

<b>Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Σερρών</b> <b>Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών</b> <b>Τμήμα Πολιτικών Δομικών Έργων</b> Εαρινό Εξάμηνο 2008-2009	Εξέταση Θεωρίας: Επιλογή Γ <b>ΕΙΔΙΚΑ ΚΕΦΑΛΑΙΑ ΣΤΑΤΙΚΗΣ</b> Διδάσκων: Κίρτας Εμμανουήλ 1η εξεταστική περίοδος: 01/07/2009
--	---

Διάρκεια εξέτασης: 1 ώρα και 30 λεπτά

Όνοματεπώνυμο φοιτητή: ..... ΑΕΜ:.....

### **Ζήτημα Α (1.5 βαθμοί)**

Να κυκλώσετε τη σωστή απάντηση στις παρακάτω ερωτήσεις πολλαπλής επιλογής.

#### Ερώτηση Α.1 (0.3 βαθμοί)

Με τη μέθοδο των πεπερασμένων στοιχείων μια περιοχή μπορεί να προσομοιωθεί:

- A) με ένα μόνο τύπο στοιχείων από το ίδιο υλικό
- B) με ένα μόνο τύπο στοιχείων αλλά από πολλά διαφορετικά υλικά
- Γ) με συνδυασμό πολλών διαφορετικών τύπων στοιχείων από το ίδιο υλικό
- Δ) με συνδυασμό πολλών διαφορετικών τύπων στοιχείων όχι απαραίτητα από το ίδιο υλικό

#### Ερώτηση Α.2 (0.4 βαθμοί)

Η ανάλυση ενός φορέα με βάση τον ΕΑΚ 2000:

- A) είναι ανελαστική για το σύνολο του σεισμικού φορτίου
- B) είναι ελαστική για το σύνολο του σεισμικού φορτίου
- Γ) είναι ανελαστική αλλά για μειωμένο σεισμικό φορτίο
- Δ) είναι ελαστική αλλά για μειωμένο σεισμικό φορτίο

#### Ερώτηση Α.3 (0.4 βαθμοί)

Να επιλεγεί η σωστή από τις παρακάτω διατυπώσεις:

- A) Η αύξηση της δυσκαμψίας καθ' ύψος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% της δυσκαμψίας του προηγούμενου ορόφου ενώ η μείωση της μάζας καθ' ύψος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 35% της μάζας του προηγούμενου ορόφου
- B) Η αύξηση της μάζας καθ' ύψος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% της μάζας του προηγούμενου ορόφου ενώ η μείωση της μάζας καθ' ύψος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 35% της μάζας του προηγούμενου ορόφου
- Γ) Η αύξηση της δυσκαμψίας καθ' ύψος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 35% της δυσκαμψίας του προηγούμενου ορόφου ενώ η μείωση της μάζας καθ' ύψος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% της μάζας του προηγούμενου ορόφου
- Δ) Η αύξηση της δυσκαμψίας καθ' ύψος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 35% της δυσκαμψίας του προηγούμενου ορόφου ενώ η μείωση της μάζας καθ' ύψος δεν πρέπει να υπερβαίνει το 35% της μάζας του προηγούμενου ορόφου

Ερώτηση A.4 (0.4 βαθμοί)

Σε ένα εμπορικό πακέτο στατικής ανάλυσης (στατικό πρόγραμμα για ανάλυση οικοδομικών έργων) η αντιμετώπιση των πλακών είναι συνήθως η εξής:

- A) Συμμετέχουν στο προσομοίωμα με χρήση επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων και επιλύονται ταυτόχρονα με αυτό
- B) Συμμετέχουν στο προσομοίωμα απλοποιητικά με χρήση γραμμικών πεπερασμένων στοιχείων και επιλύονται ταυτόχρονα με αυτό
- Γ) Δεν συμμετέχουν στο προσομοίωμα αλλά επιλύονται βάση πινάκων και απλοποιημένων μεθόδων υπολογισμού
- Δ) Συμμετέχουν στο προσομοίωμα με χρήση επιφανειακών πεπερασμένων στοιχείων αλλά επιλύονται βάση πινάκων και απλοποιημένων μεθόδων υπολογισμού

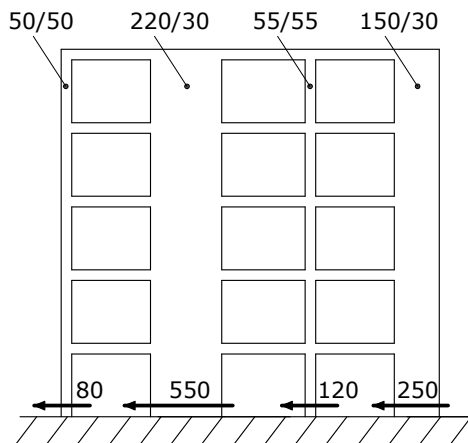
**Ζήτημα Β (8.5 βαθμοί)**

Να απαντηθούν εν συντομία οι παρακάτω ερωτήσεις.

