

## ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΤΩΝ ΚΑΤΑΣΚΕΥΩΝ ΚΑΤΑ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ ΑΘΗΝΑΣ 7/9/99

ΠΑΠΑΔΑΚΗ ΕΛΕΝΗ  
ΠΑΥΛΟΥ ΜΑΡΙΑ

### *Περίληψη*

*Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η συστηματική καταγραφή και διερεύνηση των βαθμών βλάβης που παρατηρήθηκαν στις κατασκευές της περιοχής της κοινότητας των Θρακομακεδόνων κατά τον σεισμό της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου 1999 στην Αθήνα. Στην συνέχεια θα γίνει η προσπάθεια διεξαγωγής συμπερασμάτων για την συμπεριφορά των κτιρίων κατά τον συγκεκριμένο σεισμό και τους λόγους που οδήγησαν σε αστοχίες. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζουν τα κτίρια τύπου πυλωτής τα οποία καλύπτουν ένα σημαντικό κομμάτι της περιοχής που μελετάμε. Με βάση αυτό το δεδομένο κρίναμε απαραίτητο να γίνει η δυναμική ανάλυση ενός συμμετρικού διώροφου κτιρίου τύπου πυλωτής, αποσκοπώντας στην καλύτερη παρουσίαση της απόκρισης των κτιρίων με εύκαμπτο όροφο (πυλωτή) κατά τον σεισμό.*

### 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στις 7 Σεπτεμβρίου 1999 η Αθήνα και η ευρύτερη περιοχή του λεκανοπεδίου Αττικής ήρθαν αντιμέτωποι με τον ισχυρό σεισμό επιφανειακού μεγέθους 5,9 στην κλίμακα ρίχτερ με επίκεντρο 18 χιλιόμετρα βορειοδυτικά της Αθήνας. Ο τραγικός απολογισμός αυτού του σεισμού ήταν αρκετοί νεκροί, πολλοί άστεγοι και υλικές ζημιές με υψηλό οικονομικό κόστος. Αποτέλεσε έκπληξη ως προς τον εστιακό χώρο (ένα μικρό εν υπνώσει εδώ και 300 χρόνια ρήγμα) αλλά και ως προς το μέγεθος και την ένταση. Επομένως μας δίνεται η ευκαιρία να αξιολογήσουμε την ετοιμότητά μας στην αντιμετώπιση ενός 'απρόσμενου' σεισμού. Μπορεί να διδαχθεί κανείς από ένα τέτοιο γεγονός.

Βάζοντας αυτό ως στόχο επισκεφτήκαμε την περιοχή των Θρακομακεδόνων και συγκεντρώσαμε όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία τα οποία θα μας βοηθήσουν να βγάλουμε συμπεράσματα για την συμπεριφορά των κτιρίων κατά τον συγκεκριμένο σεισμό. Η αστοχία ενός δομήματος σ' ένα συγκεκριμένο σεισμό εξαρτάται από την μορφή και ένταση του κραδασμού που τον διεγείρει αλλά και από τα χαρακτηριστικά του φορέα.

Παρακάτω θα προσπαθήσουμε να παρουσιάσουμε τις παρατηρήσεις και τα στοιχεία που συγκεντρώσαμε όσον αφορά τις επιπτώσεις του σεισμού της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου για έναν αριθμό κτιρίων στην περιοχή των Θρακομακεδόνων.

### 2. ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΣΤΗΝ ΚΟΙΝΟΤΗΤΑ ΤΩΝ ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΩΝ

#### 2.1 ΓΕΝΙΚΑ

Θα γίνει η προσπάθεια συστηματικής παρουσίασης των στοιχείων και παρατηρήσεων όσον αφορά την έκταση των βλαβών σε 88 κτίρια στην περιοχή των Θρακομακεδόνων. Αυτό θα επιτευχθεί με την παρουσίαση α) τοπογραφικού σχεδίου της περιοχής όπου έγινε η καταγραφή β) στατιστική ανάλυση με ενδεικτικά διαγράμματα που σχηματίστηκαν από στοιχεία που έχουν συλλεχθεί με επί τόπου εργασία γ) γενικότερα συμπεράσματα και παρατηρήσεις που προέκυψαν από την καταγραφή αυτή δ) δυναμική ανάλυση ενός διώροφου συμμετρικού κτιρίου τύπου πυλωτής εφόσον παρατηρήθηκε μεγάλος αριθμός κτιρίων αυτού του τύπου

## 2.2 ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

Τα περισσότερα κτίρια στην περιοχή των Θρακομακεδόνων είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα. Ένας πολύ μικρός αριθμός είναι μικτές κατασκευές. Η σπουδαιότητα των δομημάτων είναι κατοικίες. Το σύστημα δόμησης είναι ελεύθερο με διάφορα τριώροφα κτίρια με σύστημα πυλωτής. Για την παρουσίαση των συνεπειών του σεισμού στις κατασκευές επιλέχθηκαν τα τμήματα της περιοχής που φαίνονται στον τοπογραφικό χάρτη παρακάτω. Η επιλογή των τμημάτων της περιοχής έγινε λαμβάνοντας υπόψιν την πληροφορία ότι στα τμήματα αυτά τα κτίρια είχαν υποστεί αρκετές ζημιές.

Θα πρέπει επίσης να τονισθεί ότι η καταγραφή στοιχείων και παρατηρήσεων έγινε για τα κτίρια τα οποία έχουν χαρακτηριστεί από τις επιτροπές του πολεοδομικού γραφείου με 'κίτρινη' και 'κόκκινη' ένδειξη. Θα ήταν ενδιαφέρον αλλά δεν έγινε η καταγραφή στοιχείων και παρατηρήσεων και για τα κτίρια τα οποία έχουν χαρακτηριστεί με 'πράσινη' ένδειξη, λαμβάνοντας υπόψιν ότι δεν παρουσιάζουν σημαντικές βλάβες.

## 2.3 ΕΝΤΥΠΟ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ

Με βάση την απαίτηση της παρούσας εργασίας για συστηματική καταγραφή στοιχείων που αφορούν την έκταση των βλαβών στις κατασκευές χρησιμοποιήθηκε το ειδικό έντυπο που ακολουθεί στον πίνακα (1). Συμπληρώνοντας αυτό το ειδικό έντυπο με επί τόπου εργασία συγκεντρώσαμε όσο το δυνατόν περισσότερες πληροφορίες για τα βασικά χαρακτηριστικά του δομικού συστήματος, τα πιθανώς εμφανή αίτια υπερκαταπονήσεως και μειώσεως ικανότητας στοιχείων επίσης για υφιστάμενες βλάβες φερόντων και μη φερόντων οργανισμών.

