



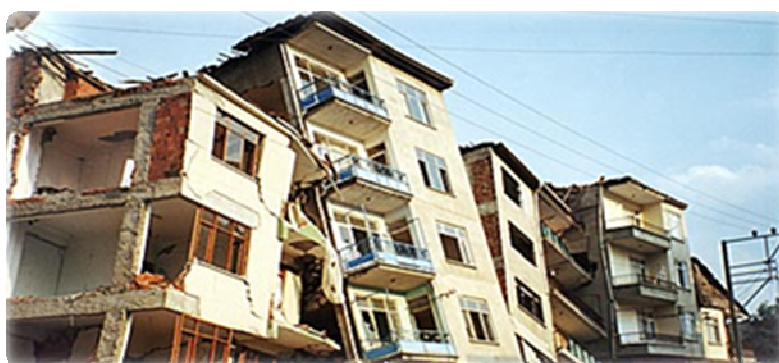
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Κρήτης

Παράρτημα Χανίων

Τμήμα Φυσικών Πόρων & Περιβάλλοντος



Πτυχιακή Εργασία



**Παλιές και νέες προτάσεις προφύλαξης από σεισμούς στην
Ελλάδα και τον κόσμο**

Σπουδαστής: Τσιρόπουλος Α. Στυλιανός (Α.Μ.: 777)

Επόπτης Καθηγητής: κ. Παπαδόπουλος Ηλίας

Χανιά, 2013



Technological Educational Institute of Crete

Branch of Chania

Department of Natural Resources & Environment



Thesis



**Traditional and Contemporary measures of protection
against Earthquakes in Greece and worldwide**

Student: Tsiropoulos A. Stylianos (R.N.:777)

Supervisor: Mr. Papadopoulos Elias

Chania, 2013

Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά όλους τους ανθρώπους που συνέβαλλαν στην ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας. Ιδιαίτερα όμως ευχαριστώ την οικογένειά μου για τη στήριξη που μου παρείχε και τον επόπτη καθηγητή μου για τις πολύτιμες συμβουλές του και την καθοδήγηση του στη συγκέντρωση του απαραίτητου βιβλιογραφικού υλικού, χωρίς το οποίο η ολοκλήρωση της εργασίας θα ήταν αδύνατη.

Περίληψη

Ο σεισμός αποτελεί ένα φυσικό φαινόμενο με εξαιρετικό ενδιαφέρον που έχει απασχολήσει διαχρονικά την επιστημονική κοινότητα. Ο τρόπος εκδήλωσή του, τα αίτια που τον δημιουργούν αλλά και οι επιπτώσεις του αποτέλεσαν και αποτελούν βασικό αντικείμενο μελέτης της σεισμολογίας.

Ο βασικός σκοπός της παρούσας εργασίας, μέσω των κεφαλαίων που θα παρατεθούν, είναι να αναδειχθούν οι παλιές και οι νέες προτάσεις προφύλαξης από σεισμούς στην Ελλάδα και τον κόσμο. Για την επίτευξη του συγκεκριμένου σκοπού, η εργασία χωρίζεται σε τέσσερα επιμέρους κεφάλαια.

Στο πρώτο κεφάλαιο, αναλύονται βασικά στοιχεία που σχετίζονται με τους σεισμούς όπως η έννοιά τους, η ιστορική τους διαδρομή, οι τύποι τους, τα αίτια που τους προκαλούν, ο τρόπος μέτρησής τους αλλά και τα στοιχεία της σεισμικής επικινδυνότητας.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, παρατίθενται στατιστικά δεδομένα όπως αυτά συλλέχθηκαν αναφορικά με τη σεισμικότητα στην Ελλάδα και διεθνώς. Παρουσιάζεται διαχρονικά η εκδήλωση των σημαντικότερων σεισμών τόσο στον ελλαδικό χώρο όσο και σε ολόκληρο τον κόσμο.

Στο τρίτο κεφάλαιο, αναλύονται παλαιές προτάσεις προστασίας από σεισμούς στην Ελλάδα και διεθνώς. Ειδικότερα, παρουσιάζονται προληπτικά μέτρα προστασίας, η συμπεριφορά μέσα και έξω από τα κτίρια κατά τη διάρκεια του σεισμού, η πραγματοποίηση ασκήσεων ετοιμότητας αλλά και μέτρα που εφαρμόζονταν σε διεθνές επίπεδο.

Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται σύγχρονες προτάσεις προστασίας σεισμών στην Ελλάδα και διεθνώς. Συγκεκριμένα, παρουσιάζονται τα μέτρα αυτοπροστασίας στους σχολικούς χώρους βάσει των τύπων των σχολείων, η εκπόνηση σχεδίων έκτακτης ανάγκης, η ενημέρωση - εκπαίδευση των πολιτών, η οργάνωση προσωπικού δικτύου υποστήριξης, οι κανόνες εξασφάλισης δομημάτων ανθεκτικών έναντι σεισμών αλλά και μέτρα και δράσεις πρόληψης και ετοιμότητας σε επίπεδο Περιφερειών, Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων, Δήμων και Κοινοτήτων.

Λέξεις Κλειδιά: Σεισμός, προφύλαξη, προστασία, μέτρα, ενημέρωση.

Abstract

Earthquakes are a natural phenomenon with great interest over the years that occupied the interest of the scientific community. The origin, magnitude and mechanics that create them and affect humanity are a key object of study of seismology.

The main objective of this thesis is to highlight the old and new measures of protection from earthquakes in Greece and the rest of the world. To achieve this goal, the work is divided into four chapters.

The first chapter analyzes key elements associated with earthquakes as their origin, the historical route, their types, how to measure them and the details of the seismic hazard.

The second chapter presents statistical data as collected regarding the seismicity in Greece and worldwide. A presentation through time of major earthquakes both in Greece and throughout the world appears here.

The third chapter analyzes the old proposals for protection from earthquakes in Greece and international. In particular, presents preventive protection measures, the behavior inside and outside the buildings during the earthquake, making the exercises and measures implemented at the international level.

Finally, in the fourth chapter, modern protection proposals are being presented regarding earthquakes in Greece and abroad. Specifically, we present self-protection measures on school grounds based on the types of schools, developing contingency plans, informing - educating citizens, organizing personal support network, rules regarding civil and engineering protection against earthquakes and measures and preventive measures and awareness level for Regions, Prefectures, Municipalities and Communities.

Keywords: Earthquake, protection, protection measures, information.

Πίνακας Περιεχομένων

Ευχαριστίες.....	2
Περίληψη.....	4
Abstract.....	4
Εισαγωγή.....	9
Κεφάλαιο 1: Σεισμός.....	11
1.1. Γενικά περί σεισμών.....	11
1.2. Ιστορική αναδρομή περί σεισμών.....	11
1.3. Οι τύποι των σεισμών.....	14
1.4. Αίτια των σεισμών.....	15
1.5. Ο μηχανισμός των σεισμών.....	16
1.6. Η πρόγνωση των σεισμών.....	17
1.7. Η μέτρηση των σεισμών.....	18
1.8. Σεισμική επικινδυνότητα και σεισμικός κίνδυνος.....	19
1.9. Σεισμικές ακολουθίες και σεισμικά κύματα.....	20
Κεφάλαιο 2: Σεισμικότητα στην Ελλάδα και διεθνώς.....	22
2.1. Η σεισμικότητα στον Ελλαδικό χώρο.....	22
2.1.1. Ιστορικοί σεισμοί στην Ελλάδα.....	24
2.2. Οι σεισμοί σε διεθνές επίπεδο.....	28
Κεφάλαιο 3: Παλαιές προτάσεις προστασίας από σεισμούς στην Ελλάδα και διεθνώς.....	33
3.1. Προληπτικά μέτρα προστασίας.....	33
3.1.1. Σημασία της πρόληψης και η πλευρά της πολιτείας κατά το παρελθόν.....	33

3.2. Συμπεριφορά μέσα και έξω από τα κτίρια κατά τη διάρκεια του σεισμού.....	35
3.3. Εκκένωση χώρων και καταφυγή πληθυσμού	36
3.3.1. Χρήση χώρων καταφυγής και καταυλισμού	36
3.4. Πραγματοποίηση ασκήσεων ετοιμότητας	39
3.4.1. Αναγκαιότητα, κατηγορίες και οργάνωση	39
3.5. Πραγματοποίηση ασκήσεων αυτοπροστασίας	40
3.5.1. Ασκήσεις αυτοπροστασίας στα κτίρια	41
3.5.2. Ασκήσεις εκκένωσης κτιρίων.....	42
3.5.3. Ασκήσεις μετακίνησης προς τους χώρους καταφυγής.....	42
3.6. Ασκήσεις ετοιμότητας στους σχολικούς χώρους.....	43
3.6.1. Οι ασκήσεις αυτοπροστασίας στις αίθουσες.....	43
3.6.2. Ασκήσεις εκκένωσης των αιθουσών	45
3.6.3.Ο ρόλος των εκπαιδευτικών στα μέτρα προστασίας.....	46
3.7. Παλαιά μέτρα προστασίας από σεισμούς σε διεθνές επίπεδο	47
3.7.1. Η λήψη των ατομικών μέτρων προστασίας.....	47
3.7.2. Απαιτήσεις κτιριακού κώδικα	48
3.7.3. Δημιουργία προγραμμάτων προστασίας	49

Κεφάλαιο 4: Σύγχρονες προτάσεις προστασίας σεισμών στην Ελλάδα και διεθνώς.....