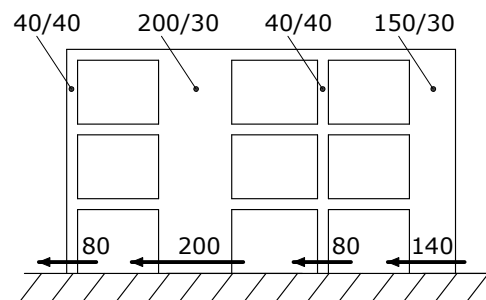
### **Ερώτηση Β.1 (1.5 βαθμοί)**

Στις παρακάτω κατασκευές δίνεται η σεισμική τέμνουσα (σε kN) που παραλαμβάνεται από το κάθε κατακόρυφο δομικό στοιχείο.

- A) Να υπολογιστεί κατά ΕΑΚ ο λόγος παραλαβής τέμνουσας βάσης  $n_v$  από τα τοιχώματα στον φορέα (δικαιολογήστε όπου χρειάζεται)
- B) Να αναφέρετε εάν απαιτείται ικανοτικός έλεγχος κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων στον φορέα κατά τη διαστασιολόγηση



**Φορέας 1**



**Φορέας 2**

### **Απάντηση:**

#### Ερώτημα (Α):

##### *Φορέας 1:*

Λαμβάνεται υπόψη ως τοίχωμα κατά ΕΑΚ 2000 (τροποποιήσεις 2003) μόνο το διαστάσεων 220/30 κατακόρυφο στοιχείο. Το κατακόρυφο στοιχείο μήκους 1.5m λαμβάνεται ως τοίχωμα μόνο σε κατασκευές που έχουν μέχρι και 4 υπέργειους ορόφους. Συνεπώς ο λόγος παραλαβής τέμνουσας βάσης από τα τοιχώματα είναι:

$$n_v = \frac{550}{80 + 550 + 120 + 250} = 0.55 < 0.60$$

##### *Φορέας 2:*

Λαμβάνονται υπόψη ως τοιχώματα κατά ΕΑΚ 2000 (τροποποιήσεις 2003) τα διαστάσεων 220/30 και 150/30 κατακόρυφα στοιχεία (3ώροφος φορέας). Συνεπώς ο λόγος παραλαβής τέμνουσας βάσης από τα τοιχώματα είναι:

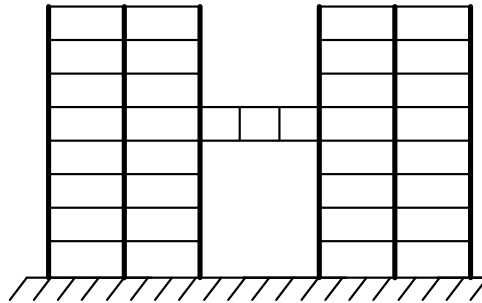
$$n_v = \frac{200 + 140}{80 + 200 + 80 + 140} = 0.68 > 0.60$$

#### Ερώτημα (Β):

Συνεπώς, σύμφωνα με τον ΕΑΚ 2000, στον Φορέα 1 θα πρέπει να γίνει κανονικά ο ικανοτικός έλεγχος κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων. Αντίθετα, στον Φορέα 2, υπάρχει απαλλαγή από τον ικανοτικό έλεγχο κόμβων δοκών-υποστυλωμάτων.

### **Ερώτηση Β.2 (1.0 βαθμός)**

Δίνεται το σκαρίφημα κτιρίων με διάδρομο σύνδεσης. Ποια είναι τα προβλήματα που μπορεί να δημιουργηθούν? Ποια διαμόρφωση (δώστε σκαρίφημα) πρέπει να επιλεγεί κατά την κατασκευή του διαδρόμου?

