

# **Αρχιτέκτονες : Εχθροί ή φίλοι του Αντισεισμικού Σχεδιασμού των κατασκευών;**

**Ι.Ε. Αβραμίδη  
Πολιτικού Μηχανικού, Καθηγητή ΑΠΘ**

*[ Ενημερωτικό Δελτίο ΤΕΕ, τεύχ. 2242, 7 Απριλίου 2003, σελ. 72-73.]*

Ο "δημοσιογραφικός" τίτλος του άρθρου αυτού, γραμμένου από έναν πολιτικό μηχανικό, δεν έχει σκοπό να προκαλέσει αρνητικά τους φίλους αρχιτέκτονες. Μοναδικός στόχος του είναι να τραβήξει απλά την προσοχή τους στις παρακάτω εκτιθέμενες σκέψεις.

## **Αντισεισμική συνείδηση και πνεύμα συνεργασίας αρχιτέκτονα, πολιτικού μηχανικού και ιδιοκτήτη**

Σε μία σεισμογενή χώρα, όπως η Ελλάδα, η αντισεισμική ικανότητα των κτιρίων οφείλει να είναι βασικό μέλημα όλων μας. Στα αρχικά στάδια σχεδιασμού ενός κτιρίου λαμβάνονται σημαντικές αποφάσεις από τους μελετητές (που κατά κανόνα είναι αρχιτέκτονες) και τους ιδιοκτήτες, οι οποίες μπορούν να συνεισφέρουν καθοριστικά στην τελικώς επιτυγχανόμενη αντισεισμική ασφάλεια της κατασκευής. Για τον λόγο αυτόν, και επειδή η απαιτούμενη αντισεισμική μελέτη εκπονείται στη συνέχεια από πολιτικούς μηχανικούς, ενδείκνυται να υπάρχει από τα αρχικά ήδη στάδια της μελέτης στενή συνεργασία μεταξύ ιδιοκτητών, αρχιτεκτόνων και πολιτικών μηχανικών. Η έγκαιρη και ώριμη αντιμετώπιση αντισεισμικών προτεραιοτήτων μέσω από μια γόνιμη συνεργασία αρχιτέκτονα και μηχανικού μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική βελτίωση της αντισεισμικής ασφάλειας που θα προσφέρει η κατασκευή στους ιδιοκτήτες της.

## **Ο καθοριστικός ρόλος του αρχιτέκτονα στον σχεδιασμό αντισεισμικών κατασκευών**

Ο αρχιτέκτονας, ως αρχικός και κύριος μελετητής που συλλαμβάνει το έργο στο σύνολό του και φέρει την ουσιαστική ευθύνη των βασικών επιλογών, παίζει καθοριστικό ρόλο στον σχεδιασμό και την κατασκευή ενός κτιρίου. Ο αρχιτέκτονας γνωρίζει τις επιθυμίες του ιδιοκτήτη, τις φιλτράρει μέσα από τις δικές του αρχιτεκτονικές αντιλήψεις, συγκεκριμενοποιεί το προς δημιουργία-κατασκευή κτίριο, συνεργάζεται προς τούτο με τους πολιτικούς μηχανικούς αλλά και με μηχανικούς άλλων ειδικοτήτων, συντονίζει δραστηριότητες μελετητών και συνεργείων. Αποτελεί, στην ιδανική περίπτωση, συνθέτη και ταυτόχρονα ενορχηστρωτή του έργου, φροντίζοντας για την ορθή υλοποίησή του. Από τη

κρίσιμη αυτή θέση που κατέχει ο αρχιτέκτονας μπορεί να επηρεάσει καθοριστικά - μεταξύ άλλων - και την αντισεισμική ασφάλεια του κτιρίου.