## 2.4 ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ

Στο επιλεγμένο τμήμα της περιοχής κατεγράφησαν 88 κτίσματα τα οποία με βάση την χρήση τους την εποχή του σεισμού περιελάμβαναν 88 κατοικίες

Από τα υπόλοιπα στοιχεία που συνελέγησαν με βάση το έντυπο καταγραφής και μετά από στατιστική επεξεργασία σχεδιάστηκαν ιστογράμματα που δίνονται στα διαγράμματα των σελίδων που ακολουθούν.

## 2.5 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Στα πλαίσια αυτής της εργασίας πραγματοποιήθηκε η καταγραφή 88 κατασκευών από τις οποίες οι 81 αποτελούν κατασκευές στις οποίες ο φέρων οργανισμός είναι κατασκευασμένος από οπλισμένο σκυρόδεμα και οι 7 μικτές κατασκευές (οπλισμένο σκυρόδεμα + φέρουσες τοιχοποιίες) [διάγραμμα 1]. Δεν πρέπει να ξεχασθεί ότι έχει γίνει καταγραφή στοιχείων στα κτίρια που έχουν χαρακτηριστεί με κίτρινη και κόκκινη ένδειξη από τις επιτροπές του πολεοδομικού γραφείου. Η κατάταξη των 88 κατασκευών σε 'κίτρινα' - 'κόκκινα' είναι [73(82,95 %) - 15 (17,05 %)]. Η κατάταξη των 81 κατασκευών οπλισμένου σκυροδέματος σε 'κίτρινα - κόκκινα είναι [72(88,89 %) - 9(11,11 %)] [διάγραμμα 2]. Η κατάταξη των 7 μικτών κατασκευών σε κίτρινα - κόκκινα είναι [1(14,29 %) - 6(85,71)] [διάγραμμα 2].

Είναι φανερό από το διάγραμμα 3 ότι η απουσία τοιχοπληρώσεων στο ισόγειο (κτίρια τύπου πυλωτής) έπαιξε σημαντικό ρόλο στην κατάταξη των κατασκευών σε κίτρινα-κόκκινα στο σύνολο των κτιρίων οπλισμένου σκυροδέματος που εξετάστηκαν το 58,02% έχει κανονικές τοιχοπληρώσεις, στο 37,04% δεν υπήρχαν καθόλου τοιχοπλοιώσεις και το 4,94% είχε μειωμένες τοιχοπληρώσεις. Στα κτίρια χωρίς τοιχοπλοιώσεις στο ισόγειο η αναλογία κίτρινα-κόκκινα ήταν 81,25%-18,75% έναντι

93,48%-6,52% σε αυτά με τοιχοπληρώσεις ισογείου. Αυτά με μειωμένες τοιχοπληρώσεις στο ισόγειο είχαν χαρακτηριστεί όλα με κίτρινη ένδειξη (διάγραμμα 3). Παρατηρούμε από αυτή την ανάλυση την αρνητική συμπεριφορά των κτιρίων τύπου πυλωτής.

Στο διάγραμμα 4 παρατηρούμε για μια ακόμη φορά τον αρνητικό ρόλο που έπαιξαν τα κτίρια τύπου πυλωτής. Αφού βλάβες βαθμού Β (εμφανείς ρωγμές, μερική αποκάλυψη οπλισμών) και βαθμού Γ (αποκάλυψη οπλισμών-μόνιμες παραμορφώσεις) εμφανίζονται σε κατασκευές με μορφή ισογείου τύπου πυλωτής σε ποσοστά 16,05% (Β)-9,88% (Γ), συνολικά σημαντικές βλάβες στον φέροντα οργανισμό σε ποσοστό 25,93% ενώ σε αυτά με χτισμένο ισόγειο το αντίστοιχο ποσοστό είναι  $6,17+9,87=16,04\%$ .

Επίσης στο διάγραμμα 5 γίνεται φανερό το πρόβλημα των τοιχοποιιών πληρώσεων. Παρατηρήθηκαν κατασκευές με ποσοστά βαθμού βλάβης (α) στις τοιχοποιίες πλήρωσης 54,32% βαθμού βλάβης (β) 27,16% και χωρίς βλάβες 18,52%. Είναι απαραίτητο να σημειωθεί ότι η επιβαλλόμενη παραμόρφωση μπορεί να είναι ανεκτή για τον φέροντα σκελετό αλλά όχι ανεκτή για τις τοιχοποιίες πλήρωσης.

### 3. ΓΕΝΙΚΟΤΕΡΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ -ΣΥΝΟΠΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΒΛΑΒΩΝ

Δεν υπάρχει αμφιβολία ότι ο σεισμός της Τρίτης 7 Σεπτεμβρίου αποτέλεσε μεγάλη έκπληξη για όλους τους ειδικούς επιστήμονες. Έκπληξη ως προς τον εστιακό χώρο (ένα μικρό εν' υπνώσει εδώ και 300 χρόνια ρήγμα), έκπληξη ως προς το μέγεθος αλλά και την ένταση.

Σύμφωνα με το νέο αντισεισμικό κανονισμό η Ελλάδα χωρίζεται σε τέσσερις ζώνες σεισμικής επικινδυνότητας: I, II, III, IV. Η Αθήνα ανήκει στη ζώνη II με μέγιστη οριζόντια σεισμική επιτάχυνση του εδάφους  $A=0,16 g$ . Ο σεισμός της 7<sup>ης</sup> Σεπτεμβρίου είχε μέγιστη οριζόντια επιτάχυνση εδάφους  $A=0,24 g$ . Είναι εμφανές ότι έχουμε διαφορά μεταξύ της σεισμικής κίνησης σχεδιασμού και της πραγματικής σεισμικής κίνησης. Λαμβάνοντας υπόψη αυτή τη διαφορά αναμένει κανείς σοβαρές ζημιές στις κατασκευές.