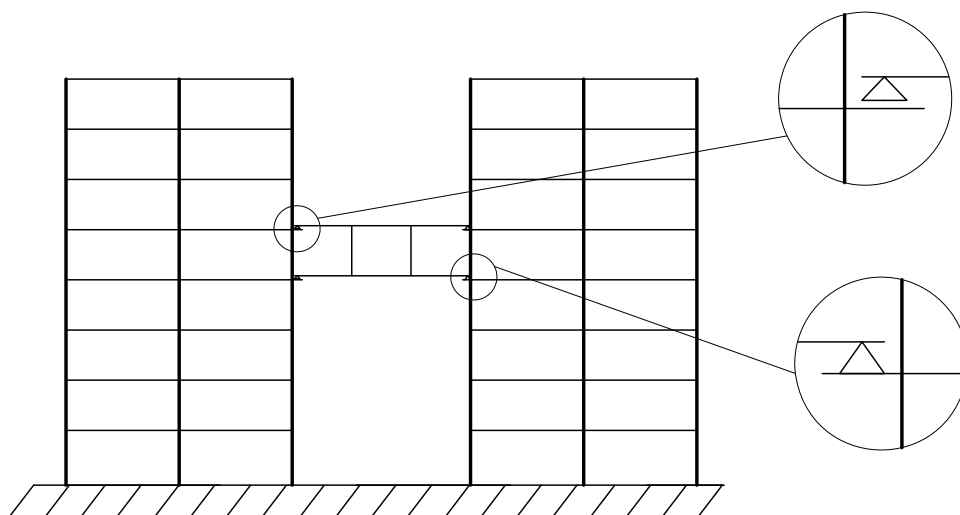


### **Απάντηση:**

Εφόσον υπάρχει πλήρης σύνδεση του διαδρόμου με τα δυο κτίρια ενδέχεται να δημιουργηθούν τα παρακάτω προβλήματα:

- A) αστοχία σε κάποια από τις στηρίξεις του διαδρόμου λόγω της διαφορετικής ταλάντωσης των δυο κτιρίων με αποτέλεσμα την πτώση του
- B) μεταφορά των σεισμικών φορτίων από το ένα κτίριο στο άλλο μέσω της ύπαρξης του διαδρόμου, με αποτέλεσμα την επιβάρυνση τους κατά την διάρκεια του σεισμού

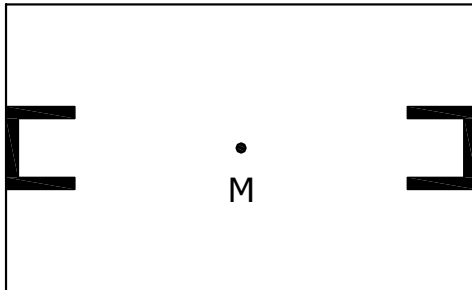
Θα πρέπει στο ένα άκρο η σύνδεση να μην είναι πλήρης αλλά να αφήνει περιθώριο μετακίνησης κατά την οριζόντια διεύθυνση σύμφωνα με το παρακάτω σκαρίφημα. Έτσι ο διάδρομος θα έχει κάποιες ανοχές σε πλευρική μετακίνηση και δεν θα κινδυνεύσει να πέσει, ενώ παράλληλα δεν θα μεταφέρει οριζόντια φορτία από το ένα κτίριο στο άλλο.



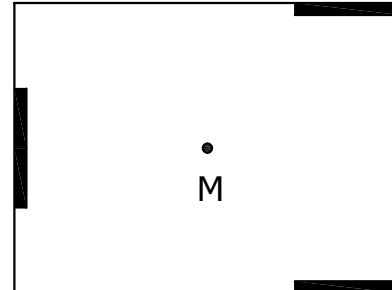
### Ερώτηση Β.3 (1.5 βαθμοί)

- A) Σημειώστε προσεγγιστικά τη θέση του κέντρου ελαστικής στροφής  $K$  στις παρακάτω κατόψεις.
- B) Αναφέρετε ποιες κατόψεις από τις παρακάτω θεωρούνται προβληματικές και ποια τα τυχόν προβλήματα που παρουσιάζονται από άποψη δυσκαμψίας/ευστρεφίας και θερμοκρασιακών μεταβολών (2-5 σειρές απάντηση για την κάθε προβληματική κάτοψη).