Δυστυχώς, οι παραπάνω δυνατότητες του αρχιτέκτονα δεν αξιοποιούνται πάντοτε. Οι ευκαιρίες θετικής επιρροής του επί της ποιότητας, ασφάλειας και οικονομίας του έργου, που είναι μέγιστες στα αρχικά στάδια του σχεδιασμού, εξανεμίζονται ταχύτατα στα επόμενα στάδια. Ιδιαίτερα, οι αρχικές αποφάσεις σχετικά με την μορφή του κτιρίου και τον φέροντα οργανισμό του προκαθορίζουν σε μεγάλο βαθμό το επίπεδο αντισεισμικής ασφάλειας που είναι δυνατόν να επιτευχθεί τελικώς. Λανθασμένες από αντισεισμικής άποψης αρχικές επιλογές είναι δυνατόν να καθηλώσουν την αντισεισμική ικανότητα του κτιρίου σε χαμηλά επίπεδα, παρόλες τις μετέπειτα φιλότιμες προσπάθειες του συνεπικουρούμενου από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή πολιτικού μηχανικού. Η άποψη πολλών αρχιτεκτόνων ότι και το πιο "τρελό" σχέδιό τους είναι υλοποιήσιμο, αφού ο υπολογιστής του μηχανικού θα υπολογίσει εντέλει τις απαιτούμενες διατομές, τους οπλισμούς κτλ, αγνοεί βασικές αρχές του αντισεισμικού σχεδιασμού και είναι τουλάχιστον αφελής, αν όχι επικίνδυνη. Γιαυτό, εφόσον πραγματικά νοιαζόμαστε για την αντισεισμική ασφάλεια, η εξαρχής στενή συνεργασία αρχιτέκτονα και πολιτικού μηχανικού πρέπει να θεωρείται εκ των ων ουκ άνευ.

## **Η συνήθης, μυωπική θεώρηση της οικονομίας**

Είναι σαφές, ότι το οικονομικό σκέλος αποτελεί σημαντικότατο παράγοντα κατά την λήψη αποφάσεων από τον ιδιοκτήτη (αλλά και από τον αρχιτέκτονα και τον πολιτικό μηχανικό). Θα πρέπει όμως να γίνει ευρέως κατανοητό από τον κύριο του έργου (αλλά και από τους μελετητές), ότι η απλή συμμόρφωση με τις ελάχιστες απαιτήσεις των Κανονισμών (εδώ κυρίως του Αντισεισμικού Κανονισμού) δεν οδηγεί οπωσδήποτε στο επιθυμητό επίπεδο αντισεισμικής ασφάλειας. Αντίθετα : Όπως ρητά δηλώνεται από τον ίδιο τον Αντισεισμικό Κανονισμό, η τήρηση των ελαχίστων μόνον απαιτήσεων μπορεί να οδηγήσει σε σημαντικές βλάβες, έως και καταρρεύσεις, σε περίπτωση ισχυρών σεισμών. Ακόμη και αν δεν υπάρξουν ανθρώπινα θύματα, "αντισεισμικώς πτωχά" κτίρια ενδέχεται να υποστούν τεράστιες ζημιές τόσο του φέροντος οργανισμού τους όσο και του συχνά υψηλής αξίας περιεχομένου τους, που με τη σειρά τους συνεπάγονται διακοπή εργασιών ή ξεσπίτωμα για μεγάλο χρονικό διάστημα και αντίστοιχες οικονομικές απώλειες.

Στις επικρατούσες συνθήκες, η διάθεση του κύριου του έργου να πληρώσει (το διατυπώνω ωμά) αφενός για καλύτερη μελέτη και αφετέρου για καλύτερη κατασκευή, που να ξεπερνούν τα ελάχιστα εκ των Κανονισμών απαιτούμενα, είναι περιορισμένη αν όχι ανύπαρκτη. Αυτό οφείλεται όχι μόνο στους πάντοτε υπάρχοντες οικονομικούς περιορισμούς, αλλά κατά κανόνα σε άγνοια και λανθασμένη εικόνα για το τί σημαίνει "αντισεισμική

κατασκευή". Είναι επιτακτική ανάγκη να γίνει κατανοητό από τους κυρίους του έργου (ιδιώτες, εργολάβους, αγοραστές, κτλ) ότι η επιτυγχανόμενη αντισεισμική ασφάλεια ενός κτιρίου βρίσκεται σε άμεση συσχέτιση με τα έξοδα που απαιτούνται για την μελέτη, την επίβλεψη και την κατασκευή του. Ισχύει και εδώ το γνωστόν "ό,τι δίνεις, παίρνεις".