Σχετικά με τη συμπεριφορά που παρουσίασαν οι κατασκευές στην περιοχή των Θρακομακεδόνων στο σεισμό της Αθήνας μπορεί να ειπωθεί ότι τα κτίρια με πυλωτή εμφάνισαν εκτεταμένες ζημιές στον φέροντα οργανισμό του ισογείου. Στα κτίρια αυτά το σύνολο σχεδόν της βλάβης εκδηλώθηκε στα κατακόρυφα φέροντα στοιχεία του ισογείου ενώ η οικοδομή από τον πρώτο όροφο και πάνω παρέμεινε σχεδόν ανέπαφη σε αντίθεση με τα κτίρια με τοιχοποιίες στο ισόγειο όπου η βλάβη επεκτεινόταν σε όλους τους ορόφους με ένταση συνήθως μειωμένη από το ισόγειο προς τα άνω. Η αιφνίδια μείωση ακαμψίας από τους υπερκείμενους ορόφους σε κάποιον υποκείμενο έχει ως συνέπεια τη συγκέντρωση υψηλών εντάσεων στα φέροντα στοιχεία του εύκαμπτου ορόφου με αποτέλεσμα την εκδήλωση βλαβών.[5] Παρακάτω παρουσιάζεται η δυναμική ανάλυση ενός συμμετρικού διώροφου κτιρίου τύπου πυλωτής.

Μεγάλος αριθμός κτιρίων από οπλισμένο σκυρόδεμα που παρατηρήθηκαν είχαν πλάκες με υποστυλώματα χωρίς δοκούς. Κατασκευές με τέτοιου είδους πλάκες είναι πολύ εύκαμπτες με χαμηλή πλαστιμότητα [5].Στις βλάβες που προκλήθηκαν σε φέροντα στοιχεία παρατηρήθηκε σε ορισμένες περιπτώσεις πλήρης αποδιοργάνωση του σκυροδέματος που δημιουργεί ερωτηματικά σχετικά με την παραγωγή σκυροδέματος καθώς και την ποιότητα των υλικών.

Ακόμη επιβεβαιώθηκε για άλλη μια φορά ότι οι διατάξεις των παλιών κανονισμών όπου δεν προέβλεπαν πυκνωση των συνδετήρων στις κρίσιμες περιοχές αποτέλεσε σημαντική αιτία για τις εκτεταμένες βλάβες σε κτίρια οπλισμένου σκυροδέματος.

Παρατηρήθηκαν διαγώνιες ρωγμές σε ορισμένα τοιχώματα ισογείου κατοικιών όπου διαφαίνεται αδυναμία σε διάτμηση.

Ζημιές παρατηρήθηκαν επίσης σε κόμβους υποστυλωμάτων, δοκών λόγω ανεπαρκούς παροχής συνδετήρων.

Υπήρξε μια περίπτωση αστοχίας κοντού υποστυλώματος.

Επίσης υπήρξε και η περίπτωση υποστυλωμάτων μεγάλου ύψους στα οποία είχε επέλθει λυγισμός.

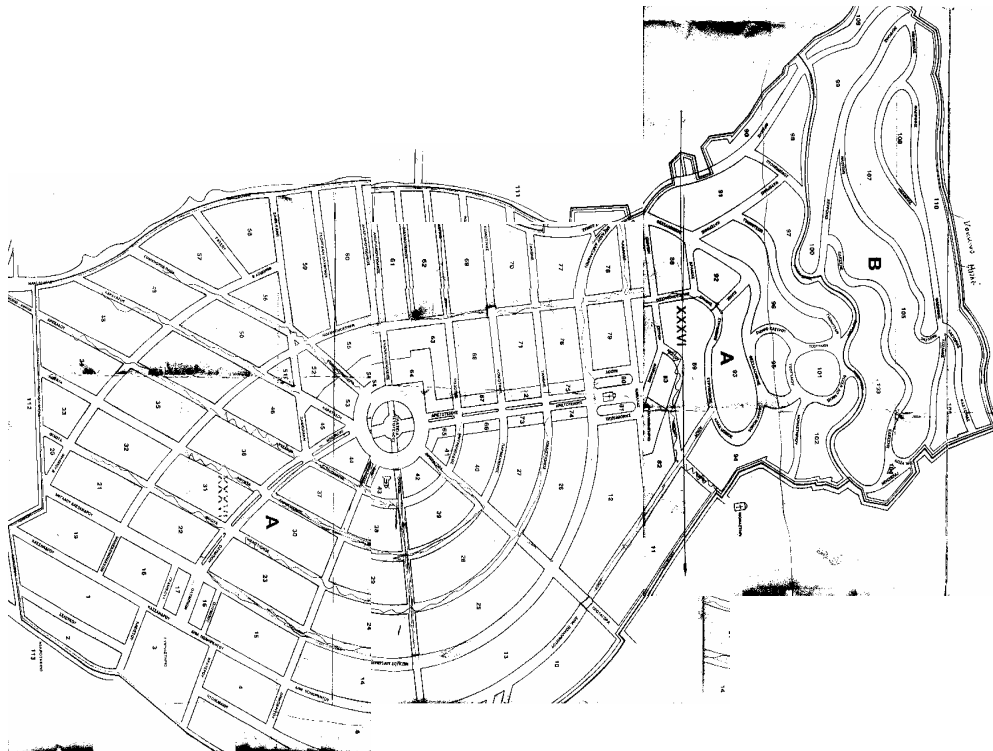
Εμφανές αίτιο υπερκαταπονήσεως των κατασκευών ήταν και η ασυμμετρία κατόψεως καθώς και η ασυμμετρία καθύψους.