Κάτοψη A



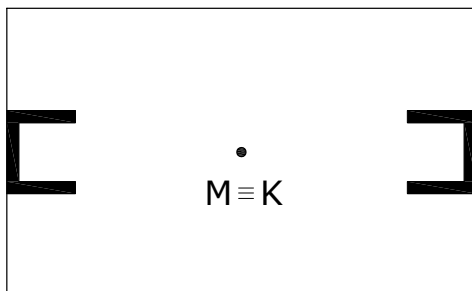
Κάτοψη B



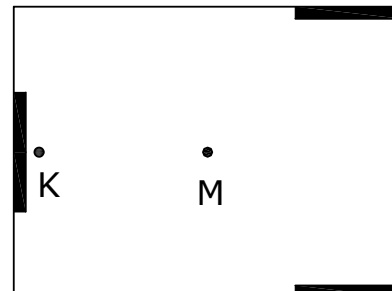
### Απάντηση:

Ερώτημα (A):

Κάτοψη A



Κάτοψη B

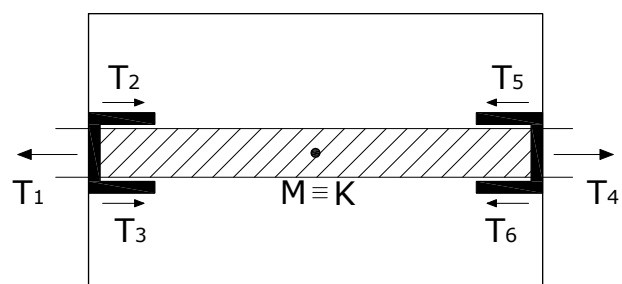


Ερώτημα (B):

Κάτοψη A:

Στην κάτοψη A το κέντρο ελαστικής στροφής  $K$  ταυτίζεται με το κέντρο μάζας  $M$ , συνεπώς η κάτοψη δεν έχει πρόβλημα ευστρεφίας. Θα ήταν βεβαίως κάπως ευνοϊκότερο να υπήρχαν κατά  $X$  τοιχώματα παρατεταγμένα περιμετρικά (στην πάνω και κάτω πλευρά της κάτοψης όπως φαίνεται στο σχήμα), σε κάθε περίπτωση όμως από πλευράς δυστρεφίας η κάτοψη είναι επαρκής.

Σε θέματα θερμοκρασιακών μεταβολών υπάρχει κάποιο πρόβλημα κατά  $X$  στη μεσαία λωρίδα της κάτοψης, όπως φαίνεται γραμμοσκιασμένη στο επόμενο σχήμα. Τα δυο τοιχώματα  $T_1$  και  $T_4$ , όταν τείνουν να απομακρυνθούν κατά  $X$  λόγω των θερμοκρασιακών διαστολών της πλάκας, εμποδίζονται από τα τοιχώματα  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_5$  και  $T_6$  με τα οποία είναι άμεσα συνδεδεμένα.



Αν έστω και ένα από τα  $T_1 - T_4$  δεν συνδεόταν με εγκάρσια τοιχώματα δεν θα υπήρχε πρόβλημα.

Κατά  $Y$  δεν υπάρχει τέτοιο πρόβλημα, καθώς οι θερμοκρασιακές μεταβολές δεν απαιτούν αυξομείωση του μήκους της πλάκας ανάμεσα π.χ. στα τοιχώματα  $T_2$  και  $T_3$ , λόγω της πολύ μικρής διάστασης κατά  $Y$  της πλάκας ανάμεσα στα συγκεκριμένα τοιχώματα.

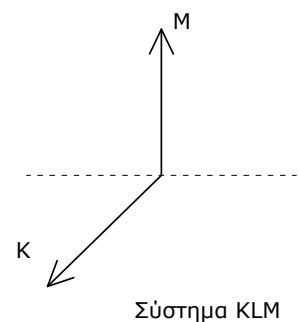
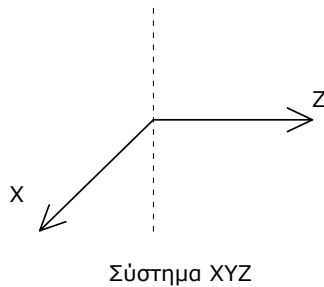
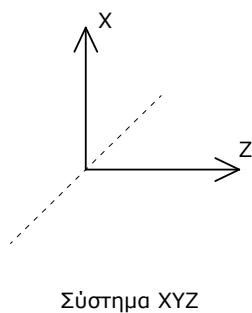
*Κάτοψη Β:*

Στην κάτοψη Β το κέντρο ελαστικής στροφής απέχει πολύ από το κέντρο μάζας  $M$  με αποτέλεσμα ο φορέας να είναι εύστρεπτος.