Παρόλο που η ανύψωση του επιπέδου αντισεισμικής ασφάλειας ενός κτιρίου συνεπάγεται αυξημένο κόστος σχεδιασμού και κατασκευής έναντι ενός κτιρίου που καλύπτει μόλις τα ελάχιστα απαιτούμενα από τον Αντισεισμικό Κανονισμό, η αύξηση αυτή είναι σχετικά μικρή : Για τις περισσότερες των περιπτώσεων δεν ξεπερνάει το 5-10% του συνολικού κόστους του κτιρίου. Έτσι, η γενικώς επικρατούσα τάση των κυρίων του έργου να συμπιέζει προς τα κάτω το κόστος μελέτης και κατασκευής προσφέρει μεν μικρή οικονομία στην αρχή, αλλά οδηγεί σε σημαντικότερες οικονομικές απώλειες (πέραν των τυχόν ανθρωπίνων θυμάτων) σε περίπτωση ισχυρού σεισμού.

### **Βελτίωση του αντισεισμικού σχεδιασμού στην πράξη**

Η μοναδικότητα κάθε κατασκευής απαιτεί από τους εμπλεκόμενους μελετητές τη λήψη μιας ολόκληρης σειράς αποφάσεων κατά την εξέλιξη του σχεδιασμού της. Ειδικότερα, ο αντισεισμικός σχεδιασμός μιας κατασκευής προϋποθέτει σημαντικό υπόβαθρο σχετικών γνώσεων και εμπειρία στην πράξη. Όπως έχουν σήμερα τα πράγματα, αρκετοί αρχιτέκτονες, με δεδομένο τον καθοριστικό ρόλο τους στην επίτευξη μη σεισμόφιλων κατασκευών, χρειάζεται να αποκτήσουν ένα υψηλότερο επίπεδο κατανόησης των αντισεισμικών απαιτήσεων που οφείλει να ικανοποιεί ένα κτίριο. Την γνώση συγκεκριμένων τρόπων και μεθόδων (όχι υπολογιστικών) ανύψωσης της αντισεισμικής ασφάλειας των κατασκευών θα μπορούν να την λαμβάνουν υπόψη στα πρώτα ήδη στάδια σύλληψης του έργου, συμβάλλοντας έτσι εξ αρχής στην επίτευξη του ζητουμένου και διευκολύνοντας το εν συνεχεία έργο του πολιτικού μηχανικού.

Αναφέρονται ενδεικτικά ορισμένοι πιθανοί τρόποι και κάποια μέτρα, τα οποία εφαρμοζόμενα στην πράξη θα μπορούσαν να οδηγήσουν σε βελτίωση του αντισεισμικού επιπέδου των κατασκευών :

- Γενικώς, **συνεργασία των αρχιτεκτόνων με πολιτικούς μηχανικούς** που έχουν σημαντική πείρα, αν όχι εξειδίκευση, στις αντισεισμικές κατασκευές. Η συνεργασία αυτή να ξεκινάει από το αρχικό στάδιο σύλληψης και μόρφωσης του κτιρίου.
- Για κάθε συγκεκριμένο έργο να διατυπώνονται σαφείς **αντισεισμικές απαιτήσεις-στόχοι** όσον αφορά την επιθυμητή συμπεριφορά του κτιρίου σε ισχυρό σεισμό. Οι απαιτήσεις αυτές να καθορίζονται σε συνεργασία με τον

κύριο του έργου, ο οποίος και οφείλει να λαμβάνει την οριστική απόφαση. Οι μελετητές και ο κατασκευαστής φροντίζουν στη συνέχεια για την υλοποίηση αυτών των αντισεισμικών απαιτήσεων-στόχων που θέτει ο κύριος του έργου.

