοποιία, αυτή αμελείται, διότι οι διαστάσεις των ανοιγμάτων κάθε φατώματος υπερβαίνουν το 50% των αντίστοιχων διαστάσεων του φατώματος. Εσωτερικά, οι όποιοι τοίχοι πλήρωσης είναι δρομικοί και δεν υπάρχουν στα περισσότερα εσωτερικά φατώματα. Επίσης, οι θέσεις των εσωτερικών φατωμάτων με δρομική τοιχοποιία, δεν παρουσιάζουν κανονικότητα καθ' ύψος του κτιρίου, συνεπώς κρίνεται ότι είναι αποδεκτό να αμεληθούν και ότι δεν επηρεάζουν δυσμενώς τη συμπεριφορά του κτιρίου.

Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. εκτιμά πως σε κάθε περίπτωση, η ανελαστική στατική ανάλυση (pushover) είναι απαραίτητη για την αποτίμηση του εκάστοτε κτιρίου. Αρχικά όμως απαιτείται να εκτελεστεί μια προκαταρκτική ελαστική δυναμική ανάλυση του κτιρίου με  $q=1$ , προκειμένου να υπολογισθούν οι δείκτες ανεπάρκειας  $\lambda = S/R_m$ , όπου  $S$  η ροπή λόγω των δράσεων του σεισμικού συνδυασμού από το ελαστικό φάσμα του EC8-1 και  $R_m$  η αντίστοιχη διαθέσιμη αντίσταση του στοιχείου, υπολογισμένη με βάση τις αντιπροσωπευτικές τιμές των αντοχών των υλικών.

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Η επιλογή των παραμέτρων πριν την ελαστική ανάλυση με  $q=1$ , φαίνεται στην Εικόνα 4.1.

Κτίριο

Γενικά	Αντισεισμικός	Φάσμα	Συντελεστής q	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Δομικός κάλυβας	Σύμμικτα	Τοιχοπήρωση	Υλικά - Αποτί
Γενική περιγραφή εργασίας										Προσθήκες - Ενισχύσεις - Αποτίμηση
Στόχος μελέτης										Αποτίμηση Φ.Ι.
<b>Υλικό</b>										
Κύριο υλικό κτιρίου				Σκυρόδεμα						
Δευτερεύον υλικό κτιρίου				Σκυρόδεμα						
<b>Κανονισμοί</b>										
Κανονισμός σκυροδέματος				EC2						
Κανονισμός διαστασιολόγησης μεταλλικών στοιχείων				EC3						
Αντισεισμικός κανονισμός				EC8						
Εθνικό προσάρτημα				GR - Ελλάδα						
<b>Θεμελίωση</b>										
Όροφος θεμελίωσης				-1						

Γενικά	Αντισεισμικός	Φάσμα	Συντελεστής q	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Δομικός κάλυβας	Σύμμικτα	Τοιχοπήρωση	Υλικά - Αποτί
Αντισεισμικός κανονισμός						EC8				
Εθνικό προσάρτημα						GR - Ελλάδα				
<b>Σεισμική δράση</b>										
Σεισμική ζώνη						Z1				
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση $agR$ [ $g$ ]						0.160				
Σπουδαιότητα κτιρίου						III (εκπαιδευτήρια, χώροι συνάθροισης κλπ)				
Συντελεστής σπουδαιότητας I						1.200				
Συντελεστής τοπογραφίας $S_t$						1.000				
<b>Παράμετροι φάσματος</b>										
Φάσμα						Φάσμα σχεδιασμού				
Εδαφικός τύπος						B				
Συντελεστής εδάφους $S$						1.200				
Χαρακτηριστικές περίοδοι φάσματος						....				
Συντελεστής απόσβεσης [%]						5.00				
Συντ. $\beta$ κάτω ορίου φάσματος σχεδιασμού						0.200				
<b>Απλοποιημένη φασματική μέθοδος</b>										
Συντελεστής διάρθρωσης $\beta_x$						1.000				
Συντελεστής διάρθρωσης $\beta_z$						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. υπολογισμού ιδιοπεριόδου $T_{a_x}$ , $C_t \cdot x = \dots$						0.050				
Συντ. υπολογισμού ιδιοπεριόδου $T_{a_z}$ , $C_t \cdot z = \dots$						0.050				
θεμελιώδης ιδιοπεριόδου $T_{a_x}$						0.500				
θεμελιώδης ιδιοπεριόδου $T_{a_z}$						0.500				
<b>Κατακόρυφη συνιστώσα</b>										
Κατακόρυφη συνιστώσα σεισμού						Όχι				
Κατακόρυφη συνιστώσα σε πλάκες-προβόλους						Όχι				
Λόγος επιτάχυνσης κατακόρυφα προς οριζόντια $\beta = avg/ag =$						0.900				
Εδαφική επιτάχυνση κατακόρ. $avgR$ ( $=\beta \cdot agR$ )						0.144				



## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Αντισεισμικός	Φάσμα	Συντελεστής α	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Δομικός χάλυβας	Σύμμικτα	Τοιχοπήρωση	Υλικά - Αποτίμηση	Δ	▶
Χαρακτηρισμός μελών									Υφιστάμενα	▼	^
Οπλισμοί μελών									Μόνο υφιστάμενα	▼	
Αυτόματος υπολογισμός αντοχών									Ναι	▼	
<b>▼ Νέο σκυρόδεμα</b>											
Ποιότητα σκυροδέματος									C12/15	▼	
Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος $f_{ck}$ [MPa]									12	▼	
<b>▼ Νέος οπλισμός</b>											
Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα $f_{yk}$ [MPa]									220	▼	
Οριακή παραμόρφωση νέου οπλισμού $\epsilon_{su\_n}$ [%]									6.000	▼	
Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα συνδετήρων $f_{ywk}$ [MPa]									220	▼	
<b>▼ Υφιστάμενο σκυρόδεμα &amp; Οπλισμός</b>											
Μέση αντοχή σκυροδέματος $f_{cm}$ [MPa]									16.0	▼	
Μέση αντοχή χάλυβα $f_{ym}$ [MPa]									280.0	▼	
Οριακή παραμόρφωση υφιστάμενου οπλισμού $\epsilon_{su\_e}$ [%]									10.000	▼	
Μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων $f_{ymt}$ [MPa]									280.0	▼	
<b>▼ Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) υφιστάμενων υλικών - Συντ. ασφαλείας</b>											
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ) σκυροδέματος									KL2 - Κανονική (Κανονποιητική)	▼	
Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών σκυροδέματος $C_Fc$									1.200	▼	
Συντελεστής ασφαλείας σκυροδέματος $\gamma_c$									1.500	▼	
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ) χάλυβα οπλισμού									KL2 - Κανονική (Κανονποιητική)	▼	
Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών χάλυβα $C_Fs$									1.200	▼	
Συντελεστής ασφαλείας χάλυβα $\gamma_s$									1.150	▼	
<b>▼ Ενισχύσεις με FRP</b>											
Μέτρο ελαστικότητας FRP $E_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]									3.00E+08	▼	
Οριακή εφελκυστική αντοχή FRP $f_{uf}$ [MPa]									2500.0	▼	
Οριακή ανηγμένη παραμόρφωση $\epsilon_{uf}$									1.50E-2	▼	
Συνολικό πάχος υλικού FRP $t_f$ [mm]									0.5	▼	
<b>▼ Ενισχύσεις με μεταλλικό κλωβό</b>											
Ποιότητα χάλυβα									S 235	▼	v

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Κτίριο

Γενικά	Αντισεισμικός	Φάσμα	Συντελεστής q	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Δομικός χάλυβας	Σύμμικτα	Τοιχοπήρωση	Υλικά - Αποτίμηση	Αποτίμηση	Φάσμα - Αποτίμηση	Φέρς
<b>Γενικά</b>													
Τυχματική εκκεντρότητα	?												Όχι
Φαινόμενα 2ας τάξης (P-Δ)	?												Ναι
Πλήθος Αξονικών (Αλληλεπίδραση N-My-Mz)	?												5
Γωνία στροφής χορδής θu για ορθογωνικές διατομές	?												Εμπειρικό μοντέλο (EC8-3 (A.1))
γελ για VR (ΚΑΝΕΠΕ ΠΑΡ. 7Γ, ή EC8 A3.3.1)	?												1.000
Επιρροή περίσφιξης στα διαγράμματα ανατοχής	?												Ναι
Γωνία στροφής χορδής θSD (θB) βάσει	?												EC8
Έλεγχος διάτμησης κόμβου	?												Ναι
<b>Pushover</b>													
A' Κατανομή φόρτισης	?												Ομοιόμορφη
B' Κατανομή φόρτισης	?												Ισομορφική
Συντελεστής συνδυασμού εγκάρσιας φόρτισης [%]	?												30.0
Άοπλες τοιχοπήρωσεις ενεργές	?												Ναι
Ενισχυμένες τοιχοπήρωσεις ενεργές	?												Ναι
Τοιχοματωποιήσεις πλαισίων ενεργές	?												Ναι
Υπολογισμός στοχευόμενης μετακίνησης	?												Ναι
Έλεγχος VRSLS, VRSquat	?												Ναι
<b>Μέθοδος m, q</b>													
Αποτίμηση με ελαστική ανάλυση	?												Μέθοδος συντελεστή q
Αύξηση m, q	?												Όχι
Συντελεστής αύξησης m, q	?												1.250
Συντ. υπεραντοχής qDL	?												1.000
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς qDL	?												1.000
Συντ. υπεραντοχής qSD	?												1.100
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς qSD	?												1.000
Συντ. υπεραντοχής qNC	?												1.100
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς qNC	?												2.400
Μέγιστη τιμή συντελεστών m, m,max<q*k, k=...	?												10.000
Έλεγχος VRSLS, VRSquat	?												Ναι
Έλεγχος διάτμησης δοκών	?												Ναι
Λόγος C1 = δinel/δel	?												1.000
Μέθοδος υπολογισμού λόγων ανεπάρκειας η	?												Ακριβής

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής α | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός κάλυβας | Σύμμικτα | Τοιχοπήρωση | Υλικά - Αποτίμηση | Αποτίμηση | Φάσμα - Αποτίμηση | Φέρει

**Χαρακτηριστικά φάσματος**

Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση  $a_gR$  [g] ? 0.160

Συντελεστής σπουδαιότητας  $\gamma_I$  ? 1.000

**Παράμετροι φάσματος - Τιμές αναφοράς (Σπουδαιότητα II)**

Συμβατικός χρόνος ζωής TL [έτη] ? 50

Υπολογισμός φάσματος απαίτησης βάσει... ? Πιθανότητα υπέρβασης PR

Πιθανότητα υπέρβασης PLR [%] ? 9.99

Περίοδος επαναφοράς TLR [έτη] ? 475.0

Εκθέτης k ? 3.000

**DL - Περιορισμός βλαβών**

Στάθμη επιτελεστικότητας DL ? 1η διαρραγή δοκού ή υποστ./τος\*

DL - Περίοδος επαναφοράς T\_DLR [Ετη] ? 72.1

DL - Πιθανότητα υπέρβασης P\_DLR [%] ? 50.00

Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση  $(\gamma_I^* a_g R)_{DL}$  ? 0.085

**SD - Σημαντικές βλάβες**

Στάθμη επιτελεστικότητας SD ? 1η υπέρβαση ορίου σε υποστ./μα ή κύρια δοκά\*

SD - Περίοδος επαναφοράς T\_SDR [Ετη] ? 474.6

SD - Πιθανότητα υπέρβασης P\_SDR [%] ? 10.00

Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση  $(\gamma_I^* a_g R)_{SD}$  ? 0.160

**NC - Οικονομική κατάρρευση**

Στάθμη επιτελεστικότητας NC ? Όχι

NC - Περίοδος επαναφοράς T\_NCR [Ετη] ? 974.8

NC - Πιθανότητα υπέρβασης P\_NCR [%] ? 5.00

Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση  $(\gamma_I^* a_g R)_{NC}$  ? 0.203

**Όρια επιτελεστικότητας**

Αριθμός υποστρωμάτων n ? 2

**Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής**

Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής ? EC8-1

Σεισμικός συντελεστής  $\epsilon$  ? 0.080

Εικ. 4.1 Επιλογή παραμέτρων πριν την ελαστική ανάλυση για  $q=1$

Προϋποθέσεις εφαρμογής ελαστικής δυναμικής ανάλυσης, ( $q=1$ ,  $a_g(10\%/50)=0.160$ )

### Έλεγχος μορφολογικής κανονικότητας [ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.5.1.2.γ]

Όροφος k [l]	Υψόμετρο [m]	Μέσο $\lambda_k$ [l]	$\lambda_k/\lambda_{k-1}$ [l]	[l]	Όριο [l]	$\lambda_k/\lambda_{k+1}$ [l]	[l]	Όριο [l]
1	4.15	1.52	-	-	-	1.02	<	1.50
2	7.85	1.56	1.02	<	1.50	1.03	<	1.50
3	11.55	1.59	1.03	<	1.50	1.27	<	1.50
4	15.25	1.25	1.27	<	1.50	-	-	-

Σημείωση: Το κτίριο δεν περιέχει καμπυλοαυξητικούς ορόφους. Για τον έλεγχο μορφολογικής κανονικότητας πρέπει να εξεταστούν και οι συνθήκες  $\alpha, \beta, \delta$  (ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.5.1.2)

### Έλεγχος προϋποθέσεων εφαρμογής ελαστικής δυναμικής ανάλυσης [ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.6.1]

Όροφος k [l]	Υψόμετρο [m]	Υποστ. [ $\lambda \leq 2.5$ ]	Υποστ. [ $\lambda > 2.5$ ]	Δοκοί [ $\lambda \leq 2.5$ ]	Δοκοί [ $\lambda > 2.5$ ]	Σύνολο [ $\lambda \leq 2.5$ ]	Σύνολο [ $\lambda > 2.5$ ]
1	4.15	20   100.0%	0   0.0%	39   86.7%	6   13.3%	59   90.8%	6   9.2%
2	7.85	18   100.0%	0   0.0%	25   78.1%	7   21.9%	43   86.0%	7   14.0%
3	11.55	18   100.0%	0   0.0%	25   78.1%	7   21.9%	43   86.0%	7   14.0%
4	15.25	18   100.0%	0   0.0%	32   100.0%	0   0.0%	50   100.0%	0   0.0%
Σύνολο	-	74   100.0%	0   0.0%	121   85.8%	20   14.2%	195   90.7%	20   9.3%

Εικ. 4.2 Έλεγχος προϋποθέσεων εφαρμογής ελαστικής ανάλυσης

Από την Εικόνα 4.2 προκύπτει ότι ισχύουν οι προϋποθέσεις εφαρμογής της ελαστικής ανάλυσης (§5.6.1.α&β ΚΑΝ.ΕΠΕ,2017). Δηλαδή ότι το υπό εξέταση κτίριο είναι μορφολογικά κανονικό και δεν φέρει ουσιώδεις βλάβες, γεγονός που μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε την ελαστική μέθοδο κατά την φάση της αποτίμησης του κτιρίου. Οι λόγοι ανεπάρκειας των μελών με  $\lambda > 1$  φαίνονται στην ανάλυση που ακολουθεί.

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Υπολογισμός ανάγκης ικανοτικού ελέγχου :

Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FEWIKAN.EXE"...  
Τέλος επίλυσης.

Πληροφορία I4001 ΟΙΚΟ: Τέλος ελέγχων.

Επίλυση δοκών :

Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FEBWN.EXE"...  
Τέλος επίλυσης.

Εφάλμα E6253 Δ 9.4(0):Αποτίμηση  $\Phi$ .I. υπό στατικά φορτία. Αστοχία σε κάμψη

Πληροφορία I6005 ΟΙΚΟ: ανιχνεύθηκαν λάθη σε 1 δοκούς του κτιρίου: KTIRIO\_Q\_1.tek

Επίλυση Υποστυλωμάτων :

Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESWN.EXE"...  
Τέλος επίλυσης.

Πληροφορία I8004 ΟΙΚΟ: ανιχνεύθηκαν λάθη σε 0 στύλους του κτιρίου: KTIRIO\_Q\_1.tek

Επίλυση στατικού συστήματος :

Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESPAN1.exe"...  
Τέλος επίλυσης.

Εφάλμα E3201 K 1(0)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.62, \lambda SD, j=1.68$

Εφάλμα E3201 K 1(1)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, j=1.25$

Εφάλμα E3201 K 1(2)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, j=1.45$

Εφάλμα E3201 K 1(3)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, j=1.09$

Εφάλμα E3201 K 2(0)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.15, \lambda SD, j=1.26$

Εφάλμα E3201 K 2(0)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.25$

Εφάλμα E3201 K 2(1)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.13, \lambda SD, j=1.18$

Εφάλμα E3201 K 2(1)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.22$

Εφάλμα E3201 K 2(2)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.39, \lambda SD, j=1.46$

Εφάλμα E3201 K 2(2)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.07$

Εφάλμα E3201 K 2(3)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, j=1.06$

Εφάλμα E3201 K 3(0)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.20, \lambda SD, j=1.30$

Εφάλμα E3201 K 3(0)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.25$

Εφάλμα E3201 K 3(1)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.21, \lambda SD, j=1.25$

Εφάλμα E3201 K 3(1)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.25$

Εφάλμα E3201 K 3(2)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.54, \lambda SD, j=1.60$

Εφάλμα E3201 K 3(2)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, z=1.23$

Εφάλμα E3201 K 3(3)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.06, \lambda SD, j=1.15$

Εφάλμα E3201 K 4(0)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.39, \lambda SD, j=1.59$

Εφάλμα E3201 K 4(1)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, j=1.28$

Εφάλμα E3201 K 4(2)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.05, \lambda SD, j=1.58$

Εφάλμα E3201 K 4(3)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, j=1.14$

Εφάλμα E3201 K 5(0)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.52, \lambda SD, j=1.70$

Εφάλμα E3201 K 5(1)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda DL, i=1.14, \lambda DL, j=1.12, \lambda SD, i=2.03, \lambda SD, j=2.01$

Εφάλμα E3201 K 5(1)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, z=1.18$

Εφάλμα E3201 K 5(2)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda DL, i=1.17, \lambda DL, j=1.18, \lambda SD, i=2.12, \lambda SD, j=2.14$

Εφάλμα E3201 K 5(2)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, z=1.02$

Εφάλμα E3201 K 5(3)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda DL, j=1.01, \lambda SD, i=1.73, \lambda SD, j=1.83$

Εφάλμα E3201 K 6(0)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.64, \lambda SD, j=1.71$

Εφάλμα E3201 K 6(0)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.57, \lambda VSD, z=1.58$

Εφάλμα E3201 K 6(1)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.10, \lambda SD, j=1.19$

Εφάλμα E3201 K 6(1)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.55$

Εφάλμα E3201 K 6(2)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.20, \lambda SD, j=1.31$

Εφάλμα E3201 K 6(2)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.48$

Εφάλμα E3201 K 6(3)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, j=1.02$

Εφάλμα E3201 K 7(0)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.64, \lambda SD, j=1.69$

Εφάλμα E3201 K 7(0)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.56, \lambda VSD, z=1.54$

Εφάλμα E3201 K 7(1)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.10, \lambda SD, j=1.20$

Εφάλμα E3201 K 7(1)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.55$

Εφάλμα E3201 K 7(2)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.21, \lambda SD, j=1.31$

Εφάλμα E3201 K 7(2)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.48$

Εφάλμα E3201 K 7(3)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.05, \lambda SD, j=1.14$

Εφάλμα E3201 K 8(0)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.55, \lambda SD, j=1.75$

Εφάλμα E3201 K 8(1)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda DL, i=1.10, \lambda DL, j=1.06, \lambda SD, i=2.02, \lambda SD, j=2.01$

Εφάλμα E3201 K 8(1)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, z=1.18$

Εφάλμα E3201 K 8(2)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda DL, i=1.14, \lambda DL, j=1.15, \lambda SD, i=2.08, \lambda SD, j=2.11$

Εφάλμα E3201 K 8(2)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, z=1.02$

Εφάλμα E3201 K 8(3)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.72, \lambda SD, j=1.83$

Εφάλμα E3201 K 9(0)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.42, \lambda SD, j=1.64$

Εφάλμα E3201 K 9(1)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda DL, i=1.16, \lambda DL, j=1.18, \lambda SD, i=2.16, \lambda SD, j=2.20$

Εφάλμα E3201 K 9(1)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, z=1.16$

Εφάλμα E3201 K 9(2)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda DL, j=1.01, \lambda SD, i=1.83, \lambda SD, j=1.88$

Εφάλμα E3201 K 9(2)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, z=1.06$

Εφάλμα E3201 K 9(3)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.50, \lambda SD, j=1.46$

Εφάλμα E3201 K 10(0)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.48, \lambda SD, j=1.51$

Εφάλμα E3201 K 10(0)  $\lambda V > 1.0$ :  $\lambda VSD, y=1.49, \lambda VSD, z=1.43$

Εφάλμα E3201 K 10(1)  $\lambda M > 1.0$ :  $\lambda SD, i=1.39, \lambda SD, j=1.39$

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Εφόλμα	E3201	K	10 (2)	λM>1.0:	λSD, i=1.35, λSD, j=1.44		
Εφόλμα	E3201	K	10 (2)	λV>1.0:	λVSD, γ=1.44, λVSD, z=1.07		
Εφόλμα	E3201	K	10 (3)	λM>1.0:	λSD, j=1.09		
Εφόλμα	E3201	K	11 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.57, λSD, j=1.52		
Εφόλμα	E3201	K	11 (0)	λV>1.0:	λVSD, γ=1.57, λVSD, z=1.50		
Εφόλμα	E3201	K	11 (1)	λM>1.0:	λSD, i=1.38, λSD, j=1.37		
Εφόλμα	E3201	K	11 (1)	λV>1.0:	λVSD, γ=1.58, λVSD, z=1.37		
Εφόλμα	E3201	K	11 (2)	λM>1.0:	λSD, i=1.33, λSD, j=1.47		
Εφόλμα	E3201	K	11 (2)	λV>1.0:	λVSD, γ=1.43, λVSD, z=1.05		
Εφόλμα	E3201	K	11 (3)	λM>1.0:	λSD, i=1.11, λSD, j=1.20		
Εφόλμα	E3201	K	12 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.42, λSD, j=1.66		
Εφόλμα	E3201	K	12 (1)	λM>1.0:	λDL, i=1.13, λDL, j=1.16, λSD, i=2.12, λSD, j=2.15		
Εφόλμα	E3201	K	12 (1)	λV>1.0:	λVSD, z=1.16		
Εφόλμα	E3201	K	12 (2)	λM>1.0:	λSD, i=1.75, λSD, j=1.80		
Εφόλμα	E3201	K	12 (2)	λV>1.0:	λVSD, z=1.04		
Εφόλμα	E3201	K	12 (3)	λM>1.0:	λSD, i=1.41, λSD, j=1.44		
Εφόλμα	E3201	K	13 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.04, λSD, j=1.21		
Εφόλμα	E3201	K	13 (1)	λM>1.0:	λSD, i=1.37, λSD, j=1.33		
Εφόλμα	E3201	K	13 (1)	λV>1.0:	λVSD, z=1.23		
Εφόλμα	E3201	K	13 (2)	λM>1.0:	λSD, i=1.32, λSD, j=1.41		
Εφόλμα	E3201	K	13 (2)	λV>1.0:	λVSD, z=1.18		
Εφόλμα	E3201	K	14 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.26, λSD, j=1.35		
Εφόλμα	E3201	K	14 (1)	λM>1.0:	λDL, i=1.16, λDL, j=1.15, λSD, i=2.28, λSD, j=2.24		
Εφόλμα	E3201	K	14 (1)	λV>1.0:	λVSD, z=1.20		
Εφόλμα	E3201	K	14 (2)	λM>1.0:	λDL, i=1.04, λDL, j=1.02, λSD, i=1.99, λSD, j=1.97		
Εφόλμα	E3201	K	14 (3)	λM>1.0:	λSD, i=1.24, λSD, j=1.34		
Εφόλμα	E3201	K	15 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.47, λSD, j=1.61		
Εφόλμα	E3201	K	15 (1)	λM>1.0:	λDL, i=1.17, λDL, j=1.16, λSD, i=2.29, λSD, j=2.25		
Εφόλμα	E3201	K	15 (1)	λV>1.0:	λVSD, z=1.18		
Εφόλμα	E3201	K	15 (2)	λM>1.0:	λDL, i=1.03, λDL, j=1.02, λSD, i=1.96, λSD, j=1.95		
Εφόλμα	E3201	K	15 (3)	λM>1.0:	λSD, i=1.25, λSD, j=1.35		
Εφόλμα	E3201	K	16 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.03, λSD, j=1.22		
Εφόλμα	E3201	K	16 (1)	λM>1.0:	λSD, i=1.35, λSD, j=1.30		
Εφόλμα	E3201	K	16 (1)	λV>1.0:	λVSD, z=1.20		
Εφόλμα	E3201	K	16 (2)	λM>1.0:	λSD, i=1.27, λSD, j=1.31		
Εφόλμα	E3201	K	16 (2)	λV>1.0:	λVSD, z=1.06		
Εφόλμα	E3201	K	17 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.22, λDL, j=1.28, λSD, i=2.29, λSD, j=2.41		
Εφόλμα	E3201	K	17 (1)	λM>1.0:	λDL, i=1.16, λDL, j=1.13, λSD, i=2.17, λSD, j=2.11		
Εφόλμα	E3201	K	17 (2)	λM>1.0:	λSD, i=1.60, λSD, j=1.60		
Εφόλμα	E3201	K	18 (0)	λM>1.0:	λSD, j=1.23		
Εφόλμα	E3201	K	19 (0)	λM>1.0:	λSD, j=1.19		
Εφόλμα	E3201	K	20 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.19, λDL, j=1.26, λSD, i=2.23, λSD, j=2.37		
Εφόλμα	E3201	K	20 (1)	λM>1.0:	λDL, i=1.13, λDL, j=1.10, λSD, i=2.12, λSD, j=2.05		
Εφόλμα	E3201	K	20 (2)	λM>1.0:	λSD, i=1.49, λSD, j=1.50		
Εφόλμα	E3201	Δ	1.1 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.83, λSD, i=3.41, λSD, j=1.80		

Εφόλμα	E3201	Δ	1.2 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.07, λDL, j=1.06, λSD, i=2.20, λSD, j=2.17		
Εφόλμα	E3201	Δ	1.3 (0)	λM>1.0:	λDL, j=1.96, λSD, i=1.81, λSD, j=3.68		
Εφόλμα	E3201	Δ	3.1 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.01, λSD, i=1.90, λSD, j=1.43		
Εφόλμα	E3201	Δ	3.2 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.11, λDL, j=1.22, λSD, i=2.16, λSD, j=2.36		
Εφόλμα	E3201	Δ	3.3 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.55, λSD, j=1.91		
Εφόλμα	E3201	Δ	4.1 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.78, λSD, j=1.50		
Εφόλμα	E3201	Δ	4.2 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.11, λDL, j=1.04, λSD, i=2.14, λSD, j=2.03		
Εφόλμα	E3201	Δ	4.3 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.40, λSD, j=1.79		
Εφόλμα	E3201	Δ	6.2 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.08, λSD, j=1.04		
Εφόλμα	E3201	Δ	7.1 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.48		
Εφόλμα	E3201	Δ	7.3 (0)	λM>1.0:	λSD, j=1.49		
Εφόλμα	E3201	Δ	8.1 (0)	λM>1.0:	λDL, j=1.29, λSD, j=2.45		
Εφόλμα	E3201	Δ	8.4 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.60, λSD, i=3.22		
Εφόλμα	E3201	Δ	8.5 (0)	λM>1.0:	λSD, j=1.54		
Εφόλμα	E3201	Δ	8.7 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.15		
Εφόλμα	E3201	Δ	8.8 (0)	λM>1.0:	λSD, j=1.80		
Εφόλμα	E3201	Δ	9.1 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.16, λSD, i=2.44		
Εφόλμα	E3201	Δ	9.4 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.07, λDL, j=1.03, λSD, i=2.19, λSD, j=2.13		
Εφόλμα	E3201	Δ	9.4 (0)	λV>1.0:	λVSD, i=1.52, λVSD, j=1.09		
Εφόλμα	E3201	Δ	9.6 (0)	λM>1.0:	λSD, j=1.26		
Εφόλμα	E3201	Δ	10.1 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.24, λSD, i=2.52		
Εφόλμα	E3201	Δ	10.1 (0)	λV>1.0:	λVSD, i=1.02		
Εφόλμα	E3201	Δ	10.3 (0)	λM>1.0:	λSD, j=1.31		
Εφόλμα	E3201	Δ	10.4 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.42, λSD, i=2.80, λSD, j=1.91		
Εφόλμα	E3201	Δ	10.4 (0)	λV>1.0:	λVDL, j=1.02, λVSD, i=1.49, λVSD, j=1.49		
Εφόλμα	E3201	Δ	10.6 (0)	λM>1.0:	λSD, j=1.28		
Εφόλμα	E3201	Δ	11.1 (0)	λM>1.0:	λDL, j=1.28, λSD, j=2.41		
Εφόλμα	E3201	Δ	11.4 (0)	λM>1.0:	λDL, i=1.59, λSD, i=3.18		
Εφόλμα	E3201	Δ	11.5 (0)	λM>1.0:	λSD, j=1.50		
Εφόλμα	E3201	Δ	11.7 (0)	λM>1.0:	λSD, i=1.12		
Εφόλμα	E3201	Δ	11.8 (0)	λM>1.0:	λSD, j=1.80		
Εφόλμα	E3201	Δ	1.1 (1)	λM>1.0:	λDL, i=1.22, λSD, i=2.29		
Εφόλμα	E3201	Δ	1.2 (1)	λM>1.0:	λSD, j=1.10		
Εφόλμα	E3201	Δ	1.3 (1)	λM>1.0:	λSD, i=1.13		
Εφόλμα	E3201	Δ	1.5 (1)	λM>1.0:	λSD, j=1.27		
Εφόλμα	E3201	Δ	1.6 (1)	λM>1.0:	λSD, i=1.46		
Εφόλμα	E3201	Δ	1.7 (1)	λM>1.0:	λDL, j=1.43, λSD, j=2.87		
Εφόλμα	E3201	Δ	2.1 (1)	λM>1.0:	λDL, i=1.14, λSD, i=2.16		
Εφόλμα	E3201	Δ	2.2 (1)	λM>1.0:	λSD, j=1.45		
Εφόλμα	E3201	Δ	2.3 (1)	λM>1.0:	λSD, i=2.06		
Εφόλμα	E3201	Δ	2.5 (1)	λM>1.0:	λSD, j=2.10		
Εφόλμα	E3201	Δ	2.6 (1)	λM>1.0:	λSD, i=1.41		
Εφόλμα	E3201	Δ	2.7 (1)	λM>1.0:	λSD, j=1.79		
Εφόλμα	E3201	Δ	3.1 (1)	λM>1.0:	λDL, i=1.09, λSD, i=2.09, λSD, j=1.64		
Εφόλμα	E3201	Δ	3.2 (1)	λM>1.0:	λDL, i=1.11, λDL, j=1.07, λSD, i=2.20, λSD, j=2.15		

### Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Σφάλμα	E3201	Δ	3.3(1)	λM>1.0:	λDL, j=1.11, λSD, i=1.58, λSD, j=2.12
Σφάλμα	E3201	Δ	4.2(1)	λM>1.0:	λSD, i=1.24, λSD, j=1.22
Σφάλμα	E3201	Δ	5.1(1)	λM>1.0:	λDL, j=1.29, λSD, j=2.48
Σφάλμα	E3201	Δ	5.4(1)	λM>1.0:	λDL, i=1.77, λSD, i=3.51, λSD, j=1.51
Σφάλμα	E3201	Δ	5.5(1)	λM>1.0:	λSD, i=1.04, λSD, j=1.20
Σφάλμα	E3201	Δ	5.6(1)	λM>1.0:	λDL, j=1.26, λSD, i=1.62, λSD, j=2.64
Σφάλμα	E3201	Δ	10.1(1)	λM>1.0:	λDL, i=1.50, λDL, j=1.79, λSD, i=2.90, λSD, j=3.49
Σφάλμα	E3201	Δ	11.1(1)	λM>1.0:	λDL, j=1.25, λSD, j=2.39
Σφάλμα	E3201	Δ	11.4(1)	λM>1.0:	λDL, i=1.72, λSD, i=3.40, λSD, j=1.46
Σφάλμα	E3201	Δ	11.5(1)	λM>1.0:	λSD, j=1.12
Σφάλμα	E3201	Δ	11.6(1)	λM>1.0:	λDL, j=1.31, λSD, i=1.68, λSD, j=2.78
Σφάλμα	E3201	Δ	12.1(1)	λM>1.0:	λDL, i=1.37, λDL, j=1.77, λSD, i=2.65, λSD, j=3.42
Σφάλμα	E3201	Δ	1.1(2)	λM>1.0:	λDL, i=1.10, λSD, i=2.18
Σφάλμα	E3201	Δ	1.6(2)	λM>1.0:	λSD, i=1.12
Σφάλμα	E3201	Δ	1.7(2)	λM>1.0:	λDL, j=1.15, λSD, j=2.34
Σφάλμα	E3201	Δ	2.1(2)	λM>1.0:	λDL, i=1.46, λSD, i=2.82
Σφάλμα	E3201	Δ	2.7(2)	λM>1.0:	λDL, j=1.08, λSD, j=1.98
Σφάλμα	E3201	Δ	3.1(2)	λM>1.0:	λDL, i=1.10, λSD, i=2.11
Σφάλμα	E3201	Δ	3.2(2)	λM>1.0:	λSD, i=1.14, λSD, j=1.12
Σφάλμα	E3201	Δ	3.3(2)	λM>1.0:	λDL, j=1.17, λSD, j=2.20
Σφάλμα	E3201	Δ	4.2(2)	λM>1.0:	λSD, i=1.13, λSD, j=1.12
Σφάλμα	E3201	Δ	5.1(2)	λM>1.0:	λSD, j=1.63
Σφάλμα	E3201	Δ	5.4(2)	λM>1.0:	λDL, i=1.98, λSD, i=4.00
Σφάλμα	E3201	Δ	5.5(2)	λM>1.0:	λSD, j=1.06
Σφάλμα	E3201	Δ	5.6(2)	λM>1.0:	λDL, j=1.86, λSD, i=1.35, λSD, j=4.03
Σφάλμα	E3201	Δ	10.1(2)	λM>1.0:	λDL, i=1.20, λDL, j=1.67, λSD, i=2.18, λSD, j=3.27
Σφάλμα	E3201	Δ	11.1(2)	λM>1.0:	λDL, j=1.16, λSD, j=2.11
Σφάλμα	E3201	Δ	11.4(2)	λM>1.0:	λDL, i=1.94, λSD, i=3.92
Σφάλμα	E3201	Δ	11.6(2)	λM>1.0:	λDL, j=1.85, λSD, i=1.41, λSD, j=4.08
Σφάλμα	E3201	Δ	12.1(2)	λM>1.0:	λDL, i=1.19, λDL, j=1.68, λSD, i=2.16, λSD, j=3.31
Σφάλμα	E3201	Δ	1.1(3)	λM>1.0:	λSD, i=1.08
Σφάλμα	E3201	Δ	1.7(3)	λM>1.0:	λDL, j=1.10, λSD, j=1.93
Σφάλμα	E3201	Δ	2.1(3)	λM>1.0:	λSD, i=1.43
Σφάλμα	E3201	Δ	2.7(3)	λM>1.0:	λSD, j=1.48
Σφάλμα	E3201	Δ	3.1(3)	λM>1.0:	λSD, i=1.07
Σφάλμα	E3201	Δ	3.3(3)	λM>1.0:	λSD, j=1.10
Σφάλμα	E3201	Δ	5.4(3)	λM>1.0:	λDL, i=1.16, λSD, i=2.35
Σφάλμα	E3201	Δ	5.6(3)	λM>1.0:	λDL, j=1.05, λSD, j=2.11
Σφάλμα	E3201	Δ	10.1(3)	λM>1.0:	λSD, i=1.07
Σφάλμα	E3201	Δ	11.4(3)	λM>1.0:	λDL, i=1.14, λSD, i=2.29

Εικ. 4.3 Αποτελέσματα επίλυσης από την επίλυση φορέα με ελαστική δυναμική μέθοδο, για  $q=1$

Σε ενενήντα ένα υποστυλώματα και σε ογδόντα έξι δοκούς ο δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda > 1$ . Πάντως δεν υπάρχουν μέλη με πολύ μεγάλο δείκτη ανεπάρκειας (μόνο σε ένα υποστυλώμα παρατηρείται  $\lambda=4.00$ ), γεγονός που δηλώνει ότι είναι σκόπιμη η περαιτέρω διαδικασία αποτίμησης του εξεταζόμενου κτιρίου.