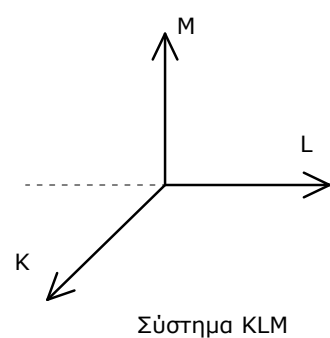
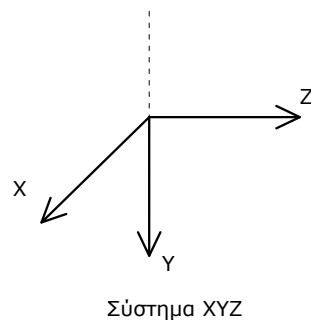
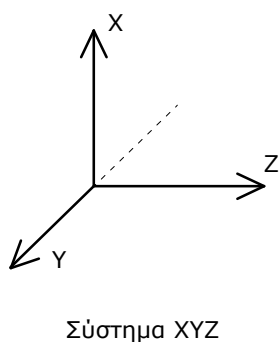
Σε θέματα θερμοκρασιακών μεταβολών δεν υπάρχει κάποιο πρόβλημα καθώς τα δυο απέναντι κατά  $X$  τοιχώματα μπορούν να απομακρυνθούν, εφόσον δεν συνδέονται με άλλα εγκάρσια σε αυτά τοιχώματα.

### **Ερώτηση Β.4 (1.0 βαθμός)**

Να σχεδιαστεί με τη σωστή διεύθυνση και φορά ο άξονας που λείπει στα παρακάτω συστήματα συντεταγμένων.

