

ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΟΥ ΣΕΙΣΜΙΚΟΥ ΚΙΝΔΥΝΟΥ

Από
Ν. Μουγιάρη¹

Στον αιώνα μας, κάπου 2 εκατομμύρια άνθρωποι σκοτώθηκαν από σεισμούς και περισσότερα από 50 τρις εκατομμύρια δραχμές υπολογίζονται οι ζημιές που προκλήθηκαν από την ίδια αιτία.

Ο σεισμός είναι το πιο καταστροφικό από όλα τα φυσικά φαινόμενα εάν το επίκεντρό του και η εστία του εντοπίζονται κοντά σε κατοικημένες περιοχές.

Μεγάλοι σεισμοί εκδηλώνονται και στα ανοικτά των ωκεανών (κάτω από το βυθό τους, στον ωκεάνειο φλοιό) αλλά τα αποτελέσματα τους δεν προκαλούν τόση αίσθηση, όση ένα αυτοκινητιστικό ή αεροπορικό δυστύχημα. Εάν όμως ένας εξ ίσου μεγάλος σεισμός κτυπήσει στην ξηρά ή στην παράκτια της περιοχή τότε το μέγεθος της καταστροφικότητας του ταυτίζεται με τη δραματική κραυγή μιας ισοπεδωμένης πόλεως ή επαρχίας.

Ο πίνακας που παρατίθεται πιο κάτω και που περιλαμβάνει έναν μικρό αριθμό από τους ανά τον κόσμο καταστροφικούς σεισμούς (των τελευταίων 3 δεκαετιών) είναι αντιπροσωπευτικός της σεισμικής δραστηριότητας της γης.

α/α	Έτος	Τόπος	Μέγεθος	Νεκροί
1	1953	Επτάνησα	7.2	450
2	1960	Αγαδίρ (Μαρόκο)	5.9	14.000
3	1960	Νότιος Χιλή	8.5	5.700
4	1962	Περσία	7.3	14.000
5	1963	Σκόπια (Γιουγκοσλαβία)	6.0	1.200
6	1968	Περσία	7.4	11.600
7	1970	Περού	7.8	66.000
8	1972	Νικαράγουα	6.2	5.000
9	1976	Γουατεμάλα	7.9	22.000
10	1976	Φριούλι (Ιταλία)	6.5	965
11	1976	Τανγκσάν (Κίνα)	7.6	650.000
12	1977	Ρουμανία	7.2	2.000
13	1978	Θεσσαλονίκη	6.5	40

1. I.G.M.E.

Στον παραπάνω πίνακα απεικονίζεται εναργέστατα το δραματικό ερώτημα όλων των σεισμογενών χωρών της γης:

— Πώς μπορεί να απαληφθεί η στήλη των θανάτων;

Κατ' αρχήν ξέρουμε ότι οι θάνατοι είναι απ' ευθείας συνάρτηση με την κατάρρευση των τεχνικών κατασκευών (σπίτια κ.ά.). Με τη σειρά της, η κατάρρευση είναι, είτε άμεσον αποτέλεσμα του σεισμού είτε έμμεσον εάν προκληθεί απο δευτερογενή αποτελέσματά του, όπως οι πυρκαϊές, οι πλημμύρες λόγω καταστροφής φραγμάτων, τα παλιρροιακά κύματα κ.ά. Σύμφωνα με τα παραπάνω, μπορούμε να πούμε ότι η στήλη των θανάτων εκμηδενίζεται όταν εκμηδενίζονται τα αποτελέσματα των σεισμών επάνω στα τεχνικά έργα και κατασκευές.

Στο σημείο αυτό μας έρχεται στο νου η φράση του Βάκωνα, «για να μάθεις να προστάξεις τη γη πρέπει πρώτα να μάθεις πώς να την υπακούς». Για να μάθει όμως κανείς να υπακούει τη γη πρέπει πρώτα να τη σπουδάσει. Σε θέση να προστάζουμε τη γη δεν έχουμε φτάσει ακόμα, σε κανένα σχεδόν τομέα. Στο να την υπακούμε, βρισκόμαστε ίσως πολύ κοντά, στη γεωργία π.χ. υπακούμε στο πρόσταγμα της και αυτή μας δίνει καρπούς. Στον τομέα όμως των γεω-επιστημών βρισκόμαστε ακόμα στο στάδιο της σπουδής της γης.

Όπως όλα τα φυσικά καταστροφικά φαινόμενα, έτσι και ο σεισμικός κίνδυνος είναι πρόβλημα πολλαπλό. Αλλά ενώ τα περισσότερα (από αυτά) μπορούν, κατά κανόνα, να εκμηδενιστούν, ο σεισμικός κίνδυνος ακόμα δεν μπορεί. Εν τούτοις, είναι δυνατόν να περισταλεί. Τούτο έχει γίνει πλέον παγκόσμια συνείδηση και τα αποτελέσματα των ερευνών είναι ενθαρρυντικά.