### 4.3 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΪΣΤΟΡΙΑΣ) ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΟΥ ΚΑΘΟΛΙΚΟΥ ΔΕΙΚΤΗ $q$

Σε περίπτωση εφαρμογής γραμμικών μεθόδων ανάλυσης, με καθολικό δείκτη συμπεριφοράς  $q$ , χρησιμοποιούνται τα «φάσματα σχεδιασμού»,  $S_d(T)$ .

Ανάλογα με την στάθμη επιτελεστικότητας για την αποτίμηση ή τον ανασχεδιασμό του φέροντος οργανισμού του κτιρίου (βλ. Κεφ. 2), λαμβάνονται υπόψη οι διαφοροποιημένες τιμές  $q^*$  που δίνονται στον παρακάτω Πίνακα του ΚΑΝ.ΕΠΕ., με τιμή αναφοράς  $q'$  την τιμή που ισχύει για στάθμη επιτελεστικότητας B («Σημαντικές βλάβες»), η οποία αντιστοιχεί στις προβλέψεις και διατάξεις του ΕΚ 8-1, όπως αυτές ισχύουν για τον σχεδιασμό νέων κτιρίων (§4.6.1.β ΚΑΝ.ΕΠΕ,2017).

Πίνακας 4.3 Τιμές του λόγου  $q^*/q'$  αναλόγως του στόχου επανελέγχου (για τον φέροντα οργανισμό) (Πίνακας 4.1 ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017)

Στάθμη επιτελεστικότητας		
«Περιορισμένες βλάβες» (A)	«Σημαντικές βλάβες» (B)	«Οιονεί κατάρρευση» (Γ)
0,6 πάντως δε $1,0 < q^* < 1,5$	1,0	1,4

Κατά τη φάση της αποτίμησης του κτιρίου, η τιμή  $q'$  θα επιλέγεται λαμβάνοντας υπόψη τα εξής: την επάρκεια των Κανονισμών κατά την περίοδο μελέτης και κατασκευής του κτιρίου, την τυχούσα ύπαρξη ουσιωδών βλαβών (και φθορών), κυρίως σε πρωτεύοντα δομικά στοιχεία, την κανονικότητα κατανομής των εντός ορόφου αλλά και κατ' όροφον υπεραντοχών (καθ' ύψος του δομήματος) και τον βαθμό αποκλεισμού δημιουργίας «μαλακού» ορόφου, το πλήθος δομικών στοιχείων στα οποία αναμένεται να εμφανισθούν πλαστικές αρθρώσεις, και το οποίο εξαρτάται από την υπερστατικότητα και την κανονικότητα του δομήματος, την ιεράρχηση της εμφάνισης αστοχιών και τον βαθμό αποκλεισμού τους στα πρωτεύοντα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία και στους κόμβους, τους τρόπους αστοχίας (πλάστιμοι ή ψαθυροί), τη διαθέσιμη τοπική πλαστιμότητα στις περιοχές ελέγχου του κάθε δομικού στοιχείου, και τους διαθέσιμους επικουρικούς μηχανισμούς αντισεισμικής συμπεριφοράς όπως είναι οι τοιχοπληρώσεις, τα διαφράγματα κ.λπ..

Ο ενιαίος δείκτης συμπεριφοράς διαφέρει αναλόγως και του αν το κτίριο έχει ή δεν έχει αρχικώς σχεδιασθεί αντισεισμικώς με την λογική του δείκτη συμπεριφοράς. Ουσιώδεις βλάβες (και φθορές) θεωρούνται αυτές που έχουν οδηγήσει σε απομείωση φέρουσας ικανότητας μεγαλύτερη του 25% ( $rR \leq 0,75$ ).

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Όταν δεν διατίθενται λεπτομερέστερα στοιχεία, επιτρέπεται να εφαρμοσθούν ως μέγιστες οι τιμές του Πίνακα Σ 4.4 του ΚΑΝ.ΕΠΕ. που ακολουθεί, αναλόγως των βλαβών και των τοιχοπληρώσεων (στο σύνολο του κτιρίου).

Πίνακας 4.4 . Τιμές του δείκτη συμπεριφοράς  $q'$  για την στάθμη επιτελεστικότητας B («Σημαντικές Βλάβες») (Πίνακας Σ 4.4 ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017)

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

Κάνοντας χρήση των τελευταίων δύο πινάκων και με δεδομένα τα στοιχεία του υπό εξέταση κτιρίου (εφαρμοσθέντες κανονισμοί <1985, στάθμη επιτελεστικότητας B, απουσία τοιχοπληρώσεων και χωρίς ουσιώδεις βλάβες σε πρωτεύοντα στοιχεία) θα υιοθετηθεί στην παρούσα ελαστική ανάλυση ο καθολικός δείκτης συμπεριφοράς  $q=1,7$ , όπως φαίνεται και στην Εικόνα 4.4.

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής q | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Διαμορφώσιμος | Σύμμικτα | Τοιχοπήρωση | Υλικά - Αποτίμηση | Αποτίμηση | Φάσμα - Αποτίμηση | Φέρει

**Γενικά**

Τυχαματική εκκεντρότητα	?	Όχι
Φαινόμενα 2ας τάξης (P-Δ)	?	Ναι
Πλήθος Αξονικών (Αλληλεπίδραση N-My-Mz)	?	5
Γωνία στροφής κορδής θη για ορθογωνικές διατομές	?	Εμπειρικό μοντέλο (EC8-3 (A.1))
γ <sub>el</sub> για VR [ΚΑΝΕΠΕ ΠΑΡ. 7Γ, ή EC8 A3.3.1]	?	1.000
Επιρροή περιβαλλόντων στα διαγράμματα ανοταχής	?	Ναι
Γωνία στροφής κορδής BSD (BB) βάσει	?	EC8
Έλεγχος διάτμησης κόμβου	?	Ναι

**Pushover**

A' Κατανομή φόρτισης	?	Ομοιόμορφη
B' Κατανομή φόρτισης	?	Ισομορφική
Συντελεστής συνδυασμού εγκάρσιας φόρτισης [%]	?	30.0
Άοπτες τοιχοπήρωσεις ενεργές	?	Ναι
Ενισχυμένες τοιχοπήρωσεις ενεργές	?	Ναι
Τοιχοματώσεις πλαίσιων ενεργές	?	Ναι
Υπολογισμός στοχευόμενης μετακίνησης	?	Ναι
Έλεγχος VRSLs, VRsqat	?	Ναι

**Μέθοδος m, q**

Αποτίμηση με ελαστική ανάλυση	?	Μέθοδος συντελεστή q
Αύξηση m, q	?	Όχι
Συντελεστής αύξησης m, q	?	1.250
Συντ. υπερανταχής q <sub>UDL</sub>	?	1.000
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς q <sub>D</sub>	?	1.100
Συντ. υπερανταχής q <sub>SD</sub>	?	1.100
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς q <sub>SD</sub>	?	1.700
Συντ. υπερανταχής q <sub>NC</sub>	?	1.100
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς q <sub>NC</sub>	?	2.400
Μέγιστη τιμή συντελεστών m, m <sub>max</sub> <q'k, k=...	?	10.000
Έλεγχος VRSLs, VRsqat	?	Ναι
Έλεγχος διάτμησης δοκών	?	Ναι



## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής q | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα | Τοιχοπήρωση | Υλικά - Αποτίμηση | Αποτίμηση | Φάσμα - Αποτίμηση | Φέρει

Χαρακτηριστικά φάσματος	
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση $agR$ [g]	0.160
Συντελεστής σπουδαιότητας $\gamma$	1.000
Παράμετροι φάσματος - Τιμές αναφοράς (Σπουδαιότητα II)	
Συμβατικός χρόνος ζωής TL [έτη]	50
Υπολογισμός φάσματος απαίτησης βάσει...	Πιθανότητα υπέρβασης PR
Πιθανότητα υπέρβασης PLR [%]	9.99
Περίοδος επαναφοράς TLR [έτη]	475.0
Εκθέτης k	3.000
DL - Περιορισμός βλαβών	
Στάθμη επιτελεστικότητας DL	1η διαρροή δοκού ή υποστ./τος*
DL - Περίοδος επαναφοράς T_DLR [Έτη]	72.1
DL - Πιθανότητα υπέρβασης P_DLR [%]	50.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση ( $\gamma \cdot agR$ )_DL	0.085
SD - Σημαντικές βλάβες	
Στάθμη επιτελεστικότητας SD	1η υπέρβαση ορίου σε υποστ./μα ή κύρια δοκό*
SD - Περίοδος επαναφοράς T_SDR [Έτη]	474.6
SD - Πιθανότητα υπέρβασης P_SDR [%]	10.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση ( $\gamma \cdot agR$ )_SD	0.160
NC - Οιονεί κατάρρευση	
Στάθμη επιτελεστικότητας NC	Όχι
NC - Περίοδος επαναφοράς T_NCR [Έτη]	974.8
NC - Πιθανότητα υπέρβασης P_NCR [%]	5.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση ( $\gamma \cdot agR$ )_NC	0.203
Όρια επιτελεστικότητας	
Αριθμός υποστρωμάτων n	2
Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής	
Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής	EC8-1
Σεισμικός συντελεστής e	0.080

Εικ. 4.4 Επιλογή παραμέτρων πριν την ελαστική ανάλυση για  $q=1.7$

Οι λόγοι ανεπάρκειας των μελών με  $\lambda > 1$  φαίνονται στην Εικόνα 4.5 που ακολουθεί.

**Χρονοϊστορία - Λόγοι επάρκειας μελών (Απαίτηση/Ικανότητα)**

(Ανάλυση χωρίς άοπλες τοιχοπληρώσεις)

**Πίνακες δοκών****Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας Δοκών**

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λελ (10% / 50)	DL	SD	DL	SD
		λ (q=1.10)	λ (q=1.70)	λγγ	λγγ
Δ1.1(0), Λ 32(0), κ	5.62!	<b>2.75!</b>	<b>3.32!</b>	0.30	0.92
Δ1.1(0), 2(0), κ	2.96!	<b>1.23!</b>	<b>1.58!</b>	0.42	0.43
Δ1.2(0), 2(0), κ	3.62!	<b>1.58!</b>	<b>1.99!</b>	0.48	0.52
Δ1.2(0), 3(0), κ	3.58!	<b>1.55!</b>	<b>1.96!</b>	0.48	0.51
Δ1.3(0), 3(0), κ	2.98!	<b>1.23!</b>	<b>1.58!</b>	0.41	0.42
Δ1.3(0), Λ 33(0), κ	6.09!	<b>2.95!</b>	<b>3.58!</b>	0.31	0.97
Δ2.1(0), Λ 25(0), κ	0.10	0.08	0.08	0.16	0.18
Δ2.1(0), Λ 26(0), κ	0.33	0.23	0.25	0.23	0.24
Δ2.2(0), Λ 26(0), κ	0.34	0.24	0.26	0.18	0.21
Δ2.2(0), Λ 27(0), κ	0.35	0.25	0.27	0.18	0.21
Δ2.3(0), Λ 27(0), κ	0.34	0.25	0.26	0.23	0.25
Δ2.3(0), Λ 28(0), κ	0.11	0.08	0.09	0.16	0.18
Δ3.1(0), 5(0), κ	3.12!	<b>1.50!</b>	<b>1.82!</b>	0.50	0.89
Δ3.1(0), 6(0), κ	2.36	<b>1.02!</b>	<b>1.29!</b>	0.49	0.59
Δ3.2(0), 6(0), κ	3.57!	<b>1.66!</b>	<b>2.04!</b>	0.97	0.98
Δ3.2(0), 7(0), κ	3.89!	<b>1.82!</b>	<b>2.23!</b>	0.96	0.98
Δ3.3(0), 7(0), κ	2.55!	<b>1.11!</b>	<b>1.40!</b>	0.48	0.57
Δ3.3(0), 8(0), κ	3.13!	<b>1.51!</b>	<b>1.83!</b>	0.46	0.85
Δ4.1(0), 9(0), κ	2.93!	<b>1.40!</b>	<b>1.71!</b>	0.47	0.82
Δ4.1(0), 10(0), κ	2.48	<b>1.11!</b>	<b>1.38!</b>	0.45	0.56
Δ4.2(0), 10(0), κ	3.52!	<b>1.66!</b>	<b>2.03!</b>	0.61	0.67
Δ4.2(0), 11(0), κ	3.34!	<b>1.54!</b>	<b>1.90!</b>	0.91	0.97
Δ4.3(0), 11(0), κ	2.31	1.00	<b>1.26!</b>	0.48	0.58
Δ4.3(0), 12(0), κ	2.94!	<b>1.42!</b>	<b>1.72!</b>	0.47	0.81
Δ5.1(0), Λ 21(0), κ	0.10	0.06	0.07	0.13	0.15
Δ5.1(0), Λ 22(0), κ	0.19	0.13	0.14	0.16	0.18
Δ5.2(0), Λ 22(0), κ	0.19	0.12	0.14	0.11	0.12
Δ5.2(0), Λ 23(0), κ	0.26	0.20	0.22	0.15	0.16
Δ5.3(0), Λ 23(0), κ	0.27	0.21	0.22	0.18	0.20
Δ5.3(0), Λ 24(0), κ	0.11	0.07	0.08	0.12	0.13
Δ6.1(0), Λ 30(0), κ	1.47	0.70	0.85	0.21	0.24
Δ6.1(0), 14(0), κ	1.17	0.46	0.60	0.25	0.36
Δ6.2(0), 14(0), κ	1.78	0.77	0.97	0.33	0.51
Δ6.2(0), 15(0), κ	1.71	0.72	0.92	0.33	0.52
Δ6.3(0), 15(0), κ	1.09	0.40	0.54	0.25	0.36
Δ6.3(0), Λ 36(0), κ	1.44	0.69	0.84	0.21	0.23
Δ7.1(0), 17(0), κ	2.44	<b>1.18!</b>	<b>1.43!</b>	0.24	0.27
Δ7.1(0), 18(0), κ	1.20	0.60	0.69	0.32	0.34
Δ7.2(0), 18(0), κ	1.42	0.61	0.72	0.32	0.42
Δ7.2(0), 19(0), κ	1.39	0.59	0.72	0.32	0.42
Δ7.3(0), 19(0), κ	1.20	0.60	0.69	0.32	0.33
Δ7.3(0), 20(0), κ	2.44	<b>1.17!</b>	<b>1.43!</b>	0.24	0.27
Δ8.1(0), 17(0), κ	0.70	0.33	0.41	0.59	0.83
Δ8.1(0), Λ 30(0), κ	4.04!	<b>1.94!</b>	<b>2.36!</b>	0.64	0.96
Δ8.4(0), Λ 29(0), κ	5.30!	<b>2.37!</b>	<b>2.95!</b>	0.53	0.65
Δ8.5(0), 9(0), κ	2.53!	<b>1.15!</b>	<b>1.42!</b>	0.46	0.57
Δ8.6(0), 9(0), κ	1.48	0.62	0.79	0.40	0.64
Δ8.6(0), 5(0), κ	0.95	0.45	0.51	0.37	0.58
Δ8.7(0), 5(0), κ	1.90	0.80	0.97	0.38	0.39
Δ8.8(0), Λ 31(0), κ	2.97!	<b>1.35!</b>	<b>1.60!</b>	0.35	0.35
Δ9.1(0), 18(0), κ	4.02!	<b>1.70!</b>	<b>2.16!</b>	0.64	<b>1.14!</b>
Δ9.1(0), 14(0), κ	0.99	0.44	0.55	0.60	<b>1.11!</b>
Δ9.2(0), 14(0), κ	1.40	0.58	0.74	0.55	0.64
Δ9.3(0), 10(0), κ	1.49	0.66	0.74	0.67	0.67
Δ9.4(0), 10(0), κ	3.61!	<b>1.57!</b>	<b>1.98!</b>	<b>1.06!</b>	<b>1.10!</b>
Δ9.4(0), 6(0), κ	3.51!	<b>1.52!</b>	<b>1.91!</b>	<b>1.10!</b>	<b>1.10!</b>
Δ9.5(0), 6(0), κ	1.66	0.65	0.75	0.51	0.51
Δ9.6(0), 2(0), κ	2.06	<b>1.06!</b>	<b>1.24!</b>	0.48	0.48
Δ10.1(0), 19(0), κ	4.16!	<b>1.83!</b>	<b>2.29!</b>	0.68	<b>1.18!</b>

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, όγκο, Κύριο / Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10% / 50)	DL λ (q=1.10)	SD λ (q=1.70)	DL λγ	SD
Δ10.1(0), 15(0), κ	1.17	0.61	0.72	0.64	<b>1.14!</b>
Δ10.2(0), 15(0), κ	1.58	0.77	0.93	0.42	0.58
Δ10.3(0), 11(0), κ	2.16	0.83	<b>1.09!</b>	0.44	0.63
Δ10.4(0), 11(0), κ	4.61!	<b>2.10!</b>	<b>2.61!</b>	<b>1.04!</b>	<b>1.04!</b>
Δ10.4(0), 7(0), κ	3.15!	<b>1.35!</b>	<b>1.71!</b>	<b>1.24!</b>	<b>1.24!</b>
Δ10.5(0), 7(0), κ	1.48	0.65	0.74	0.51	0.51
Δ10.6(0), 3(0), κ	2.11	<b>1.06!</b>	<b>1.24!</b>	0.51	0.51
Δ11.1(0), 20(0), κ	0.70	0.33	0.41	0.59	0.83
Δ11.1(0), Λ 36(0), κ	3.98!	<b>1.91!</b>	<b>2.32!</b>	0.63	0.97
Δ11.4(0), Λ 35(0), κ	5.25!	<b>2.35!</b>	<b>2.93!</b>	0.52	0.66
Δ11.5(0), 12(0), κ	2.47	<b>1.12!</b>	<b>1.39!</b>	0.47	0.56
Δ11.6(0), 12(0), κ	1.51	0.64	0.82	0.40	0.64
Δ11.6(0), 8(0), κ	0.97	0.46	0.53	0.38	0.59
Δ11.7(0), 8(0), κ	1.85	0.79	0.95	0.38	0.39
Δ11.8(0), Λ 34(0), κ	2.96!	<b>1.28!</b>	<b>1.58!</b>	0.36	0.36
Δ1.1(1), Λ 32(1), κ	3.76!	<b>1.83!</b>	<b>2.19!</b>	0.30	0.40
Δ1.2(1), 2(1), κ	1.63	0.78	0.88	0.39	0.39
Δ1.3(1), 2(1), κ	1.86	0.80	0.91	0.42	0.42
Δ1.5(1), 3(1), κ	2.09	0.73	1.00	0.48	0.48
Δ1.6(1), 3(1), κ	2.40	0.83	<b>1.14!</b>	0.44	0.44
Δ1.7(1), 4(1), κ	4.72!	<b>2.12!</b>	<b>2.64!</b>	0.36	0.57
Δ2.1(1), 5(1), κ	3.56!	<b>1.70!</b>	<b>2.07!</b>	0.32	0.60
Δ2.2(1), 6(1), κ	2.38	0.82	<b>1.10!</b>	0.47	0.47
Δ2.3(1), 6(1), κ	3.39!	<b>1.38!</b>	<b>1.79!</b>	0.72	0.72
Δ2.5(1), 7(1), κ	3.47!	<b>1.45!</b>	<b>1.85!</b>	0.56	0.56
Δ2.6(1), 7(1), κ	2.32	0.74	<b>1.06!</b>	0.54	0.54
Δ2.7(1), 8(1), κ	2.95!	<b>1.45!</b>	<b>1.75!</b>	0.30	0.55
Δ3.1(1), 9(1), κ	3.45!	<b>1.61!</b>	<b>1.98!</b>	0.37	0.67
Δ3.1(1), 10(1), κ	2.70!	<b>1.13!</b>	<b>1.45!</b>	0.48	0.51
Δ3.2(1), 10(1), κ	3.62!	<b>1.64!</b>	<b>2.04!</b>	0.54	0.66
Δ3.2(1), 11(1), κ	3.54!	<b>1.57!</b>	<b>1.97!</b>	0.51	0.54
Δ3.3(1), 11(1), κ	2.59!	<b>1.04!</b>	<b>1.35!</b>	0.46	0.48
Δ3.3(1), 12(1), κ	3.50!	<b>1.66!</b>	<b>2.03!</b>	0.35	0.67
Δ4.1(1), Λ 30(1), κ	1.57	0.75	0.91	0.20	0.25
Δ4.1(1), 14(1), κ	1.39	0.61	0.77	0.22	0.33
Δ4.2(1), 14(1), κ	2.04	0.94	<b>1.16!</b>	0.30	0.49
Δ4.2(1), 15(1), κ	2.00	0.90	<b>1.12!</b>	0.32	0.49
Δ4.3(1), 15(1), κ	1.34	0.56	0.72	0.22	0.33
Δ4.3(1), Λ 36(1), κ	1.60	0.76	0.93	0.20	0.24
Δ5.1(1), 17(1), κ	0.88	0.41	0.51	0.57	0.58
Δ5.1(1), Λ 30(1), κ	4.09!	<b>1.93!</b>	<b>2.36!</b>	0.52	0.83
Δ5.4(1), Λ 29(1), κ	5.79!	<b>2.62!</b>	<b>3.25!</b>	0.46	0.55
Δ5.4(1), 9(1), κ	2.49	<b>1.12!</b>	<b>1.40!</b>	0.46	0.55
Δ5.5(1), 9(1), κ	1.63	0.68	0.87	0.50	0.66
Δ5.5(1), 5(1), κ	1.97	0.87	<b>1.09!</b>	0.44	0.63
Δ5.6(1), 5(1), κ	2.67!	<b>1.12!</b>	<b>1.43!</b>	0.33	0.39
Δ5.6(1), Λ 31(1), κ	4.36!	<b>1.83!</b>	<b>2.34!</b>	0.32	0.35
Δ6.1(1), Λ 23(1), κ	0.12	0.06	0.07	0.20	0.21
Δ6.1(1), Λ 18(1), κ	0.13	0.07	0.09	0.20	0.20
Δ7.1(1), Λ 24(1), κ	0.22	0.10	0.13	0.19	0.21
Δ7.1(1), Λ 19(1), κ	0.17	0.08	0.10	0.18	0.18
Δ8.1(1), Λ 25(1), κ	0.31	0.14	0.17	0.19	0.20
Δ8.1(1), Λ 21(1), κ	0.24	0.11	0.14	0.18	0.16
Δ9.1(1), Λ 26(1), κ	0.11	0.06	0.07	0.20	0.21
Δ9.1(1), Λ 22(1), κ	0.13	0.07	0.08	0.20	0.20
Δ10.1(1), 14(1), κ	4.77!	<b>2.22!</b>	<b>2.73!</b>	0.44	0.64
Δ10.1(1), 10(1), κ	5.74!	<b>2.66!</b>	<b>3.28!</b>	0.44	0.46
Δ11.1(1), 20(1), κ	0.85	0.40	0.49	0.57	0.58
Δ11.1(1), Λ 36(1), κ	3.94!	<b>1.86!</b>	<b>2.28!</b>	0.53	0.81
Δ11.4(1), Λ 35(1), κ	5.60!	<b>2.54!</b>	<b>3.15!</b>	0.44	0.56
Δ11.4(1), 12(1), κ	2.40	<b>1.08!</b>	<b>1.34!</b>	0.47	0.52
Δ11.5(1), 12(1), κ	1.60	0.67	0.85	0.49	0.65
Δ11.5(1), 8(1), κ	1.84	0.81	<b>1.02!</b>	0.47	0.72
Δ11.6(1), 8(1), κ	2.76!	<b>1.18!</b>	<b>1.50!</b>	0.38	0.46
Δ11.6(1), Λ 34(1), κ	4.59!	<b>1.90!</b>	<b>2.44!</b>	0.31	0.32
Δ12.1(1), 15(1), κ	4.35!	<b>2.03!</b>	<b>2.50!</b>	0.42	0.62
Δ12.1(1), 11(1), κ	5.64!	<b>2.63!</b>	<b>3.23!</b>	0.44	0.46
Δ1.1(2), Λ 32(2), κ	3.59!	<b>1.63!</b>	<b>2.02!</b>	0.27	0.30

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10% / 50)	DL λ (q=1.10)	SD λ (q=1.70)	DL λ <sub>vy</sub>	SD
Δ1.2(2), 2(2), κ	1.08	0.68	0.76	0.33	0.33
Δ1.3(2), 2(2), κ	1.14	0.71	0.80	0.38	0.38
Δ1.5(2), 3(2), κ	1.43	0.72	0.81	0.39	0.39
Δ1.6(2), 3(2), κ	1.84	0.86	0.98	0.36	0.36
Δ1.7(2), 4(2), κ	3.86!	<b>1.69!</b>	<b>2.12!</b>	0.34	0.40
Δ2.1(2), 5(2), κ	4.64!	<b>2.17!</b>	<b>2.67!</b>	0.34	0.53
Δ2.2(2), 6(2), κ	1.24	0.71	0.79	0.36	0.36
Δ2.3(2), 6(2), κ	1.45	0.66	0.75	0.42	0.42
Δ2.5(2), 7(2), κ	1.54	0.53	0.70	0.46	0.49
Δ2.6(2), 7(2), κ	1.28	0.59	0.66	0.45	0.45
Δ2.7(2), 8(2), κ	3.26!	<b>1.63!</b>	<b>1.95!</b>	0.32	0.43
Δ3.1(2), 9(2), κ	3.46!	<b>1.64!</b>	<b>2.00!</b>	0.30	0.36
Δ3.1(2), 10(2), κ	1.42	0.55	0.69	0.42	0.45
Δ3.2(2), 10(2), κ	1.88	0.77	1.00	0.41	0.54
Δ3.2(2), 11(2), κ	1.85	0.73	0.95	0.43	0.54
Δ3.3(2), 11(2), κ	1.38	0.59	0.67	0.43	0.43
Δ3.3(2), 12(2), κ	3.61!	<b>1.74!</b>	<b>2.11!</b>	0.27	0.38
Δ4.1(2), λ 30(2), κ	1.43	0.68	0.82	0.19	0.24
Δ4.1(2), 14(2), κ	1.29	0.57	0.71	0.21	0.31
Δ4.2(2), 14(2), κ	1.86	0.85	<b>1.06!</b>	0.29	0.45
Δ4.2(2), 15(2), κ	1.83	0.82	<b>1.03!</b>	0.30	0.45
Δ4.3(2), 15(2), κ	1.24	0.52	0.66	0.22	0.32
Δ4.3(2), λ 36(2), κ	1.46	0.69	0.85	0.19	0.24
Δ5.1(2), 17(2), κ	0.67	0.31	0.38	0.42	0.58
Δ5.1(2), λ 30(2), κ	2.69!	<b>1.24!</b>	<b>1.53!</b>	0.39	0.69
Δ5.4(2), λ 29(2), κ	6.63!	<b>2.93!</b>	<b>3.67!</b>	0.46	0.68
Δ5.4(2), 9(2), κ	1.53	0.67	0.84	0.42	0.44
Δ5.5(2), 9(2), κ	1.08	0.46	0.56	0.42	0.65
Δ5.5(2), 5(2), κ	1.75	0.75	0.95	0.43	0.66
Δ5.6(2), 5(2), κ	2.23	0.94	<b>1.17!</b>	0.28	0.35
Δ5.6(2), λ 31(2), κ	6.66!	<b>2.71!</b>	<b>3.50!</b>	0.31	0.34
Δ6.1(2), λ 23(2), κ	0.08	0.05	0.05	0.20	0.21
Δ6.1(2), λ 18(2), κ	0.11	0.06	0.07	0.20	0.20
Δ7.1(2), λ 24(2), κ	0.14	0.07	0.08	0.19	0.20
Δ7.1(2), λ 19(2), κ	0.13	0.07	0.08	0.18	0.18
Δ8.1(2), λ 25(2), κ	0.20	0.09	0.11	0.19	0.20
Δ8.1(2), λ 21(2), κ	0.18	0.09	0.11	0.18	0.17
Δ9.1(2), λ 26(2), κ	0.08	0.05	0.05	0.20	0.21
Δ9.1(2), λ 22(2), κ	0.11	0.06	0.07	0.20	0.20
Δ10.1(2), 14(2), κ	3.59!	<b>1.82!</b>	<b>2.17!</b>	0.24	0.52
Δ10.1(2), 10(2), κ	5.40!	<b>2.49!</b>	<b>3.07!</b>	0.40	0.44
Δ11.1(2), 20(2), κ	0.63	0.29	0.36	0.41	0.48
Δ11.1(2), λ 36(2), κ	3.46!	<b>1.74!</b>	<b>2.09!</b>	0.38	0.64
Δ11.4(2), λ 35(2), κ	6.47!	<b>2.86!</b>	<b>3.58!</b>	0.44	0.70
Δ11.4(2), 12(2), κ	1.46	0.63	0.79	0.42	0.42
Δ11.5(2), 12(2), κ	1.08	0.45	0.56	0.41	0.61
Δ11.5(2), 8(2), κ	1.52	0.64	0.82	0.41	0.62
Δ11.6(2), 8(2), κ	2.32	0.97	<b>1.24!</b>	0.28	0.39
Δ11.6(2), λ 34(2), κ	6.77!	<b>2.68!</b>	<b>3.49!</b>	0.30	0.32
Δ12.1(2), 15(2), κ	3.56!	<b>1.80!</b>	<b>2.15!</b>	0.25	0.51
Δ12.1(2), 11(2), κ	5.46!	<b>2.49!</b>	<b>3.09!</b>	0.40	0.45
Δ1.1(3), λ 32(3), κ	1.79	0.84	<b>1.03!</b>	0.25	0.28
Δ1.2(3), 2(3), κ	0.74	0.53	0.57	0.27	0.27
Δ1.3(3), 2(3), κ	0.85	0.58	0.63	0.33	0.33
Δ1.5(3), 3(3), κ	1.12	0.73	0.81	0.34	0.35
Δ1.6(3), 3(3), κ	1.31	0.83	0.93	0.27	0.27
Δ1.7(3), 4(3), κ	3.18!	<b>1.67!</b>	<b>1.97!</b>	0.28	0.32
Δ2.1(3), 5(3), κ	2.36	<b>1.13!</b>	<b>1.36!</b>	0.26	0.30
Δ2.2(3), 6(3), κ	0.72	0.54	0.58	0.28	0.28
Δ2.3(3), 6(3), κ	0.69	0.51	0.55	0.31	0.34
Δ2.5(3), 7(3), κ	0.72	0.52	0.56	0.31	0.34
Δ2.6(3), 7(3), κ	0.80	0.58	0.63	0.27	0.27
Δ2.7(3), 8(3), κ	2.43	<b>1.14!</b>	<b>1.40!</b>	0.25	0.29
Δ3.1(3), 9(3), κ	1.75	0.83	<b>1.01!</b>	0.22	0.27