51

4.1. Τα μέτρα αυτοπροστασίας στους σχολικούς χώρους	51
4.1.1. Εξειδίκευση του σχεδιασμού σε διάφορους τύπους σχολείων.....	51
4.1.2. Εκπόνηση σχολικού σχεδίου έκτακτης ανάγκης.....	54
4.1.3. Στατική επάρκεια σχολικού κτιρίου και άρση επικινδυνότητας	57
4.1.4. Ενημέρωση - εκπαίδευση μαθητών και εκπαιδευτικών	58
4.2. Προσεισμικά μέτρα αυτοπροστασίας σε ατομικό και οικογενειακό επίπεδο.....	59
4.2.1. Έλεγχος του κτιρίου	59
4.2.2. Κατάλληλη ενημέρωση	60
4.2.3. Σύνταξη οικογενειακού σχεδίου έκτακτης ανάγκης.....	61
4.2.4. Συγκέντρωση εφοδίων πρώτης ανάγκης	62
4.3. Μέτρα προστασίας κατά τη διάρκεια του σεισμού μέσα και έξω από κτίρια	63
4.4. Γενικές ενέργειες προστασίας μετά το σεισμό	65

4.5. Δημιουργία ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων υψηλής ανεκτικότητας	66
4.6. Θεμελιώδη αντισεισμικού σχεδιασμού σε μηχανολογικές και υδραυλικές εγκαταστάσεις.....	67
4.7. Οργάνωση προσωπικού δικτύου υποστήριξης	68
4.8. Εξασφάλιση δομημάτων ανθεκτικών έναντι σεισμών.....	70
4.9. Προσεισμικός έλεγχος κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης	71
4.10. Διάθεση υλικών και μέσων για προσωρινή στέγαση πληγέντων από σεισμό....	72
4.11. Μέτρα και δράσεις πρόληψης και ετοιμότητας σε επίπεδο Περιφερειών, Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων και Δήμων και Κοινοτήτων	72
4.12. Μετασεισμικός έλεγχος κτηρίων και υποδομών	74
4.13. Σύγχρονα μέτρα προστασίας διεθνώς.....	76
4.13.1. Η προστασία των μηχανημάτων.....	76
4.13.2. Η προστασία των εξοπλισμών.....	76
4.13.3. Η προστασία των κτηρίων.....	78
4.13.4. Διαρθρωτικά μέτρα προστασίας σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο.....	79
4.13.5. Οργανωμένη απομάκρυνση πολιτών λόγω σεισμού	80
4.13.6. Διεξαγωγή ασκήσεων πολιτικής προστασίας για την αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών λόγω σεισμών	81
4.13.7. Ενημέρωση και εκπαίδευση πολιτών σε θέματα σεισμικής προστασίας.....	82
4.14. Το «Τρίγωνο της Ζωής» (triangle of life).....	82
Επίλογος.....	82
Βιβλιογραφία	87
Παράρτημα	90
Κατάλογος Πινάκων - Εικόνων - Γραφημάτων.....	90

Εισαγωγή

Η έννοια της φυσικής καταστροφής (natural disaster) αποτελεί μια άμεση, στιγμιαία ή σημαντική ρήξη του φυσικού περιβάλλοντος με το κοινωνικό και οικονομικό σύστημα, καθώς το φαινόμενο αυτό εξελίσσεται σε κοινωνικό χώρο και χρόνο με επικίνδυνες συνέπειες για την κοινωνία ως αποτέλεσμα της έλλειψης προληπτικών και προστατευτικών μέτρων. Εννοιολογικά η φυσική καταστροφή μπορεί να προσδιοριστεί με τρεις διαφορετικές παραμέτρους. Πιο συγκεκριμένα αφορά τα στοιχεία εκείνα του φυσικού περιβάλλοντος που είναι βλαβερά για τον άνθρωπο και προκαλούνται από δυνάμεις ξένες και άγνωστες σε αυτόν, με την πιθανότητα εμφάνισης ενός δυνητικά καταστροφικού γεγονότος μέσα σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο και σε μια συγκεκριμένη γεωγραφική περιοχή και μια γεωλογική κατάσταση ή φαινόμενο κατά την οποία παρουσιάζεται πραγματικός ή δυνητικός κίνδυνος για την ανθρώπινη ζωή ή τις περιουσίες.

Επιπλέον, ο εννοιολογικός προσδιορισμός της φυσικής καταστροφής συνδυάζει ένα πραγματικό γεγονός με οικονομικές ζημιές και δυστυχήματα. Γενικότερα, μια φυσική καταστροφή μπορεί να καταταχθεί ως μεγάλου μεγέθους και πολύ μεγάλης έντασης οπότε προϋποθέτονται φυσικά φαινόμενα υψηλής έντασης που λαμβάνουν χώρα στο φυσικό περιβάλλον, δηλαδή ακραία συμβάντα που πηγάζουν από τη βιόσφαιρα, τη λιθόσφαιρα, την υδρόσφαιρα ή την ατμόσφαιρα, ώστε να αποδοθούν ως αιτιολογίες για τις τεράστιες συνέπειες που έχουν και κανένας άνθρωπος δεν είναι σε θέση να αντιμετωπίσει.

Ένα σημαντικό φυσικό φαινόμενο που μπορεί να αποτελέσει αιτία μιας φυσικής καταστροφής είναι η γένεση ενός σεισμού. Η σαφής ερμηνεία, επεξήγηση και πρόγνωση των σεισμών είναι μια αρκετά δύσκολη υπόθεση. Η δυσκολία έγκειται στον πολύ μεγάλο αριθμό των φυσικών διαδικασιών που περικλείουν την έννοια του σεισμού αλλά και η πρωταρχική πηγή τους μέσα στο φυσικό περιβάλλον της γης. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως ο σεισμός όταν πραγματοποιηθεί προκαλεί ένα «ντόμινο» παράπλευρων καταστροφών για παράδειγμα φαινόμενα όπως εκρήξεις ηφαιστειών σε υποθαλάσσιο περιβάλλον, τσουνάμι, κατολισθήσεις ή ακόμα μπορούν να προκαλέσουν υψηλής έντασης βροχόπτωση.

Οι σεισμοί αποτελούν δονήσεις του εδάφους ή σεισμικά κύματα που πραγματοποιούνται μετά από διαταραχές της μηχανικής ισορροπίας των πετρωμάτων

στο εσωτερικό της γης. Οι σεισμοί μπορεί να προκληθούν από διάφορα εξωτερικά και εσωτερικά αίτια, όπως η πτώση μετεωριτών, τα καιρικά φαινόμενα και οι τεχνητές δονήσεις από εκρήξεις. Κάθε έτος σημειώνονται τουλάχιστον 3.000 σεισμικά επεισόδια και πολύ λίγα (7-11) προκαλούν καταστροφές σε θύματα και οικονομικές ζημιές. Το μέγεθος ενός σεισμού εκφράζεται σε βαθμούς της κλίμακας Richter και αποτελεί τη μέτρηση της σεισμικής ενέργειας που απελευθερώνεται στο σημείο που εκδηλώνεται ο σεισμός. Ακόμη, η ένταση ενός σεισμού εκφράζεται σε βαθμούς της κλίμακας Mercalli (MM) ή σε βαθμούς της κλίμακας Mercalli - Sieberg (MKS) και είναι η φυσική ποσότητα που δίνει το μέτρο των αποτελεσμάτων ενός σεισμού στους ανθρώπους και στις ανθρώπινες κατασκευές.

Το ιδιαίτερο στοιχείο των σεισμών αλλά και των δεδομένων που τον περικλείουν, αποτέλεσαν και το έναυσμα πραγματοποίησης της παρούσας εργασίας. Ο βασικός σκοπός είναι να αναδειχθούν στοιχεία που σχετίζονται με τους σεισμούς όπως η έννοιά τους, οι αιτίες που τους προκαλούν, ιστορικά στοιχεία κλπ. αλλά πολύ περισσότερο να παρατεθούν στοιχεία αναφορικά με τα μέτρα προστασίας που εφαρμόζονταν παλαιότερα και πώς αυτά έχουν διαμορφωθεί σήμερα.

Κεφάλαιο 1: Σεισμός

1.1. Γενικά περί σεισμών

Σεισμός ονομάζεται κάθε απότομη διατάραξη του εσωτερικού της γης, που εκδηλώνεται στην επιφάνεια της με κίνηση (δόνηση) του εδάφους. Αυτή ακριβώς η κίνηση είναι υπεύθυνη για τα περισσότερα ή λιγότερα καταστροφικά αποτελέσματα του σεισμού.

Οι σεισμοί προκαλούν από μόνοι τους μεγάλες και αναπόφευκτες καταστροφές, αλλά ο αριθμός των θυμάτων εξαρτάται από άλλους παράγοντες για τους οποίους υπεύθυνοι είναι κυρίως οι άνθρωποι, εξαιτίας των λανθασμένων ενεργειών τους. Η ευθύνη ανήκει περισσότερο στους κρατικούς φορείς και λιγότερο στα ίδια τα θύματα, τα οποία ίσως δεν έχουν άλλες επιλογές. Τελικό συμπέρασμα για την αιτία του μεγάλου αριθμού των θυμάτων στους περισσότερους σεισμούς, είναι οι ίδιοι οι άνθρωποι και πολύ λιγότερο οι ίδιοι οι σεισμοί.

Οι σεισμοί γίνονται για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό, όπως και καθετί που γίνεται στη φύση από τη φύση. Αυτοί προκαλούνται, κυρίως, για να διατηρηθεί η εσωτερική θερμότητα ή αλλιώς η γηγενής θερμότητα.

Η γη δεν είναι πύρινη στον πυρήνα της, και σε θερμή παχύρρευστη κατάσταση, στο μανδύα της. Η γη είναι θερμή μόνο κατά τόπους, όπου γίνονται οι εκρήξεις - σεισμοί για όσο χρονικό διάστημα απαιτείται να ψυχθεί το παραγόμενο τήγμα (μάγμα). Νέοι εκρήξεις - σεισμοί παράγουν νέο τήγμα κ.ο.κ.¹

1.2. Ιστορική αναδρομή περί σεισμών

Οι σεισμοί έχουν τραβήξει την προσοχή του ανθρώπου από τα πολύ παλιά χρόνια. Είναι χαρακτηριστικό να αναφερθεί ότι το μεγαλύτερο μέρος της βιβλιογραφίας από τους αρχαίους, τους μέσους χρόνους μέχρι και τις αρχές του 19^{ου} αιώνα ακόμα,

¹ Κοσμάς, Μ., 1999. Κεραυνοί – σεισμοί – ηφαίστεια. Μυτιλήνη: Κοσμάς, σ. 77.

προσθέτει στο φαινόμενο των σεισμών κάτι το υπερφυσικό ανάλογα με τις δεισιδαιμονίες και τις προκαταλήψεις του κάθε τόπου.

Οι αρχαίοι, θεωρούσαν τους σεισμούς έργα μυθικών όντων ή τιτάνων που τιμωρούσαν με αυτό τον τρόπο την ανθρώπινη φαυλότητα. Αυτά τα όντα έπαιρναν συνήθως τη μορφή ζώων που με την κίνηση του κορμιού τους χαλούσαν την ισορροπία της γης.

Η θεωρία του Αριστοτέλη επικράτησε μέχρι τις αρχές του 18^{ου} αιώνα, οπότε και η επιστήμη της σεισμολογίας άρχισε να κάνει δειλά - δειλά τα πρώτα της βήματα. Πάντως το ξεκίνημα για τη μελέτη των σεισμών σε καθαρά επιστημονική βάση άρχισε με το 19^ο αιώνα².

Το 1675 ο Dr. Robert Hook εξέφρασε την άποψη ότι στα τμήματα της γης που βρίσκονται κάτω από τους ωκεανούς, γίνονται τόσο σεισμοί όσοι και κάτω από τις στερεές περιοχές. Το 1760, ο Βρετανός John Mitchel υπήρξε ο πρώτος που υπέδειξε ότι οι δονήσεις της γης οφείλονται στη διέλευση ελαστικών κυμάτων μέσα από το γήινο φλοιό. Την ίδια περίπου εποχή, ξεκίνησε να μελετά τους σεισμούς ένα διακεκριμένο μέλος της Βρετανικής βασιλικής ακαδημίας, ο Sir William Hamilton, ο οποίος μελέτησε διεξοδικά τον καταστροφικό σεισμό της Καλαβρίας, το 1783, και διετύπωσε την άποψη ότι οι σεισμοί προκαλούνται από κίνηση του μάγματος.