#### 4. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

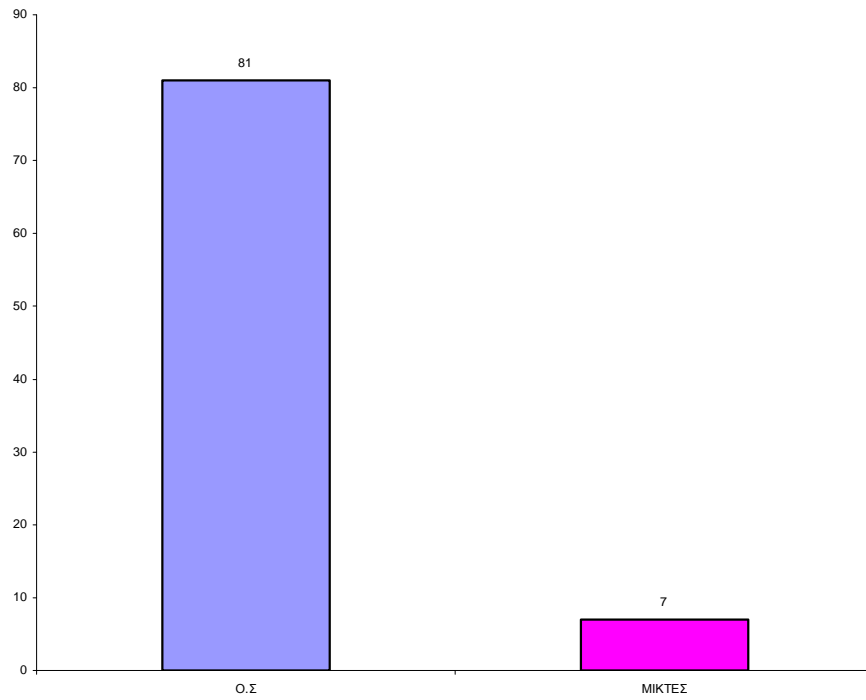
Από την παραπάνω εισήγηση έγινε αντιληπτό ότι οι συνέπειες του σεισμού στην περιοχή που εξετάστηκε στην κοινότητα των Θρακομακεδόνων ήταν σημαντικές. Ιδιαίτερα στην περίπτωση κτιρίων με πυλωτή παρατηρήθηκαν έντονες βλάβες στον φέροντα οργανισμό. Βεβαίως το γεγονός ότι η διαμόρφωση πυλωτής επιβάλεται για πολλούς λόγους (αισθητικούς λόγους , χώροι στάθμευσης ) μας οδηγεί στο συμπέρασμα ότι είναι απαραίτητη η λεπτομερέστερη διαιρέηση τέτοιων κατασκευών ώστε να προκύψουν τα απαραίτητα συμπεράσματα για τη διασφάλιση κτιρίων με σύστημα πυλωτής. Έχουμε τη δυνατότητα χρησιμοποίησης πρόσθετων περιθωρίων ασφαλείας των κατασκευών όπως ισχυρά τοιχώματα, τοιχοπληρώσεις αλλά αυτό πρέπει να γίνεται με τον καλύτερο τρόπο μόρφωσης του φέροντος οργανισμού.

Οι μετασεισμικοί έλεγχοι κάθε φορά δείχνουν ότι υπάρχουν ορισμένοι τύποι βλάβης που επαναλαμβάνονται συστηματικά και κάποιοι από αυτούς οφείλονται στις γνωστές κακοτεχνίες. Επομένως πρέπει να δοθεί μεγαλύτερη σημασία στην επίβλεψη των κατασκευών.

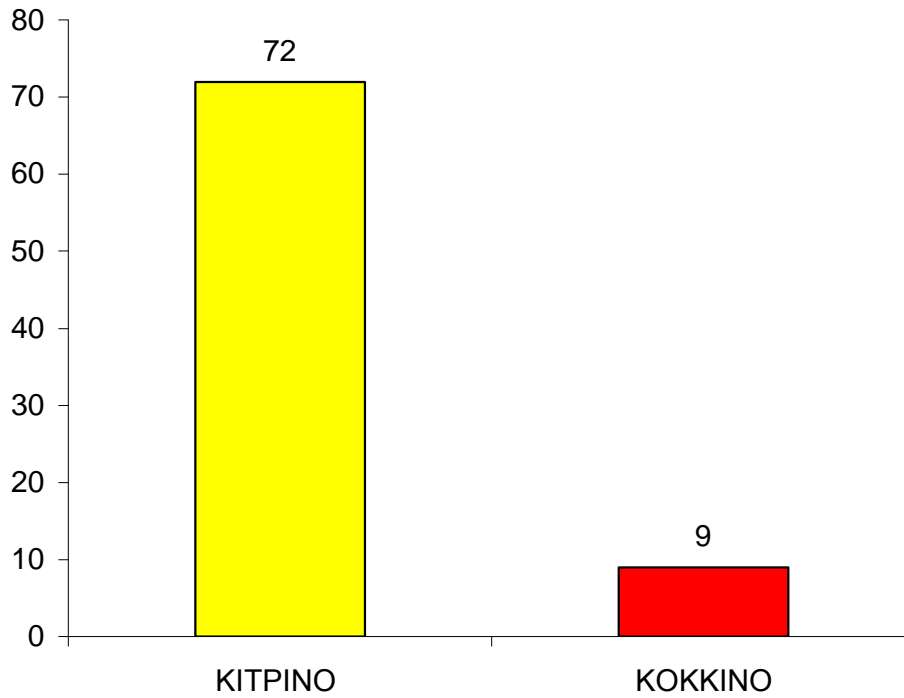
Είναι απαραίτητο λαμβάνοντας υπόψη ότι ζούμε σε έντονα σεισμογενή χώρα να βρισκόμαστε σε ετοιμότητα αντιμετωπίζοντας όσο το δυνατό καλύτερα τον "απρόσμενο" σεισμό. Αυτό θα επιτευχθεί με συλλογική προσπάθεια από όλες τις ομάδες που συμβάλλουν στη μελέτη και κατασκευή των κτιρίων.



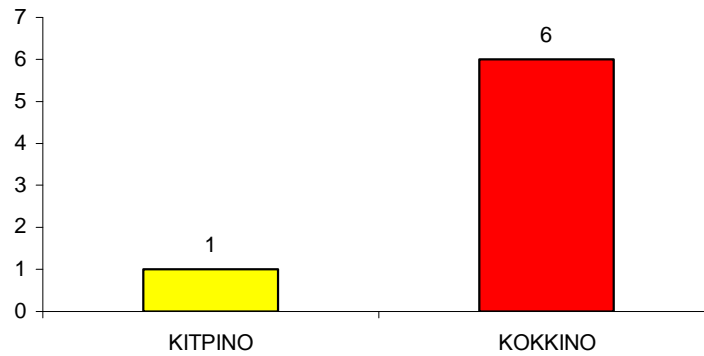
**ΥΛΙΚΟ ΔΟΜΙΚΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1**



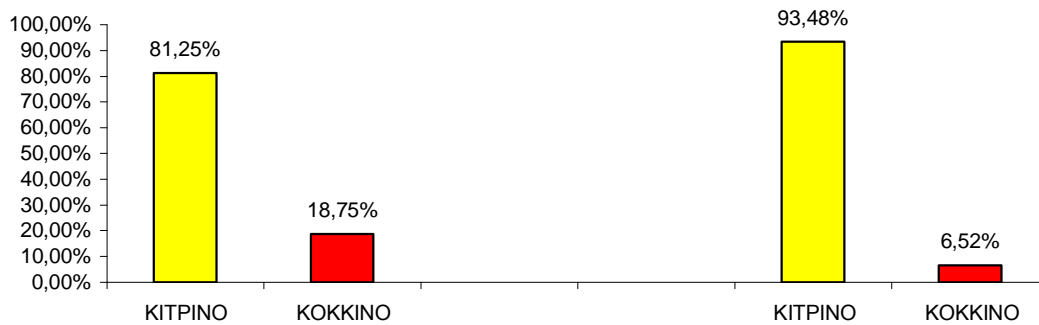
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2:ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ  
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ Ο.Σ**