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10%/ 50)	DL λ (q=1.10)	SD λ (q=1.70)	DL λγ	SD
Δ3.3(3), 12(3), κ	1.81	0.87	<b>1.06!</b>	0.22	0.27
Δ4.1(3), Λ 30(3), κ	0.67	0.32	0.39	0.12	0.17
Δ4.1(3), 14(3), κ	0.65	0.27	0.34	0.14	0.18
Δ4.2(3), 14(3), κ	0.86	0.38	0.47	0.17	0.25
Δ4.2(3), 15(3), κ	0.83	0.35	0.44	0.17	0.26
Δ4.3(3), 15(3), κ	0.60	0.26	0.31	0.14	0.19
Δ4.3(3), Λ 36(3), κ	0.68	0.33	0.40	0.12	0.17
Δ5.1(3), 17(3), κ	0.27	0.13	0.15	0.13	0.18
Δ5.1(3), Λ 30(3), κ	0.75	0.41	0.48	0.09	0.15
Δ5.4(3), Λ 29(3), κ	3.86!	<b>1.71!</b>	<b>2.14!</b>	0.35	0.40
Δ5.4(3), 9(3), κ	0.60	0.25	0.32	0.31	0.42
Δ5.5(3), 9(3), κ	0.62	0.27	0.32	0.23	0.37
Δ5.5(3), 5(3), κ	0.91	0.42	0.49	0.23	0.37
Δ5.6(3), 5(3), κ	0.98	0.51	0.59	0.25	0.25
Δ5.6(3), Λ 31(3), κ	3.49!	<b>1.61!</b>	<b>1.92!</b>	0.25	0.28
Δ6.1(3), Λ 23(3), κ	0.06	0.04	0.04	0.17	0.17
Δ6.1(3), Λ 18(3), κ	0.09	0.06	0.06	0.17	0.17
Δ7.1(3), Λ 24(3), κ	0.12	0.06	0.07	0.16	0.16
Δ7.1(3), Λ 19(3), κ	0.12	0.07	0.08	0.16	0.16
Δ8.1(3), Λ 25(3), κ	0.17	0.08	0.10	0.15	0.15
Δ8.1(3), Λ 21(3), κ	0.16	0.09	0.10	0.15	0.15
Δ9.1(3), Λ 26(3), κ	0.06	0.04	0.04	0.17	0.17
Δ9.1(3), Λ 22(3), κ	0.09	0.06	0.06	0.17	0.17
Δ10.1(3), 14(3), κ	1.77	0.91	<b>1.08!</b>	0.18	0.19
Δ10.1(3), 10(3), κ	1.52	0.68	0.85	0.26	0.27
Δ11.1(3), 20(3), κ	0.26	0.13	0.15	0.12	0.17
Δ11.1(3), Λ 36(3), κ	0.62	0.35	0.40	0.09	0.14
Δ11.4(3), Λ 35(3), κ	3.77!	<b>1.67!</b>	<b>2.09!</b>	0.33	0.40
Δ11.4(3), 12(3), κ	0.54	0.23	0.28	0.30	0.42
Δ11.5(3), 12(3), κ	0.62	0.27	0.32	0.24	0.37
Δ11.5(3), 8(3), κ	0.89	0.38	0.48	0.23	0.36
Δ11.6(3), 8(3), κ	1.08	0.50	0.59	0.25	0.25
Δ11.6(3), Λ 34(3), κ	3.84!	<b>1.47!</b>	<b>1.95!</b>	0.28	0.31
Δ12.1(3), 15(3), κ	1.81	0.92	<b>1.09!</b>	0.18	0.19
Δ12.1(3), 11(3), κ	2.01	0.89	<b>1.11!</b>	0.27	0.27

Μέγιστα λόγων επάρκειας δοκών - Έλεγχος Ροπήs

Στάθμη Επιτελεστικότηταs	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	Δ1.3(0)	Κύριο	<b>2.95!</b>
SD	Δ5.4(2)	Κύριο	<b>3.67!</b>

Μέγιστα λόγων επάρκειας δοκών - Έλεγχος διάτμησηs

Στάθμη Επιτελεστικότηταs	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	Δ10.4(0)	Κύριο	<b>1.24!</b>
SD	Δ10.4(0)	Κύριο	<b>1.24!</b>

Πίνακες υποστυλωμάτων

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας Υποστυλωμάτων

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10%/ 50)	DL λ (q=1.10)	SD λ (q=1.70)		DL λγ	SD
K1(0), κάτω, κ	2.38	<b>1.17!</b>	<b>1.41!</b>	sls:	-	-
K1(0), άνω, κ	2.39	<b>1.26!</b>	<b>1.49!</b>	z:	0.62	<b>1.10!</b>
K1(1), κάτω, κ	1.33	0.79	0.90	sls:	-	-
K1(1), άνω, κ	1.72	0.93	<b>1.09!</b>	z:	0.68	<b>1.17!</b>
K1(2), κάτω, κ	1.42	0.78	0.90	sls:	-	-
K1(2), άνω, κ	1.99	<b>1.04!</b>	<b>1.23!</b>	z:	0.72	<b>1.27!</b>
K1(3), κάτω, κ	1.14	0.73	0.81	sls:	-	-
K1(3), άνω, κ	1.59	0.96	<b>1.09!</b>	z:	0.41	0.67
K2(0), κάτω, κ	1.69	0.83	1.00	γ:	0.95	<b>1.54!</b>
K2(0), άνω, κ	1.89	0.94	<b>1.12!</b>	z:	0.63	<b>1.12!</b>
K2(1), κάτω, κ	1.68	0.83	<b>1.07!</b>	γ:	0.93	<b>1.48!</b>
K2(1), άνω, κ	1.76	0.87	<b>1.05!</b>	z:	0.19	0.31

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10%/ 50)	DL			DL	
		λ (q=1.10)	λ (q=1.70)		λν	SD
K2(2), κάτω, κ	2.00	0.98	<b>1.19!</b>	y:	0.86	<b>1.18!</b>
K2(2), άνω, κ	2.08	<b>1.02!</b>	<b>1.23!</b>	z:	0.11	0.14
K2(3), κάτω, κ	1.47	0.71	0.86	y:	0.56	0.98
K2(3), άνω, κ	1.59	0.77	0.93	z:	0.05	0.06
K3(0), κάτω, κ	1.74	0.84	<b>1.01!</b>	y:	0.94	<b>1.51!</b>
K3(0), άνω, κ	1.90	0.95	<b>1.14!</b>	z:	0.63	<b>1.13!</b>
K3(1), κάτω, κ	1.73	0.85	<b>1.02!</b>	y:	0.95	<b>1.48!</b>
K3(1), άνω, κ	1.83	0.88	<b>1.07!</b>	z:	0.19	0.31
K3(2), κάτω, κ	2.21	<b>1.06!</b>	<b>1.29!</b>	y:	0.12	0.15
K3(2), άνω, κ	2.30	<b>1.11!</b>	<b>1.35!</b>	z:	<b>1.01!</b>	<b>1.28!</b>
K3(3), κάτω, κ	1.59	0.76	0.93	y:	0.04	0.06
K3(3), άνω, κ	1.72	0.83	1.00	z:	0.65	<b>1.09!</b>
K4(0), κάτω, κ	2.16	<b>1.06!</b>	<b>1.28!</b>	sls:	-	-
K4(0), άνω, κ	2.25	<b>1.18!</b>	<b>1.40!</b>	z:	0.61	<b>1.11!</b>
K4(1), κάτω, κ	1.56	0.89	<b>1.05!</b>	sls:	-	-
K4(1), άνω, κ	1.84	0.95	<b>1.13!</b>	z:	0.85	<b>1.41!</b>
K4(2), κάτω, κ	1.60	0.91	<b>1.05!</b>	sls:	-	-
K4(2), άνω, κ	2.20	<b>1.14!</b>	<b>1.35!</b>	z:	0.81	<b>1.39!</b>
K4(3), κάτω, κ	1.30	0.81	0.91	sls:	-	-
K4(3), άνω, κ	1.64	0.94	<b>1.07!</b>	z:	0.39	0.62
K5(0), κάτω, κ	2.04	0.99	<b>1.20!</b>	y:	0.63	0.99
K5(0), άνω, κ	2.37	<b>1.15!</b>	<b>1.38!</b>	z:	0.74	<b>1.13!</b>
K5(1), κάτω, κ	2.86!	<b>1.45!</b>	<b>1.74!</b>	y:	0.72	<b>1.27!</b>
K5(1), άνω, κ	2.82!	<b>1.42!</b>	<b>1.70!</b>	z:	<b>1.22!</b>	<b>1.24!</b>
K5(2), κάτω, κ	3.05! <sup>(2)</sup>	<b>1.53!</b>	<b>1.83!</b>	y:	0.67	<b>1.13!</b>
K5(2), άνω, κ	3.08! <sup>(2)</sup>	<b>1.55!</b>	<b>1.85!</b>	z:	<b>1.05!</b>	<b>1.07!</b>
K5(3), κάτω, κ	2.57!	<b>1.31!</b>	<b>1.56!</b>	y:	0.51	0.85
K5(3), άνω, κ	2.73!	<b>1.38!</b>	<b>1.65!</b>	z:	0.87	0.90
K6(0), κάτω, κ	2.37	<b>1.16!</b>	<b>1.41!</b>	y:	<b>1.18!</b>	<b>1.61!</b>
K6(0), άνω, κ	2.43	<b>1.22!</b>	<b>1.46!</b>	z:	<b>1.21!</b>	<b>1.64!</b>
K6(1), κάτω, κ	1.64	0.82	0.98	y:	<b>1.01!</b>	<b>1.62!</b>
K6(1), άνω, κ	1.70	0.85	<b>1.02!</b>	z:	0.29	0.52
K6(2), κάτω, κ	1.74	0.87	<b>1.05!</b>	y:	0.93	<b>1.33!</b>
K6(2), άνω, κ	1.93	0.96	<b>1.16!</b>	z:	0.04	0.06
K6(3), κάτω, κ	1.41	0.71	0.85	y:	0.55	0.97
K6(3), άνω, κ	1.52	0.77	0.92	z:	0.04	0.07
K7(0), κάτω, κ	2.36	<b>1.16!</b>	<b>1.40!</b>	y:	<b>1.19!</b>	<b>1.59!</b>
K7(0), άνω, κ	2.45	<b>1.18!</b>	<b>1.47!</b>	z:	<b>1.22!</b>	<b>1.63!</b>
K7(1), κάτω, κ	1.64	0.83	0.99	y:	<b>1.02!</b>	<b>1.64!</b>
K7(1), άνω, κ	1.72	0.87	<b>1.04!</b>	z:	0.29	0.51
K7(2), κάτω, κ	1.76	0.89	<b>1.06!</b>	y:	0.94	<b>1.34!</b>
K7(2), άνω, κ	1.92	0.97	<b>1.16!</b>	z:	0.03	0.06
K7(3), κάτω, κ	1.57	0.81	0.96	y:	0.60	0.95
K7(3), άνω, κ	1.70	0.87	<b>1.04!</b>	z:	0.04	0.06
K8(0), κάτω, κ	2.08	<b>1.03!</b>	<b>1.22!</b>	y:	0.63	0.99
K8(0), άνω, κ	2.42	<b>1.16!</b>	<b>1.40!</b>	z:	0.74	<b>1.13!</b>
K8(1), κάτω, κ	2.87!	<b>1.42!</b>	<b>1.69!</b>	y:	0.70	<b>1.25!</b>
K8(1), άνω, κ	2.86!	<b>1.39!</b>	<b>1.66!</b>	z:	<b>1.22!</b>	<b>1.24!</b>
K8(2), κάτω, κ	3.01!	<b>1.48!</b>	<b>1.77!</b>	y:	0.66	<b>1.10!</b>
K8(2), άνω, κ	3.05!	<b>1.52!</b>	<b>1.82!</b>	z:	<b>1.04!</b>	<b>1.08!</b>
K8(3), κάτω, κ	2.59!	<b>1.30!</b>	<b>1.56!</b>	y:	0.51	0.90
K8(3), άνω, κ	2.74! <sup>(2)</sup>	<b>1.38!</b>	<b>1.65!</b>	z:	0.86	0.90
K9(0), κάτω, κ	1.98	0.96	<b>1.17!</b>	y:	0.59	<b>1.02!</b>
K9(0), άνω, κ	2.29	<b>1.11!</b>	<b>1.34!</b>	z:	0.70	<b>1.13!</b>
K9(1), κάτω, κ	3.07!	<b>1.50!</b>	<b>1.81!</b>	y:	0.73	<b>1.24!</b>
K9(1), άνω, κ	3.17!	<b>1.55!</b>	<b>1.88!</b>	z:	<b>1.15!</b>	<b>1.21!</b>
K9(2), κάτω, κ	2.70!	<b>1.32!</b>	<b>1.59!</b>	y:	0.57	<b>1.03!</b>
K9(2), άνω, κ	2.78!	<b>1.36!</b>	<b>1.64!</b>	z:	0.88	<b>1.04!</b>
K9(3), κάτω, κ	2.31	<b>1.12!</b>	<b>1.36!</b>	y:	0.48	0.87
K9(3), άνω, κ	2.37	<b>1.15!</b>	<b>1.40!</b>	z:	0.75	0.95
K10(0), κάτω, κ	2.18	<b>1.08!</b>	<b>1.30!</b>	y:	<b>1.07!</b>	<b>1.61!</b>
K10(0), άνω, κ	2.21	<b>1.11!</b>	<b>1.33!</b>	z:	<b>1.08!</b>	<b>1.59!</b>
K10(1), κάτω, κ	2.06	0.96	<b>1.18!</b>	y:	<b>1.05!</b>	<b>1.59!</b>
K10(1), άνω, κ	2.07	0.94	<b>1.22!</b>	z:	0.93	<b>1.62!</b>
K10(2), κάτω, κ	2.03	<b>1.03!</b>	<b>1.20!</b>	y:	0.96	<b>1.32!</b>
K10(2), άνω, κ	2.20	<b>1.09!</b>	<b>1.31!</b>	z:	0.74	<b>1.28!</b>
K10(3), κάτω, κ	1.52	0.77	0.92	y:	0.55	0.96

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10% / 50)	DL λ (q=1.10)	SD λ (q=1.70)		DL SD	
					λν	
K10(3), άνω, κ	1.66	0.84	<b>1.04!</b>	z:	0.47	0.82
K11(0), κάτω, κ	2.24	<b>1.09!</b>	<b>1.32!</b>	γ:	<b>1.08!</b>	<b>1.56!</b>
K11(0), άνω, κ	2.25	<b>1.10!</b>	<b>1.33!</b>	z:	<b>1.01!</b>	<b>1.56!</b>
K11(1), κάτω, κ	2.03	0.98	<b>1.18!</b>	γ:	<b>1.04!</b>	<b>1.57!</b>
K11(1), άνω, κ	2.03	0.99	<b>1.20!</b>	z:	0.93	<b>1.55!</b>
K11(2), κάτω, κ	2.07	0.97	<b>1.16!</b>	γ:	0.94	<b>1.31!</b>
K11(2), άνω, κ	2.23	<b>1.09!</b>	<b>1.32!</b>	z:	0.71	<b>1.23!</b>
K11(3), κάτω, κ	1.68	0.87	<b>1.03!</b>	γ:	0.58	0.94
K11(3), άνω, κ	1.82	0.95	<b>1.12!</b>	z:	0.50	0.88
K12(0), κάτω, κ	2.01	0.98	<b>1.18!</b>	γ:	0.59	<b>1.01!</b>
K12(0), άνω, κ	2.29	<b>1.11!</b>	<b>1.35!</b>	z:	0.71	<b>1.09!</b>
K12(1), κάτω, κ	2.98!	<b>1.45!</b>	<b>1.76!</b>	γ:	0.74	<b>1.24!</b>
K12(1), άνω, κ	3.04!	<b>1.48!</b>	<b>1.80!</b>	z:	<b>1.13!</b>	<b>1.20!</b>
K12(2), κάτω, κ	2.57!	<b>1.25!</b>	<b>1.52!</b>	γ:	0.57	<b>1.05!</b>
K12(2), άνω, κ	2.66!	<b>1.30!</b>	<b>1.57!</b>	z:	0.85	<b>1.05!</b>
K12(3), κάτω, κ	2.15	<b>1.05!</b>	<b>1.27!</b>	γ:	0.47	0.87
K12(3), άνω, κ	2.21	<b>1.08!</b>	<b>1.31!</b>	z:	0.73	0.95
K13(0), κάτω, κ	1.52	0.73	0.89	sls:	-	-
K13(0), άνω, κ	1.79	0.85	<b>1.03!</b>	z:	0.78	<b>1.44!</b>
K13(1), κάτω, κ	2.08	<b>1.06!</b>	<b>1.27!</b>	sls:	-	-
K13(1), άνω, κ	2.03	<b>1.02!</b>	<b>1.22!</b>	z:	<b>1.12!</b>	<b>2.02!</b>
K13(2), κάτω, κ	2.05	<b>1.03!</b>	<b>1.23!</b>	sls:	-	-
K13(2), άνω, κ	2.19	<b>1.10!</b>	<b>1.32!</b>	z:	<b>1.07!</b>	<b>1.87!</b>
K13(3), κάτω, κ	1.19	0.66	0.75	sls:	-	-
K13(3), άνω, κ	1.47	0.79	0.92	z:	0.63	<b>1.09!</b>
K14(0), κάτω, κ	1.78	0.84	<b>1.03!</b>	γ:	0.55	0.98
K14(0), άνω, κ	1.94	0.94	<b>1.11!</b>	z:	0.64	<b>1.13!</b>
K14(1), κάτω, κ	3.25! <sup>(*)</sup>	<b>1.46!</b>	<b>1.82!</b>	γ:	0.70	<b>1.08!</b>
K14(1), άνω, κ	3.21!	<b>1.48!</b>	<b>1.83!</b>	z:	<b>1.02!</b>	<b>1.26!</b>
K14(2), κάτω, κ	2.92!	<b>1.38!</b>	<b>1.69!</b>	γ:	0.82	<b>1.02!</b>
K14(2), άνω, κ	2.92!	<b>1.37!</b>	<b>1.68!</b>	z:	0.90	<b>1.11!</b>
K14(3), κάτω, κ	1.87	0.93	<b>1.11!</b>	γ:	0.50	0.82
K14(3), άνω, κ	2.04	<b>1.01!</b>	<b>1.22!</b>	z:	0.56	0.84
K15(0), κάτω, κ	2.02	0.97	<b>1.18!</b>	γ:	0.55	0.97
K15(0), άνω, κ	2.25	<b>1.04!</b>	<b>1.29!</b>	z:	0.63	<b>1.08!</b>
K15(1), κάτω, κ	3.20!	<b>1.49!</b>	<b>1.84!</b>	γ:	0.71	<b>1.08!</b>
K15(1), άνω, κ	3.16!	<b>1.47!</b>	<b>1.80!</b>	z:	0.98	<b>1.27!</b>
K15(2), κάτω, κ	2.87!	<b>1.35!</b>	<b>1.66!</b>	γ:	0.82	<b>1.03!</b>
K15(2), άνω, κ	2.87!	<b>1.35!</b>	<b>1.65!</b>	z:	0.89	<b>1.12!</b>
K15(3), κάτω, κ	1.88	0.92	<b>1.12!</b>	γ:	0.50	0.85
K15(3), άνω, κ	2.05	<b>1.01!</b>	<b>1.22!</b>	z:	0.57	0.84
K16(0), κάτω, κ	1.52	0.74	0.89	sls:	-	-
K16(0), άνω, κ	1.80	0.86	<b>1.04!</b>	z:	0.78	<b>1.41!</b>
K16(1), κάτω, κ	2.04	<b>1.03!</b>	<b>1.23!</b>	sls:	-	-
K16(1), άνω, κ	2.00	0.98	<b>1.20!</b>	z:	<b>1.10!</b>	<b>1.96!</b>
K16(2), κάτω, κ	1.95	0.98	<b>1.17!</b>	sls:	-	-
K16(2), άνω, κ	2.09	<b>1.04!</b>	<b>1.24!</b>	z:	0.97	<b>1.76!</b>
K16(3), κάτω, κ	1.13	0.65	0.75	sls:	-	-
K16(3), άνω, κ	1.40	0.76	0.89	z:	0.59	0.97
K17(0), κάτω, κ	3.10! <sup>(*)</sup>	<b>1.50!</b>	<b>1.82!</b>	γ:	0.24	0.37
K17(0), άνω, κ	2.60!	<b>1.30!</b>	<b>1.56!</b>	z:	0.29	0.51
K17(1), κάτω, κ	2.98!	<b>1.45!</b>	<b>1.75!</b>	γ:	0.32	0.55
K17(1), άνω, κ	2.97!	<b>1.44!</b>	<b>1.74!</b>	z:	0.10	0.20
K17(2), κάτω, κ	2.33	<b>1.13!</b>	<b>1.37!</b>	γ:	0.32	0.56
K17(2), άνω, κ	2.35	<b>1.14!</b>	<b>1.38!</b>	z:	0.06	0.09
K17(3), κάτω, κ	1.02	0.55	0.64	γ:	0.17	0.29
K17(3), άνω, κ	0.96	0.53	0.62	z:	0.03	0.04
K18(0), κάτω, κ	1.05	0.51	0.62	γ:	0.58	<b>1.07!</b>
K18(0), άνω, κ	1.88	0.91	<b>1.11!</b>	z:	0.58	<b>1.05!</b>
K19(0), κάτω, κ	1.04	0.50	0.61	γ:	0.57	<b>1.05!</b>
K19(0), άνω, κ	1.86	0.90	<b>1.10!</b>	z:	0.56	<b>1.04!</b>
K20(0), κάτω, κ	3.01!	<b>1.46!</b>	<b>1.77!</b>	γ:	0.22	0.37
K20(0), άνω, κ	2.59!	<b>1.30!</b>	<b>1.56!</b>	z:	0.29	0.50
K20(1), κάτω, κ	2.92!	<b>1.42!</b>	<b>1.72!</b>	γ:	0.31	0.54
K20(1), άνω, κ	2.90!	<b>1.40!</b>	<b>1.70!</b>	z:	0.10	0.18
K20(2), κάτω, κ	2.18	<b>1.06!</b>	<b>1.28!</b>	γ:	0.31	0.52

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10% / 50)	DL λ (q=1.10)	SD λ (q=1.70)		DL λν	SD
K20(2), άνω, κ	2.21	<b>1.07!</b>	<b>1.30!</b>	z:	0.06	0.08
K20(3), κάτω, κ	0.97	0.53	0.61	γ:	0.16	0.27
K20(3), άνω, κ	0.93	0.51	0.60	z:	0.03	0.04

(n): ο μέγιστος λεl των υποστυλωμάτων με σημαντική δυσκαμψία του ορόφου n.  
sls: Διαστημική ολίσθηση VR,SLS [KAN.ΕΠ.Ε. ΠΑΡ. 7Γ (Γ.6)].

### Μέγιστα λόγων επάρκειας υποστυλωμάτων - Έλεγχος Ροής

Στάθμη Επιτελεσιμότητας	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	K9(1)	Κύριο	<b>1.55!</b>
SD	K9(1)	Κύριο	<b>1.88!</b>

### Μέγιστα λόγων επάρκειας υποστυλωμάτων - Έλεγχος διάτμησης

Στάθμη Επιτελεσιμότητας	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	K5(1)	Κύριο	<b>1.22!</b>
SD	K13(1)	Κύριο	<b>2.02!</b>

Εικ. 4.5 Λόγοι ανεπάρκειας δοκών και υποστυλωμάτων από την επίλυση φορέα με ελαστική δυναμική μέθοδο, με χρήση καθολικού δείκτη q

Παρατηρείται ότι σε σαράντα πέντε υποστυλώματα και σε πενήντα τέσσερις δοκούς, ο δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda \gg 1$ .

## 4.4 ΑΝΕΛΑΣΤΙΚΗ ΣΤΑΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ «PUSHOVER»

Ο ΚΑΝ.ΕΠΕ προτείνει ότι για τον υπολογισμό της απόκρισης ενός ελαστοπλαστικού φορέα που υπόκειται σε στατική ή δυναμική φόρτιση, αυτός θα πρέπει να προσδιορίζεται μέσω μιας στατικής ανελαστικής ανάλυσης (Pushover).

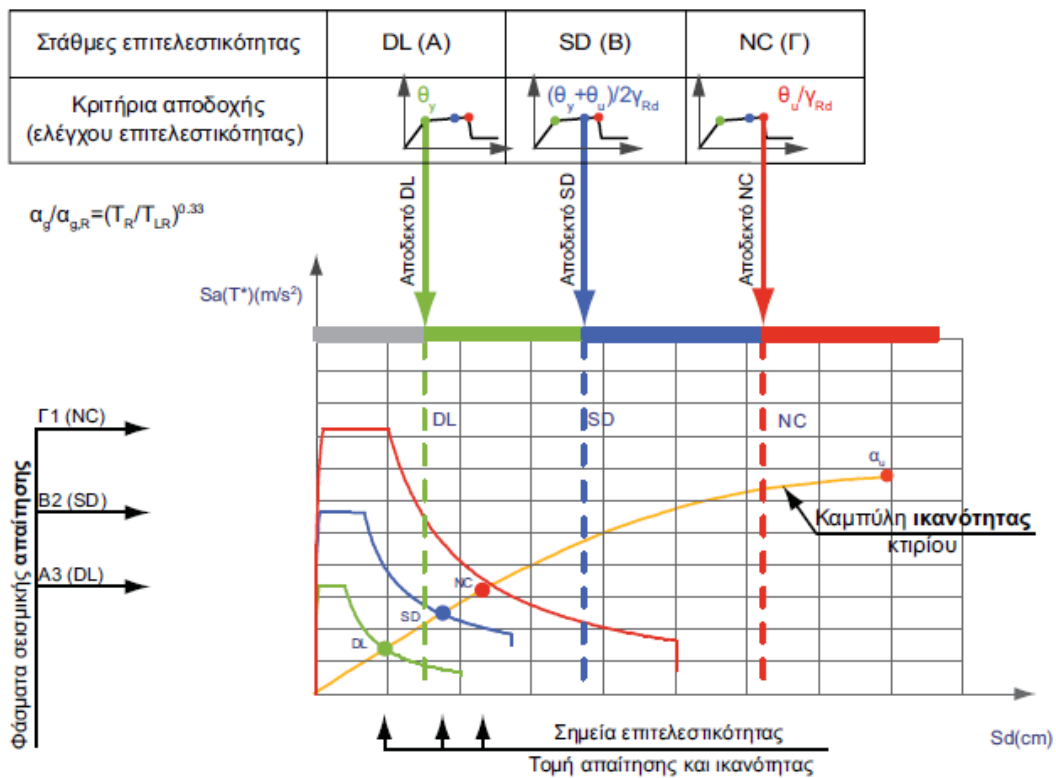
Οι προϋποθέσεις εφαρμογής της Pushover είναι, εκτός της διασφάλισης Ικανοποιητικής Σ.Α.Δ., η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών του κτιρίου να μην είναι σημαντική. Σε περίπτωση που είναι σημαντική, αυτή θα εφαρμόζεται σε συνδυασμό με μια ελαστική δυναμική ανάλυση, ενώ επιτρέπεται μια αύξηση κατά 25 % των τιμών των παραμέτρων που υπεισέρχονται στα κριτήρια ελέγχου και των δύο μεθόδων (§5.7.2.α&β ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017).

Κύριος στόχος της στατικής ανελαστικής ανάλυσης είναι η εκτίμηση του μεγέθους των ανελαστικών παραμορφώσεων που θα αναπτυχθούν στα δομικά στοιχεία της κατασκευής, όταν αυτή υπόκειται στη σεισμική δράση για την οποία γίνεται η αποτίμηση ή ο ανασχεδιασμός. Η ανάλυση συνίσταται στον συνδυασμό της ακριβέστερης προσέγγισης της συμπεριφοράς των μελών μέσω της ενσωμάτωσης μη-γραμμικών προσομοιωμάτων των υλικών και της εφαρμογής της σεισμικής έντασης



## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

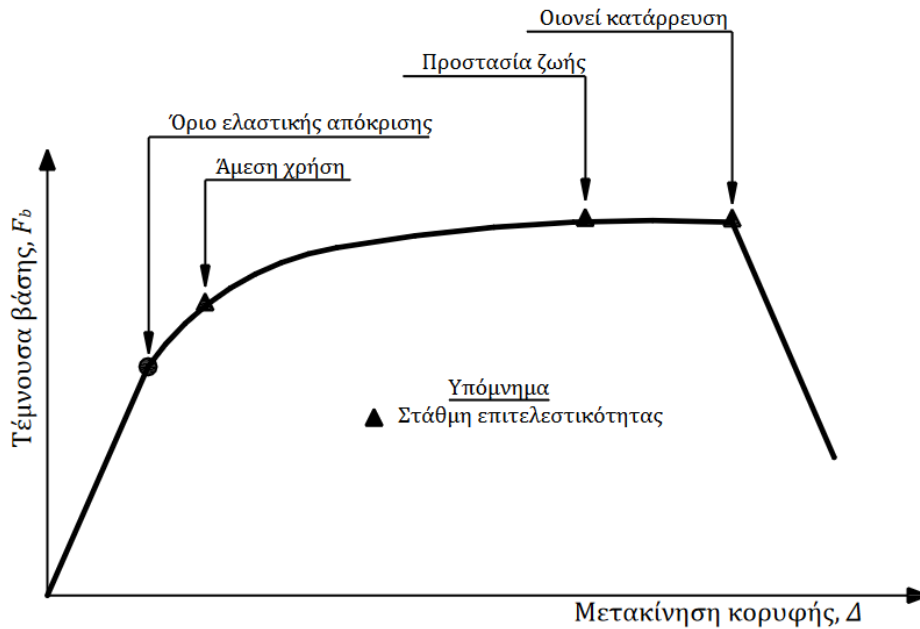
μέσω μιας αυξανόμενης οριζόντιας στατικής φόρτισης. Η οριζόντια αυτή φόρτιση αυξάνεται σταδιακά μέχρι την κατάρρευση του δομήματος, η οποία ορίζεται ως η δημιουργία πλαστικού μηχανισμού, ή η αδυναμία του φορέα να αναλάβει τα κατακόρυφα φορτία βαρύτητας. Τα μεγέθη των ανελαστικών παραμορφώσεων που προκύπτουν συγκρίνονται με τα όρια παραμόρφωσης που προσδιορίζονται από τις στάθμες επιτελεστικότητας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.6. Για ένα επαρκές κτίριο θα πρέπει για κάθε κατεύθυνση και φόρτιση, η στοχευόμενη μετακίνηση  $\delta_i$ , δηλαδή τα σημεία τομής απαίτησης λόγω σεισμού και ικανότητας του κτιρίου, να είναι μικρότερη από τη μετακίνηση που αντιστοιχεί στην εκάστοτε στάθμη επιτελεστικότητας (LH-Λογισμική, 2013).



Εικ. 4.6 Διάγραμμα απαίτησης – ικανότητας και στάθμες επιτελεστικότητας.

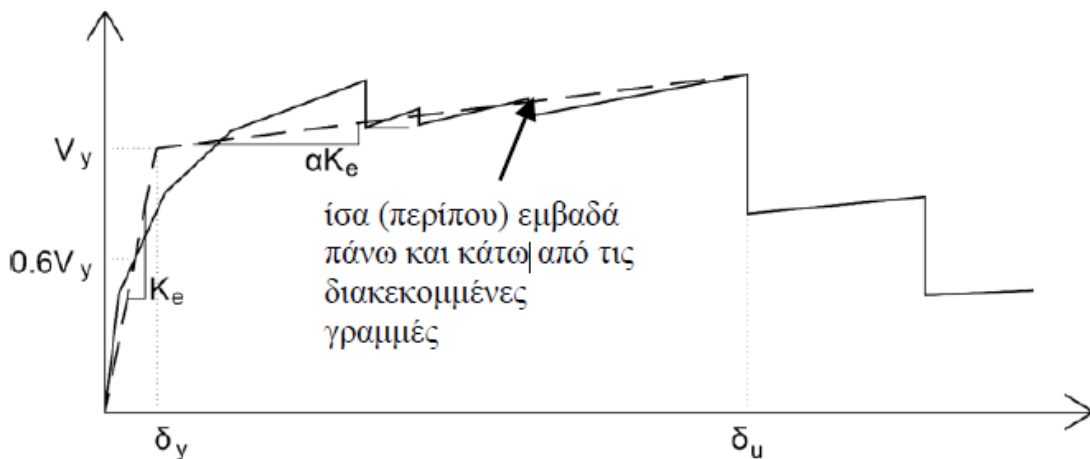
(LH Λογισμική, 2013).