Περίπου έναν αιώνα πιο πριν, ο Γαλιλαίος (1638) και ο Hook (1660), ασχολήθηκαν πειραματικά με το πρόβλημα της ελαστικότητας, ενώ οι Γάλλοι Navier (1821) και Cauchy (1822), θεμελίωσαν την τόσο απαραίτητη για τη σεισμολογία θεωρία της ελαστικότητας. Οι θεωρητικές μελέτες του Γάλλου Poisson (1830) και του Άγγλου Stokes (1849), οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι μέσα από ένα ελαστικό μέσο διαδίδονται δύο είδη κυμάτων γνωστά σαν κύματα χώρου. Λίγο αργότερα ο Rayleigh (1887) απέδειξε θεωρητικά τη δυνατότητα ύπαρξης σεισμικών κυμάτων που διαδίδονται μέσα από το επιφανειακό μέρος του ελαστικού μέσου, γνωστά σαν κύματα Rayleigh, τα οποία αναγνωρίστηκαν σε σειсмоγράμματα για πρώτη φορά το 1890 από τον Βρετανό Oldham και το Γερμανό Wiechert. Το 1911 ο Love, ανακάλυψε θεωρητικά μια δεύτερη κατηγορία επιφανειακών κυμάτων που φέρουν το όνομα του³.

² Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Α' Τόμος, σ. 1-10.

³ Makropoulos, K., Kaviris, G., Kouskouna, V., 2012. An updated and extended earthquake catalogue for Greece and adjacent areas since 1900. Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 12, 1425–1430.

Στο μεταξύ, το 1833, ο Γερμανός Von Haf είχε κατασκευάσει τον πρώτο σεισμολογικό κατάλογο, αν και κατάλογοι σεισμών είναι γνωστό ότι υπήρχαν από πολύ παλιά στην Κίνα και την Ιαπωνία. Το 1855 ο Ελβετός Volger, σχεδιάζει τον πρώτο χάρτη ισόσειστων.

Την ίδια περίοδο παρουσιάστηκε και η ανάγκη για την εύρεση ενός τρόπου ομοιογενούς εκτίμησης των σεισμικών δονήσεων από όλες τις χώρες. Οι διάφοροι βαθμοί βλαβών που παρουσίαζαν από χώρα σε χώρα οι εκδιδόμενοι χάρτες ισόσειστων, προκαλούσαν μεγάλη σύγχυση. Άλλωστε μέχρι τότε οι σεισμοί μετριόνταν με τον αριθμό των θυμάτων και το μέγεθος των υλικών ζημιών που προκαλούσαν (Σχ. 1.8).

Την ίδια περίπου εποχή, ο Ιταλός Luitzi Palmier, διευθυντής τότε στο παρατηρητήριο του Βεζούβιου, κατασκευάζει τον πρώτο ηλεκτρομαγνητικό σειсмоγράφο, ενώ το 1865 ο Βρετανός μηχανικός Robert Malet, εισηγείται τη δημιουργία του πρώτου παγκόσμιου δικτύου παρακολούθησης των σεισμών.

Ο Malet θεωρείται από πολλούς σαν ο πατέρας της σύγχρονης σεισμολογίας. Ήταν Ιρλανδός μηχανικός και ο σεισμός του 1857 που κατέστρεψε τη Νεάπολη του κίνησε το ενδιαφέρον και με σχολαστική ακρίβεια και μεθοδικότητα άρχισε να τον μελετά. Γύρω στα 1860, η σεισμολογία άρχισε να μεταμορφώνεται σε διεθνή επιστήμη. Σε πολλές χώρες οργανώνονται επιτροπές για τη λεπτομερή καταγραφή των σεισμών.

Το 1935, ο Αμερικανός σεισμολόγος Charles Richter, εισήγαγε την ομώνυμη κλίμακα. Η κλίμακα Richter στηρίζεται επάνω σε καθαρά αντικειμενικά κριτήρια και πιο συγκεκριμένα σε μετρήσεις που γίνονται σε σειсмоγράμματα, οπότε περιορίζονται κατά πολύ τα σφάλματα⁴.

Το 1881, ο Βρετανός μηχανικός John Milne, ανέπτυξε τον πρώτο σειсмоγράφο ακρίβειας. Βελτιώσεις σε αυτό το όργανο έγιναν αργότερα, στις αρχές του 1900 από τον Shaw, οπότε κατέληξε στο σειсмоγράφο Milne - Shaw. Ανάμεσα στα πιο γνωστά όργανα καταγραφής, συγκαταλέγονται τα μηχανικής κατασκευής σεισμόμετρα Wiechert (1900), τα ηλεκτρομαγνητικά σεισμόμετρα Galitzin (1906) και τα ηλεκτρομαγνητικά σεισμόμετρα Benioff (1935). Έτσι στο πρώτο ήμισυ του 20^{ου} αιώνα παρατηρείται μια τεράστια πρόοδος στην επιστήμη της σεισμολογίας.

Μετά τον Β' Παγκόσμιο πόλεμο επιτεύχθηκε τεράστια βελτίωση στη σχεδίαση των σεισομέτρων με αποτέλεσμα την όλο και περισσότερο αξιόπιστη καταγραφή των

⁴ Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Α' Τόμος, σ. 11-20.

σεισμικών κυμάτων. Περί το τέλος της δεκαετίας του 1950, ήταν δυνατή η καταγραφή των σεισμικών εδαφικών κινήσεων

Σήμερα η επιστήμη της σεισμολογίας είναι μια από τις πιο ραγδαία εξελισσόμενες επιστήμες και το γεγονός αυτό οφείλεται τόσο στη μικροηλεκτρονική επανάσταση, που συντέλεσε στη κατασκευή νέου τύπου ψηφιακών οργάνων και ισχυρών υπολογιστών, όσο και στη μεγάλη πρόοδο που είχε η επιστήμη της ανάλυσης σημάτων, στα πλαίσια της ανάπτυξης των τηλεπικοινωνιών, και η οποία βρήκε άμεση εφαρμογή στα σεισμολογικά σήματα⁵.

1.3. Οι τύποι των σεισμών

Σήμερα, οι σεισμοί και οι περισσότερες από τις παρατηρούμενες ιδιότητες τους εξηγούνται με όρους των φυσικών επιστημών. Η σύγχρονη άποψη κηρύττει πως οι σεισμοί είναι αναμενόμενο φαινόμενο, λόγω της συνεχούς γεωλογικής αναδιαμόρφωσης του πλανήτη.

Το πρώτο βήμα για την κατανόηση της σύγχρονης άποψης είναι η αναγνώριση της στενής σχέσης μεταξύ εκείνων των περιοχών του κόσμου που είναι επιρρεπείς σε σεισμούς. Οι περισσότεροι σεισμοί εκδηλώνονται κοντά στα όρια των πλακών και, επομένως, οι γεωλόγοι συμπεραίνουν ότι οι παγκόσμιες γεωλογικές και τεκτονικές δυνάμεις που δημιουργούν βουνά, κοιλάδες, μεσοκεάνιες ράχες και ωκεάνιες τάφρους είναι, επίσης, κατά βάση, οι αιτίες των μεγάλων σεισμών. Οι παγκόσμιες αυτές δυνάμεις, αν και δεν είναι πλήρως κατανοητές προς το παρόν, είναι συνέπεια των θερμοκρασιακών διαφορών, που οφείλονται στην απώλεια θερμότητας, λόγω διάδοσης στο χώρο, και στη δημιουργία θερμότητας από τη διάσπαση των ραδιενεργών στοιχείων των πετρωμάτων⁶.

Είναι χρήσιμο, λοιπόν, να διακριθούν οι σεισμοί με βάση τον τρόπο δημιουργίας τους. Οι τεκτονικοί σεισμοί είναι με μεγάλη διαφορά οι συχνότεροι. Αυτοί προκαλούνται όταν τα πετρώματα σχίζονται απότομα, αποκρινόμενα στις ποικίλες γεωλογικές δυνάμεις. Οι τεκτονικοί σεισμοί είναι επιστημονικά ενδιαφέροντες για τη

⁵ Alcántara – Ayala, I., 2000. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47, p. 35.

⁶ Bolt, A., 1991. Σεισμοί. Αθήνα: Τροχαλία, σ. 105-111.

μελέτη του εσωτερικού της γης, και είναι και μέγιστης κοινωνικής σημασίας, επειδή αποτελούν τον μεγαλύτερο σεισμικό κίνδυνο.

Ένας δεύτερος γνωστός τύπος σεισμών συνοδεύει τις ηφαιστειακές εκρήξεις. Στην πραγματικότητα, η ιδέα ότι οι σεισμοί συνδέονται κυρίως με την ηφαιστειακή δραστηριότητα. Σήμερα, ο ηφαιστειακός σεισμός ορίζεται, ακόμη, ως εκείνος που εμφανίζεται συνδεδεμένος με την ηφαιστειακή δραστηριότητα, αλλά και οι εκρήξεις και οι σεισμοί είναι αποτέλεσμα των τεκτονικών δυνάμεων και, βέβαια, δεν είναι απαραίτητο να εκδηλώνονται μαζί. Στην πραγματικότητα, οι μηχανισμοί δημιουργίας των κυμάτων στους ηφαιστειακούς σεισμούς είναι μάλλον οι ίδιοι με εκείνους των τεκτονικών σεισμών

Οι εγκατακρημνισιγενείς σεισμοί είναι μικροί και προκαλούνται σε περιοχές των υπόγειων σπηλαίων ή ορυχείων. Η άμεση αιτία της εδαφικής δόνησης είναι η κατάρρευση της οροφής του ορυχείου ή του σπηλαίου. Μια συχνά παρατηρούμενη παραλλαγή αυτού του φαινομένου καλείται «έκρηξη ορυχείου». Αυτό συμβαίνει όταν η επαγόμενη τάση στην περιοχή των εργασιών του ορυχείου είναι η αιτία εκτίναξης μεγάλων μαζών πετρωμάτων, με αποτέλεσμα η «έκρηξη» να δημιουργεί σεισμικά κύματα.

Οι άνθρωποι προκαλούν σεισμούς εκρήξεων, που προέρχονται, κυρίως, από την εκτόνωση χημικών ή πυρηνικών μέσων. Οι υπόγειες πυρηνικές δοκιμές που έγιναν τις τελευταίες δεκαετίες, σε αρκετά πεδία δοκιμών ανά τον κόσμο, προξένησαν σημαντικούς σεισμούς. Όταν ένας πυρηνικός μηχανισμός εκτονωθεί σε μια υπόγεια κατακόρυφη στοά απελευθερώνεται τεράστια ενέργεια. Σε εκατομμυριοστά του δευτερολέπτου η πίεση αυξάνει κατά χιλιάδες φορές την πίεση της γήινης ατμόσφαιρας και η θερμοκρασία αυξάνει τοπικά σε εκατομμύρια βαθμούς. Τα περιβάλλοντα πετρώματα εξατμίζονται, δημιουργώντας μια σφαιρική κοιλότητα διαμέτρου πολλών μέτρων⁷.