- Ενημέρωση (στα πλαίσια του δυνατού) του ιδιοκτήτη / κύριου του έργου από αρχιτέκτονα και πολιτικό μηχανικό σε ορισμένα θέματα αντισεισμικής ασφάλειας, που θα του επιτρέψουν να πάρει τις σχετικές αποφάσεις του. Αυτό είναι απαραίτητο, διότι οι αποφάσεις που αφορούν το απαιτούμενο επίπεδο αντισεισμικότητας πρέπει να λαμβάνονται από τον ιδιοκτήτη και να δίνονται ως εντολή προς τους μελετητές.
- Ενημέρωση (στα πλαίσια του δυνατού) των κατασκευαστών από αρχιτέκτονα και πολιτικό μηχανικό σε ορισμένα βασικά θέματα αντισεισμικής κατασκευής.
- **Συμμετοχή σε προγράμματα συνεχιζόμενης εκπαίδευσης σε θέματα αντισεισμικού σχεδιασμού κατασκευών.** Τέτοια προγράμματα/σεμινάρια διεξάγονται εδώ και χρόνια κυρίως για πολιτικούς μηχανικούς. Επείγει η διοργάνωση αναλόγων σεμιναρίων για αρχιτέκτονες.
- **Συμμετοχή αρχιτεκτόνων σε ομάδες μετα-σεισμικών ελέγχων,** οι οποίες επισκέπτονται πληγείσες από σεισμό περιοχές, και μελέτη της συμπεριφοράς συγκεκριμένων κατασκευών μαζί με πολιτικούς μηχανικούς. Αυτός ίσως να είναι ο αποτελεσματικότερος τρόπος "αντισεισμικής ενημέρωσης" για τον αρχιτέκτονα σχετικά με τα αποτελέσματα των σεισμικών δυνάμεων επί διαφόρων τύπων κατασκευών. Η συμμετοχή σε αυτοψίες και μετα-σεισμικές διερευνήσεις μπορεί να βοηθήσει ουσιαστικά στην κατανόηση τόσο των λαθών σχεδιασμού που οδηγούν σε σεισμικά τρωτές κατασκευές, όσο και των δομικών χαρακτηριστικών που συνεισφέρουν στην αντισεισμικότητά τους.
- Σε περιπτώσεις σημαντικότερων έργων καλό είναι να ζητείται τεκμηριωμένη γνώμη ανεξάρτητων μηχανικών επί του επιπέδου αντισεισμικής ασφάλειας της μελετώμενης κατασκευής.

Μερικές σκέψεις ακόμη :

### **Αντισεισμικές απαιτήσεις-στόχοι**

Το περιεχόμενο της υποπαραγράφου αυτής, αν και άμεσα αφορά τον πολιτικό μηχανικό, είναι εξόχως σημαντικό και για τον αρχιτέκτονα, ως κύριο δημιουργό και μελετητή του έργου.

Όπως έχει γραφεί και αλλού [1], "αντισεισμική κατασκευή" δεν σημαίνει "σεισμικώς άτρωτη κατασκευή". Κάθε άλλο. Επιπλέον, κατασκευές που κατασκευάζονται σύμφωνα με τον Αντισεισμικό Κανονισμό δεν έχουν απαραίτητα το ίδιο επίπεδο αντισεισμικής ασφάλειας. Ο Αντισεισμικός Κανονισμός καθορίζει τις ελάχιστες απαιτήσεις, ο κύριος όμως του έργου μπορεί να απαιτήσει υψηλότερη στάθμη αντισεισμικής προστασίας από την ελάχιστη που προδιαγράφει ο Αντισεισμικός Κανονισμός. Η απόφαση για την στάθμη αντισεισμικής ασφάλειας ανήκει σαφώς στον ιδιοκτήτη. Είναι λάθος (από πολλές απόψεις) αυτό που γίνεται κατά κανόνα σήμερα : να λαμβάνεται η απόφαση για την στάθμη αντισεισμικής ασφάλειας από την πολιτικό μηχανικό ερήμην του ιδιοκτήτη. Είναι μάλιστα κάτι χειρότερο από λάθος, όταν η μοναχική αυτή απόφαση του μηχανικού καθλώνει την αντισεισμική ασφάλεια στο ελάχιστο απαιτούμενο από τον Κανονισμό επίπεδο.

Για να δοθεί μια πιο συγκεκριμένη εικόνα των δυνατών επιλογών αναφέρονται επιγραμματικά τρεις διαφορετικοί στόχοι σχεδιασμού:

<u>Στόχος σχεδιασμού</u>	<u>Αναμενόμενη και αποδεκτή αντισεισμική επίδοση του κτιρίου</u>
1. Προστασία ζωής	Έως και πολύ σοβαρές, μη επιδιορθώσιμες βλάβες. Όχι κατάρρευση.
2. Ελεγχόμενες βλάβες	Περιορισμένες και επιδιορθώσιμες βλάβες στον φέροντα οργανισμό.
3. Άμεση χρήση	Ασήμαντες βλάβες.