Οι στόχοι της μη γραμμικής ανάλυσης περιλαμβάνουν τη δημιουργία της καμπύλης αντίστασης της κατασκευής, η οποία εκφράζει τη μη-γραμμική σχέση μεταξύ της τέμνουσας βάσης και της μετατόπισης του κόμβου ελέγχου στην τελευταία άνω στάθμη του φορέα. Η καμπύλη αυτή αποτελεί τη βάση για όλους τους απαιτούμενους ελέγχους ικανοποίησης των κριτηρίων επιτελεστικότητας (βλ. Εικ.4.7).



Εικ.4.7 Ορισμός σταθμών επιτελεστικότητας στην καμπύλη αντίστασης (Ψυχάρης, 2015)

Επίσης περιλαμβάνεται η διγραμμικοποίηση της καμπύλης αντίστασης (βλ.Εικ.4.8) με σκοπό τον υπολογισμό της ισοδύναμης πλευρικής δυσκαμψίας  $K_e$  και της αντίστοιχης δύναμης διαρροής  $V_y$  του κτιρίου. Οι δύο ευθείες που συνθέτουν τη διγραμμική καμπύλη μπορεί να προσδιορίζονται γραφικά, με κριτήριο την κατά προσέγγιση ισότητα των εμβαδών των χωρίων που προκύπτουν πάνω και κάτω από τις τομές της πραγματικής και της εξιδανικευμένης καμπύλης.



Εικ.4.8 Διγραμμικοποίηση καμπύλης αντίστασης (Σχ. Σ5.2 ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017)

Επιπροσθέτως, περιλαμβάνεται ο προσδιορισμός της κυριαρχούσας ιδιοπεριόδου  $T_e$ , που υπολογίζεται από τη σχέση  $T_e = T(K_o/K_e)^{0.5}$ , όπου  $T$  η ελαστική κυριαρχούσα ιδιοπερίοδος στη θεωρούμενη διεύθυνση που υπολογίζεται με βάση μια ελαστική

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

δυναμική ανάλυση,  $K_o$  η αντίστοιχη ελαστική πλευρική δυσκαμψία και  $K_e$  η ισοδύναμη πλευρική δυσκαμψία. Επιπλέον, υπολογίζεται η στοχευόμενη μετακίνηση, που για δεδομένο ελαστικό φάσμα σχεδιασμού δίνεται από τη σχέση:

$\delta_t = C_0 C_1 C_2 C_3 (T_e^2/4\pi^2) S_e(T)$ , με τους σχετικούς συντελεστές να ορίζονται σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ. §5.7.4.2.

Στο υπό εξέταση κτίριο, οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη κατά τη δεδομένη επίλυση (χαρακτηριστικά υφιστάμενου σκυροδέματος και οπλισμού, Σ.Α.Δ., φαινόμενα 2ας τάξης, κατανομές φόρτισης και επιλογή σταθμών επιτελεστικότητας) φαίνονται στην παρακάτω Εικόνα 4.9.

Κτίριο												
Γενικά	Αντισεισμικός Φάσμα	Συντελεστής q	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Δαμικός χάλυβας	Σύμμικτα	Τακοπήρωση	Υλικά - Αποτίμηση	Αποτίμηση	Φάσμα - Αποτίμηση	Φέρς
Χαρακτηρισμός μελών	?	Υφιστάμενα										
Οπλισμοί μελών	?	Νέα & ενισχυόμενα με μανδύα										
Αυτόματος υπολογισμός αντοχών	?	Ναι										
<b>Νέο σκυρόδεμα</b>												
Ποιότητα σκυροδέματος	?	C12/15										
Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος f <sub>ck</sub> [MPa]	?	12										
<b>Νέος οπλισμός</b>												
Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα f <sub>yk</sub> [MPa]	?	220										
Οριακή παραμόρφωση νέου οπλισμού ε <sub>su_n</sub> [%]	?	6.000										
Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα συνδετήρων f <sub>yk</sub> [MPa]	?	220										
<b>Υφιστάμενο σκυρόδεμα &amp; Οπλισμός</b>												
Μέση αντοχή σκυροδέματος f <sub>cm</sub> [MPa]	?	16.0										
Μέση αντοχή χάλυβα f <sub>yk</sub> [MPa]	?	280.0										
Οριακή παραμόρφωση υφιστάμενου οπλισμού ε <sub>su_e</sub> [%]	?	10.000										
Μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων f <sub>yk</sub> [MPa]	?	280.0										
<b>Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) υφιστάμενων υλικών - Συντ. ασφαλείας</b>												
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) σκυροδέματος	?	KL2 - Κανονική (Κανονιστική)										
Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών σκυροδέματος C <sub>Fc</sub>	?	1.200										
Συντελεστής ασφαλείας σκυροδέματος γ <sub>c</sub>	?	1.500										
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) χάλυβα οπλισμού	?	KL2 - Κανονική (Κανονιστική)										
Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών χάλυβα C <sub>Fs</sub>	?	1.200										
Συντελεστής ασφαλείας χάλυβα γ <sub>s</sub>	?	1.150										
<b>Ενισχύσεις με FRP</b>												
Μέτρο ελαστικότητας FRP E <sub>f</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	?	3.00E+08										
Οριακή εφελκυστική αντοχή FRP f <sub>uf</sub> [MPa]	?	2500.0										
Οριακή ανηγμένη παραμόρφωση ε <sub>uf</sub>	?	1.50E-2										
Συνολικό πάχος υλικού FRP t <sub>f</sub> [mm]	?	0.5										
<b>Ενισχύσεις με μεταλλικό κλωβό</b>												
Ποιότητα χάλυβα	?	S 235										
Τάση διαρροής f <sub>y</sub> [MPa]	?	235										
Μέτρο ελαστικότητας E [kN/m <sup>2</sup> ]	?	2.00E+08										

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Κτίριο	
Γενικά	Αντισεισμικός Φάσμα Συντελεστής q Σκυρόδεμα Οπλισμός Έδαφος Δομικός κάλυβας Σύμμικτα Τοιχοπήρωση Υλικά - Αποτίμηση Αποτίμηση Φάσμα - Αποτίμηση Φέρει
<b>Γενικά</b>	
Τυχματική εκκεντρότητα	? Όχι
Φαινόμενα 2ας τάξης (P-Δ)	? Ναι
Πλήθος Αξονικών (Αλληλεπίδραση N-My-Mz)	? 5
Γωνία στροφής κορδής θη για ορθογώνιες διατομές	? Εμπειρικό μοντέλο (EC8-3 (A.1))
γ <sub>ει</sub> για VR (ΚΑΝΕΠΕ ΠΑΡ. 7Γ, ή EC8 A3.3.1)	? 1.000
Επιρροή περίσφιξης στα διαγράμματα αντοχής	? Ναι
Γωνία στροφής κορδής BSD (BB) βάσει	? EC8
Έλεγχος διάτμησης κόμβου	? Ναι
<b>Pushover</b>	
A' Κατανομή φόρτισης	? Ομοιόμορφη
B' Κατανομή φόρτισης	? Ισομορφική
Συντελεστής συνδυασμού εγκάρσιας φόρτισης (%)	? 30.0
Άσπτες τοιχοπήρωσεις ενεργές	? Όχι
Ενισχυμένες τοιχοπήρωσεις ενεργές	? Όχι
Τοιχοματοποιήσεις πλαισίων ενεργές	? Όχι
Υπολογισμός στοχευόμενης μετακίνησης	? Ναι
Έλεγχος VRSLs, VRsqmat	? Ναι
<b>Μέθοδος m, q</b>	
Αποτίμηση με ελαστική ανάλυση	? Μέθοδος συντελεστών m
Αύξηση m, q	? Όχι
Συντελεστής αύξησης m, q	? 1.250
Συντ. υπεραντοχής q <sub>uDL</sub>	? 1.000
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς q <sub>DL</sub>	? 1.100
Συντ. υπεραντοχής q <sub>uSD</sub>	? 1.100
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς q <sub>SD</sub>	? 1.700
Συντ. υπεραντοχής q <sub>uNC</sub>	? 1.100
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς q <sub>NC</sub>	? 2.400
Μέγιστη τιμή συντελεστών m, m <sub>max</sub> < q <sup>2</sup> k, k=...	? 10.000
Έλεγχος VRSLs, VRsqmat	? Ναι
Έλεγχος διάτμησης δοκών	? Ναι
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση a <sub>gR</sub> [g]	? 0.160
Συντελεστής σπουδαιότητας γ <sub>f</sub>	? 1.000
<b>Παράμετροι φάσματος - Τιμές αναφοράς (Σπουδαιότητα II)</b>	
Συμβατικός χρόνος ζωής T <sub>L</sub> [έτη]	? 50
Υπολογισμός φάσματος απαίτησης βάσει...	? Πιθανότητας υπέρβασης PR
Πιθανότητα υπέρβασης PLR [%]	? 9.99
Περίοδος επαναφοράς T <sub>LR</sub> [έτη]	? 475.0
Εκθέτης k	? 3.000
<b>DL - Περιορισμός βλαβών</b>	
Στάθμη επιτελεστικότητας DL	? 1η διαρροή δοκού ή υποστ/τος*
DL - Περίοδος επαναφοράς T <sub>D,DLR</sub> [Ετη]	? 72.1
DL - Πιθανότητα υπέρβασης P <sub>D,DLR</sub> [%]	? 50.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση (γ <sub>f</sub> a <sub>gR</sub> ) <sub>DL</sub>	? 0.085
<b>SD - Σημαντικές βλάβες</b>	
Στάθμη επιτελεστικότητας SD	? 1η υπέρβαση ορίου σε υποστ/μα ή κύρια δοκό*
SD - Περίοδος επαναφοράς T <sub>S,SDR</sub> [Ετη]	? 474.6
SD - Πιθανότητα υπέρβασης P <sub>S,SDR</sub> [%]	? 10.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση (γ <sub>f</sub> a <sub>gR</sub> ) <sub>SD</sub>	? 0.160
<b>NC - Οικεία κατάρρευση</b>	
Στάθμη επιτελεστικότητας NC	? Όχι
NC - Περίοδος επαναφοράς T <sub>N,NCR</sub> [Ετη]	? 974.8
NC - Πιθανότητα υπέρβασης P <sub>N,NCR</sub> [%]	? 5.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση (γ <sub>f</sub> a <sub>gR</sub> ) <sub>NC</sub>	? 0.203
<b>Όρια επιτελεστικότητας</b>	
Αριθμός υποτυλιωμάτων η	? 2
<b>Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής</b>	
Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής	? EC8-1

Εικ. 4.9 Παραδοχές επίλυσης pushover

### Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Κατά την ανάλυση του υπό εξέταση κτιρίου με στατική ανελαστική ανάλυση (Pushover) υπολογίζεται για το κάθε γραμμικό μέλος το διάγραμμα ροπών-γωνιών στροφής (M-θ) και η ισοδύναμη δυσκαμψία στις δοκούς και τα διαγράμματα αλληλεπίδρασης των υποστυλωμάτων. Δημιουργούνται τα διαγράμματα απαίτησης – ικανότητας (ADRS) για κάθε κατανομή φόρτισης (ομοιόμορφη και ιδιομορφική) και τυχηματική εκκεντρότητα. Γίνεται ο έλεγχος επάρκειας δοκών υπό στατικά φορτία και για συνδυασμένη αξονική και καμπτική φόρτιση με περιορισμένη ανακατανομή, ενώ ο λόγος επάρκειας κάθε υποστυλώματος προκύπτει ως η μέγιστη τιμή του λόγου απαίτηση / ικανότητα από 16 μη γραμμικές στατικές αναλύσεις. Επιπλέον προκύπτει και ο μέγιστος λόγος ανεπάρκειας σε κάμψη και διάτμηση για το πλέον εύτρωτο μέλος σε δοκούς και υποστυλώματα (Εικ. 4.11 & 4.12). Επιπροσθέτως, διενεργούνται έλεγχοι εκκεντροτήτων και τάσεων πεδίων (LH-Λογισμική, 2013).

Από την εξέταση των προϋποθέσεων εφαρμογής της στατικής ανελαστικής ανάλυσης, όπως φαίνεται στην Εικόνα 4.10, αυτές δεν ικανοποιούνται, γιατί η επιρροή των ανώτερων ιδιομορφών θεωρείται σημαντική, μιας και η τέμνουσα στη στάθμη 4 του κτιρίου που προκύπτει από την πρώτη ελαστική ανάλυση, υπερβαίνει το 130% εκείνης από τη δεύτερη ανάλυση. Σε αυτή την περίπτωση, η ανελαστική στατική ανάλυση θα συνδυαστεί με μια συμπληρωματική δυναμική ελαστική ανάλυση (μέθοδο τοπικών συντελεστών  $m$ ), στην οποία θα επιτρέπεται μια αύξηση 25% στις τιμές των παραμέτρων (§5.7.2.β ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017).

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

### Μη Γραμμική Υπερωθητική Ανάλυση (Pushover) (M= 0)

Ελαστικό Φάσμα Ευρωκώδικα Se(T) (EN1998-1)

Στατική ζώνη	: I		
Τιμές αναφοράς (R)	Πιθανότητα υπέρβασης στα 50 έτη P [%]	Περίοδος επαναφοράς T <sub>L</sub> [έτη]	σ <sub>g</sub> [g]
DL (A)	10.0%	475.0	0.16
SD (B)	50.0%	72.1	<b>0.09</b>
	10.0%	474.6	<b>0.16</b>

$$a_g = a_{gR} \left( \frac{T}{T_R} \right)^{1/k} = a_{gR} \left( \frac{T}{475} \right)^{1/3.0}$$

Συντελεστής τοπογραφικής ενίσχυσης S<sub>t</sub> : 1.00 Εδαφικός τύπος : B Συντελεστής εδάφους S = 1.20

Συνιστάσα φάσματος [g]	TB [sec]	TC [sec]	TD [sec]
Οριζόντια	0.15	0.50	2.50

Δεδομένα Pushover: (Με έλεγχο μετατοπίσεων)

Ελάχιστος αριθμός επαυξητικών βημάτων	=	100
Μέγιστος αριθμός επαναλήψεων	=	100
Κόμβος ελέγχου	=	K 7(3)
Μέγιστη Μετατόπιση Εξόθλησης [m]	=	0.45750E+00
Ενεργές τοχοπληρώσεις	:	Όχι
Προσμοίωση τοχοπληρώσεων	:	Μόνο θλιβόμενη διαγώνιος
Φαινόμενα P-Δ	:	Ναι

### Καμπύλη Ικανότητας (Pushover) (M= 0)

Δεδομένα Διαγράμματος Απαιτήσης-Ικανότητας

Μέθοδος Υπολογισμού Στοχευόμενης Μετακίνησης	:	Μέθοδος ελαστικού φάσματος απαίτησης
Υπολογισμός Στοχευόμενης Μετακίνησης	:	Ναι
Υπολογισμός α <sub>ω</sub> 1	:	Ναι
Υπολογισμός ADRS	:	Ναι
Κόμβος ελέγχου	:	K 7(3)

### Προϋπόθεση εφαρμογής ανάλυσης Pushover

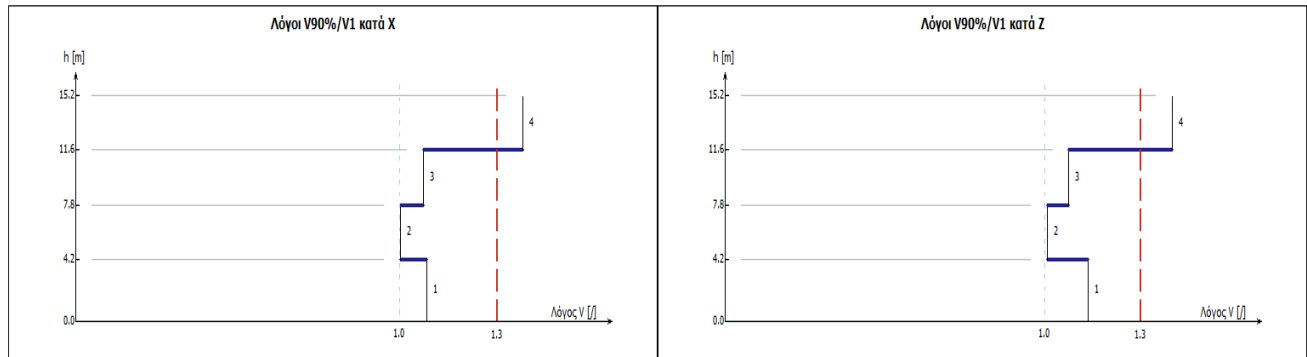
(Έλεγχος επιρροής ανώτερων ιδιομορφών, ΚΑΝΕΠΕ §5.7.2)

Κατεύθυνση X

Όροφος [l]	Υψόμετρο [m]	Vi για ιδιομορφές με ΣΠ>90% [kN]	Vi της δευτέρας ιδιομορφής [kN]	Λόγος V90%/V1 [l]	Όριο [l]
4	15.25	0.86466E+03	0.62696E+03	1.38	>
3	11.55	0.13903E+04	0.12962E+04	1.07	<
2	7.85	0.17571E+04	0.17534E+04	1.00	<
1	4.15	0.22430E+04	0.20698E+04	1.08	<

Κατεύθυνση Z

Όροφος [l]	Υψόμετρο [m]	Vi για ιδιομορφές με ΣΠ>90% [kN]	Vi της δευτέρας ιδιομορφής [kN]	Λόγος V90%/V1 [l]	Όριο [l]
4	15.25	0.88540E+03	0.63270E+03	1.40	>
3	11.55	0.13997E+04	0.13011E+04	1.08	<
2	7.85	0.17389E+04	0.17262E+04	1.01	<
1	4.15	0.22555E+04	0.19844E+04	1.14	<



Εικ.4.10 Παράμετροι επίλυσης και έλεγχος προϋπόθεσης εφαρμογής ανάλυσης Pushover

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

### Συγκεντρωτικά αποτελέσματα Απαίτησης - Ικανότητας των 16 αναλύσεων

#### Στάθμη επιτελεστικότητα DL

<b>1. Στοχευόμενη μετακίνηση <math>\Delta t</math></b>			
<b>X:</b>	+5.3cm -5.3cm	$0^\circ+30^\circ-90^\circ$ , Ισομορφική $180^\circ-30^\circ-270^\circ$ , Ισομορφική	<b>Z:</b> +5.4cm -5.3cm $90^\circ-30^\circ-180^\circ$ , Ισομορφική $270^\circ+30^\circ-0^\circ$ , Ισομορφική
<b>2. Στοχευόμενη πλαστικότητα (για ανασχεδιασμό)</b>			
Περίοδος μονοβάθμιου συστήματος	$T^*(s)$	=	1.19
Συντελεστής συμπεριφοράς πλαστικότητας	$q_u (\equiv q_n)$	=	1.00
Παράγοντας στοχευόμενης πλαστικότητας	$\max \mu_d$	=	1.00 <span style="float: right;"><math>270^\circ-30^\circ-180^\circ</math>, Ισομορφική</span>
<b>3. Διαθέσιμος συντελεστής συμπεριφοράς <math>q</math> (για αποτίμηση)</b>			
Πλαστικότητα $q_u (\equiv q_n)$ και υπεραντοχής $q_s (\equiv q_u)$	$q_u$	=	1.00 <span style="float: right;"><math>q_s</math> = 1.00</span>
Διαθέσιμος συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς	$\min q$	=	$q_u \cdot q_s$ = 1.00 <span style="float: right;"><math>0^\circ+30^\circ-90^\circ</math>, Ομοιόμορφη</span>
<b>4. Επικρατούσα ανελαστική συμπεριφορά, [ΚΑΝΕΠΕ, §5.7.4.2]</b>			
Λόγος ανελαστικών μετατοπίσεων	$\max C_1$	=	$\mu_d / q_u$ = 1.00 / 1.00 = 1.00 <span style="float: right;"><math>270^\circ-30^\circ-180^\circ</math>, Ισομορφική</span>
<b>5. Ικανότητα επιτάχυνσης για <math>\lambda_{\max} = 1</math></b>			
	$\max a_g (DL)$	=	0.085 <span style="float: right;"><math>0^\circ+30^\circ-90^\circ</math>, Ισομορφική</span>
<b>6. Στόχοι αποτίμησης, [ΚΑΝΕΠΕ, §2.2.1]</b>			
Περίοδος επαναφοράς DL	$\max a_g / a_{gR} = (\max T_R / T_{LR})^{1/k}$ $\max T_R (DL) = (0.085/0.160)^{3.0} \cdot 475$	$\therefore \max T_R = (\max a_g / a_{gR})^{1/k} \cdot T_{LR}$	<span style="float: right;">[EC8-2 (A.3)]</span>
	=	=	70 έτη < 72 !
Πιθανότητα υπέρβασης DL σε 50 έτη	$P = 1 - e^{-T_u / \max T_R}$ $P(DL) = 1 - e^{-50/70}$	=	50.86% > 50% ! <span style="float: right;">[EC8-1§2.1(1)]</span>
Δεν ικανοποιείται κανένας στόχος του Πίνακα 2.1 του ΚΑΝΕΠΕ.			

#### Στάθμη επιτελεστικότητα SD

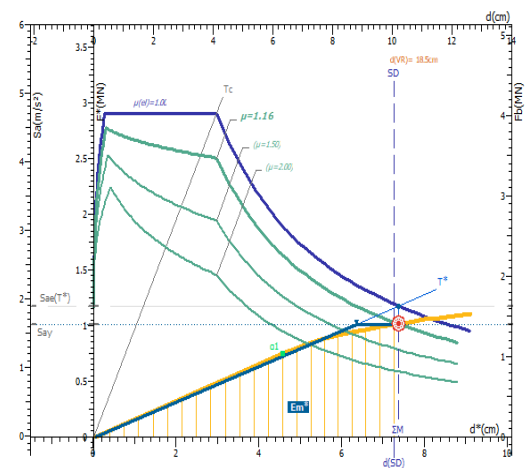
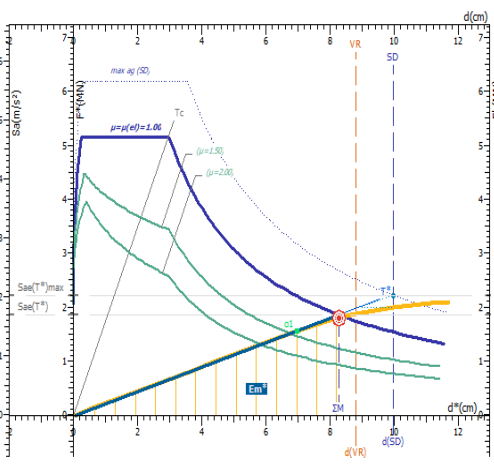
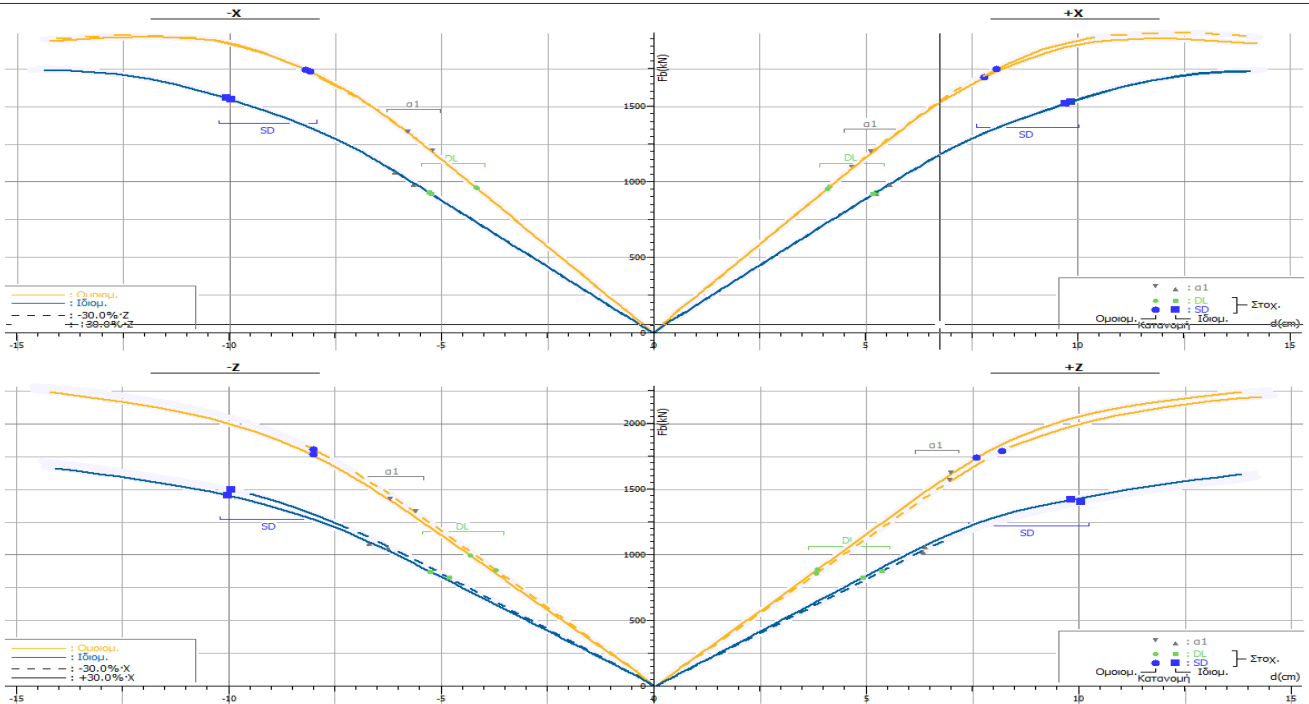
<b>1. Στοχευόμενη μετακίνηση <math>\Delta t</math></b>			
<b>X:</b>	+10.1cm -10.1cm	$0^\circ-30^\circ-270^\circ$ , Ισομορφική $180^\circ-30^\circ-270^\circ$ , Ισομορφική	<b>Z:</b> +10.2cm -10.2cm $90^\circ-30^\circ-180^\circ$ , Ισομορφική $270^\circ+30^\circ-0^\circ$ , Ισομορφική
<b>2. Στοχευόμενη πλαστικότητα (για ανασχεδιασμό)</b>			
Περίοδος μονοβάθμιου συστήματος	$T^*(s)$	=	1.22
Συντελεστής συμπεριφοράς πλαστικότητας	$q_u (\equiv q_n)$	=	1.16
Παράγοντας στοχευόμενης πλαστικότητας	$\max \mu_d$	=	1.16 <span style="float: right;"><math>90^\circ+30^\circ-0^\circ</math>, Ισομορφική</span>
<b>3. Διαθέσιμος συντελεστής συμπεριφοράς <math>q</math> (για αποτίμηση)</b>			
Πλαστικότητα $q_u (\equiv q_n)$ και υπεραντοχής $q_s (\equiv q_u)$	$q_u$	=	1.11 <span style="float: right;"><math>q_s</math> = 1.28</span>
Διαθέσιμος συντελεστής σεισμικής συμπεριφοράς	$\min q$	=	$q_u \cdot q_s$ = 1.42 <span style="float: right;"><math>90^\circ-30^\circ-180^\circ</math>, Ομοιόμορφη</span>
<b>4. Επικρατούσα ανελαστική συμπεριφορά, [ΚΑΝΕΠΕ, §5.7.4.2]</b>			
Λόγος ανελαστικών μετατοπίσεων	$\max C_1$	=	$\mu_d / q_u$ = 1.11 / 1.11 = 1.00 <span style="float: right;"><math>270^\circ-30^\circ-180^\circ</math>, Ισομορφική</span>
<b>5. Ικανότητα επιτάχυνσης για <math>\lambda_{\max} = 1</math></b>			
	$\max a_g (SD)$	=	0.158 <span style="float: right;"><math>90^\circ-30^\circ-180^\circ</math>, Ισομορφική</span>
	$\max a_g (VR)$	=	0.170 <span style="float: right;"><math>90^\circ-30^\circ-180^\circ</math>, Ομοιόμορφη</span>
<b>6. Στόχοι αποτίμησης, [ΚΑΝΕΠΕ, §2.2.1]</b>			
Περίοδος επαναφοράς SD	$\max a_g / a_{gR} = (\max T_R / T_{LR})^{1/k}$ $\max T_R (SD) = (0.158/0.160)^{3.0} \cdot 475$	$\therefore \max T_R = (\max a_g / a_{gR})^{1/k} \cdot T_{LR}$	<span style="float: right;">[EC8-2 (A.3)]</span>
Περίοδος επαναφοράς VR	$\max T_R (VR) = (0.170/0.160)^{3.0} \cdot 475$	=	568 έτη > 475 (ok)
	$P = 1 - e^{-T_u / \max T_R}$ $P(SD) = 1 - e^{-50/453}$ $P(VR) = 1 - e^{-50/568}$	=	10.44% > 10% ! 8.42% < 10% (ok) <span style="float: right;">[EC8-1§2.1(1)]</span>
Στόχος που ικανοποιείται:	$B2 : P(SD), P(VR) < 50\%$		<span style="float: right;">[ΚΑΝΕΠΕ Πίν. 2.1]</span>

Εικ.4.11 Αποτελέσματα ελέγχων Απαίτησης – Ικανότητας και ικανοποίησης στόχων αποτίμησης με την ανάλυση Pushover, για στάθμες επιτελεστικότητα (DL) & (SD)

Παρατηρούμε ότι και οι δύο στόχοι αποτίμησης για (DL) και (SD) δεν ικανοποιούνται οριακά.

# Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

## Συγκεντρωτικά διαγράμματα F-d των 16 αναλύσεων



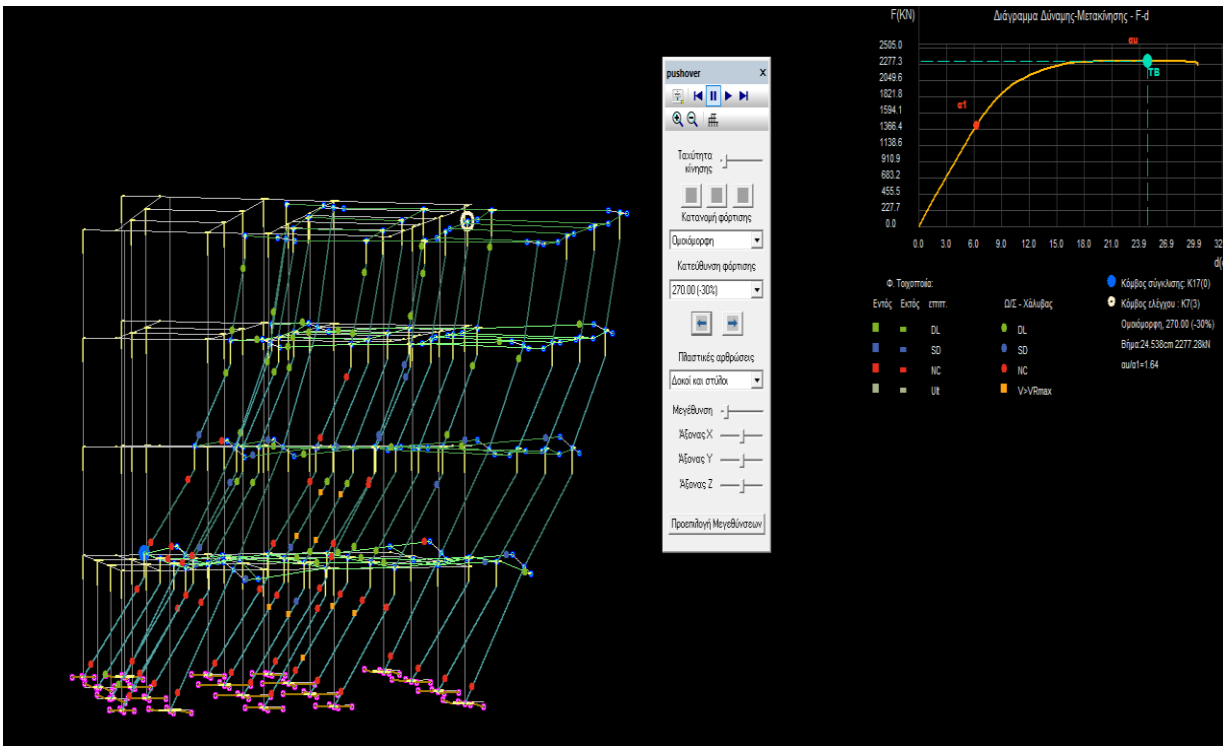
### Καμπύλη pushover και η αντίστοιχη δυναμική καμπύλη κανότητας.