1.4. Αίτια των σεισμών

Οι δύο έννοιες σεισμός και ρήγματα συνδέθηκαν εδώ και αρκετά χρόνια, αφού πέρασαν από διάφορες φάσεις σχετικά με τις ακριβείς αλληλεξαρτήσεις τους. Ο

⁷ Κοσμάς, Μ., 1999. Κεραυνοί – σεισμοί – ηφαίστεια. Μυτιλήνη: Κοσμάς, σ. 185-186.

πρώτος που περιέγραψε μια εμπειριστατωμένη σχέση μεταξύ ρηγμάτων και σεισμών το 1872, ήταν ο γεωλόγος Γκίλμπερτ, ο οποίος μίλησε για τοπικές παραμορφώσεις του φλοιού της γης, που μπορούν να προκληθούν από την εμφάνιση σημαντικών συμπιεστικών δυνάμεων στις δύο πλευρές ρηξιγενούς επιφάνειας. Όταν η παραμόρφωση αυτή, είπε, ύστερα από σταδιακή της αύξηση υπερνικήσει τη στατική τριβή στη ρηξιγενή επιφάνεια, προκαλείται αναπαλμός των δύο τμημάτων του ρήγματος. Η σφοδρή αυτή κίνηση προκαλεί τελικά το σεισμό.

Έτσι άρχισε μία διαμάχη μεταξύ των ειδικών, αν η γένεση των ρηγμάτων προκαλεί τους σεισμούς ή το αντίστροφο, δηλαδή οι σεισμοί, από κάποιες άγνωστες δυνάμεις και διεργασίες, προκαλούν ή «γεννούν» τα ρήγματα. Το πρόβλημα λύθηκε ή καλύτερα θεωρήθηκε ότι λύθηκε από το σεισμολόγο Κότο ύστερα από σχετική μελέτη του, αλλά κυρίως όταν κατά το μεγάλο σεισμό του Νόμπι της Ιαπωνίας, το 1891, δημιουργήθηκε μια εκτεταμένη ευθύγραμμη επιφανειακή διάρρηξη.

Από το τυχαίο αυτό, εν πολλοίς, φαινόμενο και επειδή δεν ήταν γνωστή ούτε ήταν δυνατόν να πιθανολογηθεί καμία άλλη δύναμη, η οποία να προκαλεί τη διάρρηξη τόσο μεγάλων ρηγμάτων, έκτοτε, σαν ένα είδος μονόδρομου, θεωρείται ότι τα ρήγματα προκαλούν τους σεισμούς. Διαφορετικά έπρεπε ν' αποδείξουν, πώς προκαλούνται οι σεισμοί, ώστε να γεννούν, με τη σειρά τους, τα ρήγματα. Τέτοια όμως άγνωστη δύναμη και διεργασία δεν είχαν υπόψη τους κι έτσι ήταν φυσικό να καταλήξουν, εκεί που κατέληξαν. Σύμφωνα με τις σημερινές αντιλήψεις, το 90% των σεισμών επιφανείας, σχεδόν όλοι οι μεγάλοι σεισμοί, ίσως και ακόμα δε και όλοι οι σεισμοί βάθους, παράγονται από τις ολισθήσεις κατά μήκος ρηγμάτων των ανωτέρων στρωμάτων της γης⁸.

1.5. Ο μηχανισμός των σεισμών

Αποτέλεσμα της σχετικής κίνησης και σύγκρουσης των λιθοσφαιρικών πλακών είναι η αργή παραμόρφωση των πετρωμάτων τους, κατά κύριο λόγο κοντά στις επιφάνειες επαφής των πλακών. Για το λόγο αυτό, μέσα στα πετρώματα που βρίσκονται κοντά στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών συγκεντρώνονται μεγάλα ποσά δυναμικής ενέργειας

⁸ Παπαζάχος, Β., Παπαζάχου, Κ., 1989. Οι σεισμοί της Ελλάδας. Αθήνα: Ζήτη, σ. 11-12.

Οι σεισμοί παράγονται από έκρηξη, δηλαδή ταχεία καύση, που προκάλεσε, κάτω από ευνοϊκές συνθήκες, ένας εσωτερικός ηλεκτρικός σπινθήρας, δηλαδή μία ηλεκτρική εκκένωση. Αυτή προκλήθηκε, αφενός από τα θετικά φορτία των κεραυνών, που ήταν «αποθηκευμένα» στα εκρηξιγενή και άλλα μονωτικά πετρώματα, και αφετέρου από τις αντίστοιχες ποσότητες αρνητικών φορτίων, που συγκεντρώθηκαν, εξ' επαγωγής ή από άλλες αιτίες, σε γειτονικές θέσεις στα ιζηματογενή και άλλα αγωγίμα πετρώματα, οι οποίες κατά κανόνα βρίσκονται επάνω από τα προηγούμενα⁹.

Όπως είναι γνωστό, η γη είναι αρνητικά φορτισμένη. Τα αρνητικά αυτά φορτία κατανέμονται σε όλη την έκταση των ιζηματογενών και άλλων αγωγίμων επιφανειακών πετρωμάτων. Αυτά, σε αντίθεση με τα θετικά, δεν παραμένουν ακίνητα, μετακινούνται και η κίνηση τους δίνει τα λεγόμενα τελλουριακά (γήινα) ρεύματα.

Οι συνθήκες κάτω από τις οποίες γίνονται οι ηλεκτρικές εκκενώσεις, είναι ανάλογες με αυτές στην ατμόσφαιρα, όταν ξεσπούν εκεί κεραυνοί. Κάθε ενδογήινη ηλεκτρική εκκένωση δεν προκαλεί έκρηξη - καύση και συνεπώς σεισμό, εξαιτίας των εκτονωτικών δυνάμεων, που παράγονται από αυτή. Απαραίτητα, πρέπει να εκπληρώνονται δύο βασικές προϋποθέσεις¹⁰:

1. Να υπάρχει οξυγόνο στις αναγκαίες ποσότητες.
2. Να υπάρχουν καύσιμες ύλες, που θα καούν.

Το μέγεθος της έκρηξης εξαρτάται κατά κύριο λόγο από τη διαθέσιμη ποσότητα οξυγόνου και το μέγεθος (μήκος) του ηλεκτρικού σπινθήρα, ο οποίος εξαρτάται από το ποσό των φορτίων και λιγότερο από τη διαθέσιμη ποσότητα υλικών.

1.6. Η πρόγνωση των σεισμών

Πρόγνωση σεισμών και πιο συγκεκριμένα ειδική πρόγνωση σεισμών νοείται η εκ των προτέρων γνώση επερχόμενου σεισμού σε ορισμένο τόπο (επίκεντρο), χρόνο, και μέγεθος. Κάτι τέτοιο για να γίνει εφικτό πρέπει να προηγηθεί μία διαδικασία παρατηρήσεων, μετρήσεων και υπολογισμών. Το κυριότερο όμως προϋποθέτει την

⁹ Κοσμάς, Μ., 1999. Κεραυνοί – σεισμοί – ηφαίστεια. Μυτιλήνη: Κοσμάς, σ. 78.

¹⁰ Παπαζάχος, Β., Παπαζάχου, Κ., 1989. Οι σεισμοί της Ελλάδας. Αθήνα: Ζήτη, σ. 21.

τέλεια γνώση του μηχανισμού των σεισμών, ώστε να μπορούν να αξιολογηθούν σωστά όλα τα πρόδρομα φαινόμενα, που θα οδηγήσουν στη σωστή πρόβλεψη. Δυστυχώς, σήμερα, δεν έχει διατυπωθεί ακόμη μία τόσο ακριβής θεωρία για τη γένεση των σεισμών).

Οι σεισμολόγοι δεν μπόρεσαν μέχρι σήμερα να κάνουν καμία ακριβή πρόβλεψη σεισμού πλην ελαχίστων κραυγαλέων περιπτώσεων ή μάλλον μιας, αυτής της Χαϊτσέγκ, κατά την οποία υπήρξε ένας μεγάλος αριθμός διαφόρων σχετικών ενδείξεων, με κυριότερη τους προσεισμούς, οι οποίες πιθανολογούσαν έναν επικείμενο σεισμό. Η περίπτωση του σεισμού της Χαϊτσέγκ είναι ουσιαστικά η μοναδική επιβεβαιωμένη πρόβλεψη σεισμού στην ιστορία της σεισμολογίας διότι συνηγόρησαν και άλλοι παράγοντες .

Σήμερα, δεν είναι δυνατή καμία ειδική πρόγνωση σεισμού. Αυτή η αδυναμία πρόγνωσης των σεισμών φανερώνει αδιαμφισβήτητα και την άγνοια του μηχανισμού γένεσής τους. Δεν πρέπει όμως και να ξεχνά κανείς ότι η πρόγνωση των σεισμών είναι αδύνατη, με τα σημερινά δεδομένα, διότι οι σεισμοί είναι ένα φυσικό φαινόμενο, που γίνεται στο απροσπέλαστο εσωτερικό της γης για το οποίο ο άνθρωπος, όπως είναι φυσικό, γνωρίζει πολύ λιγότερα από όσα για το διάστημα.

Πλην από τις ειδικές προγνώσεις σεισμών υπάρχουν και οι στατιστικές προγνώσεις. Στην πράξη, οι τελευταίες αυτές προγνώσεις είναι και οι μόνες που χρησιμοποιούνται κατά κόρο από τους ειδικούς επιστήμονες στις επικοινωνίες τους με το κοινό. Ανά τον κόσμο, κατά καιρούς, ανακοινώνεται και μία νέα μέθοδος των σεισμών, η οποία στην πραγματικότητα είναι άνευ πρακτικής αξίας, διότι δεν έγινε ούτε μία, μέχρι σήμερα, σωστή πρόβλεψη με θετικά αποτελέσματα (ενημέρωση και στη συνέχεια απομάκρυνση των κατοίκων κλπ.)¹¹.

1.7. Η μέτρηση των σεισμών

Τόσο για πρακτικούς όσο και για θεωρητικούς λόγους υπάρχει ανάγκη να μετράται η σεισμική ενέργεια που απελευθερώνεται στην εστία ενός σεισμού και τα μακροσεισμικά αποτελέσματα των σεισμών (στα κτίρια, στο έδαφος, στους

¹¹ Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2007. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., Β΄ Έκδοση, σ. 27.

ανθρώπους, κλπ). Η παραδοσιακή ποσότητα που χρησιμοποιείται για τη μέτρηση της ενέργειας ενός σεισμού είναι το μέγεθος του σεισμού, ενώ η ποσότητα που χρησιμοποιείται για την εκτίμηση των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων του λέγεται ένταση του σεισμού.