Στον προγραμματισμό και την εκτέλεση της πιο πάνω έρευνας συμβάλλουν και συνεργάζονται κυρίως οι τρεις επιστήμες, γεωλογία, σεισμολογία και γεωφυσική. Χωρίς να υποτιμάται η συμβολή και άλλων επιστημών, όπως της γεωδαισίας ή της μηχανικής, οι τρεις πιο πάνω επιστήμες παρέχουν το κύριο όγκο του υπό επεξεργασίαν υλικού.

Παρ' όλον τον σημαντικά μεγάλο εξοπλισμό με υψηλής ευαισθησίας και θεωρητικά τέλειες μεθόδους έρευνας, ο απολογισμός των θιμάτων και των ζημιών από σεισμόν εξακολουθεί να είναι σε υψηλά επίπεδα. Παραδείγματα που συνηγορούν σ' αυτό είναι ο σεισμός του Τανγκσάν στην Κίνα (1976) με 650.000 νεκρούς περίπου και ο σεισμός της Ρουμανίας (1977) με 2.000 νεκρούς. Τα παραδείγματα αυτά είναι σημαντικά και σε πρώτη όψη αποθαρρυντικά διότι και οι δύο πιο πάνω χώρες έχουν σημειώσει αλματώδεις προόδους στη σεισμολογική έρευνα, μολαταύτα απότυχαν να αποσοβήσουν τον κίνδυνο.

Μετά από όλα αυτά, ανακύπτει το δεύτερο ερώτημα.

Σε ποιο βαθμό η αντισεισμική κατασκευή είναι αποτελεσματική και κατ' επέκταση ασφαλής;

Όπως το αδιάβροχο ύφασμα δεν είναι αδιάβροχο αν δεν δοκιμασθεί πρώτα από τη βροχή, έτσι και μια κατασκευή οσονδήποτε σύμφωνη κι αν είναι με τον εκάστοτε αντισεισμικό κώδικα, δεν μπορεί να θεωρηθεί σίγουρη αν δεν δοκιμασθεί πρώτα στην ώθηση για την οποίαν έχει σχεδιασθεί. Ο μόνος ικανός να επαληθεύσει ή διαψεύσει την αντισεισμικότητα της κατασκευής αυτής είναι ο μεγάλος σεισμός. Ευτυχώς ή δυστυχώς ένας τέτοιος σεισμός σπάνια εκδηλώνεται και έτσι η αξιοπιστία και

αποτελεσματικότητα της αντισεισμικής εφαρμογής ανάγεται στο μέλλον. Εάν το μέσο αυτό της δοκιμής εκδηλωθεί γρήγορα τότε θα έχουμε την ευκαιρία να διαπιστώσουμε την αποτελεσματικότητα ή μη της εφαρμογής. Εάν όμως ο σεισμός αυτός εκδηλωθεί 20 ή 30 χρόνια αργότερα τότε, εάν μεν η κατασκευή δεν υποστεί βλάβες έχει καλώς. Εάν όμως υποστεί, κάθε παρατήρησή μας πάνω στο θέμα αντισεισμικότητα επισκιάζεται από την φυσική φθορά του κτιρίου και τα συμπεράσματά μας υπόκεινται σε κάποιο βαθμό αβεβαιότητας. Η απόκριση δηλαδή του αντισεισμικού κτιρίου στη σεισμική δόνηση είναι και συνάρτηση της ηλικίας του.

Με λίγα λόγια, από όλες τις θεωρίες του αντισεισμικού σχεδιασμού που εφαρμόζονται σήμερα ελάχιστες μόνον έχουν δοκιμασθεί από το σεισμό εκείνο για τις ωθήσεις του οποίου έχουν προγραμματισθεί και από αυτές, ακόμα πιο λίγες, έχουν αποδώσει τα αναμενόμενα αποτελέσματα.

Ένα παραστατικό μάθημα για τα παραπάνω πηγάζει από τους σεισμούς του Αλμυρού (Ιούλιος 1980). Πολλά σπίτια και άλλες οικοδομές στη σεισμόπληκτη περιοχή ήταν αντισεισμικές, είχαν σχεδιασθεί δηλαδή να αντισταθούν στις ωθήσεις ενός σεισμού ίσου με εκείνον που έπληξε την περιοχή του Βόλου, το 1957. Εν τούτοις, τα περισσότερα αντισεισμικά κτίρια της επικεντρικής περιοχής του 1980 παρουσίασαν σοβαρές βλάβες και ένας αριθμός απ' αυτά καταστράφηκαν σχεδόν εκ θεμελίων.