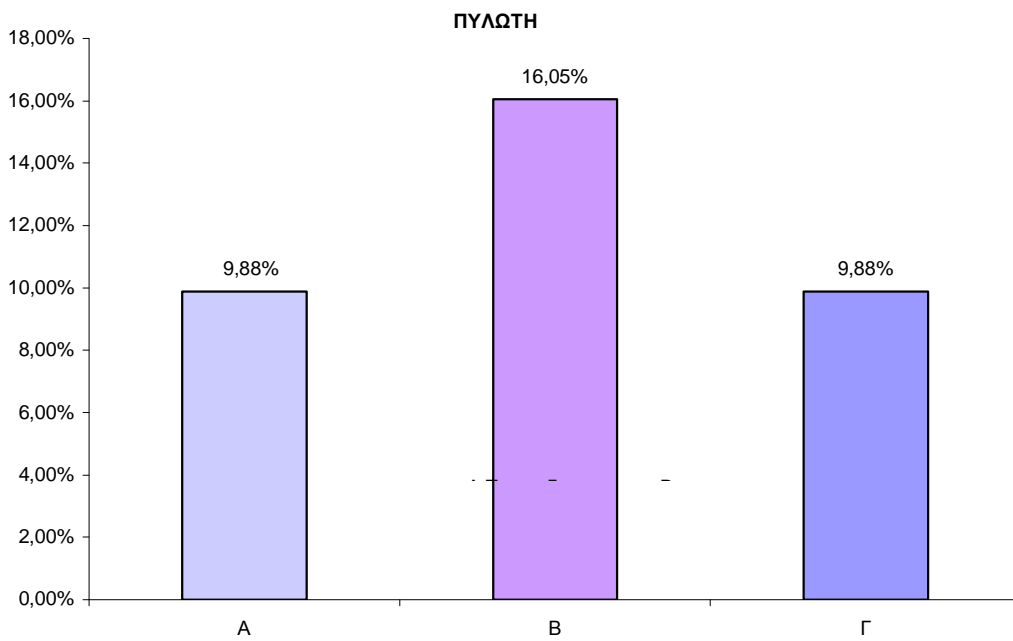
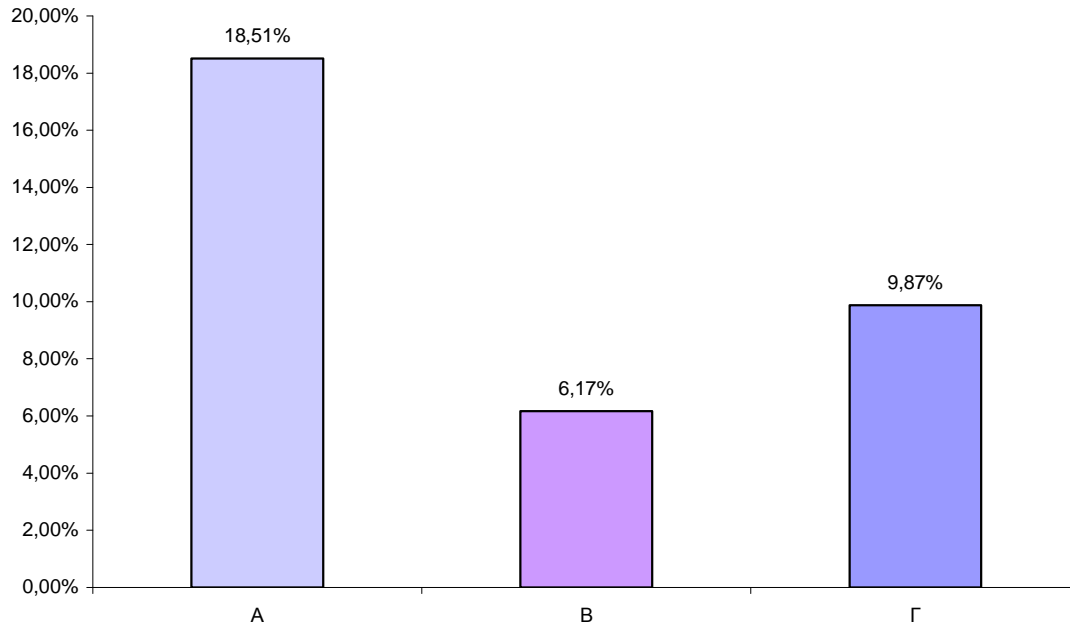
**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2: ΜΙΚΤΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ  
ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ  
ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ**