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.

<p><b>1.</b></p> <p>Μάζα <math>m^*</math> και περίοδος <math>T^*</math> μονοβάθμιου συστήματος και παράγοντας πλαστιμότητας <math>q_u</math>.</p> <p><math>m^* = 1096.2 \text{ tn}</math>, <math>\Gamma = 1.00</math></p> <p><math>T^* = 2\pi \sqrt{\frac{8.26 \text{ cm}}{1.70 \cdot 10^7 \text{ cm/s}^2}} = 1.39\text{s}</math></p> <p><math>S_{ay} &gt; S_{u0}(T^*) \therefore q_u = q_{u0} = R = 1</math></p> <p><math>q_u = 1.00</math></p>	<p>Μάζα <math>m^*</math> και περίοδος <math>T^*</math> μονοβάθμιου συστήματος και παράγοντας πλαστιμότητας <math>q_u</math>.</p> $\Gamma = \frac{m^*}{\sum m_i \Phi_i^2} = \frac{d}{\sigma^2} = \frac{F_b}{F^*}$ <p><math>m^* = 618.1 \text{ tn}</math>, <math>\Gamma = 1.38</math></p> $T^* = 2\pi \sqrt{\frac{m^* dy^*}{F_y^*}} = 2\pi \sqrt{\frac{dy^*}{S_{ay}}}$ <p><math>q_u = q_{u0} = R = \frac{S_{u0}(T^*)}{S_{ay}}</math></p> <p><math>q_u = \frac{1.90 \text{ m/s}^2}{1.64 \text{ m/s}^2} = 1.16</math></p>	<p><b>2.</b></p> <p>Παράγοντας στοχευόμενης πλαστιμότητας <math>\mu</math>.</p> <p><math>\mu_0 = 1.00</math></p> <p><math>T^* \approx T_c = 0.50\text{s} \therefore \mu_0 = q_{u0}</math></p> <p><math>\mu = 1.16</math></p>
<p><b>3.</b></p> <p>Στοχευόμενη μετατόπιση <math>dt</math>.</p> <p><math>dy^* = 2 \left( 8.26 \text{ cm} \cdot \frac{7691.30 \text{ kN}}{1862.08 \text{ kN}} \right) = 8.26 \text{ cm}</math></p> <p><math>C_1 = \mu_0 / q_u = 1.00 / 1.00 = 1.00</math></p> <p><math>d_{u0}^* = 1.70 \text{ m/s}^2 \cdot \left[ \frac{1.39\text{s}}{2\pi} \right]^2 = 8.26 \text{ cm}</math></p> <p><math>dt^* = 1.00 \cdot 8.26 \text{ cm} = 8.26 \text{ cm}</math></p> <p><math>dy = 8.26 \text{ cm}</math>, <math>dt = 8.26 \text{ cm}</math></p>	<p>Στοχευόμενη μετατόπιση <math>dt</math>.</p> $dy^* = 2 \left( d_m^* \cdot \frac{E_m^*}{F_y^*} \right)$ <p><math>C_1 = \mu_0 / q_u</math></p> $d_{u0}^* = S_{u0}(T^*) \cdot \left[ \frac{T^*}{2\pi} \right]^2$ <p><math>dt^* = \mu_0 / q_u \cdot d_{u0}^*</math></p> <p><math>dy = \Gamma \cdot dy^*</math>, <math>dt = \Gamma \cdot dt^*</math></p> <p><math>dy = 8.79 \text{ cm}</math>, <math>dt = 10.21 \text{ cm}</math></p>	<p><b>4.</b></p> <p>Μέγιστη επιτάχυνση <math>\max a_g</math> για <math>\lambda_{max} = 1</math> και επιτελεστικότητα <math>SD</math>.</p> <p><math>SD: \max a_g = 0.192 \geq 0.160</math> (ok)</p> <p><math>VR: \max a_g = 0.170 \geq 0.160</math> (ok)</p>
	<p>Στοχευόμενη μετατόπιση <math>dt</math>.</p> <p><math>dy^* = 2 \left( 7.27 \text{ cm} \cdot \frac{4139.7 \text{ kN}}{1011.83 \text{ kN}} \right) = 6.35 \text{ cm}</math></p> <p><math>C_1 = \mu_0 / q_u = 1.16 / 1.16 = 1.00</math></p> <p><math>d_{u0}^* = 1.90 \text{ m/s}^2 \cdot \left[ \frac{1.24\text{s}}{2\pi} \right]^2 = 7.38 \text{ cm}</math></p> <p><math>dt^* = 1.00 \cdot 7.38 \text{ cm} = 7.38 \text{ cm}</math></p> <p><math>dy = 8.79 \text{ cm}</math>, <math>dt = 10.21 \text{ cm}</math></p>	<p><b>4.</b></p> <p>Μέγιστη επιτάχυνση <math>\max a_g</math> για <math>\lambda_{max} = 1</math> και επιτελεστικότητα <math>SD</math>.</p> <p><math>SD: \max a_g = 0.158 &lt; 0.160</math> (!)</p> <p><math>VR: \max a_g = 0.274 \geq 0.160</math> (ok)</p>

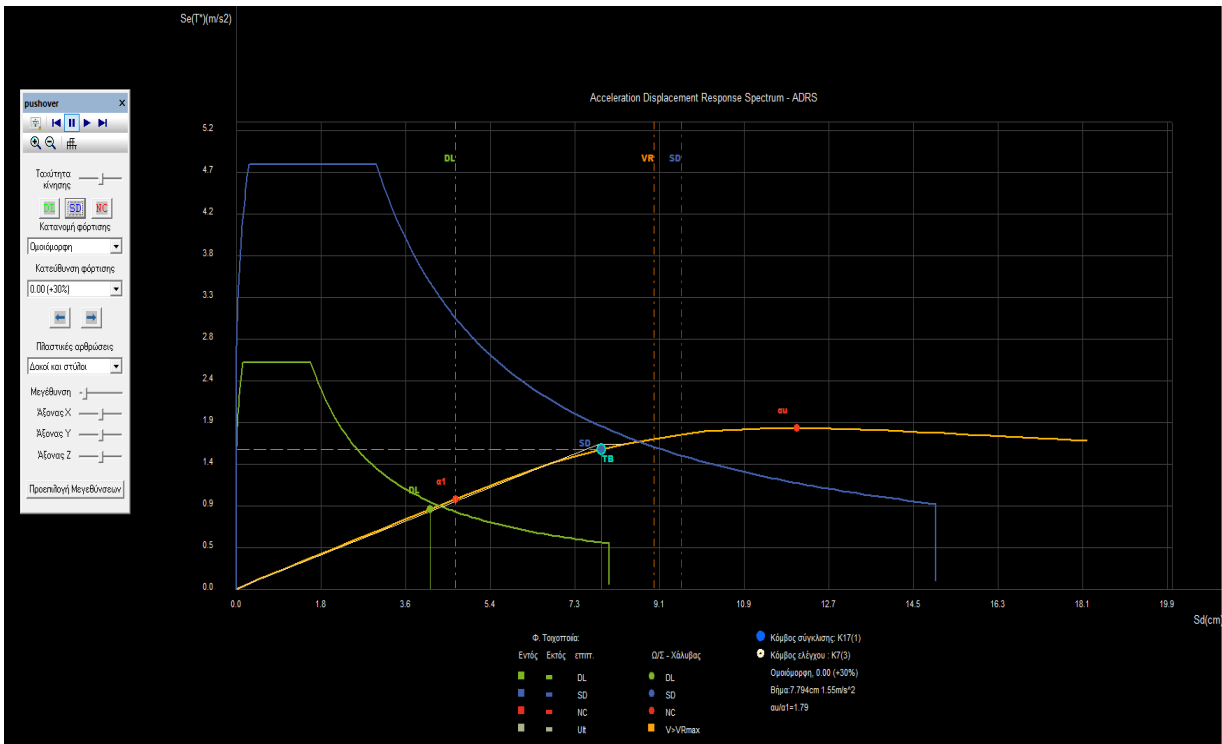
Εικ.4.12 Συγκεντρωτικά διαγράμματα F-d και διάγραμμα απαίτησης κανότητας στάθμης επιτελεστικότητας SD, κατεύθυνσης 90°-30%·180°





Εικ.4.13 Καμπύλη ικανότητας κτιρίου για **ομοιόμορφη** κατανομή φόρτισης (κατεύθυνση  $270^{\circ}-30\% \cdot 0^{\circ}$ ) και οι θέσεις πλαστικών αρθρώσεων των μελών του φορέα

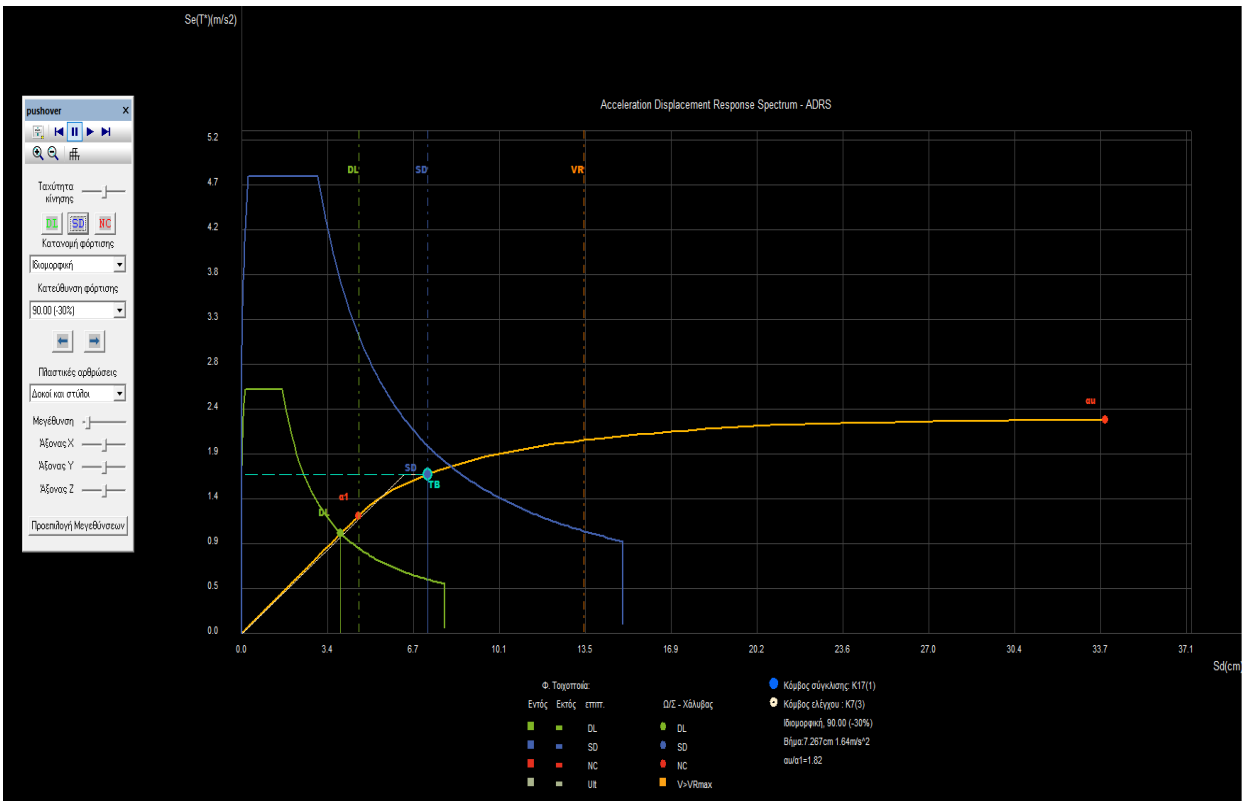
Η καμπύλη ικανότητας του κτιρίου (πορτοκαλί καμπύλη) (Εικ.4.13) αντιπροσωπεύει όλο το κτίριο και εξαρτάται αποκλειστικά από τις ιδιότητες των μελών του (υλικό – διαστάσεις - σπλισμοί). Στην πραγματικότητα απεικονίζει τη μετακίνηση του κόμβου ελέγχου του κτιρίου, που συνήθως είναι ο κοντινότερος κόμβος στο Κ.Μ. του τελευταίου ορόφου, σε σχέση με την σταδιακά αυξανόμενη εφαρμοζόμενη στο κτίριο οριζόντια δύναμη. Στο πορτοκαλί σημείο  $a_1$ , κάποιο γραμμικό μέλος του κτιρίου περνάει το όριο διαρροής του, ενώ το πορτοκαλί σημείο  $a_2$  αντιπροσωπεύει την αστοχία του κτιρίου μέσω του μηχανισμού κατάρρευσης.



Εικ.4.14 Διάγραμμα απαίτησης ικανότητας σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – φασματικής μετακίνησης για ομοιόμορφη κατανομή φόρτισης (κατεύθυνση 0.00 +30%-90°).

Η μπλε και η πράσινη καμπύλη (Εικ.4.14) αντιπροσωπεύουν τις εξεταζόμενες σεισμικές απαιτήσεις, οι οποίες εξαρτώνται από το φάσμα του σεισμού που ορίζεται στην περιοχή του εξεταζόμενου κτιρίου. Ο κατακόρυφος πράσινος άξονας DL δηλώνει τη θέση όπου δημιουργείται η πρώτη πλαστική άρθρωση σε κάποιο μέλος, για την οποία ισχύει  $\theta > \theta_y$ . Ο μπλε κατακόρυφος άξονας SD αντιστοιχεί στη μετατόπιση του κόμβου ελέγχου, κατά την οποία στο άκρο κάποιου μέλους θα ισχύει  $\theta > (\theta_y + \theta_u) / (2 \gamma_{Rd})$ .

Η απαίτηση για το κτίριο (μπλε κουκίδα SD) είναι μικρότερη (πιο αριστερά) από το κριτήριο ελέγχου της επιτελεστικότητας στη στάθμη Σημαντικές Βλάβες που εξετάζουμε (κατακόρυφος άξονας SD), για τη συγκεκριμένη κατανομή και διάγραμμα φόρτισης.



Εικ.4.15 Διάγραμμα απαίτησης ικανότητας σε όρους φασματικής επιτάχυνσης – φασματικής μετακίνησης για **ιδιομορφική** κατανομή φόρτισης (**κατεύθυνση 90.0 -30% 180°**).

Παρατηρούμε ότι η απαίτηση για το κτίριο (μπλε κουκίδα SD) είναι οριακά ίση με την ικανότητα του, που αντιστοιχεί στη στάθμη επιτελεστικότητας Σημαντικές Βλάβες (κατακόρυφος άξονας SD), για τη συγκεκριμένη κατανομή και διάγραμμα φόρτισης (Εικ.4.15).

Τα ανεπαρκή μέλη του φορέα ( $\lambda > 1$ ) με τους μέγιστους λόγους ανεπάρκειας δοκών και υποστρωμάτων και ο έλεγχος θεμελίωσης του φορέα, μετά την ανελαστική στατική ανάλυση (pushover), φαίνονται στην ακόλουθη Εικόνα 4.16.

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Σφάλμα E6253 Δ 2.2(0):Αποτίμηση Φ.Ι. υπό στατικά φορτία. Αστοχία σε κάμψη  
 Σφάλμα E6253 Δ 9.4(0):Αποτίμηση Φ.Ι. υπό στατικά φορτία. Αστοχία σε κάμψη  
 Σφάλμα E6253 Δ 10.4(0):Αποτίμηση Φ.Ι. υπό στατικά φορτία. Αστοχία σε κάμψη

Πληροφορία I6005 ΟΙΚΟ: ανιχνεύθηκαν λάθη σε 3 δοκούς του κτιρίου: ΚΤΙΡΙΟ.tek  
 Επίλυση Υποστυλωμάτων :  
 Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESWN.EXE"...  
 Τέλος επίλυσης.

Πληροφορία I8004 ΟΙΚΟ: ανιχνεύθηκαν λάθη σε 0 στύλους του κτιρίου: ΚΤΙΡΙΟ.tek

Επίλυση στατικού συστήματος :  
 Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESPAAnl.exe"...  
 Τέλος επίλυσης.

Κατεύθυνση: 0° +30%· 90°, Κατανομή:Ομοιόμορφη  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 81  
 Κατεύθυνση: 0° -30%·270°, Κατανομή:Ομοιόμορφη  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 66  
 Κατεύθυνση: 0° +30%· 90°, Κατανομή:Ιδιομορφική  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 55  
 Κατεύθυνση: 0° -30%·270°, Κατανομή:Ιδιομορφική  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 61  
 Κατεύθυνση: 180° +30%· 90°, Κατανομή:Ομοιόμορφη  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 75  
 Κατεύθυνση: 180° -30%·270°, Κατανομή:Ομοιόμορφη  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 65  
 Κατεύθυνση: 180° +30%· 90°, Κατανομή:Ιδιομορφική  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 59  
 Κατεύθυνση: 180° -30%·270°, Κατανομή:Ιδιομορφική  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 62  
 Κατεύθυνση: 270° +30%· 0°, Κατανομή:Ομοιόμορφη  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 68  
 Κατεύθυνση: 270° -30%·180°, Κατανομή:Ομοιόμορφη  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 60  
 Κατεύθυνση: 270° +30%· 0°, Κατανομή:Ιδιομορφική  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 74  
 Κατεύθυνση: 270° -30%·180°, Κατανομή:Ιδιομορφική  
 Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 75  
 Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 17(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασκήκωμα πεδίου  
 Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 19(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασκήκωμα πεδίου  
 Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 20(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασκήκωμα πεδίου  
 Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 18(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασκήκωμα πεδίου  
 Επίλυση αρχείου : C:\Users\tvasiloroules.GTHD\Desktop\ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ\FESPA\PO\_TH\ktirio\_nln.xff  
 Χρόνος επίλυσης : 0h: 0':19.78s  
 Η επίλυση ολοκληρώθηκε επιτυχώς! 0  
 Επίλυση στατικού συστήματος :  
 Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESPAAnl.exe"...  
 Τέλος επίλυσης.

### Μέγιστα λόγων επάρκειας δοκών - Έλεγχος Ροής

Στάθμη Επιτελεστικότητα	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	<a href="#">Δ1.3(0)</a>	Κύριο	<b>1.45!</b>
SD	<a href="#">Δ11.1(1)</a>	Κύριο	0.64

### Μέγιστα λόγων επάρκειας δοκών - Έλεγχος διάτμησης

Στάθμη Επιτελεστικότητα	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	<a href="#">Δ10.4(0)</a>	Κύριο	0.72
SD	<a href="#">Δ10.4(0)</a>	Κύριο	0.97

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

### Μέγιστα λόγων επάρκειας υποστυλωμάτων - Έλεγχος Ροπής

Στάθμη Επιτελεστικότητα	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	<u>K8(2)</u>	Κύριο	0.77
SD	<u>K8(1)</u>	Κύριο	0.98

### Μέγιστα λόγων επάρκειας υποστυλωμάτων - Έλεγχος διάτμησης

Στάθμη Επιτελεστικότητα	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	<u>K8(1)</u>	Κύριο	0.70
SD	<u>K8(1)</u>	Κύριο	0.98

### Πίνακες θεμελίωσης

#### Έλεγχος εκκεντροτήτων και τάσεων πεδίων

Στοιχείο [l]	ei/L [l]	eb/b [l]	κ [l]	ξ [l]	?	σmax [kPa]	<	1.2*3 <sup>ος</sup> επ [kPa]	σαν [kPa]	<	3 <sup>ος</sup> επ [kPa]
Πεδ. 1(-1)	0.105	0.168	0.039	0.273	κ<1/9	741.4	<	1080.0	320.7	<	900.0
Πεδ. 4(-1)	0.034	0.120	0.015	0.154	ξ<1/6	571.6	<	1080.0	275.7	<	900.0
Πεδ. 2(-1)	0.118	0.034	0.015	0.152	ξ<1/6	557.9	<	1080.0	270.0	<	900.0
Πεδ. 3(-1)	0.107	0.170	0.040	0.276	κ<1/9	771.3	<	1080.0	333.9	<	900.0
Πεδ. 15(-1)	0.108	0.049	0.014	0.157	ξ<1/6	562.7	<	1080.0	330.6	<	900.0
Πεδ. 14(-1)	0.051	0.159	0.028	0.210	κ<1/9	409.2	<	1080.0	187.9	<	900.0
Πεδ. 13(-1)	0.050	0.154	0.026	0.204	κ<1/9	410.9	<	1080.0	191.9	<	900.0
Πεδ. 16(-1)	0.051	0.109	0.014	0.160	ξ<1/6	557.4	<	1080.0	326.6	<	900.0
Πεδ. 12(-1)	0.146	0.048	0.023	0.193	κ<1/9	514.4	<	1080.0	276.4	<	900.0
Πεδ. 11(-1)	0.041	0.155	0.026	0.196	κ<1/9	413.1	<	1080.0	187.4	<	900.0
Πεδ. 10(-1)	0.169	0.046	0.031	0.215	κ<1/9	391.9	<	1080.0	172.1	<	900.0
Πεδ. 9(-1)	0.149	0.050	0.025	0.199	κ<1/9	523.0	<	1080.0	271.4	<	900.0
Πεδ. 5(-1)	0.242	0.007	0.059	0.249	κ<1/9	540.2	<	1080.0	208.3	<	900.0
Πεδ. 8(-1)	0.065	0.125	0.020	0.191	κ<1/9	438.3	<	1080.0	206.3	<	900.0
Πεδ. 7(-1)	0.161	0.062	0.030	0.224	κ<1/9	403.5	<	1080.0	191.1	<	900.0
Πεδ. 6(-1)	0.257	0.008	0.066	0.265	κ<1/9	550.1	<	1080.0	206.7	<	900.0
Πεδ. 17(-1)	-	-	-	-	Ανασκήωμα	453.6	<	1080.0	283.2	<	900.0
Πεδ. 19(-1)	-	-	-	-	Ανασκήωμα	943.7	<	1080.0	279.9	<	900.0
Πεδ. 20(-1)	-	-	-	-	Ανασκήωμα	947.0	<	1080.0	292.2	<	900.0
Πεδ. 18(-1)	-	-	-	-	Ανασκήωμα	446.0	<	1080.0	288.2	<	900.0

Όριο εμφάνισης χάνοντος ορίου:  $\xi = ei/L + eb/b < 1/6$

Όριο υπερβολικής εκκεντροτήτας:  $\kappa = (ei/L)^2 + (eb/b)^2 < (1/3)^2 = 1/9$

Όριο ανασκήωματος:  $\kappa < (1/2.5)^2 = 1/6.25$

#### Έλεγχος Φέρουσας Ικανότητας Εδάφους [EC7 §6.5.2]

Στοιχείο [l]	Vd [kN]	<	V <sub>rd</sub> [kN]	A' [m <sup>2</sup> ]
Πεδ. 1(-1)	965.2	<	1211.5	2.02
Πεδ. 4(-1)	1090.0	<	1778.0	2.96
Πεδ. 2(-1)	1068.6	<	1777.5	2.96
Πεδ. 3(-1)	1004.3	<	1217.9	2.03
Πεδ. 15(-1)	1011.7	<	1480.6	2.47
Πεδ. 14(-1)	1151.5	<	2783.0	4.64
Πεδ. 13(-1)	1192.4	<	2830.4	4.72
Πεδ. 16(-1)	999.3	<	1479.0	2.47
Πεδ. 12(-1)	845.8	<	1420.3	2.37
Πεδ. 11(-1)	1137.2	<	2679.1	4.47
Πεδ. 10(-1)	1017.7	<	2607.0	4.34
Πεδ. 9(-1)	816.8	<	1366.0	2.28
Πεδ. 8(-1)	651.7	<	1220.3	2.03
Πεδ. 7(-1)	643.9	<	1330.1	2.22
Πεδ. 6(-1)	612.2	<	1372.8	2.29
Πεδ. 5(-1)	579.0	<	1035.9	1.73
Πεδ. 17(-1)	423.4	<	778.7	1.30
Πεδ. 19(-1)	309.0	<	388.1	0.65
Πεδ. 20(-1)	311.9	<	366.8	0.61
Πεδ. 18(-1)	430.9	<	773.8	1.29

Σημείωση: Οι γεωτεχνικοί έλεγχοι πραγματοποιούνται στη στάθμη: SD

Εικ. 4.16 Αποτελέσματα επίλυσης, μέγιστα λόγων ανεπάρκειας δοκών και υποστυλωμάτων και έλεγχος θεμελίωσης κτιρίου με την ανάλυση pushover

Σε μία δοκό, ο δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda > 1$ , ενώ σε τρεις δοκούς εμφανίζεται αστοχία σε κάμψη υπό στατικά φορτία.

## 4.5 ΕΛΑΣΤΙΚΗ ΔΥΝΑΜΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ (ΑΝΑΛΥΣΗ ΧΡΟΝΟΪΣΤΟΡΙΑΣ) ΜΕ ΤΗ ΜΕΘΟΔΟ ΤΩΝ ΤΟΠΙΚΩΝ ΔΕΙΚΤΩΝ m

Σε περίπτωση εφαρμογής γραμμικών μεθόδων ανάλυσης, με χρήση τοπικών δεικτών m, χρησιμοποιούνται τα «ελαστικά φάσματα», Se(T).

Οι παράμετροι που λαμβάνονται υπόψη και οι λόγοι ανεπάρκειας των μελών κατά τη δεδομένη επίλυση φαίνονται στις Εικ. 4.17 & 4.18 αντίστοιχα.

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Κτίριο

Γενικά | Αντισεισμικός | Φάσμα | Συντελεστής q | Σκυρόδεμα | Οπλισμός | Έδαφος | Δομικός χάλυβας | Σύμμικτα | Τοιχοπήρωση | Υλικό - Αποτίμηση | Αποτίμηση | Φάσμα - Αποτίμηση | Φέρς

Χαρακτηρισμός μελών	?	Υφιστάμενα
Οπλισμοί μελών	?	Νέα & ενισχυόμενα με μανδύα
Αυτόματος υπολογισμός αντοχών	?	Ναι
<b>Νέο σκυρόδεμα</b>		
Παύτητα σκυροδέματος	?	C12/15
Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος f <sub>ck</sub> [MPa]	?	12
<b>Νέος οπλισμός</b>		
Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα f <sub>yk</sub> [MPa]	?	220
Οριακή παραμόρφωση νέου οπλισμού ε <sub>su_n</sub> [%]	?	6.000
Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα συνδετήρων f <sub>yk</sub> [MPa]	?	220
<b>Υφιστάμενο σκυρόδεμα &amp; Οπλισμός</b>		
Μέση αντοχή σκυροδέματος f <sub>cm</sub> [MPa]	?	16.0
Μέση αντοχή χάλυβα f <sub>ym</sub> [MPa]	?	280.0
Οριακή παραμόρφωση υφιστάμενου οπλισμού ε <sub>su_e</sub> [%]	?	10.000
Μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων f <sub>ym</sub> [MPa]	?	280.0
<b>Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) υφιστάμενων υλικών - Συντ. ασφαλείας</b>		
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) σκυροδέματος	?	KL2 - Κανονική (Κανονποιητική)
Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών σκυροδέματος C <sub>Fc</sub>	?	1.200
Συντελεστής ασφαλείας σκυροδέματος γ <sub>c</sub>	?	1.500
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) χάλυβα οπλισμού	?	KL2 - Κανονική (Κανονποιητική)
Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών χάλυβα C <sub>Fs</sub>	?	1.200
Συντελεστής ασφαλείας χάλυβα γ <sub>s</sub>	?	1.150
<b>Ενισχύσεις με FRP</b>		
Μέτρο ελαστικότητας FRP E <sub>f</sub> [kN/m <sup>2</sup> ]	?	3.00E+08
Οριακή εφελκυστική αντοχή FRP f <sub>uf</sub> [MPa]	?	2500.0
Οριακή ανηγμένη παραμόρφωση ε <sub>uf</sub>	?	1.50E-2
Συνολικό πάχος υλικού FRP t <sub>f</sub> [mm]	?	0.5
<b>Ενισχύσεις με μεταλλικό κίλωβο</b>		
Παύτητα χάλυβα	?	S 235
Τάση διαρροής [fy] [MPa]	?	235
Μέτρο ελαστικότητας E [kN/m <sup>2</sup> ]	?	2.00E+08
Λόγος συντελεστών προσαθέμενων υλικών γ <sub>m</sub> /γ <sub>m</sub> (KAN.ΕΠΕ. 4.5.3.2 α)	?	1.050
<b>Συντελεστές Μηχανικών χαρακτηριστικών</b>		
Ροπή διαρροής & σστοχίας m=M <sup>2</sup> /M	?	1.000
Στροπή διαρροής r <sub>th</sub> =θ <sup>2</sup> /θ <sub>y</sub>	?	1.000
Στροπή διαρροής (ενίσχυση με μανδύα) r <sub>th</sub> =θ <sup>2</sup> /θ <sub>y</sub>	?	1.050

<b>Γενικά</b>		
Τυχματική εκκεντρότητα	?	Όχι
Φαινόμενα 2ας τάξης (P-Δ)	?	Ναι
Πλήθος Δξονικών (Αλληλεπίδραση N-My-Mz)	?	5
Γωνία στρωφής χορδής θ <sub>u</sub> για ορθογωνικές διατομές	?	Εμπειρικό μοντέλο (EC8-3 (A.1))
γ <sub>el</sub> για VR [ΚΑΝΕΠΕ ΠΑΡ. 7Γ, ή EC8 A3.3.1]	?	1.000
Επιρροή περιφύγισης στα διαγράμματα αντοχής	?	Ναι
Γωνία στρωφής χορδής θ <sub>SD</sub> (θ <sub>B</sub> ) βάσει	?	EC8
Έλεγχος διάτμησης κάμβου	?	Ναι
<b>Pushover</b>		
A' Κατανομή φόρτισης	?	Ομοιόμορφη
B' Κατανομή φόρτισης	?	Ιδιομορφική
Συντελεστής συνδυασμού εγκάρσιας φόρτισης [%]	?	30.0
Βοήθες τοιχοπήρωσεις ενεργές	?	Όχι
Ενισχυμένες τοιχοπήρωσεις ενεργές	?	Όχι
Τοιχοματοποιήσεις πλαισίων ενεργές	?	Όχι
Υπολογισμός στοχευόμενης μετακίνησης	?	Ναι
Έλεγχος VRSL, VRsqat	?	Ναι
<b>Μέθοδος m, q</b>		
Αποτίμηση με ελαστική ανάλυση	?	Μέθοδος συντελεστών m
Αύξηση m, q	?	Ναι
Συντελεστής αύξησης m, q	?	1.250
Συντ. υπεραντοχής q <sub>DL</sub>	?	1.000
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς q <sub>DL</sub>	?	1.100
Συντ. υπεραντοχής q <sub>SD</sub>	?	1.100
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς q <sub>SD</sub>	?	1.700
Συντ. υπεραντοχής q <sub>NC</sub>	?	1.100
Συντ. σεισμικής συμπεριφοράς q <sub>NC</sub>	?	2.400
Μέγιστη τιμή συντελεστών m, m <sub>max</sub> < q <sup>k</sup> , k=...	?	10.000
Έλεγχος VRSL, VRsqat	?	Ναι
Έλεγχος διάτμησης δοκών	?	Ναι
Λόγος C1 = d <sub>inel</sub> /d <sub>el</sub>	?	1.000
Μέθοδος υπολογισμού λόγων ανεπάρκειας β	?	Ακριβής
<b>Χρονοϊστορία</b>		
Κατακόρυφη συνιστώσα	?	Όχι
Βοήθες τοιχοπήρωσεις ενεργές	?	Όχι

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

<b>Χαρακτηριστικά φάσματος</b>	
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση $a_{gR}$ [g]	0.160
Συντελεστής σπουδαιότητας $\gamma_I$	1.000
<b>Παράμετροι φάσματος - Τιμές αναφοράς (Σπουδαιότητα II)</b>	
Συμβατικός χρόνος ζωής TL [έτη]	50
Υπολογισμός φάσματος απαίτησης βάσει...	Πιθανότητας υπέρβασης PR
Πιθανότητα υπέρβασης PLR [%]	9.99
Περίοδος επαναφοράς TLR [έτη]	475.0
Εκθέτης k	3.000
<b>DL - Περιορισμός βλαβών</b>	
Στάθμη επιτελεστικότητας DL	1η διαρροή δοκού ή υποστ./τος*
DL - Περίοδος επαναφοράς T_DLR [Ε.τη]	72.1
DL - Πιθανότητα υπέρβασης P_DLR [%]	50.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση $\gamma_{IaGR\_DL}$	0.085
<b>SD - Σημαντικές βλάβες</b>	
Στάθμη επιτελεστικότητας SD	1η υπέρβαση ορίου σε υποστ./μα ή κύρια δοκό*
SD - Περίοδος επαναφοράς T_SDR [Ε.τη]	474.6
SD - Πιθανότητα υπέρβασης P_SDR [%]	10.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση $\gamma_{IaGR\_SD}$	0.160
<b>NC - Οικειή κατάρρευση</b>	
Στάθμη επιτελεστικότητας NC	Όχι
NC - Περίοδος επαναφοράς T_NCR [Ε.τη]	974.8
NC - Πιθανότητα υπέρβασης P_NCR [%]	5.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση $\gamma_{IaGR\_NC}$	0.203
<b>Όρια επιτελεστικότητας</b>	
Αριθμός υποστυλωμάτων n	2
<b>Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής</b>	
Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής	EC8-1
Σεισμικός συντελεστής $\epsilon$	0.080