Ο κλασικός τρόπος προσδιορισμού του μεγέθους ενός σεισμού βασίζεται σε μετρήσεις των πλατών των διαφόρων ειδών σεισμικών κυμάτων, όπως τα κύματα αυτά γράφονται από τα σε σεισμόμετρα στους σεισμολογικούς σταθμούς. Υπάρχουν τρεις κλίμακες μεγεθών ανάλογα με τα σεισμικά κύματα των οποίων τα πλάτη χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό τους.

Ο Richter (1935) όρισε την ομώνυμη κλίμακα του τοπικού μεγέθους, που βασίζεται στη μέτρηση του μέγιστου πλάτους των σεισμικών κυμάτων. Τα κύματα αυτά, που γράφονται με μέγιστα πλάτη σε μικρές αποστάσεις είναι τα απευθείας εγκάρσια κύματα τα οποία προκαλούν και τις σημαντικότερες βλάβες σ αυτές τις αποστάσεις. Η τιμή του τοπικού μεγέθους κάθε σεισμού καθορίζεται από τοπικές μεταβολές της πτώσης τάσης στο σεισμογόνο ρήγμα και αυξάνεται όσο αυξάνεται η πτώση τάσης στα ισχυρότερα εμπόδια (ή φράγματα) του ρήγματος. Συνέπεια αυτού είναι το τοπικό μέγεθος να αποτελεί μέτρο της σεισμικής ενέργειας που απελευθερώνεται από τη σεισμική εστία σ' εκείνο το μέρος του φάσματος που βρίσκονται συνήθως οι ιδιοπερίοδοι των τεχνικών κατασκευών¹².

1.8. Σεισμική επικινδυνότητα και σεισμικός κίνδυνος

Δύο βασικές έννοιες που χρησιμοποιούνται ευρέως στην τεχνική σεισμολογία είναι η έννοια της σεισμικής επικινδυνότητας (seismic hazard) και η έννοια του σεισμικού κινδύνου (seismic risk). Σαν σεισμική επικινδυνότητα (μιας θέσης), ορίζεται η πιθανότητα να ξεπεράσει κάποια εδαφική παράμετρος (μετατόπιση, ταχύτητα, επιτάχυνση), μέσα σε δεδομένο χρονικό διάστημα, κάποια δεδομένη τιμή. Το αναμενόμενο τελικό αποτέλεσμα της επίδρασης των σεισμικών κυμάτων σε μια θέση είναι ο σεισμικός κίνδυνος και εξαρτάται τόσο από τη σεισμική επικινδυνότητα της θέσης όσο και από την τρωτότητα (vulnerability) των κατασκευών.

¹² Παπαζάχος, Β., Παπαζάχου, Κ., 1989. Οι σεισμοί της Ελλάδας. Αθήνα: Ζήτη, σ. 24-25

Η εκτίμηση της σεισμικής επικινδυνότητας είναι μια πολύπλοκη διαδικασία και εξαρτάται από πολλούς παράγοντες, οι κυριότεροι από τους οποίους είναι η σεισμικότητα της περιοχής, η επίδραση του μέσου διάδοσης από τη θέση έκλυσης της σεισμικής ενέργειας στη θέση ενδιαφέροντος και η επίδραση των τοπικών συνθηκών

Σε γενικές γραμμές, ο σεισμικός κίνδυνος μπορεί να εκφραστεί σαν η συνέλιξη μιας μη γραμμικής συνάρτησης των ιδιοτήτων της πηγής, του μέσου διάδοσης και των τοπικών συνθηκών, με μια άλλη συνάρτηση T που περιγράφει την τρωτότητα των κατασκευών.

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι για να ελαττωθεί ο σεισμικός κίνδυνος, το μόνο που είναι πρακτικά εφικτό είναι να ελαττωθεί η τρωτότητα των κατασκευών μέσω βελτιώσεων των προδιαγραφών δόμησης που θα προκύψουν από βελτιωμένους αντισεισμικούς. Το αποτέλεσμα μιας μελέτης σεισμικής επικινδυνότητας δεν αναφέρεται στις αναμενόμενες πιθανές κινήσεις από κάποιο συγκεκριμένο ρήγμα ή ρηξιγενή ζώνη, αλλά περιλαμβάνει όλες τις πιθανές περιπτώσεις που συντελούν στο να ξεπεράσει (ή να μην ξεπεράσει) η εδαφική κίνηση στη θέση ενδιαφέροντος¹³.

1.9. Σεισμικές ακολουθίες και σεισμικά κύματα

Σεισμική ακολουθία καλείται το σύνολο των σεισμών που γεννιούνται σε ένα περιορισμένο χώρο της λιθόσφαιρας κατά τη διάρκεια ενός περιορισμένου χρονικού διαστήματος κατά το οποίο η συχνότητα γένεσης των σεισμών αυτών είναι σημαντικά αυξημένη σε σχέση με τη συνηθισμένη συχνότητα των σεισμών στο χώρο αυτό.

Στις περισσότερες περιπτώσεις σεισμικών ακολουθιών ένας σεισμός διακρίνεται από τους άλλους σεισμούς της ακολουθίας, γιατί το μέγεθος του είναι αρκετά μεγαλύτερο από το μέγεθος κάθε άλλου σεισμού της ακολουθίας. Ο σεισμός αυτός λέγεται κύριος σεισμός της ακολουθίας. Οι σεισμοί της ακολουθίας που προηγούνται χρονικά του κύριου σεισμού λέγονται προσεισμοί, ενώ οι σεισμοί της ακολουθίας που ακολουθούν τον κύριο σεισμό λέγονται μετασεισμοί. Οι επιφανειακοί κύριοι σεισμοί ακολουθούνται σχεδόν πάντοτε από μετασεισμούς, ενώ προσεισμοί συμβαίνουν

¹³ Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Β' Τόμος, σ. 899-902.

σπανιότερα. Γενικά, ο αριθμός των μετασεισμών μιας ακολουθίας είναι σημαντικά μεγαλύτερος από τον αριθμό των προσεισμών της.

Υπάρχουν και περιπτώσεις σεισμικών ακολουθιών κατά τη γένεση των οποίων δεν υπάρχει ένας διακεκριμένος σεισμός της ακολουθίας που να έχει αρκετά μεγαλύτερο μέγεθος από κάθε άλλο σεισμό της. Στις περιπτώσεις αυτές, οι σεισμοί της ακολουθίας ονομάζονται σμηγοσεισμοί.

Διακρίνονται έτσι, τρεις κατηγορίες σεισμικών ακολουθιών. Στην πρώτη κατηγορία ανήκουν οι σεισμικές ακολουθίες στις οποίες ο κύριος σεισμός συμβαίνει χωρίς να προηγηθούν προσεισμοί, ενώ αυτός ακολουθείται από μετασεισμούς των οποίων η συχνότητα ελαττώνεται με το χρόνο. Στη δεύτερη κατηγορία ανήκουν οι σεισμικές ακολουθίες στις οποίες προηγούνται του κυρίου σεισμού προσεισμοί και ακολουθούν μετασεισμοί. Την τρίτη κατηγορία σεισμικών ακολουθιών αποτελούν οι σμηγοσεισμοί.

Επειδή κατά τη γένεση ενός σεισμού πραγματοποιείται μεταβολή τόσο του όγκου όσο και του σχήματος των πετρωμάτων, παράγονται δύο είδη σεισμικών κυμάτων στην εστία κάθε σεισμού: τα επιμήκη σεισμικά κύματα. Επειδή τα πετρώματα της γης δεν είναι ομογενή τα επιμήκη και τα εγκάρσια κύματα δημιουργούν και άλλα κύματα, όπως είναι τα επιφανειακά κύματα, καθώς και ανακλάσεις, διαθλάσεις, κλπ των ίδιων κυμάτων¹⁴.

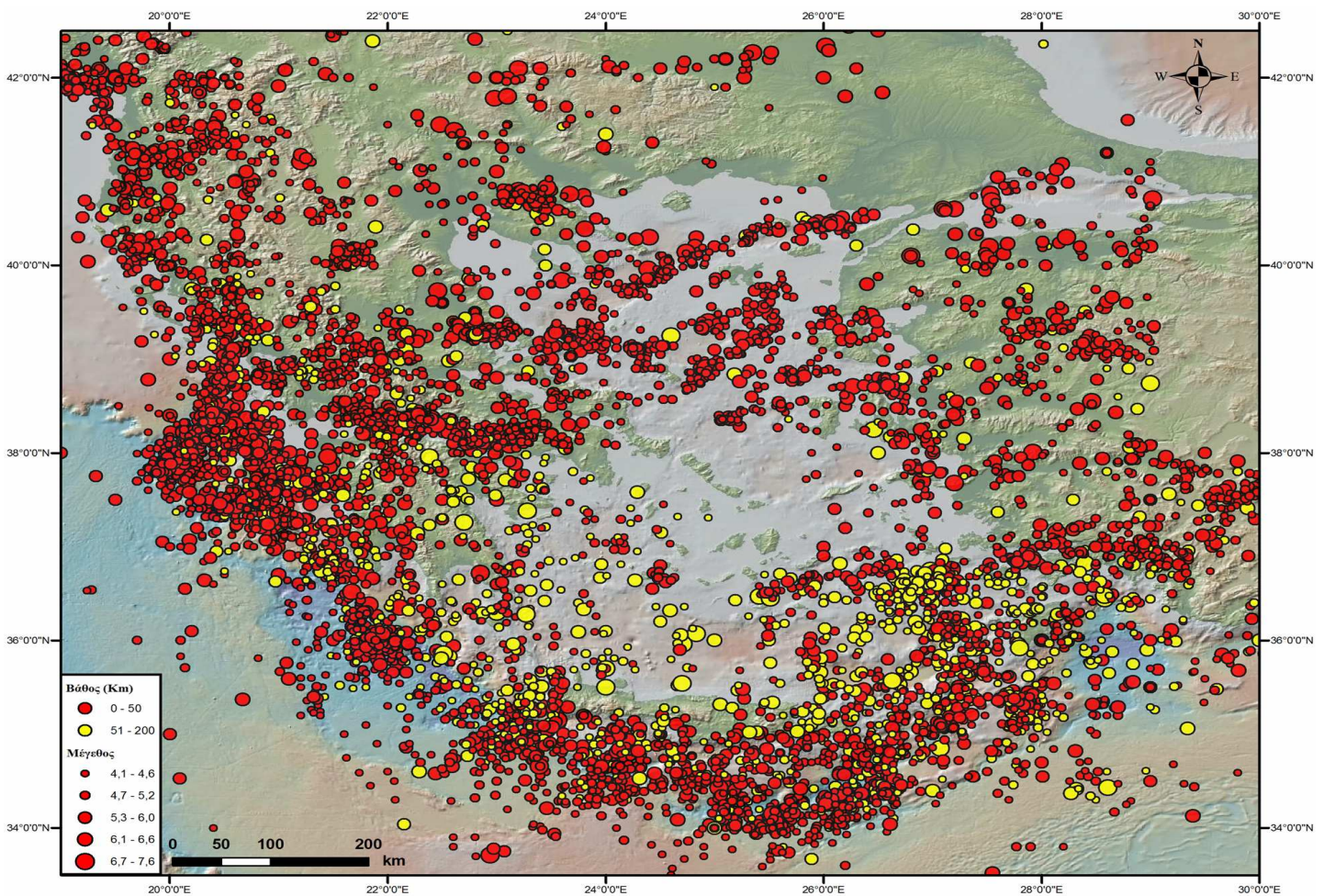
¹⁴ Παπαζάχος, Β., Παπαζάχου, Κ., 1989. Οι σεισμοί της Ελλάδας. Αθήνα: Ζήτη, σ. 18 -20.