Αυτό που πραγματικά φτάνει στις πιο πάνω αβεβαιότητες είναι η έλλειψη της πραγματικής γνώσης του αιτίου της καταστροφής δηλ. του σεισμού. Η σπουδή του προχωρά πολλές φορές με βήματα παλινδρομικά.

Ενώ για κάμποσο καιρό έγινε παγκόσμια συνείδηση η θεωρία της ελαστικής αναπήδησης σαν η γενεσιουργός αιτία τω επιφανειακών σεισμών, σήμερα η ίδια θεωρία υφίσταται μεγάλες τροποποιήσεις. Οι απόλυτες ταχύτητες των σεισμικών κυμάτων διαμέσου του φλοιού της γης είναι σχεδόν «απόλυτα» άγνωστες και πολλές φορές στους υπολογισμούς λαμβάνονται αυθαίρετες τιμές ή κατά μέσον όρον ή κι αν είναι γνωστές σε κάποια περιορισμένη περιοχή χρησιμοποιούνται ευρέως, με αποτέλεσμα να αποκλίνουν πολύ από την πραγματικότητα.

Αλλά ας δούμε τη διαδικασία όπου στηρίζεται η έρευνα της περιστολής του σεισμικού κινδύνου.

Κατά βάση στηρίζεται στη σεισμικότητα της χώρας που ερευνάται.

Τούτο δεν είναι τίποτε άλλο παρά η συστηματική συλλογή και χαρτογράφηση τω επικέντρων των σεισμών που έχουν εκδηλωθεί στη χώρα αυτή. Στοιχεία για την εργασία αυτή υπάρχουν από το 1911 και δώθε διότι τότε άρχισεν η συστηματική συλλογή ενοργάνων παρατηρήσεων τω σεισμών σε παγκόσμια κλίμακα. Τότε κυκλοφόρησε και ο κατάλογος International Seismological Summary που περιείχε αναλυτικά στοιχεία για όλους τους σεισμούς του κόσμου. Ο χάρτης των επικέντρων συμπληρώνεται με ένα δεύτερο που περιλαμβάνει τα γενικά τεκτονικά στοιχεία της χώρας ή της υπό έρευνα περιοχής.

Παρ' όλες τις ατέλειες των πρώτων οργάνων αναγραφής και τα σφάλματα των υπολογισμών η εργασία αυτή αποδίδει μίαν εποπτική εικόνα της σεισμικής δραστηριότητας η οποία θα χρησιμεύσει σαν υπόβαθρο για λεπτομερέστερες εργασίες.

Ο βαθμός του σεισμικού κινδύνου στην κλίμακα αυτή δίνεται από την πυκνότητα των σεισμικών επικέντρων. Ένας τομέας της περιοχής με αυξημένη πυκνότητα επικέντρων θα είναι προφανώς και ο πιο ευαίσθητος στο σεισμικό κίνδυνο.

Η αξιολόγηση αυτή ολοκληρώνεται με την πλήρη περιγραφή των σεισμών και των αποτελεσμάτων τους, καθώς και της τεκτονικής κάθε τομέα. Το επόμενο βήμα είναι ο υπολογισμός της περιόδου επαναλήψεως των σεισμών, εργασία που επιτυγχάνεται με μεθόδους στατιστικής αναλύσεως.

Η ως άνω διαδικασία δίνει κατά κανόνα αξιόπιστα αποτελέσματα όταν η περιοχή είναι πολύ μεγάλη (της τάξεως π.χ. των 15×10 μοιρών, όση είναι περίπου η ελληνική επιφάνεια).

Για μικρότερες εκτάσεις, το σύνολο των σεισμικών δεδομένων που υπάρχουν από τις αρχές του αιώνα μας δεν είναι αρκετός για να δώσει σαφή την εικόνα της σεισμικότητας.

Γι' αυτό χρειάζεται να ανατρέξουμε σε σεισμικά γεγονότα του παρελθόντος. Το αντικείμενο αυτό ανάγεται πλέον στην Σεισμογεωλογία και Ιστορική Σεισμολογία και είναι μεν αρκετά επίπονο αλλά από πολλές πλευρές ενδιαφέρον.

Εάν η περιοχή της οποίας ο σεισμικός κίνδυνος ερευνάται, είναι της τάξεως μερικών τετραγωνικών χλμ. (όση η έκταση μιας πόλης, μιας βιομηχανικής μονάδας) τότε αποκτά μια ισχυρή ευαισθησία στα πιο πάνω δεδομένα.