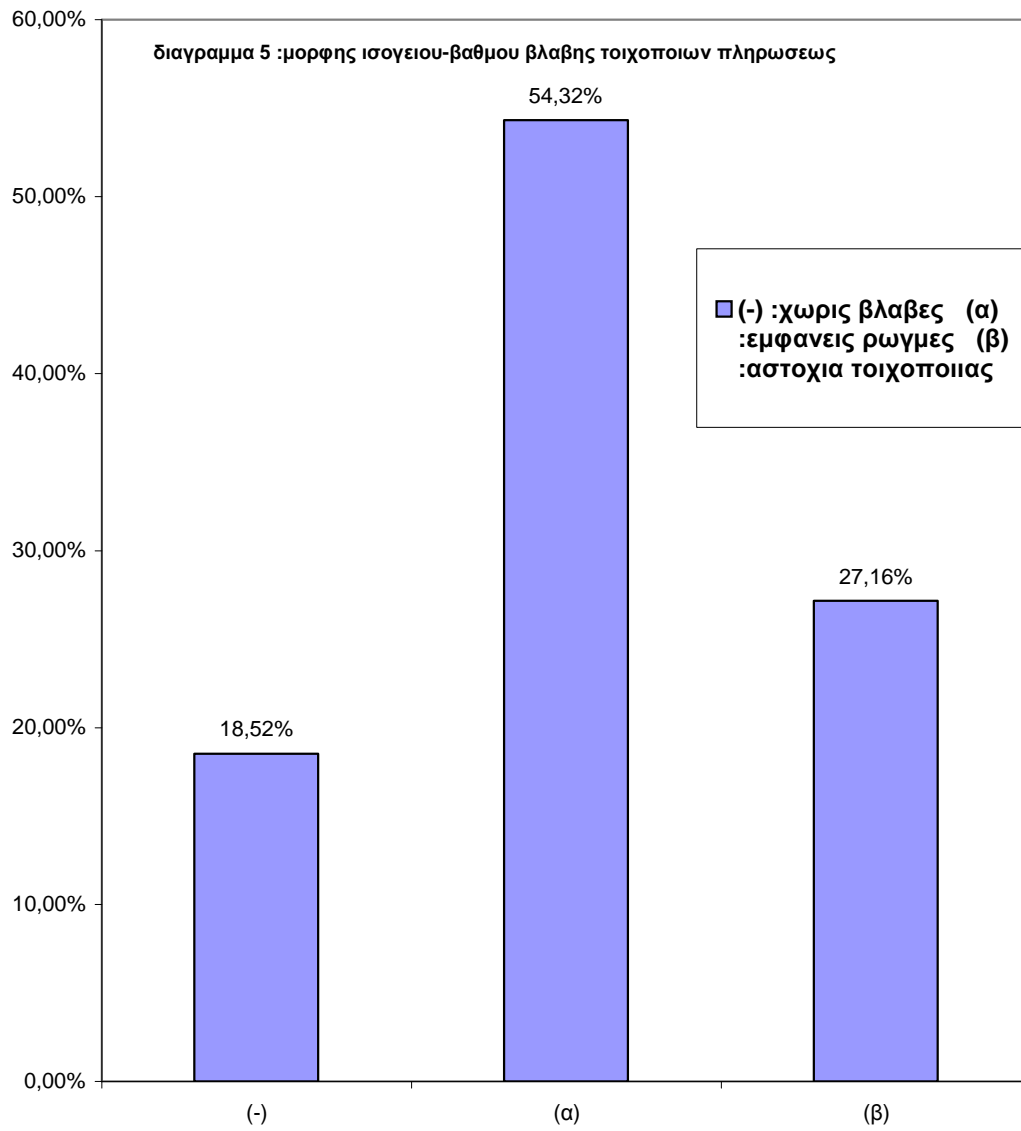


**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3: ΜΟΡΦΗΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ-ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΥ ΠΟΛΕΟΔΟΜΙΑΣ  
ΠΥΛΩΤΗ ΧΤΙΣΜΕΝΟ ΙΣΟΓΕΙΟ**



**ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 4: ΜΟΡΦΗΣ ΙΣΟΓΕΙΟΥ - ΒΑΘΜΟΥ ΒΛΑΒΗΣ ΧΤΙΣΜΕΝΟ ΙΣΟΓΕΙΟ**







## **ΠΙΝΑΚΑΣ 1: Εντυπο καταγραφής δομικού συστήματος**

### **A. ΘΕΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ**

Κωδικός κτιρίου

Πόλη η χωριό

Οδός αριθμός

### **B. ΒΑΣΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ ΔΣΥ**

1. Υλικό δσυ
2. Ζώνη σεισμικής επικινδυνότητας
3. Έδαφος θεμελίωσης
4. Αριθμός ορόφων
5. Μορφή ισογείου
6. Σύστημα δομήσεως
7. Κατάσταση ολοκληρώσεως-χρήσεως
8. Διαστάσεις κατόψεως
9. Έτος μελέτης
10. Χρήση / σπουδαιότητα δομήματος

### **Γ. ΕΜΦΑΝΗ ΑΙΤΙΑ ΥΠΕΡΚΑΤΑΠΟΝΗΣΕΩΣ**

1. Αλληλεπίδραση παρακείμενων κατασκευών
2. Ασυμμετρία κατόψεως
3. Πυλωτή-ψευδοπυλωτή-χτισμένο ισόγειο
4. Ασυμμετρία καθ' ύψος
5. Ισχυρές δοκοί - ασθενή υποστηλώματα
6. Εκκεντρότητα ορόφου
7. Κοντά περιμετρικά υποστηλώματα
8. Ημίροφος ισογείου
9. Σύνδεση με το δρόμο

### **Δ. ΕΜΦΑΝΗ ΑΙΤΙΑ ΜΕΙΩΣΕΩΣ ΙΚΑΝΟΤΗΤΟΣ ΣΤΟΙΧΕΙΩΝ**

1. Ποιότητα μπετόν
2. Κακοί κατασκευαστικοί αρμοί
3. Ανεπαρκείς συνδετήρες
4. Έκκεντρες συνδέσεις
5. Στοιχεία μεγάλης λυγηρότητας

### **Ε. ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΕΣ ΒΛΑΒΕΣ**

1. Τοιχοποιων πληρώσεως
2. Βλάβες σκελετού

### **Ι. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΑ ΜΕΛΗ**

Πλήθος υφιστάμενων

Πλήθος βλαφθέντων

Είδος και θέση βλάβης

### **ΙΙ. ΟΡΙΖΟΝΤΙΑ ΜΕΛΗ**

Πλήθος υφιστάμενων

Πλήθος βλαφθέντων

Είδος και θέση βλάβης

### **ΙΙΙ. ΚΟΜΒΟΙ**

Πλήθος βλαφθέντων

Είδος βλάβης

### **ΣΤ. ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΜΟΣ ΕΠΙΤΡΟΠΗΣ**

1. Έλεγχος πολεοδομικού γραφείου
2. Ενίσχυση (ναι-όχι )

### **ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ**

## 5. ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΤΗΣ ΣΕΙΣΜΙΚΗΣ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΔΙΩΡΟΦΗΣ ΚΑΤΟΙΚΙΑΣ ΜΕ ΚΑΙ ΧΩΡΙΣ ΠΥΛΩΤΗ

Στο σημείο αυτό γίνεται μια προσπάθεια να εξεταστεί η σεισμική συμπεριφορά ενός 2-όροφου κτιρίου από οπλισμένο σκυρόδεμα με εύκαμπτο όροφο στο ισόγειο. Για την ερμηνεία των βλαβών διαμορφώθηκαν και επιλύθηκαν δυο προσομοιώματα της κατασκευής.

### 5.1 ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Το κτίριο που εξετάζεται στα πλαίσια αυτής της εργασίας, αποτελείται από 2 ορόφους. Σε κάθε όροφο υπάρχει οροφδιαμέρισμα, η δυο όροφοι έχουν πανομοιότυποι κάτοψη. Η επιμήκης διάσταση της κάτοψης είναι 12 μ ενώ η εγκάρσια 10μ.



Σχ.1. κάτοψη κτιρίου



Σχ.2. πλάγια όψη

Το κτίριο σε κάτοψη παρουσιάζει δώδεκα υποστυλώματα, τα τέσσερα γωνιακά 35\*35 και τα υπόλοιπα 45\*45.