Εικ. 4.17 Παράμετροι επίλυσης φορέα με ελαστική δυναμική μέθοδο, με χρήση των τοπικών δεικτών m

**Χρονοϊστορία - Λόγοι επάρκειας μελών (Απαίτηση/Ικανότητα)**

(Ανάλυση χωρίς άοπλες τοιχοπληρώσεις)

**Πίνακες δοκών***Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας Δοκών*

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λελ (10% / 50)	DL		SD		DL		SD	
		λ	m	λ	m	λ <sub>νγ</sub>	SD	λ <sub>νγ</sub>	SD
Δ1.1(0), Λ 32(0), κ	2.79!	<b>1.51!</b>	1.00	0.51	5.84	0.29	0.33		
Δ1.1(0), 2(0), κ	0.68	0.42	1.00	0.31	3.02	0.36	0.48		
Δ1.2(0), 2(0), κ	1.93	0.82	1.00	0.38	3.02	0.40	0.55		
Δ1.2(0), 3(0), κ	1.96	0.82	1.00	0.38	3.02	0.40	0.55		
Δ1.3(0), 3(0), κ	0.69	0.44	1.00	0.32	3.02	0.37	0.47		
Δ1.3(0), Λ 33(0), κ	2.86!	<b>1.53!</b>	1.00	0.48	5.89	0.29	0.33		
Δ2.1(0), Λ 25(0), κ	0.19	0.13	1.00	0.07	5.91	0.14	0.15		
Δ2.1(0), Λ 26(0), κ	0.17	0.15	1.00	0.15	3.11	0.21	0.22		
Δ2.2(0), Λ 26(0), κ	0.19	0.17	1.00	0.16	3.11	0.16	0.17		
Δ2.2(0), Λ 27(0), κ	0.20	0.18	1.00	0.16	3.11	0.16	0.17		
Δ2.3(0), Λ 27(0), κ	0.18	0.16	1.00	0.15	3.11	0.22	0.23		
Δ2.3(0), Λ 28(0), κ	0.21	0.14	1.00	0.08	5.92	0.15	0.16		
Δ3.1(0), 5(0), κ	1.60	0.84	1.00	0.33	3.92	0.32	0.53		
Δ3.1(0), 6(0), κ	0.57	0.36	1.00	0.24	3.16	0.31	0.47		
Δ3.2(0), 6(0), κ	1.53	0.75	1.00	0.28	3.22	0.56	0.92		
Δ3.2(0), 7(0), κ	1.69	0.85	1.00	0.28	3.16	0.55	0.92		
Δ3.3(0), 7(0), κ	0.57	0.38	1.00	0.25	3.10	0.31	0.46		
Δ3.3(0), 8(0), κ	1.57	0.83	1.00	0.33	3.97	0.31	0.52		
Δ4.1(0), 9(0), κ	1.47	0.77	1.00	0.32	3.95	0.31	0.50		
Δ4.1(0), 10(0), κ	0.87	0.41	1.00	0.23	3.09	0.29	0.43		
Δ4.2(0), 10(0), κ	1.57	0.79	1.00	0.27	3.16	0.35	0.57		
Δ4.2(0), 11(0), κ	1.45	0.71	1.00	0.27	3.18	0.52	0.86		
Δ4.3(0), 11(0), κ	0.53	0.35	1.00	0.23	3.12	0.30	0.44		
Δ4.3(0), 12(0), κ	1.52	0.81	1.00	0.31	3.93	0.31	0.50		
Δ5.1(0), Λ 21(0), κ	0.22	0.13	1.00	0.06	5.88	0.13	0.14		
Δ5.1(0), Λ 22(0), κ	0.11	0.09	1.00	0.08	3.10	0.16	0.17		
Δ5.2(0), Λ 22(0), κ	0.10	0.08	1.00	0.07	3.09	0.11	0.12		
Δ5.2(0), Λ 23(0), κ	0.17	0.16	1.00	0.15	3.09	0.14	0.15		
Δ5.3(0), Λ 23(0), κ	0.18	0.16	1.00	0.15	3.10	0.18	0.19		
Δ5.3(0), Λ 24(0), κ	0.23	0.14	1.00	0.07	5.90	0.12	0.13		
Δ6.1(0), Λ 30(0), κ	0.92	0.48	1.00	0.17	5.12	0.17	0.22		
Δ6.1(0), 14(0), κ	0.33	0.21	1.00	0.16	2.91	0.21	0.26		
Δ6.2(0), 14(0), κ	0.88	0.42	1.00	0.21	2.91	0.23	0.35		
Δ6.2(0), 15(0), κ	0.50	0.38	1.00	0.23	2.87	0.25	0.37		
Δ6.3(0), 15(0), κ	0.32	0.21	1.00	0.17	2.88	0.21	0.26		
Δ6.3(0), Λ 36(0), κ	0.92	0.48	1.00	0.17	5.12	0.16	0.21		
Δ7.1(0), 17(0), κ	1.26	0.67	1.00	0.22	5.09	0.18	0.25		
Δ7.1(0), 18(0), κ	0.55	0.37	1.00	0.28	3.48	0.25	0.32		
Δ7.2(0), 18(0), κ	0.68	0.43	1.00	0.29	3.48	0.25	0.36		
Δ7.2(0), 19(0), κ	0.67	0.42	1.00	0.29	3.48	0.25	0.35		
Δ7.3(0), 19(0), κ	0.55	0.37	1.00	0.28	3.48	0.26	0.32		
Δ7.3(0), 20(0), κ	1.24	0.65	1.00	0.23	5.10	0.19	0.26		
Δ8.1(0), 17(0), κ	0.73	0.39	1.00	0.23	3.15	0.26	0.44		
Δ8.1(0), Λ 30(0), κ	0.90	0.52	1.00	0.30	3.07	0.28	0.46		
Δ8.4(0), Λ 29(0), κ	1.20	0.83	1.00	0.47	3.17	0.50	0.59		
Δ8.5(0), 9(0), κ	1.19	0.57	1.00	0.31	3.43	0.39	0.53		
Δ8.6(0), 9(0), κ	0.72	0.37	1.00	0.26	3.18	0.27	0.42		
Δ8.6(0), 5(0), κ	0.48	0.31	1.00	0.24	3.13	0.27	0.39		
Δ8.7(0), 5(0), κ	0.88	0.55	1.00	0.37	3.61	0.40	0.44		
Δ8.8(0), Λ 31(0), κ	1.24	0.77	1.00	0.49	3.99	0.38	0.40		
Δ9.1(0), 18(0), κ	1.41	0.54	1.00	0.48	1.91	0.36	0.62		
Δ9.1(0), 14(0), κ	0.55	0.26	1.00	0.14	1.82	0.33	0.58		
Δ9.2(0), 14(0), κ	0.38	0.29	1.00	0.17	3.05	0.44	0.55		
Δ9.3(0), 10(0), κ	0.61	0.42	1.00	0.34	3.09	0.67	0.78		
Δ9.4(0), 10(0), κ	0.73	0.46	1.00	0.33	2.70	0.64	0.96		
Δ9.4(0), 6(0), κ	0.68	0.49	1.00	0.30	2.70	0.63	0.95		
Δ9.5(0), 6(0), κ	0.64	0.44	1.00	0.34	3.07	0.42	0.52		
Δ9.6(0), 2(0), κ	1.02	0.63	1.00	0.38	4.27	0.52	0.55		
Δ10.1(0), 19(0), κ	1.51	0.64	1.00	0.39	1.87	0.40	0.65		



Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10% / 50)	DL		SD		DL	SD
		λ	m	λ	m	λVγ	
Δ10.1(0), 15(0), κ	0.68	0.40	1.00	0.27	3.11	0.36	0.62
Δ10.2(0), 15(0), κ	0.81	0.44	1.00	0.13	6.19	0.30	0.42
Δ10.3(0), 11(0), κ	0.51	0.33	1.00	0.26	2.89	0.33	0.45
Δ10.4(0), 11(0), κ	1.57	0.73	1.00	0.30	2.59	0.60	0.92
Δ10.4(0), 7(0), κ	0.67	0.42	1.00	0.31	2.76	0.79	1.16!
Δ10.5(0), 7(0), κ	0.67	0.46	1.00	0.35	3.22	0.42	0.53
Δ10.6(0), 3(0), κ	1.01	0.63	1.00	0.38	4.23	0.54	0.58
Δ11.1(0), 20(0), κ	0.72	0.38	1.00	0.22	3.15	0.26	0.44
Δ11.1(0), Λ 36(0), κ	0.99	0.51	1.00	0.30	3.07	0.27	0.45
Δ11.4(0), Λ 35(0), κ	1.20	0.80	1.00	0.47	3.21	0.48	0.58
Δ11.5(0), 12(0), κ	1.16	0.56	1.00	0.30	3.43	0.38	0.53
Δ11.6(0), 12(0), κ	0.72	0.36	1.00	0.25	3.19	0.27	0.41
Δ11.6(0), 8(0), κ	0.48	0.31	1.00	0.24	3.14	0.27	0.39
Δ11.7(0), 8(0), κ	0.87	0.55	1.00	0.38	3.61	0.39	0.44
Δ11.8(0), Λ 34(0), κ	1.18	0.74	1.00	0.47	3.88	0.40	0.42
Δ1.1(1), Λ 32(1), κ	1.48	0.84	1.00	0.39	5.02	0.31	0.33
Δ1.2(1), 2(1), κ	0.77	0.53	1.00	0.40	3.45	0.42	0.44
Δ1.3(1), 2(1), κ	0.86	0.57	1.00	0.42	3.43	0.46	0.48
Δ1.5(1), 3(1), κ	0.74	0.48	1.00	0.36	3.20	0.47	0.55
Δ1.6(1), 3(1), κ	0.75	0.50	1.00	0.38	3.20	0.45	0.50
Δ1.7(1), 4(1), κ	1.23	0.73	1.00	0.45	3.69	0.37	0.39
Δ2.1(1), 5(1), κ	1.45	0.75	1.00	0.31	4.02	0.29	0.35
Δ2.2(1), 6(1), κ	0.75	0.51	1.00	0.40	3.07	0.42	0.54
Δ2.3(1), 6(1), κ	0.88	0.64	1.00	0.40	3.06	0.70	0.83
Δ2.5(1), 7(1), κ	0.77	0.79	1.00	0.34	2.93	0.49	0.65
Δ2.6(1), 7(1), κ	0.63	0.43	1.00	0.35	2.94	0.42	0.53
Δ2.7(1), 8(1), κ	1.20	0.66	1.00	0.30	4.34	0.29	0.34
Δ3.1(1), 9(1), κ	1.61	0.81	1.00	0.36	3.79	0.30	0.41
Δ3.1(1), 10(1), κ	0.61	0.39	1.00	0.29	2.94	0.33	0.45
Δ3.2(1), 10(1), κ	1.59	0.75	1.00	0.30	2.94	0.34	0.53
Δ3.2(1), 11(1), κ	0.71	0.69	1.00	0.30	2.83	0.33	0.50
Δ3.3(1), 11(1), κ	0.57	0.37	1.00	0.29	2.84	0.32	0.44
Δ3.3(1), 12(1), κ	1.66	0.86	1.00	0.36	3.95	0.29	0.39
Δ4.1(1), Λ 30(1), κ	1.13	0.58	1.00	0.23	5.12	0.15	0.21
Δ4.1(1), 14(1), κ	0.38	0.27	1.00	0.16	3.10	0.16	0.23
Δ4.2(1), 14(1), κ	1.10	0.54	1.00	0.21	3.09	0.21	0.33
Δ4.2(1), 15(1), κ	1.07	0.51	1.00	0.23	3.09	0.21	0.34
Δ4.3(1), 15(1), κ	0.39	0.24	1.00	0.17	3.10	0.17	0.23
Δ4.3(1), Λ 36(1), κ	1.13	0.59	1.00	0.22	5.12	0.14	0.20
Δ5.1(1), 17(1), κ	0.80	0.41	1.00	0.26	2.80	0.29	0.46
Δ5.1(1), Λ 30(1), κ	1.05	0.59	1.00	0.43	2.77	0.24	0.41
Δ5.4(1), Λ 29(1), κ	1.91	0.91	1.00	0.47	3.26	0.39	0.51
Δ5.4(1), 9(1), κ	1.27	0.61	1.00	0.32	3.43	0.41	0.53
Δ5.5(1), 9(1), κ	0.79	0.41	1.00	0.29	3.18	0.33	0.50
Δ5.5(1), 5(1), κ	0.86	0.38	1.00	0.25	3.10	0.29	0.43
Δ5.6(1), 5(1), κ	1.02	0.62	1.00	0.41	3.52	0.36	0.37
Δ5.6(1), Λ 31(1), κ	1.23	0.77	1.00	0.52	3.46	0.35	0.37
Δ6.1(1), Λ 23(1), κ	0.22	0.12	1.00	0.04	6.74	0.21	0.23
Δ6.1(1), Λ 18(1), κ	0.22	0.13	1.00	0.05	6.74	0.21	0.22
Δ7.1(1), Λ 24(1), κ	0.35	0.18	1.00	0.06	3.81	0.20	0.23
Δ7.1(1), Λ 19(1), κ	0.28	0.15	1.00	0.05	6.17	0.18	0.19
Δ8.1(1), Λ 25(1), κ	0.48	0.25	1.00	0.08	3.48	0.20	0.22
Δ8.1(1), Λ 21(1), κ	0.40	0.21	1.00	0.07	4.61	0.18	0.18
Δ9.1(1), Λ 26(1), κ	0.20	0.11	1.00	0.04	6.17	0.21	0.23
Δ9.1(1), Λ 22(1), κ	0.21	0.12	1.00	0.05	6.17	0.20	0.20
Δ10.1(1), 14(1), κ	2.10	1.04!	1.00	0.46	3.73	0.35	0.38
Δ10.1(1), 10(1), κ	2.00	0.96	1.00	0.35	3.03	0.34	0.50
Δ11.1(1), 20(1), κ	0.77	0.40	1.00	0.25	2.80	0.28	0.44
Δ11.1(1), Λ 36(1), κ	1.02	0.56	1.00	0.40	2.77	0.25	0.40
Δ11.4(1), Λ 35(1), κ	1.85	0.89	1.00	0.49	3.40	0.38	0.49
Δ11.4(1), 12(1), κ	1.20	0.56	1.00	0.32	3.43	0.40	0.53
Δ11.5(1), 12(1), κ	0.77	0.41	1.00	0.29	3.19	0.34	0.49
Δ11.5(1), 8(1), κ	0.82	0.37	1.00	0.23	3.01	0.31	0.47
Δ11.6(1), 8(1), κ	1.04	0.60	1.00	0.39	3.40	0.41	0.43
Δ11.6(1), Λ 34(1), κ	1.29	0.81	1.00	0.56	3.47	0.34	0.36
Δ12.1(1), 15(1), κ	1.93	0.96	1.00	0.44	3.80	0.35	0.38
Δ12.1(1), 11(1), κ	2.03	0.99	1.00	0.34	3.06	0.33	0.50
Δ1.1(2), Λ 32(2), κ	1.58	0.75	1.00	0.39	4.00	0.29	0.30

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10% / 50)	DL		SD		DL	SD
		λ	m	λ	m	λ <sub>Vγ</sub>	
Δ1.2(2), 2(2), κ	0.79	0.55	1.00	0.43	3.55	0.35	0.37
Δ1.3(2), 2(2), κ	0.83	0.57	1.00	0.43	3.49	0.41	0.43
Δ1.5(2), 3(2), κ	0.89	0.59	1.00	0.43	3.45	0.42	0.44
Δ1.6(2), 3(2), κ	0.92	0.62	1.00	0.46	3.44	0.39	0.41
Δ1.7(2), 4(2), κ	1.27	0.77	1.00	0.48	3.75	0.35	0.37
Δ2.1(2), 5(2), κ	1.84	0.91	1.00	0.36	3.75	0.30	0.37
Δ2.2(2), 6(2), κ	0.77	0.54	1.00	0.42	3.32	0.38	0.41
Δ2.3(2), 6(2), κ	0.84	0.55	1.00	0.41	3.32	0.42	0.49
Δ2.5(2), 7(2), κ	0.69	0.45	1.00	0.33	3.09	0.42	0.55
Δ2.6(2), 7(2), κ	0.63	0.44	1.00	0.35	3.10	0.39	0.49
Δ2.7(2), 8(2), κ	1.34	0.75	1.00	0.37	4.37	0.31	0.34
Δ3.1(2), 9(2), κ	1.95	0.85	1.00	0.36	3.94	0.27	0.34
Δ3.1(2), 10(2), κ	0.57	0.37	1.00	0.28	3.13	0.33	0.45
Δ3.2(2), 10(2), κ	0.71	0.46	1.00	0.29	3.12	0.32	0.47
Δ3.2(2), 11(2), κ	0.71	0.44	1.00	0.32	3.12	0.33	0.49
Δ3.3(2), 11(2), κ	0.61	0.41	1.00	0.31	3.14	0.35	0.46
Δ3.3(2), 12(2), κ	2.02	<b>1.07!</b>	1.00	0.36	5.11	0.26	0.31
Δ4.1(2), Λ 30(2), κ	1.12	0.58	1.00	0.23	5.12	0.14	0.21
Δ4.1(2), 14(2), κ	0.61	0.27	1.00	0.17	3.30	0.16	0.23
Δ4.2(2), 14(2), κ	1.06	0.52	1.00	0.23	3.29	0.20	0.33
Δ4.2(2), 15(2), κ	1.03	0.49	1.00	0.24	3.29	0.21	0.33
Δ4.3(2), 15(2), κ	0.45	0.28	1.00	0.19	3.30	0.17	0.23
Δ4.3(2), Λ 36(2), κ	1.13	0.59	1.00	0.21	5.12	0.14	0.20
Δ5.1(2), 17(2), κ	0.78	0.40	1.00	0.26	2.80	0.30	0.46
Δ5.1(2), Λ 30(2), κ	1.06	0.61	1.00	0.44	2.77	0.24	0.41
Δ5.4(2), Λ 29(2), κ	1.39	<b>1.11!</b>	1.00	0.58	3.19	0.41	0.50
Δ5.4(2), 9(2), κ	1.03	0.49	1.00	0.27	3.44	0.37	0.48
Δ5.5(2), 9(2), κ	0.71	0.37	1.00	0.26	3.19	0.31	0.47
Δ5.5(2), 5(2), κ	0.82	0.41	1.00	0.29	3.19	0.32	0.47
Δ5.6(2), 5(2), κ	1.02	0.63	1.00	0.41	3.63	0.31	0.32
Δ5.6(2), Λ 31(2), κ	1.38	0.90	1.00	0.65	3.10	0.32	0.35
Δ6.1(2), Λ 23(2), κ	0.21	0.12	1.00	0.04	6.74	0.21	0.23
Δ6.1(2), Λ 18(2), κ	0.23	0.13	1.00	0.05	6.74	0.21	0.22
Δ7.1(2), Λ 24(2), κ	0.31	0.17	1.00	0.05	3.81	0.20	0.22
Δ7.1(2), Λ 19(2), κ	0.28	0.15	1.00	0.05	6.17	0.18	0.19
Δ8.1(2), Λ 25(2), κ	0.42	0.22	1.00	0.07	3.48	0.20	0.22
Δ8.1(2), Λ 21(2), κ	0.38	0.20	1.00	0.06	4.61	0.18	0.18
Δ9.1(2), Λ 26(2), κ	0.20	0.11	1.00	0.04	6.74	0.21	0.22
Δ9.1(2), Λ 22(2), κ	0.22	0.13	1.00	0.05	6.74	0.21	0.22
Δ10.1(2), 14(2), κ	1.70	0.97	1.00	0.49	4.33	0.24	0.28
Δ10.1(2), 10(2), κ	2.52!	<b>1.22!</b>	1.00	0.36	2.95	0.35	0.46
Δ11.1(2), 20(2), κ	0.73	0.38	1.00	0.24	2.80	0.27	0.42
Δ11.1(2), Λ 36(2), κ	1.40	0.80	1.00	0.53	3.09	0.23	0.38
Δ11.4(2), Λ 35(2), κ	1.45	<b>1.03!</b>	1.00	0.59	3.31	0.40	0.49
Δ11.4(2), 12(2), κ	0.95	0.44	1.00	0.26	3.43	0.36	0.48
Δ11.5(2), 12(2), κ	0.66	0.35	1.00	0.25	3.20	0.30	0.45
Δ11.5(2), 8(2), κ	0.75	0.38	1.00	0.27	3.20	0.30	0.45
Δ11.6(2), 8(2), κ	1.07	0.61	1.00	0.39	3.63	0.30	0.32
Δ11.6(2), Λ 34(2), κ	1.33	0.87	1.00	0.65	3.00	0.32	0.34
Δ12.1(2), 15(2), κ	1.67	0.95	1.00	0.48	4.33	0.24	0.28
Δ12.1(2), 11(2), κ	2.44	<b>1.16!</b>	1.00	0.37	2.95	0.35	0.46
Δ1.1(3), Λ 32(3), κ	0.92	0.49	1.00	0.21	5.07	0.23	0.29
Δ1.2(3), 2(3), κ	0.67	0.49	1.00	0.39	3.91	0.30	0.31
Δ1.3(3), 2(3), κ	0.67	0.49	1.00	0.39	3.93	0.34	0.38
Δ1.5(3), 3(3), κ	0.86	0.61	1.00	0.45	4.10	0.37	0.39
Δ1.6(3), 3(3), κ	0.94	0.66	1.00	0.49	4.09	0.29	0.30
Δ1.7(3), 4(3), κ	1.44	0.88	1.00	0.47	5.08	0.26	0.30
Δ2.1(3), 5(3), κ	1.08	0.60	1.00	0.27	5.09	0.21	0.28
Δ2.2(3), 6(3), κ	0.68	0.52	1.00	0.43	3.78	0.30	0.31
Δ2.3(3), 6(3), κ	0.59	0.46	1.00	0.39	3.79	0.30	0.35
Δ2.5(3), 7(3), κ	0.60	0.46	1.00	0.38	3.79	0.31	0.35
Δ2.6(3), 7(3), κ	0.70	0.54	1.00	0.44	3.79	0.29	0.31
Δ2.7(3), 8(3), κ	1.11	0.59	1.00	0.25	5.11	0.22	0.29
Δ3.1(3), 9(3), κ	1.12	0.58	1.00	0.23	5.10	0.20	0.26
Δ3.1(3), 10(3), κ	0.37	0.27	1.00	0.21	3.36	0.27	0.33
Δ3.2(3), 10(3), κ	0.35	0.25	1.00	0.20	3.36	0.20	0.25
Δ3.2(3), 11(3), κ	0.39	0.28	1.00	0.23	3.36	0.22	0.27
Δ3.3(3), 11(3), κ	0.42	0.31	1.00	0.25	3.37	0.28	0.33

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10% / 50)	DL		SD		DL SD	
		λ	m	λ	m	λVγ	SD
Δ3.3(3), 12(3), κ	1.16	0.62	1.00	0.20	5.74	0.20	0.26
Δ4.1(3), Λ 30(3), κ	0.63	0.33	1.00	0.12	5.12	0.11	0.14
Δ4.1(3), 14(3), κ	0.28	0.16	1.00	0.11	3.30	0.12	0.16
Δ4.2(3), 14(3), κ	0.61	0.29	1.00	0.15	3.29	0.13	0.20
Δ4.2(3), 15(3), κ	0.58	0.26	1.00	0.16	3.29	0.15	0.22
Δ4.3(3), 15(3), κ	0.28	0.18	1.00	0.13	3.30	0.13	0.17
Δ4.3(3), Λ 36(3), κ	0.64	0.34	1.00	0.11	5.12	0.10	0.13
Δ5.1(3), 17(3), κ	0.39	0.20	1.00	0.13	2.80	0.16	0.25
Δ5.1(3), Λ 30(3), κ	0.84	0.49	1.00	0.33	3.09	0.13	0.21
Δ5.4(3), Λ 29(3), κ	1.21	0.73	1.00	0.45	3.79	0.25	0.34
Δ5.4(3), 9(3), κ	0.54	0.25	1.00	0.15	3.44	0.23	0.32
Δ5.5(3), 9(3), κ	0.32	0.20	1.00	0.15	3.19	0.18	0.25
Δ5.5(3), 5(3), κ	0.42	0.26	1.00	0.18	3.40	0.18	0.25
Δ5.6(3), 5(3), κ	0.64	0.39	1.00	0.25	3.89	0.27	0.28
Δ5.6(3), Λ 31(3), κ	1.54	0.97	1.00	0.59	4.58	0.25	0.28
Δ6.1(3), Λ 23(3), κ	0.16	0.09	1.00	0.04	6.12	0.18	0.19
Δ6.1(3), Λ 18(3), κ	0.19	0.11	1.00	0.05	6.12	0.18	0.19
Δ7.1(3), Λ 24(3), κ	0.29	0.16	1.00	0.05	5.92	0.17	0.18
Δ7.1(3), Λ 19(3), κ	0.26	0.15	1.00	0.06	5.92	0.17	0.17
Δ8.1(3), Λ 25(3), κ	0.41	0.21	1.00	0.05	4.06	0.16	0.17
Δ8.1(3), Λ 21(3), κ	0.36	0.20	1.00	0.07	6.20	0.16	0.15
Δ9.1(3), Λ 26(3), κ	0.16	0.09	1.00	0.04	6.12	0.18	0.19
Δ9.1(3), Λ 22(3), κ	0.19	0.11	1.00	0.05	6.12	0.18	0.19
Δ10.1(3), 14(3), κ	1.08	0.62	1.00	0.29	5.08	0.19	0.21
Δ10.1(3), 10(3), κ	1.03	0.50	1.00	0.19	3.60	0.24	0.30
Δ11.1(3), 20(3), κ	0.36	0.19	1.00	0.12	2.80	0.16	0.23
Δ11.1(3), Λ 36(3), κ	0.78	0.45	1.00	0.31	3.09	0.12	0.20
Δ11.4(3), Λ 35(3), κ	1.14	0.69	1.00	0.43	3.79	0.24	0.33
Δ11.4(3), 12(3), κ	0.50	0.23	1.00	0.15	3.43	0.22	0.31
Δ11.5(3), 12(3), κ	0.30	0.19	1.00	0.14	3.20	0.18	0.25
Δ11.5(3), 8(3), κ	0.37	0.22	1.00	0.15	3.41	0.17	0.23
Δ11.6(3), 8(3), κ	0.68	0.38	1.00	0.23	3.89	0.25	0.28
Δ11.6(3), Λ 34(3), κ	1.27	0.83	1.00	0.59	3.52	0.29	0.32
Δ12.1(3), 15(3), κ	1.08	0.61	1.00	0.28	5.08	0.19	0.20
Δ12.1(3), 11(3), κ	1.09	0.51	1.00	0.22	3.59	0.25	0.30

Μέγιστα λόγων επάρκειας δοκών - Έλεγχος Ροπήs

Στάθμη Επιτελεσιμότητας	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	Δ1.3(0)	Κύριο	<b>1.53!</b>
SD	Δ5.6(2)	Κύριο	0.65

Μέγιστα λόγων επάρκειας δοκών - Έλεγχος διάτμησηs

Στάθμη Επιτελεσιμότητας	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	Δ10.4(0)	Κύριο	0.79
SD	Δ10.4(0)	Κύριο	<b>1.16!</b>

Πίνακες υποστυλωμάτων

Συγκεντρωτικός πίνακας λόγων επάρκειας Υποστυλωμάτων

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10% / 50)	DL		SD			DL SD	
		λ	m	λ	m		λV	SD
K1(0), κάτω, κ	1.47	0.80	1.00	0.80	1.85	s/s:	-	-
K1(0), άνω, κ	1.19	0.72	1.00	0.69	1.98	z:	0.39	0.70
K1(1), κάτω, κ	0.77	0.54	1.00	0.56	1.74	s/s:	-	-
K1(1), άνω, κ	0.90	0.58	1.00	0.59	1.51	z:	0.43	0.67
K1(2), κάτω, κ	0.84	0.53	1.00	0.51	2.02	s/s:	-	-
K1(2), άνω, κ	0.90	0.59	1.00	0.65	1.58	z:	0.41	0.68
K1(3), κάτω, κ	0.78	0.57	1.00	0.54	2.10	s/s:	-	-
K1(3), άνω, κ	0.97	0.65	1.00	0.67	1.66	z:	0.31	0.48
K2(0), κάτω, κ	1.03	0.56	1.00	0.64	1.61	y:	0.58	<b>1.08!</b>
K2(0), άνω, κ	0.78	0.44	1.00	0.54	1.49	z:	0.38	0.66
K2(1), κάτω, κ	0.83	0.45	1.00	0.49	1.65	y:	0.55	<b>1.04!</b>
K2(1), άνω, κ	0.94	0.51	1.00	0.52	1.67	z:	0.17	0.30

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	Iel (10% / 50)	DL		SD			DL	SD
		λ	m	λ	m			
K2(2), κάτω, κ	1.25	0.68	1.00	0.58	2.02	γ:	0.60	<b>1.11!</b>
K2(2), άνω, κ	1.28	0.70	1.00	0.57	2.06	z:	0.19	0.28
K2(3), κάτω, κ	1.24	0.66	1.00	0.44	2.91	γ:	0.52	0.98
K2(3), άνω, κ	1.35	0.72	1.00	0.52	2.82	z:	0.12	0.17
K3(0), κάτω, κ	1.01	0.55	1.00	0.66	1.55	γ:	0.58	<b>1.08!</b>
K3(0), άνω, κ	0.79	0.45	1.00	0.55	1.48	z:	0.39	0.67
K3(1), κάτω, κ	0.85	0.47	1.00	0.54	1.66	γ:	0.56	<b>1.03!</b>
K3(1), άνω, κ	0.95	0.52	1.00	0.56	1.68	z:	0.16	0.27
K3(2), κάτω, κ	1.32	0.72	1.00	0.62	2.20	γ:	0.18	0.25
K3(2), άνω, κ	1.27	0.69	1.00	0.60	2.27	z:	0.66	<b>1.22!</b>
K3(3), κάτω, κ	1.07	0.57	1.00	0.49	2.22	γ:	0.10	0.16
K3(3), άνω, κ	1.14	0.61	1.00	0.51	2.26	z:	0.49	0.92
K4(0), κάτω, κ	1.37	0.74	1.00	0.77	1.81	sls:	-	-
K4(0), άνω, κ	1.08	0.66	1.00	0.64	1.88	z:	0.38	0.69
K4(1), κάτω, κ	0.85	0.59	1.00	0.61	1.77	sls:	-	-
K4(1), άνω, κ	0.83	0.51	1.00	0.56	1.54	z:	0.50	0.79
K4(2), κάτω, κ	0.82	0.56	1.00	0.52	2.19	sls:	-	-
K4(2), άνω, κ	0.90	0.59	1.00	0.65	1.61	z:	0.47	0.75
K4(3), κάτω, κ	0.75	0.56	1.00	0.52	2.29	sls:	-	-
K4(3), άνω, κ	0.84	0.57	1.00	0.60	1.70	z:	0.32	0.46
K5(0), κάτω, κ	1.14	0.61	1.00	0.73	1.57	γ:	0.40	0.71
K5(0), άνω, κ	1.12	0.61	1.00	0.73	1.58	z:	0.51	0.91
K5(1), κάτω, κ	1.54	0.87	1.00	0.84	1.89	γ:	0.35	0.66
K5(1), άνω, κ	1.48	0.84	1.00	0.80	1.94	z:	0.76	<b>1.33!</b>
K5(2), κάτω, κ	1.71	0.95	1.00	0.71	2.58	γ:	0.29	0.53
K5(2), άνω, κ	1.68	0.94	1.00	0.70	2.44	z:	0.73	<b>1.15!</b>
K5(3), κάτω, κ	1.53 <sup>(3)</sup>	0.87	1.00	0.54	3.62	γ:	0.28	0.50
K5(3), άνω, κ	1.67 <sup>(3)</sup>	0.94	1.00	0.54	2.73	z:	0.60	0.99
K6(0), κάτω, κ	1.12	0.60	1.00	0.71	1.58	γ:	0.58	<b>1.13!</b>
K6(0), άνω, κ	0.96	0.54	1.00	0.61	1.59	z:	0.58	<b>1.05!</b>
K6(1), κάτω, κ	0.87	0.49	1.00	0.54	1.68	γ:	0.56	0.99
K6(1), άνω, κ	0.87	0.49	1.00	0.41	2.03	z:	0.25	0.45
K6(2), κάτω, κ	1.16	0.64	1.00	0.53	2.02	γ:	0.66	<b>1.20!</b>
K6(2), άνω, κ	1.22	0.67	1.00	0.53	2.66	z:	0.10	0.19
K6(3), κάτω, κ	1.21	0.67	1.00	0.46	2.85	γ:	0.53	0.96
K6(3), άνω, κ	1.33	0.74	1.00	0.57	2.73	z:	0.12	0.18
K7(0), κάτω, κ	1.11	0.60	1.00	0.71	1.57	γ:	0.59	<b>1.10!</b>
K7(0), άνω, κ	0.93	0.52	1.00	0.60	1.58	z:	0.57	<b>1.03!</b>
K7(1), κάτω, κ	0.91	0.52	1.00	0.57	1.70	γ:	0.60	<b>1.05!</b>
K7(1), άνω, κ	0.92	0.52	1.00	0.43	2.09	z:	0.26	0.46
K7(2), κάτω, κ	1.23	0.68	1.00	0.55	2.11	γ:	0.71	<b>1.27!</b>
K7(2), άνω, κ	1.30	0.73	1.00	0.56	2.75	z:	0.11	0.19
K7(3), κάτω, κ	1.28	0.72	1.00	0.50	3.13	γ:	0.54	0.91
K7(3), άνω, κ	1.39	0.78	1.00	0.55	3.08	z:	0.11	0.17
K8(0), κάτω, κ	1.14	0.64	1.00	0.72	1.55	γ:	0.38	0.71
K8(0), άνω, κ	1.10	0.60	1.00	0.72	1.56	z:	0.49	0.89
K8(1), κάτω, κ	1.53	0.87	1.00	0.83	1.77	γ:	0.35	0.65
K8(1), άνω, κ	1.48	0.83	1.00	0.76	1.95	z:	0.75	<b>1.32!</b>
K8(2), κάτω, κ	1.64	0.91	1.00	0.71	2.21	γ:	0.30	0.56
K8(2), άνω, κ	1.63	0.91	1.00	0.69	2.56	z:	0.70	<b>1.15!</b>
K8(3), κάτω, κ	1.48	0.83	1.00	0.53	2.13	γ:	0.28	0.50
K8(3), άνω, κ	1.61	0.90	1.00	0.53	2.14	z:	0.58	0.94
K9(0), κάτω, κ	1.16	0.61	1.00	0.65	1.70	γ:	0.35	0.66
K9(0), άνω, κ	1.10	0.58	1.00	0.61	1.71	z:	0.43	0.82
K9(1), κάτω, κ	1.50	0.80	1.00	0.69	1.73	γ:	0.37	0.68
K9(1), άνω, κ	1.52	0.79	1.00	0.68	1.75	z:	0.65	<b>1.21!</b>
K9(2), κάτω, κ	1.72	0.92	1.00	0.76	2.05	γ:	0.33	0.62
K9(2), άνω, κ	1.75	0.94	1.00	0.75	2.17	z:	0.66	<b>1.11!</b>
K9(3), κάτω, κ	1.55	0.83	1.00	0.59	1.85	γ:	0.36	0.61
K9(3), άνω, κ	1.64	0.88	1.00	0.62	1.85	z:	0.59	0.96
K10(0), κάτω, κ	1.09	0.60	1.00	0.70	1.58	γ:	0.55	<b>1.03!</b>
K10(0), άνω, κ	0.92	0.53	1.00	0.61	1.59	z:	0.57	1.00
K10(1), κάτω, κ	0.81	0.45	1.00	0.51	1.63	γ:	0.50	0.91
K10(1), άνω, κ	0.85	0.46	1.00	0.40	2.01	z:	0.43	0.74
K10(2), κάτω, κ	1.09	0.60	1.00	0.52	1.93	γ:	0.59	<b>1.07!</b>
K10(2), άνω, κ	1.14	0.63	1.00	0.56	2.27	z:	0.41	0.70
K10(3), κάτω, κ	1.08	0.61	1.00	0.54	2.49	γ:	0.51	0.92