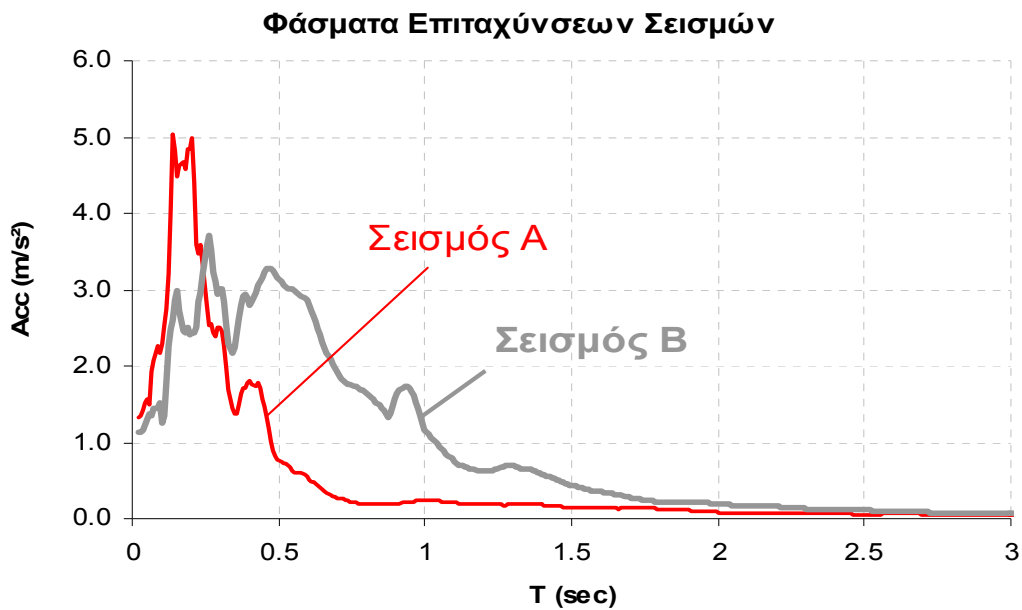


**Απάντηση:**



### Ερώτηση Β.5 (1.0 βαθμός)

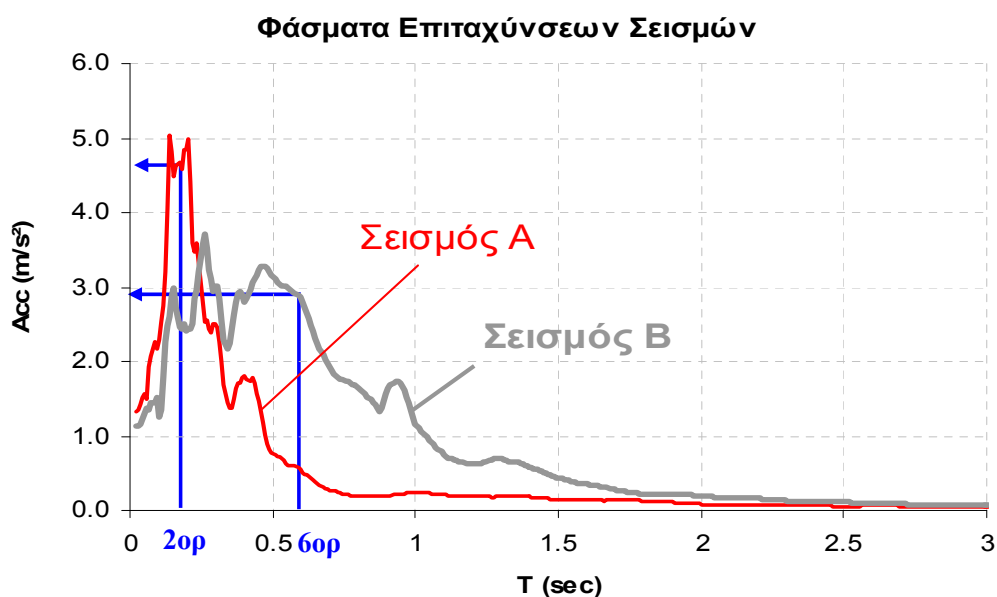
Ποιος από τους σεισμούς Α ή Β, των οποίων τα φάσματα απόκρισης δίνονται στο σχήμα, είναι περισσότερο επικίνδυνος για μια 2ώροφη και ποιος για μια 6ώροφη κατασκευή οπλισμένου σκυροδέματος και γιατί?



### Απάντηση:

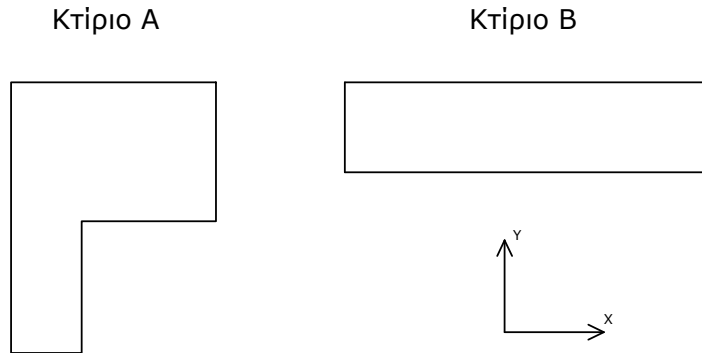
Μια 2ώροφη κατασκευή οπλισμένου σκυροδέματος έχει ιδιοπερίοδο με τιμή κοντά στα 0.2s ενώ μια 6ώροφη κοντά στα 0.6s. Βάση και του παρακάτω σχήματος, η 2ώροφη κατασκευή θα δεχθεί μεγαλύτερη σεισμική επιτάχυνση από τον σεισμό Α (της τάξης των 4.6m/s<sup>2</sup>). Αντίστοιχα, η 6ώροφη κατασκευή θα δεχθεί μεγαλύτερη σεισμική επιτάχυνση από τον σεισμό Β (της τάξης των 2.9m/s<sup>2</sup>).

Συνεπώς ο σεισμός Α επιβαρύνει περισσότερο την 2ώροφη κατασκευή ενώ ο σεισμός Β επιβαρύνει περισσότερο την 6ώροφη.



### Ερώτηση Β.6 (1.0 Βαθμοί)

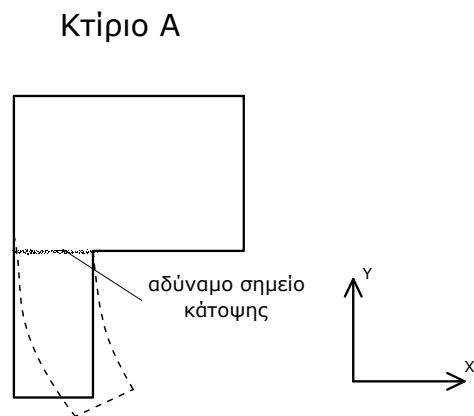
- A) Να σημειωθούν σε αντίστοιχα σκαριφήματα τα τυχόν αδύνατα σημεία που εντοπίζονται στις παρακάτω κατόψεις κτιρίων για διεύθυνση σεισμού κατά X.
- B) Προτείνετε σε σκαρίφημα 2 λύσεις για βελτιωμένη συμπεριφορά σε σεισμό του κτιρίου Β (η ερώτηση Β αναφέρεται και στις δυο διευθύνσεις του σεισμού)