Η σεισμικότητά της δεν είναι δυνατόν να προσδιορισθεί από τους δύο καταλόγους της ενόργανης και της ιστορικής σεισμολογίας. Τούτο οφείλεται στο ότι, όσο μικρότερη είναι η υπό έρευνα έκταση τόσο λιγώτερα επίκεντρα εμφανίζονται. Στην περίπτωση αυτή είναι απαραίτητο να καταφύγουμε σε γεωλογικές μεθόδους εντοπισμού σεισμών, δηλαδή να διευρύνουμε το υπό έρευνα χρονικό διάστημα (10 χιλιάδες ή και 1 εκατομμύριο χρόνια). Το είδος αυτό της έρευνας έχει σχέση με τη νεοτεκτονική που σκοπός της είναι ο εντοπισμός και η λεπτομερής διερεύνηση πλειοκαινικών έως τεταρτογενών ρηγμάτων. Ο εντοπισμός και η αναγνώριση σεισμικών επεισοδίων με μόνα τεκμήρια τα ρήγματα αυτά είναι μια λεπτομερέστατη ερευνητική διαδικασία μέσα στη στρωματογραφική στήλη των ανωτάτων στρωμάτων του φλοιού. Η μέθοδος αυτή αν και δεν παρουσιάζει θεαματικά αποτελέσματα ακόμα, εν τούτοις υπόσχεται πολλά, ιδιαίτερα με τη βοήθεια ενός άρτιου τεχνικού εξοπλισμού.

Η εργασία που ακολουθεί είναι πλέον στην αρμοδιότητα του πολιτικού μηχανικού και του μηχανικού σεισμολόγου οι οποίοι προσαρμόζοντας τις τεχνικές τους γνώσεις με τα παραπάνω γεωλογικά και σεισμολογικά δεδομένα προχωρούν στον αντισεισμικό σχεδιασμό και κατασκευή.

Σε γενικές γραμμές, ο επιστημονικός και τεχνικός κόσμος που έχει αντικείμενο έρευνας το σεισμικό κίνδυνο και την αντισεισμική κατασκευή πρέπει να γνωρίζει λεπτομερώς α) τη σεισμικότητα μιας δεδομένης περιοχής και β) τον τρόπο και τη διεύθυνση που η καταστροφική σεισμική ενέργεια διαδίδεται σε μια περιοχή. Τούτο το τελευταίο προσεγγίζεται με τη μελέτη των ανωτέρων στρωμάτων του φλοιού, η γεωλογική κατασκευή και τεκτονική των οποίων επιδρούν καίρια στη διάδοση των σεισμικών κυμάτων.

Προβλήματα σαν το προαναφερθέν παίζουν σημαντικό ρόλο στον υπολογισμό του σεισμικού κινδύνου, δεν λύνονται μόνο με θεωρητική αναζήτηση αλλά με προσεκτική και λεπτομερή υπαίθρια παρατήρηση, τόσο στην επιφάνεια όσο και σε βάθος. Μια σεισμόπληκτη περιοχή πρέπει να είναι για τον κάθε ενδιαφερόμενο ένα υπαίθριο εργαστήριο. Η λεπτομερής μελέτη των αποτελεσμάτων ενός μεγάλου σεισμού πρέπει να γίνεται με επιστημονική σύμπνοια και αντικειμενικότητα. Ο επαγγελματικός εγωισμός ή ανταγωνισμός και η κρυψίνοια δεν βοηθούν κανένα. Η εμμονή σε παλιές αντιλήψεις είναι ματαιοπονία αν όχι καταστροφή. Τα γεγονότα αργά ή γρήγορα θα τις διαψεύσουν και θα τις καταστήσουν ανεφάρμοστες. Ένα παράδειγμα σ' αυτό το τελευταίο είναι η αντίληψη που επικρατούσε στον κύκλο των αμερικανών μηχανικών της περασμένης δεκαετίας ότι στα επιφανειακά στρώματα της γης δεν αναμένονται επιταχύνσεις μεγαλύτερες του 0,5g. Ο σεισμός όμως του Σαν Φερνάντο, στην Καλιφόρνια, διέψευσε την αντίληψη αυτή με εμφάνιση οριζοντίων επιταχύνσεων μεγαλύτερων του 1g.

Η πνευματική ευρύτητα και η σωφροσύνη είναι δύο αρετές που πηγάζουν από την καλλιέργεια του πνεύματος. Ο γεωλόγος, ο σεισμολόγος και ο πολιτικός μηχανικός είναι ένας άριστος συνδυασμός φορέων γνώσεως που μπορεί να φθάσει σε επίπεδα όχι μόνο ασφάλειας από το σεισμικό κίνδυνο αλλά και επίπεδα δημιουργίας και ενόρασης.