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	Iel (10% / 50)	DL		SD			DL		SD	
		λ	m	λ	m		λν	SD		
K10(3), άνω, κ	1.30	0.72	1.00	0.62	2.43	z:	0.36	0.60		
K11(0), κάτω, κ	1.09	0.59	1.00	0.65	1.65	y:	0.55	<b>1.04!</b>		
K11(0), άνω, κ	0.87	0.48	1.00	0.52	1.66	z:	0.48	0.90		
K11(1), κάτω, κ	0.88	0.48	1.00	0.51	1.62	y:	0.50	0.90		
K11(1), άνω, κ	0.84	0.46	1.00	0.40	1.95	z:	0.39	0.69		
K11(2), κάτω, κ	1.09	0.60	1.00	0.54	2.14	y:	0.58	<b>1.06!</b>		
K11(2), άνω, κ	1.14	0.61	1.00	0.57	1.73	z:	0.39	0.66		
K11(3), κάτω, κ	0.92	0.54	1.00	0.51	1.93	y:	0.47	0.83		
K11(3), άνω, κ	1.07	0.63	1.00	0.61	1.97	z:	0.33	0.55		
K12(0), κάτω, κ	1.21	0.65	1.00	0.64	1.69	y:	0.35	0.67		
K12(0), άνω, κ	1.08	0.57	1.00	0.60	1.71	z:	0.43	0.80		
K12(1), κάτω, κ	1.48	0.80	1.00	0.67	1.74	y:	0.38	0.70		
K12(1), άνω, κ	1.49	0.81	1.00	0.66	1.75	z:	0.63	<b>1.18!</b>		
K12(2), κάτω, κ	1.62	0.87	1.00	0.71	1.73	y:	0.34	0.62		
K12(2), άνω, κ	1.66	0.89	1.00	0.72	2.12	z:	0.62	<b>1.08!</b>		
K12(3), κάτω, κ	1.46	0.79	1.00	0.61	1.91	y:	0.35	0.64		
K12(3), άνω, κ	1.55	0.83	1.00	0.67	1.85	z:	0.55	1.00		
K13(0), κάτω, κ	0.94	0.50	1.00	0.61	1.46	sls:	-	-		
K13(0), άνω, κ	0.71	0.40	1.00	0.45	1.49	z:	0.41	0.76		
K13(1), κάτω, κ	0.89	0.53	1.00	0.57	1.59	sls:	-	-		
K13(1), άνω, κ	0.84	0.52	1.00	0.55	1.65	z:	0.49	0.82		
K13(2), κάτω, κ	0.92	0.58	1.00	0.65	1.67	sls:	-	-		
K13(2), άνω, κ	0.97	0.57	1.00	0.63	1.61	z:	0.52	0.91		
K13(3), κάτω, κ	0.79	0.56	1.00	0.53	2.26	sls:	-	-		
K13(3), άνω, κ	0.97	0.62	1.00	0.61	1.80	z:	0.41	0.69		
K14(0), κάτω, κ	1.11	0.61	1.00	0.66	1.69	y:	0.35	0.64		
K14(0), άνω, κ	1.10	0.64	1.00	0.69	1.77	z:	0.48	0.84		
K14(1), κάτω, κ	1.30	0.76	1.00	0.71	2.02	y:	0.39	0.73		
K14(1), άνω, κ	1.16	0.64	1.00	0.64	1.89	z:	0.56	0.97		
K14(2), κάτω, κ	1.34	0.69	1.00	0.58	2.05	y:	0.45	0.83		
K14(2), άνω, κ	1.28	0.68	1.00	0.58	1.97	z:	0.47	0.83		
K14(3), κάτω, κ	1.24	0.67	1.00	0.50	1.95	y:	0.35	0.59		
K14(3), άνω, κ	1.35	0.74	1.00	0.56	1.96	z:	0.40	0.79		
K15(0), κάτω, κ	1.12	0.61	1.00	0.63	1.73	y:	0.34	0.61		
K15(0), άνω, κ	1.09	0.61	1.00	0.61	1.83	z:	0.42	0.76		
K15(1), κάτω, κ	1.25	0.72	1.00	0.69	1.83	y:	0.40	0.74		
K15(1), άνω, κ	1.28	0.64	1.00	0.64	1.79	z:	0.54	0.95		
K15(2), κάτω, κ	1.32	0.68	1.00	0.54	2.01	y:	0.47	0.83		
K15(2), άνω, κ	1.28	0.68	1.00	0.54	2.03	z:	0.46	0.81		
K15(3), κάτω, κ	1.25	0.68	1.00	0.48	2.03	y:	0.35	0.58		
K15(3), άνω, κ	1.36	0.75	1.00	0.54	2.03	z:	0.41	0.75		
K16(0), κάτω, κ	0.93	0.49	1.00	0.60	1.47	sls:	-	-		
K16(0), άνω, κ	0.70	0.40	1.00	0.46	1.53	z:	0.38	0.71		
K16(1), κάτω, κ	0.86	0.51	1.00	0.59	1.55	sls:	-	-		
K16(1), άνω, κ	0.79	0.51	1.00	0.53	1.59	z:	0.47	0.80		
K16(2), κάτω, κ	0.91	0.53	1.00	0.60	1.58	sls:	-	-		
K16(2), άνω, κ	0.92	0.55	1.00	0.61	1.59	z:	0.49	0.84		
K16(3), κάτω, κ	0.76	0.55	1.00	0.51	2.26	sls:	-	-		
K16(3), άνω, κ	0.90	0.60	1.00	0.58	1.68	z:	0.38	0.64		
K17(0), κάτω, κ	1.59	0.85	1.00	0.57	1.39	y:	0.17	0.32		
K17(0), άνω, κ	1.61 <sup>(0)</sup>	0.74	1.00	0.62	1.92	z:	0.19	0.32		
K17(1), κάτω, κ	1.88 <sup>(4)</sup>	1.00	1.00	0.63	1.45	y:	0.27	0.48		
K17(1), άνω, κ	1.87	1.00	1.00	0.58	1.46	z:	0.06	0.12		
K17(2), κάτω, κ	1.90	<b>1.01!</b>	1.00	0.62	1.98	y:	0.30	0.51		
K17(2), άνω, κ	1.93 <sup>(2)</sup>	<b>1.03!</b>	1.00	0.61	2.04	z:	0.04	0.07		
K17(3), κάτω, κ	1.24	0.71	1.00	0.51	2.77	y:	0.24	0.43		
K17(3), άνω, κ	1.43	0.72	1.00	0.52	2.74	z:	0.04	0.06		
K18(0), κάτω, κ	0.75	0.40	1.00	0.33	1.75	y:	0.39	0.72		
K18(0), άνω, κ	0.72	0.42	1.00	0.44	1.78	z:	0.37	0.65		
K19(0), κάτω, κ	0.74	0.39	1.00	0.34	2.08	y:	0.40	0.70		
K19(0), άνω, κ	0.68	0.39	1.00	0.41	1.76	z:	0.35	0.62		
K20(0), κάτω, κ	1.57	0.73	1.00	0.58	1.39	y:	0.17	0.31		
K20(0), άνω, κ	1.36	0.87	1.00	0.60	2.46	z:	0.19	0.34		
K20(1), κάτω, κ	1.82	0.97	1.00	0.60	1.45	y:	0.26	0.47		
K20(1), άνω, κ	1.82	0.97	1.00	0.57	1.47	z:	0.06	0.12		
K20(2), κάτω, κ	1.78	0.95	1.00	0.58	2.01	y:	0.29	0.50		

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Μέλος, άκρο, Κύριο/Δευτ. Σ. Μ.	λεl (10% / 50)	DL		SD		z:	DL	SD
		λ	m	λ	m		λν	
K20(2), άνω, κ	1.80	0.96	1.00	0.56	2.05		0.04	0.06
K20(3), κάτω, κ	1.15	0.66	1.00	0.48	2.77	y:	0.22	0.39
K20(3), άνω, κ	1.17	0.67	1.00	0.49	2.75	z:	0.03	0.06

(n): ο μέγιστος λεl των υποστυλωμάτων με σημαντική δυσκαμψία του ορόφου n.  
sls: Διατηρητική ολίσθηση VR,SLS [KAN.ΕΠ.Ε. ΠΑΡ. 7Γ (Γ.6)].

**Μέγιστα λόγων επάρκειας υποστυλωμάτων - Έλεγχος Ροπήs**

Στάθμη Επιτελεστικότητας	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	K17(2)	Κύριο	<b>1.03!</b>
SD	K5(1)	Κύριο	0.84

**Μέγιστα λόγων επάρκειας υποστυλωμάτων - Έλεγχος διάτμησηs**

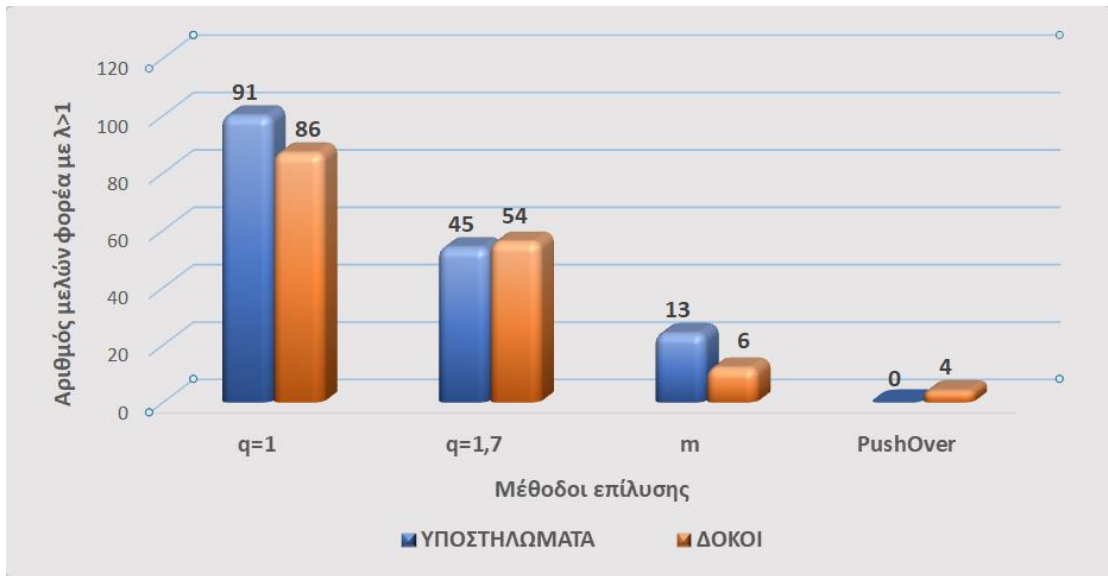
Στάθμη Επιτελεστικότητας	Μέλος	Κύριο/ Δευτερεύον	Λόγος Επάρκειας
DL	K5(1)	Κύριο	0.76
SD	K5(1)	Κύριο	<b>1.33!</b>

Εικ. 4.18 Λόγοι ανεπάρκειας δοκών και υποστυλωμάτων από την επίλυση φορέα με ελαστική δυναμική μέθοδο, με χρήση των τοπικών δεικτών m

Χρησιμοποιήθηκαν 7 τεχνητά επιταχυνσιογραφήματα στην ελαστική δυναμική ανάλυση χρονοϊστορίας, που χρησιμοποιεί το συγκεκριμένο λογισμικό και οι τελικοί λόγοι ανεπάρκειας προέκυψαν ως ο μέσος όρος των μεγίστων όλων των σεισμών (KAN.ΕΠΕ.5.6.3.3(γ)).

Σε δεκατρία υποστυλώματα, κυρίως λόγω ελέγχου διάτμησης και σε τρεις δοκούς λόγω κάμψης, ο δείκτης ανεπάρκειας  $\lambda \gg 1$  και σε τρεις άλλες δοκούς εμφανίζεται αστοχία σε κάμψη υπό στατικά φορτία. Συνεπώς από τον συνδυασμό των δύο προαναφερθεισών αναλύσεων, στη φάση της αποτίμησης του κτιρίου προκύπτει ότι αυτό χρειάζεται ανασχεδιασμό λόγω ανεπάρκειας ορισμένων μελών του.

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα και των τεσσάρων μεθόδων επίλυσης, τα οποία απεικονίζονται στην Εικόνα 4.19, συμπεραίνουμε ότι το πλήθος των ανεπαρκών μελών του φορέα που προκύπτει με τις ελαστικές αναλύσεις είναι πολύ μεγαλύτερο από το αντίστοιχο με την ανάλυση pushover, η οποία λαμβάνει υπόψη της τη μετελαστική συμπεριφορά του φορέα.



Εικ.4.19 Πλήθος ανεπαρκών μελών ανά μέθοδο επίλυσης

Ακόμα και μεταξύ των μεθόδων του ενιαίου συντελεστή συμπεριφοράς  $q$  και των τοπικών δεικτών  $m$ , με τη δεύτερη μέθοδο προκύπτει μικρότερος αριθμός ανεπαρκών μελών, μιας και λαμβάνει υπόψη της τη διαθέσιμη πλαστιμότητα κάθε μέλους του φορέα και τις μέσες αντοχές των υλικών και όχι τις χαρακτηριστικές αντοχές που χρησιμοποιούνται στην πρώτη μέθοδο.

Η δυνατότητα που μας δίνει ο ΚΑΝΕΠΕ να χρησιμοποιήσουμε μόνο την ανελαστική στατική μέθοδο υπό προϋποθέσεις, κατά τη φάση της αποτίμησης ενός φορέα, μας οδηγεί πολλές φορές στην εκτίμηση της επάρκειάς του και την αποφυγή επεμβάσεων.

## 5. ΕΝΙΣΧΥΣΗ ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΟΥ ΔΟΜΗΜΑΤΟΣ

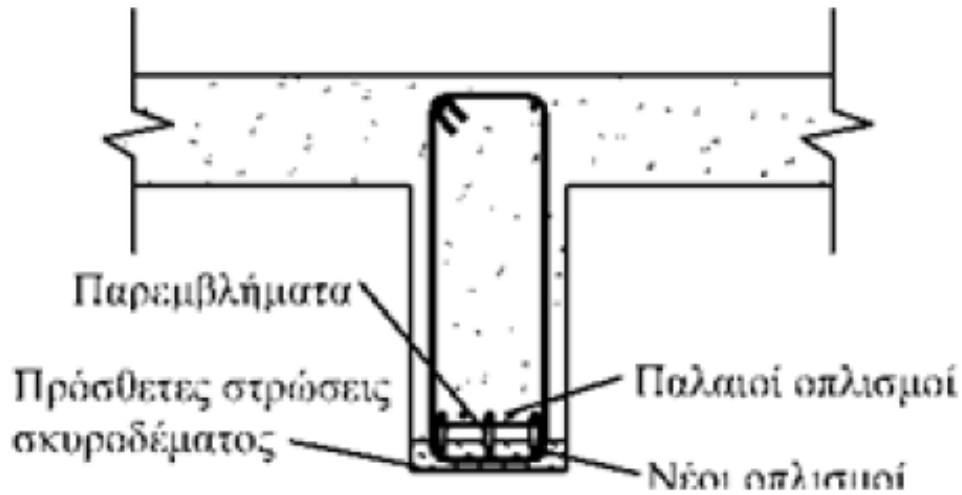
Η επιλογή των μελών (υποστυλώματα και δοκοί) του υπό εξέταση κτιρίου, τα οποία θα επιλεγούν προς ενίσχυση, προκύπτει από τα αποτελέσματα των δύο τελευταίων αναλύσεων, της ανελαστικής στατικής ανάλυσης και της ελαστικής ανάλυσης χρονοϊστορίας με χρήση των τοπικών δεικτών  $m$  επαυξημένων κατά 25%, σύμφωνα με τον ΚΑΝ.ΕΠΕ.

Οι στόχοι ανασχεδιασμού εν γένει μπορούν να είναι υψηλότεροι από αυτούς της αποτίμησης. Εντούτοις, στην παρούσα μελέτη, τόσο στη φάση της αποτίμησης με τον ελάχιστο στόχο B1, όσο και στη φάση του ανασχεδιασμού του φορέα, ελήφθη υπόψη και ο στόχος A2 (βλ. Παράρτημα.2.1 ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017).

Σε πρώτη φάση θα ενισχυθούν τα υποστυλώματα και οι δοκοί που εμφάνισαν ανεπάρκεια από τη συνδυαστική ανάλυση των δύο αυτών μεθόδων. Για τα μεν υποστυλώματα, παρατηρούμε ότι ο λόγος ανεπάρκειας προκύπτει  $\lambda_v > 1$  λόγω αστοχίας σε διάτμηση. Συνεπώς η επιλογή της περιμετρικής περίσφιξης της διατομής όλων των υποστυλωμάτων με ταινίες ινοπλισμένων πολυμερών FRP (πάχους 0,5 mm), αφού προηγουμένως λειανθούν και καμπυλωθούν οι κατακόρυφες ακμές τους, αναμένεται να άρει το πρόβλημα της ανεπάρκειάς τους. Για τις δε δοκούς, αυτές αστοχούν σε κάμψη, όποτε η επιλογή της αύξησης της καμπτικής τους αντοχής με αύξηση κατά 10εκ. του ύψους διατομής τους με στρώσεις εκτοξευόμενου σκυροδέματος ανώτερης κατηγορίας (C30/37) αναμένεται να επιφέρει τα επιδιωκόμενα αποτελέσματα. Το πρόσθετο εκτοξευόμενο σκυρόδεμα θα καλύπτει όλο το πλάτος της δοκού, αφού προηγουμένως θα έχει αφαιρεθεί η κάτω επικάλυψη του υπάρχοντος κύριου οπλισμού της δοκού με εκτράχυνση της κάτω επιφάνειας μέχρι αποκαλύψεως των αδρανών. Επειδή είναι πιθανή η αποκόλληση του προστιθέμενου στοιχείου από την υφιστάμενη διατομή, λόγω ανάπτυξης εφελκυστικών τάσεων από τη συστολή ξηράνσεως, κρίνεται σκόπιμη η χρήση κατάλληλου χημικού πρόσθετου ή μη συρρικνούμενης κονίας, κατά την παρασκευή του νέου σκυροδέματος C30/37. Η συγκόλληση του νέου οπλισμού (4Φ16) πάνω στον παλαιό (4Φ16) γίνεται μέσω παρεμβλημάτων (καβίλιες), οι οποίες επιτελούν και το ρόλο του διατμητικού οπλισμού σύνδεσης μεταξύ παλαιού και νέου σκυροδέματος, όπως φαίνεται και στην Εικ.5.1 (Κυριαζόπουλος, 2019).



## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου



Εικ.5.1 Ενίσχυση κάτω πέλματος δοκού με πρόσθετες στρώσεις σκυροδέματος  
(Κυριαζόπουλος, 2019)

Οι επιλογές των παραμέτρων πριν τη συνδυαστική επίλυση του φορέα με τα ενισχυόμενα μέλη φαίνονται ακολούθως: νέο σκυρόδεμα C30/37, νέος οπλισμός S500c, Σ.Α.Δ.: ικανοποιητική, χαρακτηριστικά FRP, ορισμός στόχων επιτελεστικότητας.

Χαρακτηρισμός μελών	?	Υφιστάμενα
Οπλισμοί μελών	?	Νέα & ενισχυόμενα με μανδύα
Αυτόματος υπολογισμός αντοχών	?	Ναι
<b>Νέο σκυρόδεμα</b>		
Ποιότητα σκυροδέματος	?	C30/37
Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος $f_{ck}$ [MPa]	?	30
<b>Νέος οπλισμός</b>		
Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα $f_{yk}$ [MPa]	?	500
Οριακή παραμόρφωση νέου οπλισμού $\epsilon_{su,n}$ [%]	?	6.000
Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα συνδετήρων $f_{ywk}$ [MPa]	?	500
<b>Υφιστάμενο σκυρόδεμα &amp; Οπλισμός</b>		
Μέση αντοχή σκυροδέματος $f_{cm}$ [MPa]	?	16.0
Μέση αντοχή χάλυβα $f_{ym}$ [MPa]	?	280.0
Οριακή παραμόρφωση υφιστάμενου οπλισμού $\epsilon_{su,e}$ [%]	?	10.000
Μέση αντοχή χάλυβα συνδετήρων $f_{ymk}$ [MPa]	?	280.0
<b>Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) υφιστάμενων υλικών - Συντ. ασφαλείας</b>		
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) σκυροδέματος	?	KL2 - Κανονική (Ικανοποιητική)
Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών σκυροδέματος $C_{F_c}$	?	1.200
Συντελεστής ασφαλείας σκυροδέματος $\gamma_c$	?	1.500
Επίπεδο γνώσης (Σ.Α.Δ.) χάλυβα οπλισμού	?	KL2 - Κανονική (Ικανοποιητική)
Συντελεστής εμπιστοσύνης χαρακτηριστικών χάλυβα $C_{F_s}$	?	1.200
Συντελεστής ασφαλείας χάλυβα $\gamma_s$	?	1.150
<b>Ενισχύσεις με FRP</b>		
Μέτρο ελαστικότητας FRP $E_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]	?	3.00E+08
Οριακή εφελκυστική αντοχή FRP $f_{uf}$ [MPa]	?	2500.0
Οριακή ανηγμένη παραμόρφωση $\epsilon_{uf}$	?	1.50E-2
Συνολικό πάχος υλικού FRP $t_f$ [mm]	?	0.5
<b>Ενισχύσεις με μεταλλικό κλωβό</b>		
Ποιότητα χάλυβα	?	S 235
Τάση διαρροής $f_y$ [MPa]	?	235
Μέτρο ελαστικότητας $E$ [kN/m <sup>2</sup> ]	?	2.00E+08
Λόγος συντελεστών προσαθμίσεων υλικών $\gamma_m/\gamma_m$ (KAN.ΕΠΕ. 4.5.3.2.α)	?	1.050
<b>Συντελεστές Μηχανικών χαρακτηριστικών <math>\gamma</math></b>		
Ροπή διαρροής & αστοχίας $M=My^*/M$	?	1.000
Στροφή διαρροής $Idy=My^*/My$	?	1.000
Στροφή διαρροής (ενίσχυση με μανδύα) $Idy=My^*/My$	?	1.050
Οριακή στροφή $Idu=Mu^*/Mu$	?	1.000
Διατμητική αντοχή $iV=VR^*/VR$	?	1.000
Διατμητική αντοχή (ενίσχυση με μανδύα) $iV=VR^*/VR$	?	0.900

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

<b>Αντοχές για έλεγχο Παραμορφώσεων (Νέα υλικά)</b>	
Αντοχή σκυροδέματος $f_{c,th}=f_{ck}$ [MPa]	30.000
Αντοχή χάλυβα διαμήκη σπλήσιμου $f_{y,th}=f_{yk}$ [MPa]	500.0
Αντοχή χάλυβα συνδετήρων (περίσφιγξη) $f_{yw,th}=f_{yw}$ [MPa]	500.0
<b>Αντοχές για έλεγχο Παραμορφώσεων (Υφιστάμενα υλικά)</b>	
Αντοχή σκυροδέματος $f_{c,th}=f_{cm}/Cf_c$ [MPa]	13.333
Αντοχή χάλυβα διαμήκη σπλήσιμου $f_{y,th}=f_{ym}/CF_s$ [MPa]	233.3
Αντοχή χάλυβα συνδετήρων (περίσφιγξη) $f_{yw,th}=f_{yw}/CF_s$ [MPa]	233.3
<b>Αντοχές για έλεγχο Δυνάμεων (Νέα υλικά - Κύρια μέλη)</b>	
Αντοχή σκυροδέματος $f_{c,Frn}=f_{ck}/\gamma_s$ [MPa]	20.000
Αντοχή χάλυβα διαμήκη & λοξού σπλ. $f_{y,Frn}=f_{yk}/\gamma_s$ [MPa]	434.8
Αντοχή χάλυβα συνδετήρων $f_{yw,Frn}=f_{yw}/\gamma_s$ [MPa]	434.8
<b>Αντοχές για έλεγχο Δυνάμεων (Υφιστάμενα υλικά - Κύρια μέλη)</b>	
Αντοχή σκυροδέματος $f_{c,Fre}=f_{cm}/(CF_c \cdot \gamma_s)$ [MPa]	8.889
Αντοχή χάλυβα διαμήκη & λοξού σπλ. $f_{y,Fre}=f_{ym}/(CF_s \cdot \gamma_s)$ [MPa]	202.9
Αντοχή χάλυβα συνδετήρων $f_{yw,Fre}=f_{yw}/(CF_s \cdot \gamma_s)$ [MPa]	202.9
<b>Αντοχές για έλεγχο Δυνάμεων (Νέα υλικά για Ο.Κ.Α. &amp; Δευτερεύοντα μέλη)</b>	
Αντοχή σκυροδέματος $f_{c,Fsn}=f_{ck}$ [MPa]	30.000
Αντοχή χάλυβα διαμήκη & λοξού σπλ. $f_{y,Fsn}=f_{yk}$ [MPa]	500.0
Αντοχή χάλυβα συνδετήρων $f_{yw,Fsn}=f_{yw}$ [MPa]	500.0
<b>Αντοχές για έλεγχο Δυνάμεων (Υφιστάμενα υλικά για Ο.Κ.Α. &amp; Δευτερεύοντα μέλη)</b>	
Αντοχή σκυροδέματος $f_{c,Fse}=f_{cm}/Cf_c$ [MPa]	13.333
Αντοχή χάλυβα διαμήκη & λοξού σπλ. $f_{y,Fse}=f_{ym}/CF_s$ [MPa]	233.3
Αντοχή χάλυβα συνδετήρων $f_{yw,Fse}=f_{yw}/CF_s$ [MPa]	233.3

<b>Χαρακτηριστικά φάσματος</b>	
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση $a_{gR}$ [%g]	0.160
Συντελεστής σπουδαιότητας $\gamma_I$	1.000
<b>Παράμετροι φάσματος - Τιμές αναφοράς (Σπουδαιότητα II)</b>	
Συμβατικός χρόνος ζωής TL [έτη]	50
Υπολογισμός φάσματος απαιτήσης βάσει...	Πιθανότητας υπέρβασης PR
Πιθανότητα υπέρβασης PLR [%]	9.99
Περίοδος επαναφοράς TLR [έτη]	475.0
Εκθέτης k	3.000
<b>DL - Περιορισμός βλαβών</b>	
Στάθμη επιτελεστικότητας DL	1η διαρροή δοκού ή υποστ./τος*
DL - Περίοδος επαναφοράς $T_{DLR}$ [Ετη]	72.1
DL - Πιθανότητα υπέρβασης $P_{DLR}$ [%]	50.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση ( $\gamma_I a_{gR}$ ) <sub>DL</sub>	0.085
<b>SD - Σημαντικές βλάβες</b>	
Στάθμη επιτελεστικότητας SD	1η υπέρβαση ορίου σε υποστ./μα ή κύρια δοκό*
SD - Περίοδος επαναφοράς $T_{SDR}$ [Ετη]	474.6
SD - Πιθανότητα υπέρβασης $P_{SDR}$ [%]	10.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση ( $\gamma_I a_{gR}$ ) <sub>SD</sub>	0.160
<b>NC - Οικονομική κατάρρευση</b>	
Στάθμη επιτελεστικότητας NC	Όχι
NC - Περίοδος επαναφοράς $T_{NCR}$ [Ετη]	974.8
NC - Πιθανότητα υπέρβασης $P_{NCR}$ [%]	5.00
Μέγιστη εδαφική επιτάχυνση ( $\gamma_I a_{gR}$ ) <sub>NC</sub>	0.203
<b>Όρια επιτελεστικότητας</b>	
Αριθμός υποστύλιωμάτων n	2
<b>Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής</b>	
Σεισμικό φορτίο - χρόνος κατασκευής	EC8-1
Σεισμικός συντελεστής $\epsilon$	0.080

Εικ.5.2 Επιλογές παραμέτρων για την συνδυαστική επίλυση (m και pushover) του ενισχυμένου φορέα

Τα υποστυλώματα που θα χαρακτηρισθούν ως ενισχυόμενα μέλη με FRP είναι τα: K3(2), K5(1), K5(2), K6(0), K6(2), K7(2), K8(1), K8(2), K12(1) και K12(2).



### Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Οι δοκοί που θα χαρακτηρισθούν ως ενισχυόμενα μέλη με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10εκ. και με πρόσθετο κάτω κύριο οπλισμό 4Φ16 είναι οι: Δ2.2(0), Δ9.4(0), Δ1.1(0), Δ1.3(0), Δ10.4(0) και Δ5.4(2). Σε αυτή τη φάση, επιλέγεται να μην ενισχυθούν τα μέλη που αστοχούν οριακά ( $\lambda \approx 1$ ).

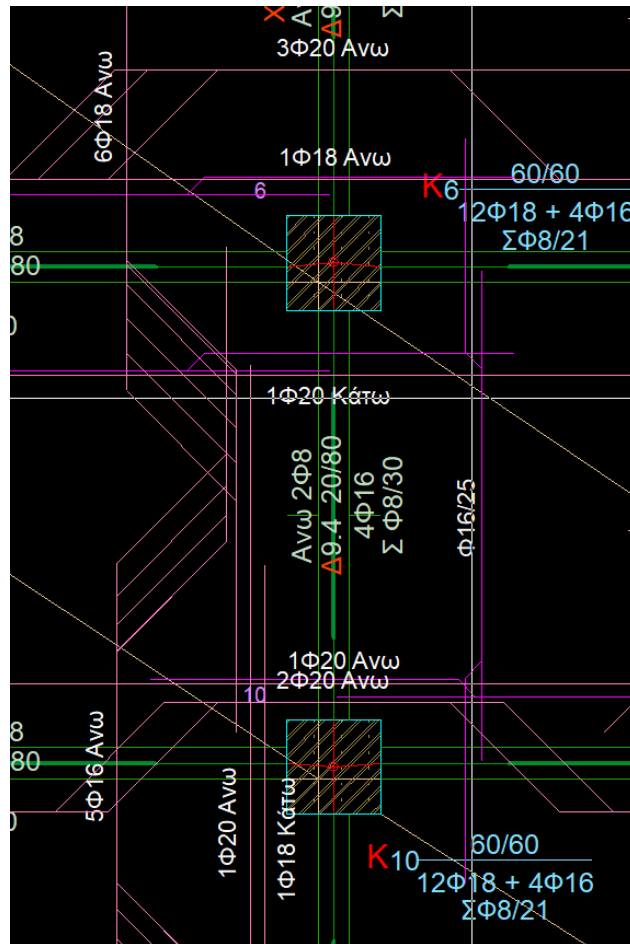
Σύμφωνα με τον Πίνακα 1 του παραρτήματος 7Δ του ΚΑΝ.ΕΠΕ. (Πίνακας 5.1) και επειδή ο βαθμός βλαβών στις ενισχυόμενες δοκούς είναι τύπου Α, μπορούμε να λάβουμε ως συντελεστές μονολιθικότητας ακαμψίας και αντοχής το 0,95 και 1,00, αντίστοιχα.