Κεφάλαιο 2: Σεισμικότητα στην Ελλάδα και διεθνώς

2.1. Η σεισμικότητα στον Ελλαδικό χώρο

Το κύριο στοιχείο που δείχνει ότι ο ελληνικός χώρος χαρακτηρίζεται από έντονη τεκτονική δράση είναι η γεωγραφική κατανομή και το πλήθος των σεισμών που συμβαίνουν σ' αυτόν. Οι σεισμοί αυτοί είναι επιφανειακοί και ενδιάμεσου βάθους μέχρι τα 190 km. Στο γράφημα 1 παρουσιάζεται η γεωγραφική κατανομή των επιφανειακών σεισμών στον ελληνικό χώρο και τις γύρω περιοχές από το 1900 – 2009 ανά τάξη μεγέθους ενώ στο γράφημα 2 το ελληνικό σεισμικό τόξο¹⁵.

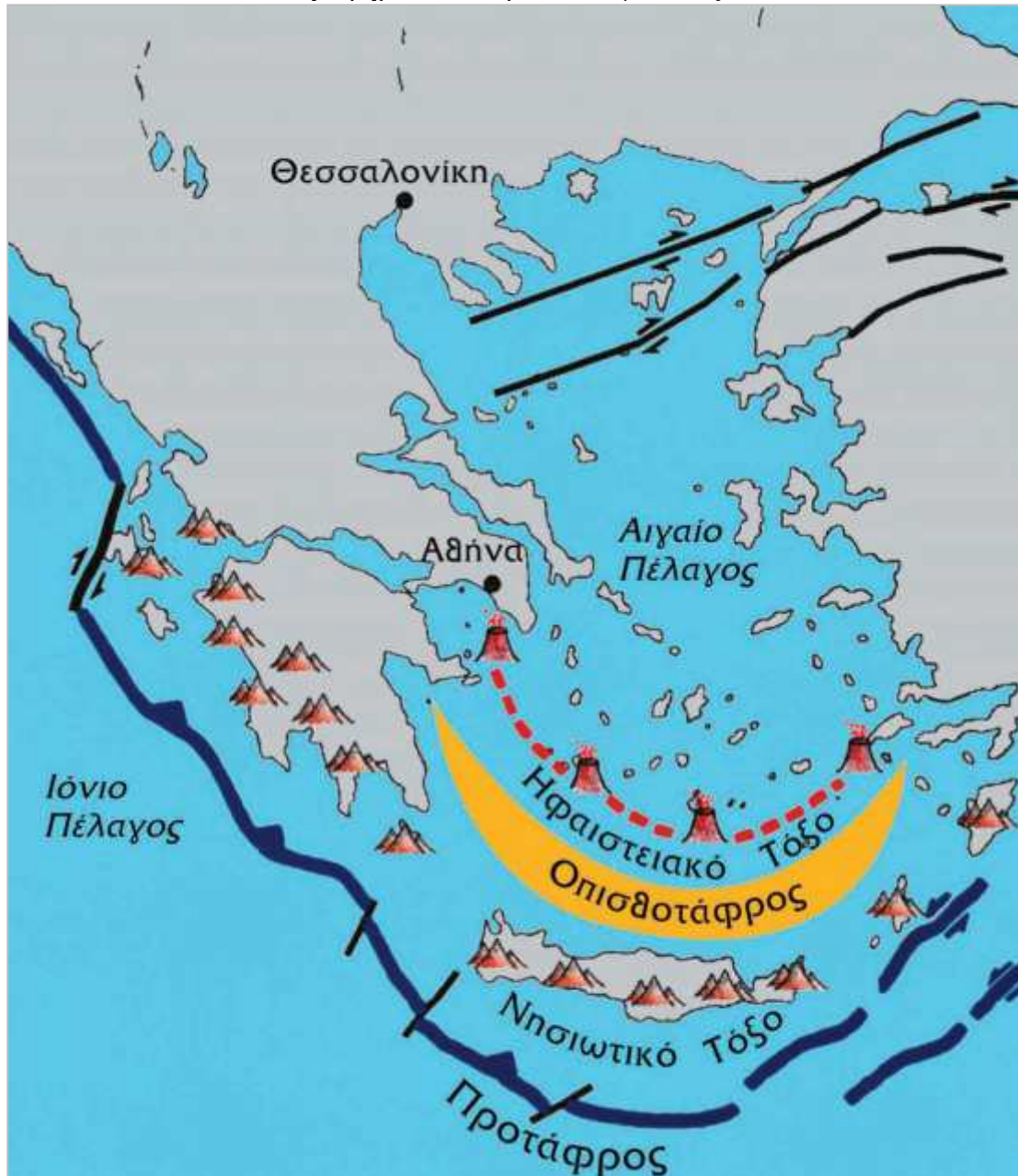
Γράφημα 1: Χωρική κατανομή σεισμών στην Ελλάδα (1900 – 2009)



¹⁵ Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Β' Τόμος, σ. 730-731.

Πηγή: Makropoulos et al, 2012

Γράφημα 2: Ελληνικό σεισμικό τόξο



Πηγή: Papanicolaou, 1998

Σύμφωνα με τα παραπάνω γραφήματα, παρατηρείται ότι τα περισσότερα επίκεντρα διατάσσονται κατά μήκος μιας τοξοειδούς ζώνης στο εξωτερικό ιζηματογενές τόξο (Δυτική Αλβανία - Ιόνιο πέλαγος - Κρήτη - Κάρπαθος - Ρόδος - ΝΔ Τουρκία). Οι σεισμοί αυτοί συσχετίζονται άμεσα με την καταβύθιση της Αφρικανικής πλάκας. Αξιόλογη σεισμική δραστηριότητα παρατηρείται και στο χώρο του Β. Αιγαίου και της Β.Δ. Ανατολίας. Στην πρώτη περιοχή οι σεισμοί σχετίζονται με την τάφρο του Β.

Αιγαίου ενώ στη δεύτερη περιοχή με το δεξιόστροφο ρήγμα της Β. Ανατολίας. Στην ηπειρωτική Ελλάδα τα σεισμικά επίκεντρα συγκεντρώνονται κατά μήκος των τεκτονικών βυθισμάτων. Στο κεντρικό Αιγαίο παρουσιάζεται μια ελάτωση της επιφανειακής σεισμικής δραστηριότητας. Η περιοχή αυτή είναι γνωστή σαν ασεισμικό πλατώ. Με βάση τη γεωγραφική κατανομή των σεισμών, τις τιμές του ρυθμού σεισμικότητας και τους μηχανισμούς γένεσης ο ελληνικός χώρος χωρίζεται σε 21 σεισμικές ζώνες¹⁶.

2.1.1. Ιστορικοί σεισμοί στην Ελλάδα

Η περίοδος των ιστορικών σεισμών λήγει στην αρχή του 20^{ου} αιώνα. Μέχρι τότε δεν υπάρχουν ενόργανες καταγραφές για τον ελληνικό χώρο και οι υπάρχοντες κατάλογοι σεισμών βασίζονται σε περιγραφές ζημιών και γενικότερα μακροσεισμικών αποτελεσμάτων των σεισμών από ιστορικούς συγγραφείς, περιηγητές, εφημερίδες κλπ.

Ο πρώτος σειсмоγράφος τύπου Agamemnone εγκαταστάθηκε στην Αθηνά το 1898. Όμως το πρώτο αξιόπιστο σεισμόμετρο τύπου Mainka εγκαταστάθηκε το 1911. Έτσι ξεκίνησε η δεύτερη χρονική περίοδος παρατήρησης της σεισμικότητας στον ελληνικό χώρο με ενόργανες πλέον καταγραφές. Ο πρώτος ηλεκτρομαγνητικός σειсмоγράφος τύπου Benioff άρχισε να λειτουργεί το 1962 οπότε και οι υπάρχοντες κατάλογοι σεισμικότητας γίνονται πιο πλήρεις ως αναφορά το μέγεθος των καταγραφομένων σεισμών. Οι συγκεκριμένοι σειсмоγράφοι βοήθησαν στη συγκέντρωση σημαντικών δεδομένων συμβάλλοντας κατ' αυτόν τον τρόπο στη κατανόηση και ερμηνεία της σεισμικότητας στον ελληνικό χώρο

Στον πίνακα 1 παρουσιάζεται η κατανομή όλων των ιστορικών σεισμών από διάφορους υπάρχοντες καταλόγους και δημοσιεύσεις όπως αυτά υπάρχουν στη βάση σεισμικών ιστορικών δεδομένων της EM – DAT (International Disaster Database)¹⁷.

¹⁶ Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2007. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., Β' Έκδοση, σ. 29.

¹⁷ Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Β' Τόμος, σ. 735.

Πίνακας 1: Σημαντικότεροι σεισμοί στην Ελλάδα διαχρονικά (1980 – 2008)

Ημερομηνία	Περιοχή	Θάνατοι	Κόστος εκτιμώμενων ζημιών (σε εκ. \$)	Αριθμός ανθρώπων που επηρεάστηκαν
12/7/1980	Βόλος	1	-	17
24/2/1981	Κόρινθος	22	900,00	80.400
10/3/1981	Σύνορα Ελλάδας - Αλβανίας	2	-	450
23/3/1983	Βόνιτσα	-	-	487
31/8/1985	Πρέβεζα	-	-	186
13/9/1986	Καλαμάτα	20	745,00	45.300
16/10/1988	Κυλλήνη	-	-	25
21/12/1990	Γουμένισα	1	-	60
16/6/1990	Καναλάκι	-	-	1
27/3/1993	Αμαλιάδα	1	-	1.516
14/7/1993	Πάτρα	-	-	605
13/5/1995	Κοζάνη	26	450,00	15.060
15/6/1995	Αίγιο	26	422,70	13.900
6/8/1996	Κόνιτσα	-	-	1.500
7/9/1999	Αθήνα	143	4.200,00	115.139
26/5/2000	Μύτικας	-	-	600
26/7/2001	Αιγαίο Πέλαγος	-	-	300
2/12/2002	Βαρθολομιό	-	-	167
14/8/2003	Λευκάδα	-	-	50
8/6/2008	Αχαΐα	2	-	3.708

Πηγή: EM – DAT, 2012

Σύμφωνα με τα στοιχεία του πίνακα 1, ο μεγαλύτερος σεισμός της τελευταίας τριακονταετίας από πλευράς θανάτων, κόστους εκτιμώμενων ζημιών και αριθμού ατόμων που επηρεάστηκαν ήταν αυτός που σημειώθηκε στις 7.9.1999 στην Αθήνα. Είναι σημαντικό να τονισθεί ότι οι παραπάνω ιστορικοί σεισμοί είναι απλά ενδεικτικοί για τη σεισμική δυναμικότητα του Ελληνικού χώρου και όχι ακριβή στοιχεία που θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν στις μελέτες σεισμικής

επικινδυνότητας. Η ακρίβεια του επικέντρου και του μεγέθους των ιστορικών σεισμών είναι μικρή, όμως πολλές εμπειρικές σχέσεις που χρησιμοποιούνται καθημερινά βασίζονται σε αυτά τα στοιχεία. Διακεκριμένοι ερευνητές συνεχίζουν την αναθεώρηση των υπαρχόντων στοιχείων καθιστώντας έτσι απαραίτητη τη συνεχή ενημέρωση κάθε βάσης δεδομένων με τέτοιου είδους ιστορικά δεδομένα.