### Απάντηση:

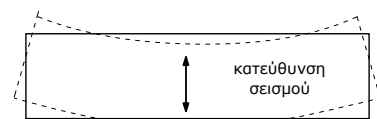
#### Ερώτημα (Α):

Για κατά X διεύθυνση σεισμού το κτίριο Β δεν εμφανίζει κάποια αδυναμία σεισμικής απόκρισης. Τα αδύναμα σημεία του κτιρίου Α φαίνονται στο διπλανό σκαρίφημα. Λόγω του σχήματος της κάτοψης, το περύγιο που προεξέχει ενδέχεται να εκτελέσει ανεξάρτητη ταλάντωση από το υπόλοιπο κτίριο, με αποτέλεσμα να επιβαρύνει τη θέση σύνδεσης με τον υπόλοιπο φορέα. Παράλληλα το ίδιο περύγιο παρουσιάζει σημαντικές μετακινήσεις στο άκρο του.



#### Ερώτημα (Β):

Το πρόβλημα του κτιρίου Β εμφανίζεται στον κατά Y σεισμό όπως φαίνεται στο διπλανό σχήμα. Η βελτίωση 1 προτείνει τον διαχωρισμό της κάτοψης με αντισεισμικό αρμό και τη δημιουργία δυο ανεξάρτητων στατικά φορέων με ευνοϊκή συμπεριφορά. Η βελτίωση 2 προτείνει αντιμετώπιση της αδυναμίας στην Y διεύθυνση με προσθήκη στοιχείων δυσκαμψίας. Και οι δυο προτάσεις μπορούν να υιοθετηθούν, προτιμότερη όμως θεωρείται η 1 καθώς αφαιρεί το αίτιο του προβλήματος που είναι η μεγάλη διάσταση κατά X. Στην περίπτωση 2 αντίστοιχα, το θέμα της προβληματικής κάτοψης εξακολουθεί να υπάρχει απλώς αντιμετωπίζονται οι συνέπειές του.



#### Βελτίωση 1



#### Βελτίωση 2

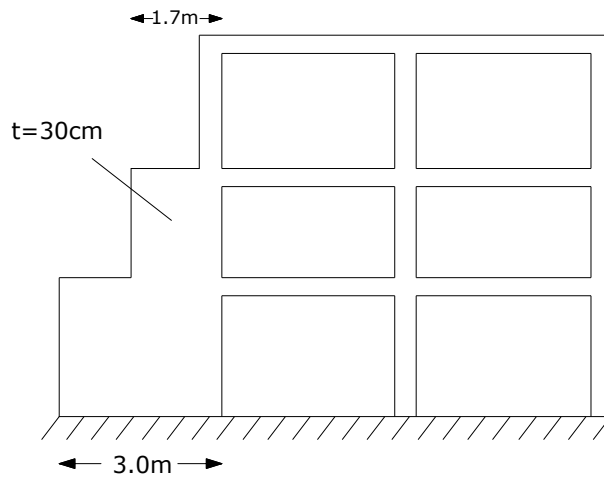


προτεινόμενα σημεία ενίσχυσης δυσκαμψίας



### Ερώτηση Β.7 (1.5 βαθμοί)

Να γίνει σε σκαρίφημα το στατικό μοντέλο (προσομοίωμα) του παρακάτω κτιρίου, όπου το τοίχωμα να προσομοιωθεί με ισοδύναμα γραμμικά στοιχεία. Σημειώστε ποια στοιχεία του προσομοιώματος που χρησιμοποιείτε είναι άκαμπτα.



### Απάντηση:

Το προσομοίωμα του κτιρίου με χρήση ισοδύναμων γραμμικών στοιχείων για το τοίχωμα φαίνεται στα παρακάτω σκαριφήματα (αρχικά σχεδιάζεται εντός του σχήματος της εκφώνησης για ευκολότερη μόρφωση του στατικού προσομοιώματος).