Οι παραπάνω τρεις στόχοι αντισεισμικού σχεδιασμού είναι δυνατόν να επιτευχθούν μέσα στα πλαίσια του σήμερα ισχύοντος Αντισεισμικού Κανονισμού (βλ. σχετικά [2] και [3]). Ποιος θα αποφασίσει περί του επιδιωκόμενου στόχου;

Η σύγχρονη τάση είναι πλέον (με πρωτοπόρο, ως συνήθως, την Καλιφόρνια) η διατύπωση ενός συμφωνητικού, στο οποίο καθορίζονται με κάθε δυνατή σαφήνεια οι αντισεισμικές απαιτήσεις - στόχοι της ιδιοκτησίας. Το συμφωνητικό αυτό προκύπτει μέσα από μία εμπειριστατωμένη ενημέρωση του ιδιοκτήτη εκ μέρους της ομάδας των μελετητών (κυρίως αρχιτέκτονα και πολιτικού μηχανικού) σχετικά με τις δυνατότητες επίτευξης διαφόρων επιπέδων αντισεισμικής προστασίας. Η ενημέρωση περιλαμβάνει και οικονομικό σκέλος. Το συμφωνητικό αποτελεί τμήμα της υπογραφόμενης συμφωνίας μεταξύ της ιδιοκτησίας, των μελετητών και ενδεχομένως και του κατασκευαστή. Η ρητή διατύπωση των αντισεισμικών απαιτήσεων - στόχων βοηθά στην επίτευξη καλύτερης αντισεισμικής ασφάλειας και στην αποφυγή μετέπειτα εκπλήξεων του ιδιοκτήτη λόγω μη αναμενόμενων από αυτόν βλαβών σε περίπτωση ισχυρού σεισμού.

Στον ελληνικό χώρο, μέσα από τον προβληματισμό που αναπτύχθηκε και τις διαπιστώσεις που έγιναν από τους φορείς των μηχανικών μετά τον τελευταίο σεισμό της Αθήνας, προέκυψε και παρουσιάστηκε πρόσφατα ένα "**Σχέδιο συμφωνητικού ανάληψης στατικής μελέτης και επίβλεψης φέροντα οργανισμού**" [4], το οποίο διέπεται από το παραπάνω σύγχρονο πνεύμα

### **Άδεια άσκησης επαγγέλματος : Το παράδειγμα της Καλιφόρνιας**

Η ανησυχία σχετικά με την επάρκεια των συνήθων εξετάσεων των αρχιτεκτόνων σε θέματα αντισεισμικού σχεδιασμού ώθησε την πολιτεία της Καλιφόρνιας να καθιερώσει τις δικές της πολιτειακές επαγγελματικές εξετάσεις για αρχιτέκτονες. Αυτές περιλαμβάνουν μεταξύ άλλων και θέματα αντισεισμικού σχεδιασμού, που οπωσδήποτε οφείλει να γνωρίζει ο αρχιτέκτονας που δραστηριοποιείται στην πολιτεία αυτή. Γενικότερα, υπάρχει μέριμνα για την εξασφάλιση ενός υψηλού επιπέδου "αντισεισμικής συνείδησης", σχετικών γνώσεων και πρακτικής εμπειρίας από τους κατόχους άδειας άσκησης του αρχιτεκτονικού επαγγέλματος στην Καλιφόρνια.

Είναι βέβαια λίαν αμφίβολο, αν κάτι παρόμοιο θα ήταν δυνατόν να υλοποιηθεί στη χώρα μας. Εντούτοις, το παράδειγμα της Καλιφόρνια δημιουργεί στάνταρτς προς μίμηση.