Σημαντικά στοιχεία για τους σεισμούς στον ελληνικό χώρο προσφέρονται από την EM – DAT ανά χρονιά από το 1980 έως το 2009 τόσο ως προς τον αριθμό τους όσο και ως προς το μέγεθός τους. Τα συγκεκριμένα στοιχεία, παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 2 που παρατίθεται στη συνέχεια και ο οποίος παρουσιάζει τον αριθμό και το μέγεθος των σεισμών στην Ελλάδα από το 1980 έως το 2009¹⁸.

Βάσει των στοιχείων του συγκεκριμένου πίνακα, η χρονιά με τη μεγαλύτερη καταγεγραμμένη σεισμικότητα ήταν το 1981 όπου σημειώθηκαν 342 σεισμοί με τάξη μεγέθους 0 – 5 Rihter, 17 σεισμοί με μέγεθος 5,1 – 6 Rihter και πέντε σεισμοί με μέγεθος μεγαλύτερο των 6 Rihter. Αντίθετα, η χρονιά με τη χαμηλότερη σεισμική δραστηριότητα ήταν το 2004 με 67 σεισμούς με τάξη μεγέθους 0 – 5 Rihter, 9 σεισμοί με μέγεθος 5,1 – 6 Rihter και 1 σεισμός με μέγεθος μεγαλύτερο των 6 Rihter. Σε συνολικά επίπεδα, έχουν καταγραφεί 3.626 σεισμοί με μέγεθος 0 – 5 Rihter, 320 σεισμοί με μέγεθος 5,1 – 6 Rihter και 25 σεισμοί που ξεπέρασαν τα 6 Rihter φανερώνοντας την έντονη σεισμική δραστηριότητα που παρατηρείται στον ελληνικό χώρο αλλά και το χαρακτηρισμό της ως σεισμική περιοχή υψηλού ενδιαφέροντος. Η γραφική απεικόνιση των στοιχείων του πίνακα 2 παρουσιάζεται στο γράφημα 3 που παρουσιάζονται στη συνέχεια.

Από την απεικόνιση των δεδομένων καθίσταται σαφές ότι οι σεισμοί με τάξη μεγέθους από 0 – 5 Rihter από το 1980 έως το 1990 ξεπερνούσαν τους εκατό (100) ενώ υπέρβαση του συγκεκριμένου ορίου σημειώθηκε μετά το 2008 με εξαίρεση το 1995 που χαρακτηρίστηκε με έντονη σεισμική δραστηριότητα στους σεισμούς τέτοιου μεγέθους. Οι σεισμοί με μέγεθος 5,1 – 6 Rihter ξεπερνούσαν το συγκεκριμένο διάστημα τους έξι (6) κατ' ελάχιστον για κάθε έτος με το 1983 να σημειώνονται οι περισσότεροι (21 συνολικά) και το 1991 και 2007 οι λιγότεροι (6 σεισμοί για κάθε χρονιά). Τέλος, σεισμός μεγαλύτερος των 6 Rihter σημειώθηκε συγκεκριμένες

¹⁸ Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Β' Τόμος, σ. 735.

χρονιές (π.χ. 1980,1981,1995 κλπ) με το 1981 και το 2008 να ξεχωρίζουν με πέντε (5) συνολικά σεισμούς κατά περίπτωση¹⁹.

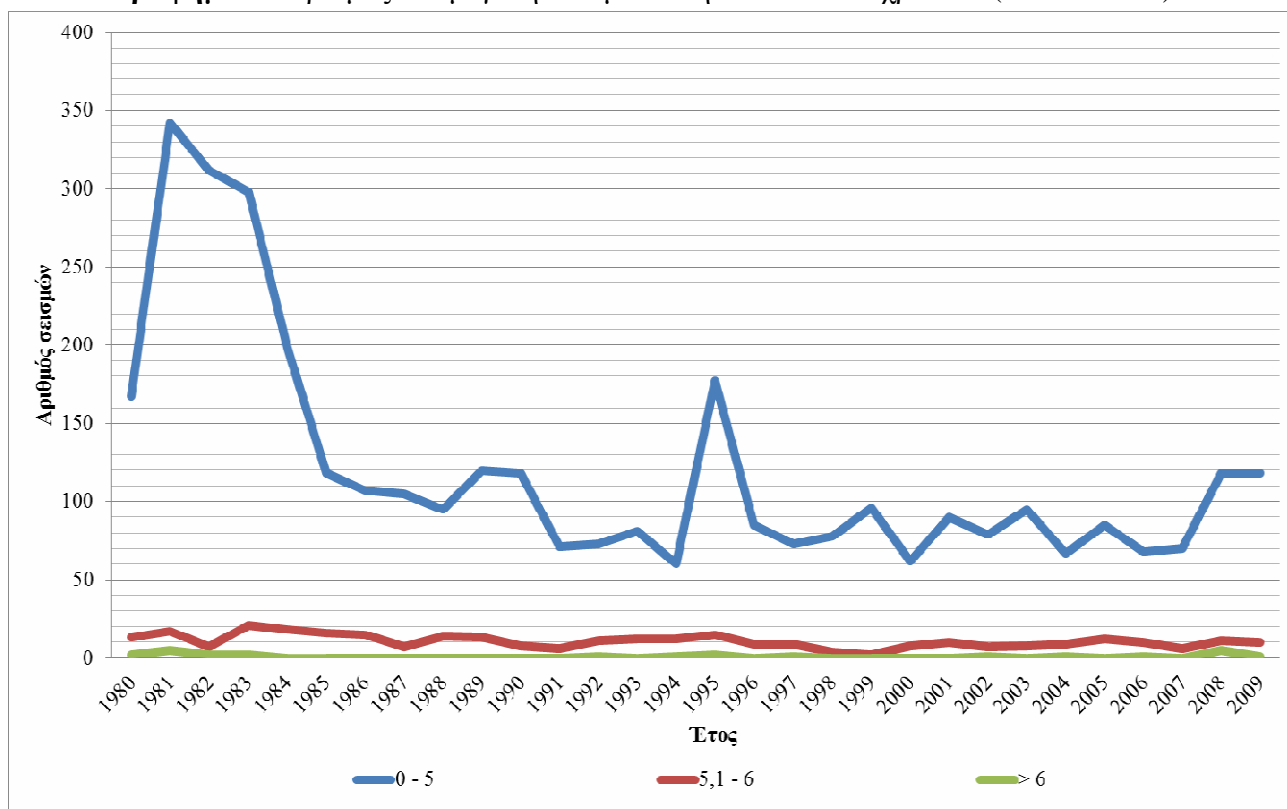
Πίνακας 2: Αριθμός και μεγέθη σεισμών στην Ελλάδα διαχρονικά (1980 – 2009)

Έτος	Κλίμακα σεισμών (σε Rihter)		
	0 - 5	5,1 - 6	> 6
1980	167	13	2
1981	342	17	5
1982	312	7	2
1983	298	21	2
1984	198	18	-
1985	118	16	-
1986	107	15	-
1987	105	7	-
1988	95	14	-
1989	120	13	-
1990	118	8	-
1991	71	6	-
1992	73	11	1
1993	81	12	-
1994	60	12	1
1995	177	15	2
1996	85	9	-
1997	73	9	1
1998	78	4	-
1999	96	2	-
2000	62	8	-
2001	90	10	-
2002	79	7	1
2003	95	8	-
2004	67	9	1
2005	85	12	-
2006	68	10	1
2007	70	6	-
2008	118	11	5
2009	118	10	1
Σύνολο	3.626	320	25

Πηγή: EM – DAT, 2012

¹⁹ EM-DAT, 2012. The international disaster database. Available at: <http://www.emdat.be/result-country-profile>, day access 14/12/2012, Irakleio.

Γράφημα 3: Αριθμός και μεγέθη σεισμών στην Ελλάδα διαχρονικά (1980 – 2009)



Πηγή: EM – DAT, 2012

2.2. Οι σεισμοί σε διεθνές επίπεδο

Σε διεθνές επίπεδο, πλήρη στατιστικά δεδομένα για τον αριθμό και το μέγεθος των σεισμών διατίθενται από την EM – DAT από το 1990 μέχρι σήμερα. Για το διάστημα 1980 – 1989, στοιχεία σεισμών υπάρχουν για τάξεις μεγέθους μεγαλύτερες των 5 Richter. Συγκεντρωτικά τα στοιχεία για τον αριθμό των σεισμών, τα μεγέθη τους αλλά και τους εκτιμώμενους θανάτους κατ' έτους παρουσιάζονται αναλυτικά στον πίνακα 3 που έπεται²⁰.

²⁰ EM-DAT, 2012. The international disaster database. Available at: <http://www.emdat.be/advanced-search-details>, day access 16/12/2012, Irakleio.