Πίνακας 5.1 Μειωτικοί συντελεστές  $\gamma$  για βλαμμένα υποστυλώματα (και δοκούς) (ΚΑΝ.ΕΠΕ, 2017)

Τυπ. Βαθμός	Περιγραφή βλάβης	$\gamma_K$	$\gamma_R$	$\gamma_{da}$	F(=R)
A	Ελαφρές καμπτικές (καθόλου διατμ.) βλάβες. Απλές, μεμονωμένες ρωγμές περίπου κάθετες στον άξονα του στοιχείου, < 2mm, απουσία λοξών ρωγμών	0,95	1,00	1,00	M ή V
A/B	Ελαφρές καμπτικές ή διατμητικές βλάβες. 1. Ρωγμές (μάλλον πολλαπλές) περίπου κάθετες στον άξονα του στοιχείου (<2mm), λοξές ρωγμές (<1mm). Απουσία εμφανών μόνιμων μετακινήσεων ή λυγισμού. Απουσία αποφλοιώσεως. 2. Μέτριες ρωγμές περίπου κάθετες στον άξονα του στοιχείου (3÷5mm), λοξές ρωγμές (1÷2mm). Απουσία εμφανών μόνιμων μετακινήσεων ή λυγισμού. Μικρή αποφλοιώση.	0,90 0,80	1,00 0,90	1,00 1,00	M V
B	Σοβαρές καμπτικές/μέτριες διατμητικές βλάβες. Ρωγμές περίπου κάθετες στον άξονα του στοιχείου (>5mm), λοξές ρωγμές (<3mm). Απουσία μετακινήσεων ή λυγισμού. Αποφλοιώση.	0,55 0,40	0,80 0,60	0,90 0,80	M V
Γ/Δ	Σοβαρές έως βαριές βλάβες. 1. Καμπτικές. Λυγισμός ράβδων και αποφλοιώση, αποδιοργάνωση πυρήνα ή έντονη διαμπερής ρηγμάτωση, με ολίσθηση, ή μόνιμη μετακίνηση των άκρων 1÷2% l. 2. Διατμητικές. Έντονες λοξές ρωγμές (>3mm), μάλλον πολλαπλές, χιαστί ή απλώς διαγώνιες, μικρές αλλά αισθητές μόνιμες μετακινήσεις των άκρων του στοιχείου.	0,30 0,20	0,50 0,30	0,70 0,60	M V
Δ (ή Δ/Ε)	Πλήρης αστοχία, απώλεια στοιχείου. Λυγισμός ή/και θραύση ράβδων, ή άνοιγμα (ή θραύση) συνδ/ρων, ή ρωγμή >10mm, ή μόνιμη μετακίνηση των άκρων >2% l (συμπεριλαμβανομένης και της ενδεχόμενης ολίσθησης).	0	0	0	M ή V

Στην Εικόνα 5.4 φαίνεται ο υπάρχον οπλισμός της ενισχυόμενης δοκού Δ9.4(0), στην Εικόνα 5.5 απεικονίζεται η προσαύξηση του ύψους και στην Εικόνα 5.6 φαίνεται η προσαύξηση του οπλισμού της εν λόγω δοκού, στα άκρα και στο μέσο της.

Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου



Εικ.5.4 Η ενισχυόμενη δοκός Δ9.4(0) 20/80 (πλάτος/ύψος), με τον υπάρχοντα οπλισμό της (σπαστά σίδερα ανοίγματος)

Είδος υλικού	Σκυρόδεμα
Είδος μέλους	Γενικό μέλος (μπετόν)
Κατηγορία διατομής	Πλακοδοκός
Γωνία τοποθέτησης φ [°]	0.00
Πλάτος κορμού [m]	0.200
Ύψος [m]	0.900
Συμμετασχηματισμένο πλάτος [m]	1.050
Πλάτος πλάκας [m]	0.150
Φτερό αριστερά [m]	0.350
Επικάλυψη συνδετήρων, cnom [m]	0.080
Αυτόματος υπολογισμός αδρανειακών στοιχείων	Ναι

Εικ.5.5 Αύξηση του ύψους της ενισχυόμενης δοκού Δ9.4(0) κατά 10εκ.

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

■ Δοκός

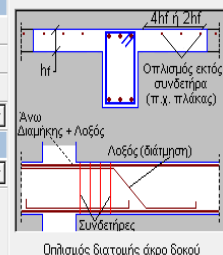
Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Σύμμικτα	Τοιχοπήρωση	Αποτίμηση
<input checked="" type="checkbox"/>	Μέθοδος ενίσχυσης								?	Εκτοξευόμενο σκυρόδεμα				
<input checked="" type="checkbox"/>	Αυξημένες απαιτήσεις πιστοποίησης								?	Ναι (Κύριο σεισμικό μέλος)				
<b>Σκυρόδεμα</b>														
<input checked="" type="checkbox"/>	Ποιότητα σκυροδέματος								?	C30/37				
<input checked="" type="checkbox"/>	Χαρακτηριστική αντοχή σκυροδέματος $f_{ck}$ [MPa]								?	30				
<b>Οπλισμός</b>														
<input checked="" type="checkbox"/>	Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα $f_{yk}$ [MPa]								?	500				
<input checked="" type="checkbox"/>	Οριακή παραμόρφωση νέου οπλισμού $\epsilon_{su,n}$ [%]								?	6.000				
<input checked="" type="checkbox"/>	Χαρακτηρ. αντοχή χάλυβα συνδετήρων $f_{yw}$ [MPa]								?	500				
<b>Ενισχύσεις</b>														
<input checked="" type="checkbox"/>	Μέτρο ελαστικότητας FRP $E_f$ [kN/m <sup>2</sup> ]								?	3.00E+08				
<input checked="" type="checkbox"/>	Οριακή εφελκυστική αντοχή FRP $f_{t,u}$ [MPa]								?	2500.0				
<input checked="" type="checkbox"/>	Οριακή ανηγμένη παραμόρφωση $\epsilon_{uf}$								?	1.50E-2				
<input checked="" type="checkbox"/>	Συνολικό πάχος υλικού FRP $t_f$ [mm]								?	0.5				
<b>Συντελεστές Μηχανικών χαρακτηριστικών <math>\gamma</math></b>														
<input checked="" type="checkbox"/>	Ροπή διαρροής & αστοχίας $M^* = M^*/M$								?	1.000				
<input checked="" type="checkbox"/>	Στροφή διαρροής $\gamma_M = M^*/M$								?	1.000				
<input checked="" type="checkbox"/>	Στροφή διαρροής (ενίσχυση με μανδύα) $\gamma_{Mf} = M^*/M$								?	1.050				
<input checked="" type="checkbox"/>	Οριακή στροφή $\gamma_{du} = M^*/M$								?	1.000				
<input checked="" type="checkbox"/>	Διατμητική αντοχή $\gamma_V = V^*/V$								?	1.000				
<input checked="" type="checkbox"/>	Διατμητική αντοχή (ενίσχυση με μανδύα) $\gamma_{Vf} = V^*/V$								?	0.900				

### Αντοχές για Αποτίμηση Φ.Ι.

Αυτόματος υπολογισμός αντοχών	?	Ναι
Αντοχή σκυροδέματος (έλεγχος παραμορφώσεων) $f_{c,th}$ [MPa]	?	30.000
Αντοχή χάλυβα (έλεγχος παραμορφώσεων) $f_{y,th}$ [MPa]	?	500.0
Αντοχή σκυροδέματος (έλεγχος δυνάμεων) $f_{c,F}$ [MPa]	?	20.000
Αντοχή χάλυβα (έλεγχος δυνάμεων) $f_{y,F}$ [MPa]	?	434.8
Αντοχή χάλυβα συνδετήρων (έλεγχος δυνάμεων) $f_{yw,F}$ [MPa]	?	434.8

■ Δοκός

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Σύμμικτα	Τοιχοπήρωση
<input checked="" type="checkbox"/>	Όπλιση διατομής								?	Από διαστασιολόγηση			
<b>Διαμήκης οπλισμός</b>													
<input checked="" type="checkbox"/>	Άνω οπλισμός $n^* \Phi$ [mm]								?	4Φ8+2Φ16+9Φ18			
<input checked="" type="checkbox"/>	Διατομή άνω οπλισμού $A_{s,t}$ [cm <sup>2</sup> ]								?	28.93			
<input checked="" type="checkbox"/>	Διατομή άνω οπλισμού εκτός συνδετήρα [cm <sup>2</sup> /m]								?	16.08			
<input checked="" type="checkbox"/>	Κάτω οπλισμός $n^* \Phi$ [mm]								?	2Φ16+3Φ18			
<input checked="" type="checkbox"/>	Διατομή κάτω οπλισμού $A_{s,b}$ [cm <sup>2</sup> ]								?	11.66			
<b>Διάμετροι ράβδων για υπολογισμό <math>\gamma_y</math></b>													
<input checked="" type="checkbox"/>	$\phi_b$ άνω οπλισμού τέλους [mm]								?	0			
<input checked="" type="checkbox"/>	$\phi_b$ κάτω οπλισμού τέλους [mm]								?	0			
<b>Οπλισμός διάτμησης</b>													
<input checked="" type="checkbox"/>	Οπλισμός διάτμησης (συνδετήρες) $\tau_m^* \Phi/s$ [mm/cm]								?	2Φ8/30			
<input checked="" type="checkbox"/>	Διατομή συνδετήρων $A_{sw}/s$ [cm <sup>2</sup> /m]								?	3.35			
<input checked="" type="checkbox"/>	Λοξός οπλισμός διάτμησης $n^* \Phi$ [mm]								?	2Φ16+6Φ18			
<input checked="" type="checkbox"/>	Διατομή λοξού οπλισμού $A_{s,d}$ [cm <sup>2</sup> ]								?	19.29			
<b>Pushover - Εμφάνιση</b>													
<input checked="" type="checkbox"/>	Δυνατότητα οπισθοεπιστροφής στην αγκύρωση άνω ράβδων								?	Ναι			
<input checked="" type="checkbox"/>	Δυνατότητα οπισθοεπιστροφής στην αγκύρωση κάτω ράβδων								?	Ναι			
<input checked="" type="checkbox"/>	Ορατός οπλισμός								?	Ναι			
<input checked="" type="checkbox"/>	Περιγραφή οπλισμού								?	Τεμάχια & διαμέτροι (n*Φ)			
<b>Απεικόνιση οπλισμού άκρου δοκού</b>													
<input checked="" type="checkbox"/>	Περιγραφή οπλισμού άκρου								?	Τεμάχια & διαμέτροι (n*Φ)			



## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Διατομή	Στατικά	Στατικά άκρου	Δεσμική	Φορτία	Σκυρόδεμα	Οπλισμός	Έδαφος	Υλικά - Αποτίμηση	Ράβδοι άκρου	Ράβδοι ανοίγματος	Δομικός χάλυβας	Σύμμικτα	Τοιχοπήριση	Αποτίμηση	
<input checked="" type="checkbox"/>	Όπλιση διατομής										?	Εισαγωγή			
<input checked="" type="checkbox"/>	Διαμήκης οπλισμός														
<input checked="" type="checkbox"/>	Άνω οπλισμός ανοίγματος n°Φ[mm]										?	2Φ8			
<input checked="" type="checkbox"/>	Διατομή άνω οπλισμού ανοίγματος As_ts [cm²]										?	1.01			
<input checked="" type="checkbox"/>	Κάτω οπλισμός ανοίγματος n°Φ [mm]										?	4Φ16+4Φ16			
<input checked="" type="checkbox"/>	Διατομή κάτω οπλισμού ανοίγματος As_bs [cm²]										?	16.08			

**Εικ.5.6 Τροποποίηση των χαρακτηριστικών των υλικών (σκυρόδεμα και οπλισμός) της ενισχυόμενης δοκού Δ9.4(0)**

Από την επίλυση του φορέα με τις δύο προαναφερθείσες μεθόδους προέκυψαν αστοχίες λόγω διάτμησης ή κάμψης σε διαφορετικά μέλη, λόγω ανακατανομής των εντάσεων στο φορέα, όπως φαίνεται ακολούθως:

```

Εφάλμα E6253 Δ 9.4(0):Αποτίμηση Φ.Ι. υπό στατικά φορτία. Αστοχία σε κάμψη
Εφάλμα E6253 Δ 10.4(0):Αποτίμηση Φ.Ι. υπό στατικά φορτία. Αστοχία σε κάμψη

Πληροφορία I6005 ΟΙΚΟ: ανιχνεύθηκαν λάθη σε 2 δοκούς του κτιρίου: ENISXISI.tek
Επίλυση Υποστυλωμάτων :
Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESWN.EXE"...
Γέλος επίλυσης.

Πληροφορία I8004 ΟΙΚΟ: ανιχνεύθηκαν λάθη σε 0 στύλους του κτιρίου: ENISXISI.tek
.
Επίλυση στατικού συστήματος :
Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESPA.nl.exe"...
Γέλος επίλυσης.
Κατεύθυνση: 0° +30% - 90°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 64
Κατεύθυνση: 0° -30% -270°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 64
Κατεύθυνση: 0° +30% - 90°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 72
Κατεύθυνση: 0° -30% -270°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 63
Κατεύθυνση: 90° +30% - 0°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 79
Κατεύθυνση: 180° +30% - 90°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 63
Κατεύθυνση: 180° -30% -270°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 63
Κατεύθυνση: 180° +30% - 90°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 56
Κατεύθυνση: 180° -30% -270°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 61
Κατεύθυνση: 270° +30% - 0°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 56
Κατεύθυνση: 270° -30% -180°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 83
Κατεύθυνση: 270° +30% - 0°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 74
Κατεύθυνση: 270° -30% -180°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 72
Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 17(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασήκωμα πεδίου
Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 19(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασήκωμα πεδίου
Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 20(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασήκωμα πεδίου
Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 18(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασήκωμα πεδίου
Επίλυση αρχείου : C:\Users\tvasilopoulos.GTHD\Desktop\ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ\FESPA\nisxisi\nisxisi_nln.xff
χρόνος επίλυσης : 0h: 0':20.14s
    
```

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

```

Επίλυση στατικού συστήματος :
Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESPAn1.exe"...
Τέλος επίλυσης.
Σφάλμα E3201 K 2(2) λV>1.0: λVSD, γ=1.04
Σφάλμα E3201 K 9(2) λV>1.0: λVSD, z=1.09
Σφάλμα E3201 K 10(2) λV>1.0: λVSD, γ=1.08
Σφάλμα E3201 K 11(2) λV>1.0: λVSD, γ=1.08
Σφάλμα E3201 Δ 10.1(2) λM>1.0: λDL, j=1.06
Σφάλμα E3201 Δ 11.4(2) λM>1.0: λDL, i=1.07
Σφάλμα E3201 Δ 11.6(2) λM>1.0: λDL, j=1.05
Σφάλμα E3201 Δ 12.1(2) λM>1.0: λDL, j=1.08
Επίλυση αρχείου : C:\Users\tvasilopoulos.GTHD\Desktop\ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ
Χρόνος επίλυσης : 0h: 0':38.95s
Η επίλυση ολοκληρώθηκε επιτυχώς! 0
    
```

Στη δεύτερη φάση θα ενισχυθούν με FRP, ξανά λόγω αστοχίας σε διάτμηση τα εξής υποστύλωματα: K2(2), K9(2), K10(2) και K11(2).

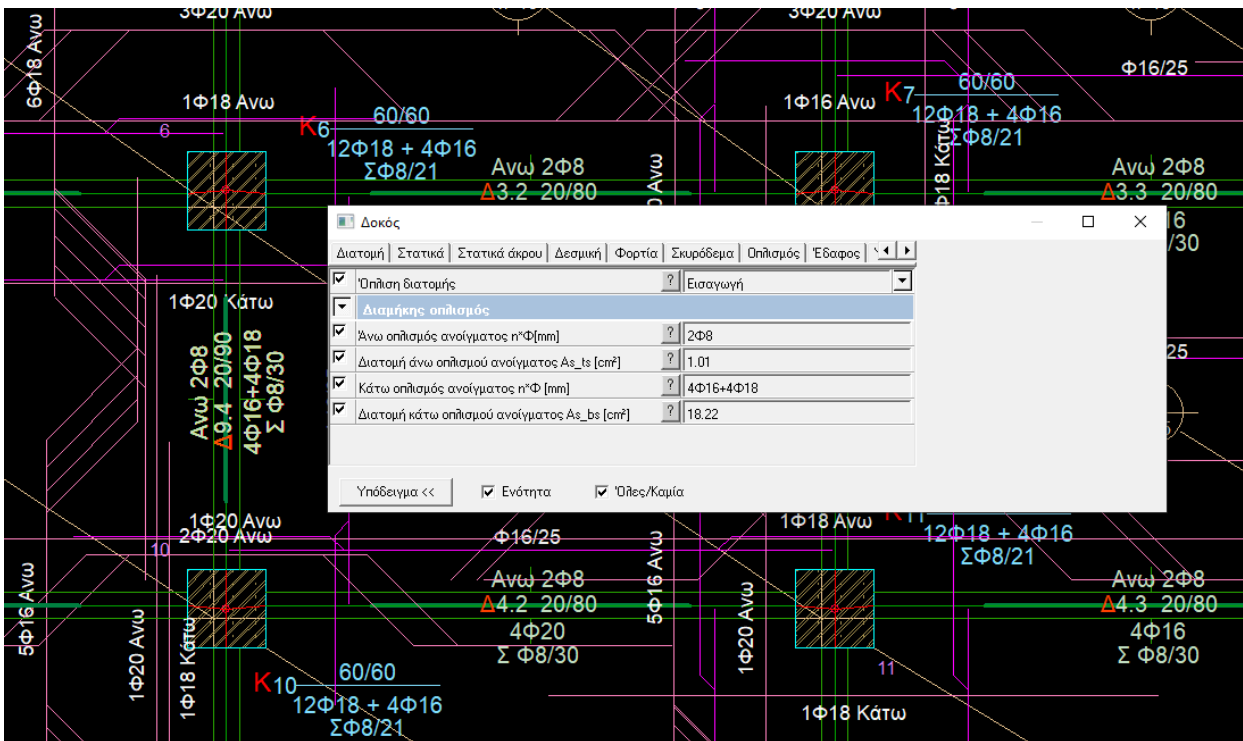
Οι δοκοί Δ9.4(0) και Δ10.4(0) αστοχούν ξανά σε κάμψη, οπότε θα γίνει δοκιμή με αυξημένο κύριο οπλισμό (4Φ18 αντί 4Φ16). Οι Δ10.1(2), Δ11.4(2), Δ11.6(2) και Δ12.1(2) είναι ανεπαρκείς λόγω κάμψης, οπότε θα αντιμετωπισθούν αντίστοιχα όπως στην προηγούμενη επίλυση, με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα 10εκ. πάχος στο πέλμα των δοκών και πρόσθετο κύριο οπλισμό (4Φ16) συγκολλημένο με καβίλιες στον υπάρχοντα.

Στην ακόλουθη καρτέλα φαίνονται οι σχετικές επιλογές ενίσχυσης των νέων υποστυλωμάτων στη στάθμη 2, ενώ στην επόμενη εικόνα φαίνεται η προσαύξηση του εφελκόμενου οπλισμού ανοίγματος με 4Φ18 για τη δοκό Δ9.4(0).

2...	Όνομα	Θέση σπ α ό Κά νν αβ ο	Αυξημένες απαιτήσεις πλαστικότητας	Υποστύλωμα με σημαντική δυσκαμμία, για λmax	Χαρακτηρισμός	Μέθοδος ενίσχυσης	Αυτόματος υπολογισμός αντοχών	Αντοχή σκυροδέματος (έλεγχος παρ/σεων) fc_θ [MPa]	Αντοχή νέου κάλυβα (έλεγχος παρ/σεων), fy_θn [MPa]	Αντοχή υφιστάμενου κάλυβα (έλεγχος παρ/σεων) fy_θe [MPa]	Αντοχή κάλυβα συνδετήρων (έλεγχος παρ/σεων) fyw_c [MPa]	Αντοχή σκυροδέματος (έλεγχος δυνάμεων) fc_F [MPa]	Αντοχή νέου κάλυβα (έλεγχος δυνάμεων) fy_Fn [MPa]	Αντοχή υφιστάμενου κάλυβα (έλεγχος δυνάμεων) fy_Fe [MPa]	Αντοχή κάλυβα συνδετήρων (έλεγχος δυνάμεων) fyw_F [MPa]
1	1		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Υφιστάμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
2	2		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Ενισχυόμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
3	3		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Ενισχυόμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
4	4		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Υφιστάμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
5	5		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Ενισχυόμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
6	6		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Ενισχυόμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
7	7		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Ενισχυόμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
8	8		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Ενισχυόμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
9	9		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Ενισχυόμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
10	10		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Ενισχυόμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
11	11		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Ενισχυόμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
12	12		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Ενισχυόμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
13	13		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Υφιστάμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
14	14		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Υφιστάμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
15	15		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Υφιστάμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
16	16		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Υφιστάμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
17	17		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Υφιστάμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9
18	20		Ναι (κύριο σεισμικό μέλος)	Ναι	Υφιστάμενο	Ινοπλισμένα πολυμερή (FRP)	Ναι	13.333	500.0	233.3	233.3	8.889	434.8	202.9	202.9



## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου



Εικ.5.7 Προσαύξηση του εφελκόμενου οπλισμού ανοίγματος της ενισχυόμενης δοκού Δ9.4(0)

Από τα αποτελέσματα επίλυσης του ενισχυμένου φορέα που φαίνονται στη συνέχεια, προέκυψε ότι οι δοκοί Δ9.4(0) και Δ10.4(0), συνεχίζουν να αστοχούν σε κάμψη υπό στατικά φορτία και ότι οι διάφορες δοκιμές ενίσχυσης (με επάλληλες στρώσεις σκυροδέματος στο πέλμα ή με μανδύα σκυροδέματος) δεν άρουν το πρόβλημα.

```

Επίλυση στατικού συστήματος :
Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESPA.EXE"...
Τέλος επίλυσης.
Επίλυση αρχείου : C:\Users\tvasilopoulos.GTHD\Desktop\ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ\FESPA\
Χρόνος επίλυσης : 0h: 0': 0.72s
Η επίλυση ολοκληρώθηκε επιτυχώς! 0
Υπολογισμός ανάγκης ικανοτικού ελέγχου :
Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FEWIKAN.EXE"...
Τέλος επίλυσης.
Πληροφορία I4001 ΟΙΚΟ: Τέλος ελέγχων.

Επίλυση δοκών :
Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FEBWN.EXE"...
Τέλος επίλυσης.

Σφάλμα E6253 Δ 9.4(0):Αποτίμηση Φ.Ι. υπό στατικά φορτία. Αστοχία σε κάμψη
Σφάλμα E6253 Δ 10.4(0):Αποτίμηση Φ.Ι. υπό στατικά φορτία. Αστοχία σε κάμψη

Πληροφορία I6005 ΟΙΚΟ: ανιχνεύθηκαν λάθη σε 2 δοκούς του κτιρίου: ENISXISI.tek
Επίλυση Υποστυλωμάτων :
Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESWN.EXE"...
Τέλος επίλυσης.
    
```

## Αποτίμηση & Ανασχεδιασμός Υφιστάμενου Δημοτικού Κτιρίου

Ως πιο αποτελεσματική μέθοδο επέμβασης για τις εν λόγω δοκούς αποφασίστηκε να πραγματοποιηθεί μείωση των ανοιγμάτων τους στο μισό, μέσω διαγώνιων χαλύβδινων συνδέσμων στο κατάντη κατακόρυφο φάτωνμά τους, μιας και ο χώρος βρίσκεται στο ισόγειο και οι σύνδεσμοι μπορούν να καλυφθούν με τσιμεντοσανίδες.

Η τελευταία επίλυση του φορέα έδειξε ότι αυτός πλέον είναι επαρκής, θεωρώντας ότι και τα μέλη K7(0), K9(1) και Δ10.1(1) είναι οριακά επαρκή.

```
Επίλυση στατικού συστήματος :
Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESPAnl.exe"...
Τέλος επίλυσης.
Κατεύθυνση: 0° +30%· 90°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 64
Κατεύθυνση: 0° -30%·270°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 65
Κατεύθυνση: 0° +30%· 90°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 66
Κατεύθυνση: 0° -30%·270°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 63
Κατεύθυνση: 90° +30%· 0°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 82
Κατεύθυνση: 90° +30%· 0°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 66
Κατεύθυνση: 90° -30%·180°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 66
Κατεύθυνση: 180° +30%· 90°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 65
Κατεύθυνση: 180° -30%·270°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 65
Κατεύθυνση: 180° +30%· 90°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 53
Κατεύθυνση: 180° -30%·270°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 61
Κατεύθυνση: 270° +30%· 0°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 92
Κατεύθυνση: 270° -30%·180°, Κατανομή:Ομοιόμορφη
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 78
Κατεύθυνση: 270° +30%· 0°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 69
Κατεύθυνση: 270° -30%·180°, Κατανομή:Ιδιομορφική
Ειδοποίηση W3022 ΟΙΚΟ : Μηχανισμός ορόφου στο βήμα 70
Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 17(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασκήκωμα πεδίου
Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 19(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασκήκωμα πεδίου
Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 20(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασκήκωμα πεδίου
Ειδοποίηση W3210: Πεδ. 18(-1) : Υπερβολική εκκεντρότητα - Ανασκήκωμα πεδίου
Επίλυση αρχείου : C:\Users\tvasilopoulos.GTHD\Desktop\ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ\
Χρόνος επίλυσης : 0h: 0':20.41s
Η επίλυση ολοκληρώθηκε επιτυχώς! 0
Επίλυση στατικού συστήματος :
Εκκίνηση του "C:\Program Files (x86)\LH Software\Fespa - Tekton\FESPAnl.exe"...
Τέλος επίλυσης.
Σφάλμα E3201 K 7(0) ΛV>1.0: ΛVSD, z=1.01
Σφάλμα E3201 K 9(1) ΛV>1.0: ΛVSD, z=1.03
Σφάλμα E3201 Δ 10.1(1) ΛM>1.0: ΛDL, i=1.02
Επίλυση αρχείου : C:\Users\tvasilopoulos.GTHD\Desktop\ΔΟΜΟΣΤΑΤΙΚΑ ΕΡΓΑ\ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ\
Χρόνος επίλυσης : 0h: 0':37.95s
Η επίλυση ολοκληρώθηκε επιτυχώς! 0
```

Συνολικά λοιπόν ενισχύονται δεκατέσσερα υποστυλώματα λόγω διάτμησης με FRP και δέκα δοκοί με εκτοξευόμενο σκυρόδεμα πάχους 10εκ.

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Μεταξύ των δύο ελαστικών δυναμικών μεθόδων (με χρήση καθολικού συντελεστή  $q$  και τοπικών δεικτών  $m$ ), η μέθοδος των τοπικών δεικτών  $m$  μας οδηγεί σε πολύ μικρότερο αριθμό ανεπαρκών μελών, από ότι με τη μέθοδο του συντελεστή  $q$ . Αυτό συμβαίνει, διότι λαμβάνουμε υπόψη κατά την αποτίμηση, τους διαθέσιμους τοπικούς δείκτες  $m$ , οι οποίοι προκύπτουν για κάθε ένα μέλος. Αντιθέτως, στη μέθοδο  $q$  χρησιμοποιείται ο ίδιος, δυσμενής δείκτης  $q$  για όλα τα μέλη, σύμφωνα με συντηρητικούς πίνακες κανονισμών. Επιπροσθέτως, στην μέθοδο με χρήση τοπικών δεικτών  $m$  χρησιμοποιούνται οι μέσες τιμές αντοχών των υλικών, οι οποίες είναι μεγαλύτερες από τις χαρακτηριστικές, οι οποίες χρησιμοποιούνται στη μέθοδο του ενιαίου συντελεστή  $q$ .
- Οι ελαστικές αναλύσεις δίνουν εν γένει περισσότερα ανεπαρκή μέλη σε κάποιον αποτιμώμενο φορέα, από ότι οι ανελαστικές. Γεγονός το οποίο, σε συνδυασμό με την δυνατότητα που μας δίνει πλέον ο ΚΑΝ.ΕΠΕ. να κάνουμε αποτίμηση με χρήση της ανελαστικής στατικής μεθόδου (Pushover), θα μπορούμε πιθανόν να οδηγηθούμε στην κατάσταση της μη υποχρεωτικής ενίσχυσης του φορέα.
- Η μη γραμμική ανάλυση υπερέχει της κλασικής ελαστικής καθώς παρουσιάζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα: είναι πιο ακριβής διότι δεν βασίζεται μόνο στη δυσκαμψία των μελών, αλλά συνεκτιμά και την αντοχή τους, εξασφαλίζεται η εποπτεία κατανομής των βλαβών στον φορέα, γίνεται απαλλαγή από ικανοτικά προσομοιώματα και βοηθάει να σχεδιαστεί η ενίσχυση είτε με αύξηση της αντοχής, είτε με αύξηση της πλαστιμότητας, είτε με συνδυασμό τους.
- Κατά την αποτύπωση της κατανομής των ζημιών στην κατασκευή (βλ.Εικ.4.13) γίνεται κατανοητός ο μηχανισμός απορρόφησης ενέργειας. Στο εξεταζόμενο δημοτικό κτίριο, ο μηχανισμός αστοχίας είναι αυτός του σχηματισμού μαλακού ορόφου, με το σχηματισμό πλαστικών αρθρώσεων στα άκρα των υποστυλωμάτων του ισογείου, σε κάθε μορφή οριζόντιας φόρτισης (ομοιόμορφη/ιδιομορφική) και υπό οποιαδήποτε διεύθυνση. Από τη συνδυαστική (ελαστική και ανελαστική) ανάλυση του φορέα προέκυψε ότι όλα τα υποστυλώματα αστοχούν σε διάτμηση, ενώ οι δοκοί σε κάμψη, είτε από στατική, είτε από δυναμική φόρτιση.
- Η επιλογή της περίσφιξης και αύξησης της πλαστιμότητας, χωρίς αύξηση της ακαμψίας των ανεπαρκών υποστυλωμάτων με FRP και η ενίσχυση των ανεπαρκών δοκών με πρόσθετο οπλισμό και εκτοξευόμενο σκυρόδεμα στο πέγμα τους, επιφέρει ικανοποιητικά αποτελέσματα.

## **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Β.Δ. 10-12-1945 (ΦΕΚ 325Α/45, ΦΕΚ 171Α/46): Κανονισμός Φορτίσεων Δομικών Έργων
- Β.Δ. 18/26-7-1954 (Φ.Ε.Κ. 160/Α/1954): Κανονισμός οπλισμένου σκυροδέματος
- Β.Δ. 3132/1955 (Κανονισμός Εκτέλεσης Στρατιωτικών Έργων Στρατού – Ναυτικού – Αεροπορίας)
- Β.Δ. 19/26-2-1959 (ΦΕΚ36/Α/1959) : Αντισεισμικός κανονισμός οικοδομικών έργων
- ΚΑΝ.ΕΠΕ.(2<sup>η</sup> Αναθεώρηση 2017): Κανονισμός Επεμβάσεων
- LH Λογισμική (2013), Fespa 10 Ευρωκώδικες, ΚΑΝ.ΕΠΕ. - Το επίσημο εγχειρίδιο αναφοράς
- LH Λογισμική (2013), Pushover – Θεωρητικά στοιχεία
- Ρεπαπής, Κ. (2018), Αποτίμηση των Κατασκευών – Στοχευόμενη Μετακίνηση, Σημειώσεις για το μάθημα Αποτίμηση και Ανασχεδιασμός Υφιστάμενων Κατασκευών, Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής, Αθήνα.
- Γιαρλέλης, Χ. (2020), Διάλεξη για την «Διερεύνηση – Τεκμηρίωση Φ.Ο» και την «Ανάλυση πριν και μετά την Επέμβαση».
- Κυριαζόπουλος, Α. (2019), Παρουσίαση: Επισκευή Ενίσχυση στοιχείων από Ο.Σ.
- Ψυφάρης, Ι. (2015), Σημειώσεις Αντισεισμικής Τεχνολογίας, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Αθήνα.