### **Βελτίωση της 'αντισεισμικής εκπαίδευσης' των αρχιτεκτόνων**

Εκείνο όμως που θα μπορούσε χωρίς υπέρμετρη δυσκολία να γίνει, είναι να βελτιωθεί η παρεχόμενη εκπαίδευση στις αρχιτεκτονικές σχολές των Πολυτεχνείων μας ως προς το σκέλος του αντισεισμικού σχεδιασμού. Είναι υπέρ του δημοσίου συμφέροντος αλλά και του προσωπικού συμφέροντος των αποφοιτούντων αρχιτεκτόνων να εξέρχονται από το Πολυτεχνείο με επαρκή εξοικείωση σε θέματα αντισεισμικού σχεδιασμού και με επαρκείς γνώσεις για τους τρόπους επίτευξής του.

Αρχιτέκτονες και πολιτικοί μηχανικοί αποτελούν βέβαια ξεχωριστά επαγγέλματα και ακολουθούν διαφορετικά προγράμματα σπουδών. Όμως, η άμεση εμπλοκή αμοιτέρων όσον αφορά στον αντισεισμικό σχεδιασμό μιας κατασκευής απαιτεί την στενή συνεργασία τους στην πράξη προς επίτευξη καλύτερων αποτελεσμάτων. Γιαυτό, τα προγράμματα σπουδών οφείλουν καταρχάς να ενισχύσουν την έγκαιρη ανάπτυξη κατανόησης εκ μέρους των φοιτητών για την αναγκαιότητα στενής συνεργασίας μεταξύ αρχιτέκτονα και μηχανικού. Επιπλέον, οφείλουν να συμπεριλάβουν σε μεγαλύτερο βαθμό τις απαραίτητες και για τον αρχιτέκτονα βασικές γνώσεις για έναν σωστό αντισεισμικό σχεδιασμό και για τις συνέπειες διαφόρων αποφάσεων του επί της σεισμικής συμπεριφοράς της κατασκευής.

## **Επίλογος**

Οι παραπάνω διατυπωθείσες σκέψεις ούτε ιδιαίτερα πρωτότυπες είναι ούτε σημαντικές αντιρρήσεις μπορούν να προκαλέσουν. Αντίθετα, μάλλον υπαγορεύονται από την κοινή λογική και συνιστούν ένα στοιχειώδες πλαίσιο δράσης προκειμένου να υποστηριχθεί ο γενικότερος στόχος όλων μας : η ανύψωση της αντισεισμικής ασφάλειας των κτιρίων μέσα στα οποία ζούμε και εργαζόμαστε.

Η τεχνογνωσία που διαθέτουμε σήμερα προκειμένου να κατασκευάσουμε αντισεισμικώς ασφαλή κτίρια είναι σημαντική. Δυστυχώς, η εφαρμογή της στην πράξη δυσχεραίνεται ποικιλοτρόπως. Οι αρχιτέκτονες, με τον καθοριστικό ρόλο που παίζουν κατά την μελέτη και κατασκευή ενός κτιρίου, είναι σε θέση να επηρεάσουν θετικότατα την αντισεισμική του ασφάλεια. Αρκεί να το συνειδητοποιήσουν επαρκώς και να το θελήσουν πραγματικά.

## **Βιβλιογραφία**

- [1] Αναστασιάδης Κ., Αβραμίδης Ι.Ε., Μορφίδης Κ. : "Πλήρης και Μερική Αντισεισμική Προστασία Κτιρίων". Δελτίο Συλλόγου Πολ. Μηχ. Ελλάδας (ΣΜΠΕ), τεύχος Μαΐου-Ιουνίου 2002, σελ. 16-23.
- [2] FEMA 368 & FEMA 369. "NEHRP recommended provisions for seismic regulations for new buildings and other structures", 2000 edition, Building Seismic Safety Council, Washington, D.C., 2001.
- [3] Αναστασιάδης Κ., Αβραμίδης Ι.Ε. : "Σχεδιασμός με βάση την επίδοση. Πλήρης και μερική αντισεισμική προστασία". Δελτίο Συλλόγου Πολ. Μηχ. Ελλάδας, τευχ. 287(Ιούν.-Ιούλ.), 26-30, και 288 (Αύγ.), 30-31, 2001.
- [4] Χατζηδάκης, Α : "Σχέδιο συμφωνητικού ανάληψης στατικής μελέτης και επίβλεψης φέροντα οργανισμού". Δελτίο Συλλόγου Πολ. Μηχ. Ελλάδας (ΣΜΠΕ), τεύχος Μαΐου-Ιουνίου 2002, σελ. 24-26.