### 5.2 ΜΟΡΦΩΣΗ ΤΩΝ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΩΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΜΑΤΩΝ ΤΟΥ ΚΤΙΡΙΟΥ

Για τη μελέτη της σεισμικής συμπεριφοράς διαμορφώθηκαν και επιλύθηκαν δυο προσομοιώματα της κατασκευής στα οποία ο φέρον οργανισμός αποτελείται από γραμμικά μέλη. Στο πρώτο εξιδανίκευα η τοιχοπλήρωση συμβάλει στην ακαμψία του πρώτου και δεύτερου ορόφου, χωρίς να συμβάλει στην ακαμψία του ισόγειου (σύστημα πυλωτής). Στο δεύτερο εξιδανίκευμα η ακαμψία των τοίχων πλήρωσης συμβάλουν στην ολική ακαμψία του εξιδανικεύματος. Οι τοιχοπληρώσεις έχουν εξιδανικευτεί με διαγώνιους ράβδους στα φατνώματα των πλαισίων που φέρουν τοιχοποιίες, προσδίδοντάς τους την ακαμψία του τοίχου.

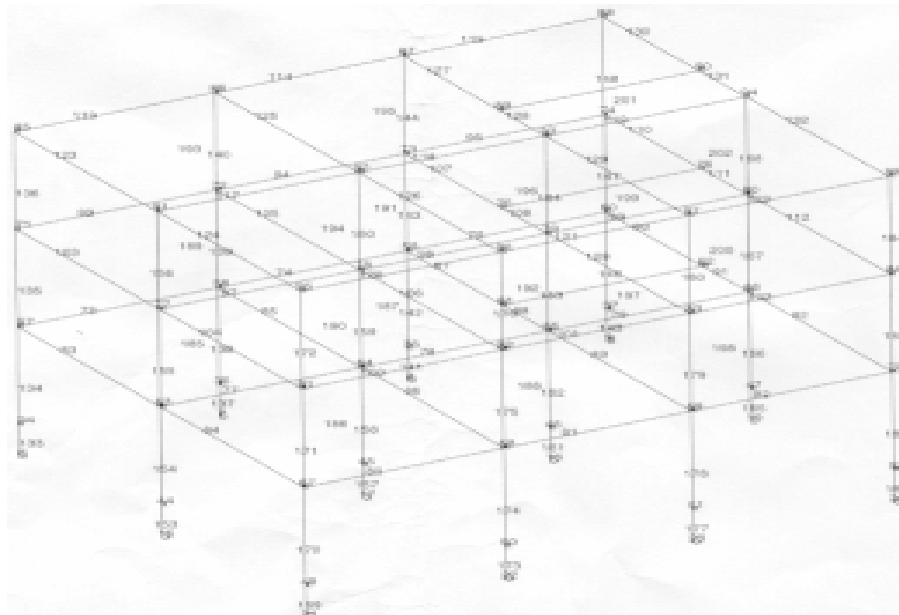
Τα πέδιλα του εξιδανικεύματος έχουν προσομοιωθεί με γραμμικά μέλη μήκους ενός μέτρου, δίνοντάς του μεγαλύτερο εμβαδόν στο επίπεδο z και μεγάλη ροπή αδράνειας  $I_y$  σε σχέση με τα υποστυλώματα.

Τα φορτία του εξιδανικεύματος υπολογίστηκαν σύμφωνα με τους κανονισμούς φορτίσεων. Σύμφωνα με τον ελληνικό αντισεισμικό κανονισμό οι δράσεις σχεδιασμού

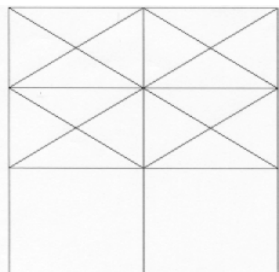
είναι οι μόνιμες ,οι μεταβλητές και οι τυχηματικές, μαζί με τους συντελεστές ασφαλείας.Οι τυχηματικές δράσεις, δηλαδή ο σεισμός, υπολογίστηκε με τη φασματική μέθοδο και έχει ληφθεί ως επαλληλία φορτίσεων  $G+0.3Q+\Sigma X+0,3\Sigma Z$  και  $G+0.3Q+\Sigma Z+0,3\Sigma X$  .

Δυο προβλήματα που αντιμετωπίσαμε κατά τη μόρφωση του φορέα ήταν η προσομοίωση της τοιχοποιίας και ο προσδιορισμός των μηχανικών της χαρακτηριστικών.Το πρώτο ,όπως ήδη έχει αναφερθεί παραπάνω , λύθηκε με την εξιδανίκευση της τοιχοποιίας με διαγώνιες θλιπτικές ράβδους στα τοιχοπληρωμένα πλαίσια .Το δεύτερο είναι δυνατό να επιλυθεί είτε με επιτόπου δοκιμαστικούς ελέγχους στη τοιχοπλήρωση του κτιρίου που εξετάζεται είτε μέσα από τη διεθνή βιβλιογραφία όπου τα μηχανικά χαρακτηριστικά της τοιχοπλήρωσης δίνεται από εμπειρικές σχέσεις συναρτήσει κυρίως των μηχανικών χαρακτηριστικών των τούβλων και κονιάματος , της γεωμετρίας και της μορφής δόμησης του τοίχου.Επειδή ο σκοπός της εργασίας αυτής είναι η διερεύνηση και η σύγκριση της σεισμικής συμπεριφοράς των δυο προσομοιωμάτων , ήταν επαρκές η εξιδανίκευση της ακαμψίας της τοιχοποιίας με γραμμικά μέλη μεγαλύτερης ακαμψίας από την ακαμψία των υποστυλωμάτων.

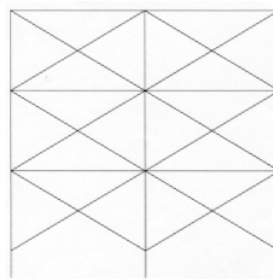
Τα δυο προσομοιώματα δηλώθηκαν στο πρόγραμμα H/Y STRUDL με τη μορφή αρχείων και πάρθηκαν τα output , δηλαδή τα αποτελέσματα της στατικής επίλυσης.Στα παρακάτω σχήματα φαίνονται το εξιδανίκευμα της κατασκευής και οι όψεις από τα δυο προσομοιώματα.



Σχ.3. εξιδανίκευμα κατασκευής



Σχ.4. σύστημα πυλωτής



Σχ.5. σύστημα χωρίς πυλωτή

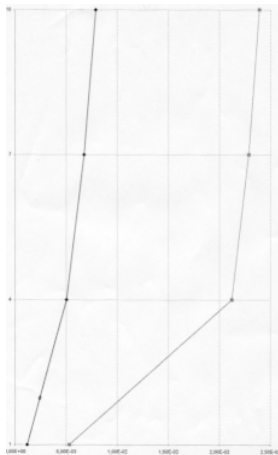
### 5.3 ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΕΠΙΛΥΣΗΣ

Παρακάτω παρουσιάζονται τα αποτελέσματα της στατικής επίλυσης των δυο προσομοιωμάτων και συγκεκριμένα δίνονται οι μετακινήσεις των ελεύθερων κόμβων για τον συνδυασμό  $G+0.3Q+\Sigma Z+0,3\Sigma X$ .

	ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ	ΧΩΡΙΣ ΠΥΛΩΤΗ		ΜΕ ΠΥΛΩΤΗ	ΧΩΡΙΣ ΠΥΛΩΤΗ
Κόμβος	Μετακίνηση z	μετακίνηση z	κόμβος	μετακίνηση z	μετακίνηση z
34	3,20E-03	2,99E-03	71	2,29E-02	6,78E-03
35	5,11E-03	1,40E-03	72	2,30E-02	6,79E-03
36	5,04E-03	1,40E-03	73	2,30E-02	6,80E-03
37	3,28E-03	3,08E-03	74	2,29E-02	6,79E-03
44	5,20E-03	3,50E-03	77	2,28E-02	6,75E-03
45	5,29E-03	1,19E-03	78	2,29E-02	6,74E-03
46	5,26E-03	1,17E-03	79	2,29E-02	6,72E-03
47	5,20E-03	3,44E-03	80	2,29E-02	6,72E-03
49	3,37E-03	3,52E-03	81	2,29E-02	6,80E-03
50	5,09E-03	1,47E-03	82	2,30E-02	6,81E-03
51	5,12E-03	1,45E-03	83	2,30E-02	6,81E-03
52	3,35E-03	3,35E-03	84	2,31E-02	6,81E-03
57	2,11E-02	5,01E-03	85	2,38E-02	7,87E-03
58	2,12E-02	5,02E-03	86	2,39E-02	7,80E-03
59	2,12E-02	5,02E-03	87	2,39E-02	7,88E-03
60	2,13E-02	5,02E-03	88	2,39E-02	7,89E-03
63	2,12E-02	5,03E-03	91	2,38E-02	7,88E-03
64	2,12E-02	5,03E-03	92	2,39E-02	7,88E-03
65	2,13E-02	5,03E-03	93	2,39E-02	7,89E-03
66	2,13E-02	5,04E-03	94	2,40E-02	7,89E-03
67	2,12E-02	5,08E-03	95	2,38E-02	7,88E-03
68	2,12E-02	5,08E-03	96	2,39E-02	7,89E-03
69	2,12E-02	5,08E-03	97	2,39E-02	7,89E-03
70	2,13E-02	5,08E-03	98	2,40E-02	7,89E-03

## 6. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται οι μέγιστες μετακινήσεις στη διεύθυνση z ενός μετρικού υποστυλώματος.



Από το σχήμα φαίνεται η μεταβολή των μετακινήσεων καθ' ύψος για το σύστημα χωρίς πυλωτή είναι σχετικά γραμμική ενώ για το σύστημα πυλωτής παρουσιάζονται έντονες μεταβολές των σχετικών μετακινήσεων μεταξύ των ορόφων και κυρίως στο επίπεδο της πυλωτής. Παρόμοια εικόνα παρουσίασε ολόκληρη η κατασκευή.

Συνεπακόλουθο της διαφοράς της των μορφών απόκρισης των δυο προσομοιωμάτων είναι και η έντονη διαφοροποίηση της κατανομής των εντατικών μεγεθών καθ' ύψος του υποστυλώματος. Χαρακτηριστικό σε αυτή την περίπτωση είναι η απότομη και έντονη αύξηση των εντατικών μεγεθών στο επίπεδο της πυλωτής, για το σύστημα πυλωτής. Ακόμα η συνεκτίμηση της επιρροής των τοιχοπληρώσεων είχε ως αποτέλεσμα τη σημαντική μείωση της ευκαμψίας και της ευστρεφίας του, γεγονός που προκύπτει από την αλλαγή της ιδιομορφής του κτιρίου κατά τη μια διεύθυνση. Επίσης, δημιούργησε έντονη και απότομη μεταβολή της σεισμικής έντασης στο επίπεδο της πυλωτής (εύκαμπτος όροφος) που για το συγκεκριμένο κτίριο που εξετάστηκε είχε ως τελικό αποτέλεσμα την ανάπτυξη βλαβών καμπτικού τύπου στα κατακόρυφα στοιχεία στη στάθμη του ισογείου και του ορόφου.

Από τη διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς του κτιρίου (με σύστημα πυλωτής), που εξετάστηκε στα πλαίσια αυτής της εργασίας, διαπιστώθηκε ότι η συνεκτίμηση της επιρροής των τοιχοπληρώσεων στην ακαμψία του κτιρίου είναι άκρως καθοριστική παράμετρος η οποία θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη.

Η ουσιαστική συμβολή αυτής της εργασίας είναι να καταδείξει ότι μπορούν σχετικά εύκολα να διαμορφωθούν αριθμητικά προσομοιώματα κτιρίων με πυλωτή με τα οποία να εκτιμάται σε ικανοποιητικό βαθμό η σεισμική τους συμπεριφορά. Με βάση την αποτίμηση αυτής της συμπεριφοράς να μπορούν να προταθούν ρεαλιστικά και εύστοχα σχήματα ενίσχυσης τέτοιων κτιρίων, που μπορεί εύκολα να συναντήσει κανείς στην περιοχή των ΘΡΑΚΟΜΑΚΕΔΟΝΩΝ.

Δυστυχώς τα συμπεράσματά μας επαληθεύτηκαν κατά τον σεισμό της Αθήνας.

### **ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

1. Επισκευές και ενισχύσεις κατασκευών από οπλισμένο σκυρόδεμα . Σ.Η.ΔΡΙΤΣΟΣ
2. Δωδέκατο ελληνικό συνέδριο σκυροδέματος
3. Δέκατο τρίτο ελληνικό συνέδριο σκυροδέματος
4. Διπλωματική εργασία Γ.Ε. ΣΙΑΝΑΒΑ
5. Αντισεισμικός σχεδιασμός ΚΑΠΠΟΣ
6. Τ.Ε.Ε. τεύχος 2068