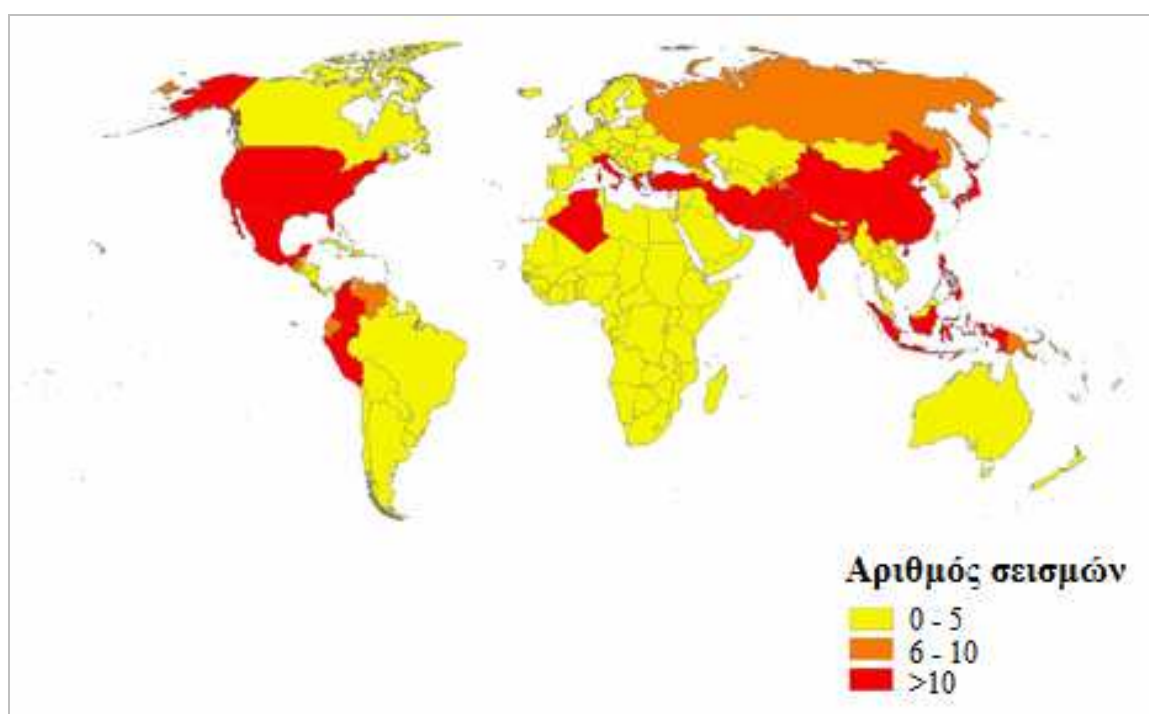
Πίνακας 3: Σεισμοί και εκτιμώμενοι θάνατοι σε παγκόσμιο επίπεδο (1980 – 2011)

Έτος	Αριθμός σεισμών ανά τάξη μεγέθους									Εκτιμώμενοι θάνατοι
	0.1 - 0.9	1.0 - 1.9	2.0 - 2.9	3.0 - 3.9	4.0 - 4.9	5.0 - 5.9	6.0 - 6.9	7.0 - 7.9	8.0 - 9.9	
1980	-	-	-	-	-	1.299	105	13	1	8.620
1981	-	-	-	-	-	1.168	90	13	0	5.223
1982	-	-	-	-	-	1.425	85	10	0	3.328
1983	-	-	-	-	-	1.673	126	14	0	2.372
1984	-	-	-	-	-	1.579	91	8	0	174
1985	-	-	-	-	-	1.674	110	13	1	9.846
1986	-	-	-	-	-	1.665	89	5	1	1.068
1987	-	-	-	-	-	1.437	112	11	0	1.080
1988	-	-	-	-	-	1.485	93	8	0	26.552
1989	-	-	-	-	-	1.444	79	6	1	617
1990	0	474	2.364	2.517	4.437	1.617	109	18	0	52.056
1991	1	801	2.925	2.990	4.335	1.457	96	16	0	3.210
1992	3	886	3.066	4.692	5.128	1.498	166	13	0	3.920
1993	9	1.170	5.393	4.326	4.999	1.426	137	12	0	10.096
1994	17	779	5.371	5.041	4.518	1.542	146	11	2	1.634
1995	19	645	3.842	5.151	8.003	1.318	183	18	2	7.980
1996	1	295	2.391	4.923	8.756	1.222	149	14	1	589
1997	4	388	2.400	4.513	7.903	1.113	120	16	0	3.069
1998	10	805	4.091	5.945	7.303	979	117	11	1	9.430
1999	5	715	4.201	5.605	6.972	1.104	116	18	0	22.662
2000	5	1.026	3.765	4.827	8.008	1.344	146	14	1	231
2001	1	944	4.164	6.266	7.991	1.224	121	15	1	21.357
2002	10	1.137	6.419	7.068	8.541	1.201	127	13	0	1.685
2003	134	2.506	7.727	7.624	8.462	1.203	140	14	1	33.819
2004	103	1.344	6.316	7.932	10.888	1.515	141	14	2	228.802
2005	0	26	4.636	9.191	13.917	1.693	140	10	1	88.003
2006	2	18	4.027	9.990	12.838	1.712	142	9	2	6.605
2007	2	42	3.597	9.889	12.078	2.074	178	14	4	712
2008	0	21	3.860	11.735	12.291	1.768	168	12	0	88.011
2009	1	26	3.014	2.905	6.805	1.896	144	16	1	1.790
2010	0	39	4.626	4.341	10.164	2.130	151	23	1	320.120
2011	1	47	3.643	2.791	13.315	2.276	185	19	1	21.953
2012	0	36	2.901	2.297	8.976	763	59	5	2	221

Πηγή: EM – DAT, 2012

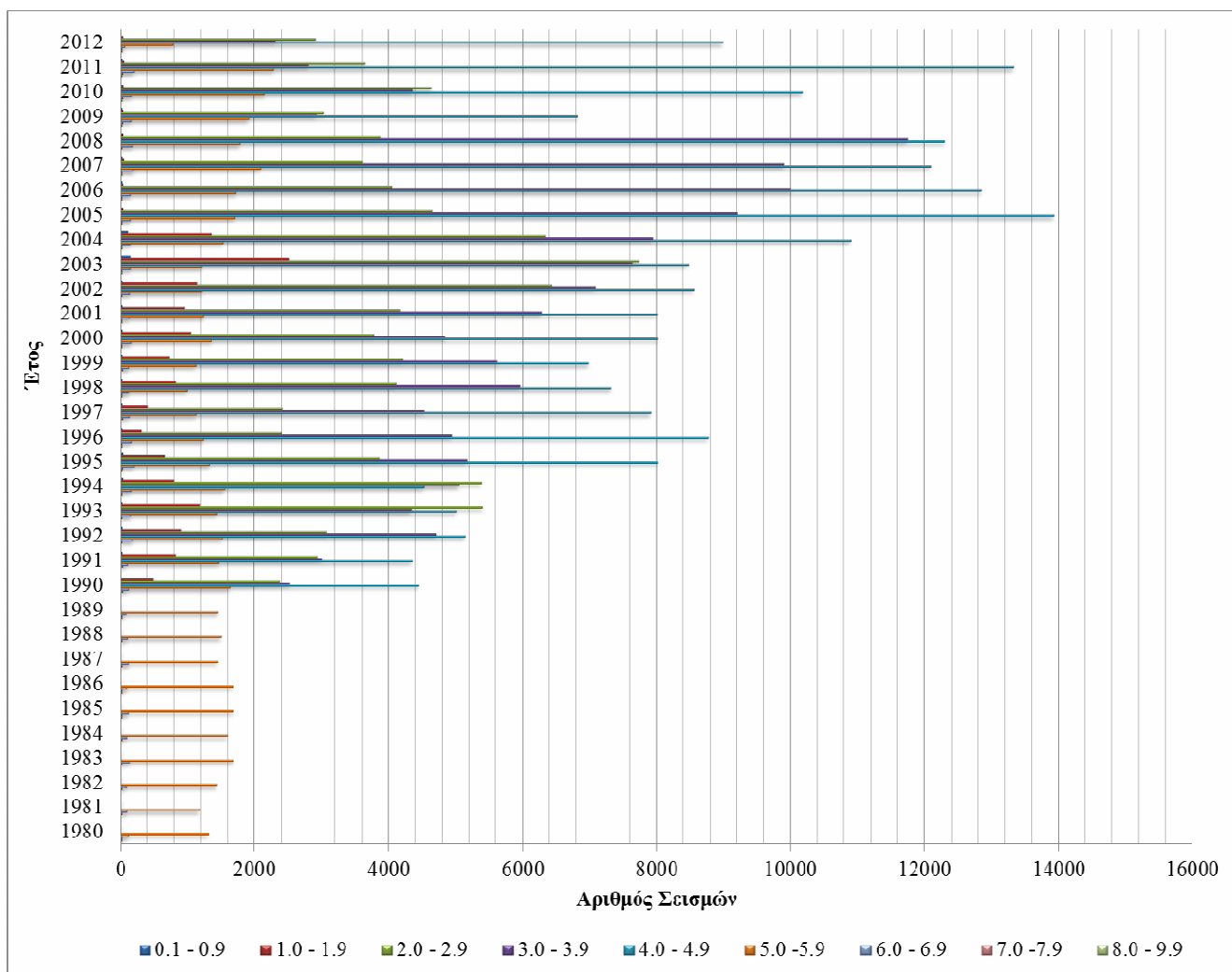
Βάσει των στοιχείων του παραπάνω πίνακα, η χρονιά με το μεγαλύτερο αριθμό σεισμών σε παγκόσμιο επίπεδο ήταν το 2008 (συνολικά 29.855 σεισμοί) ενώ οι λιγότεροι σεισμοί σημειώθηκαν το 1981 (με δεδομένη τη μη καταγραφή σεισμών μικρότερης των 5 βαθμών της κλίμακας Richter). Ειδικότερα, ως προς τις τάξεις μεγέθους το 2003 σημειώθηκαν οι περισσότεροι σεισμοί από 0,1 – 2,9 R. Ειδικότερα, από 0,1 - 0,9 R σημειώθηκαν 134 σεισμοί , από 1 – 1,9 R 2.506 σεισμοί και από 2,0 – 2,9 R 7.727 σεισμοί. Οι περισσότεροι σεισμοί 3,0 – 3,9 Richter σημειώθηκαν το 200/ (11.735 συνολικά) ενώ από 4,0 – 4,9 Richter με 13.315 σεισμούς ξεχώρισε το 2011. Για σεισμούς από 5,0 – 5,9 Richter η ίδια χρονιά (2011) βρέθηκε στην πρώτη θέση με 2.276 σεισμούς ενώ για σεισμού 6,0 – 6,9 Richter ξεχώρισε το 1995 με 183 σεισμούς. Στα μεγέθη 7,0 – 7,9 Richter η χρονιά που ξεχώρισε ήταν το 2010 με 23 σεισμούς παγκοσμίως ενώ για μεγέθη 8,0 – 9,9 το 2004 σημειώθηκαν οι περισσότεροι (4 συνολικά). Η γραφική απεικόνιση των συνολικών δεδομένων παρουσιάζονται στα γραφήματα 4 και 5.

Γράφημα 4: Παγκόσμιος χάρτης σεισμών διεθνώς (1974 – 2003)



Πηγή: EM – DAT, 2012

Γράφημα 5: Αριθμός σεισμών ανά τάξη μεγέθους διεθνώς (1980 – 2012)



Πηγή: EM – DAT, 2012

Σε επίπεδα εκτιμώμενων θανάτων από σεισμούς, η χρονιά που σημειώθηκε ο μεγαλύτερος αριθμός ήταν το 2010 με 320.120 θανάτους ενώ οι λιγότεροι σημειώθηκαν το 1984 με 174 θανάτους. Η πορεία των θανάτων λόγω σεισμού διατηρούσαν επίπεδα που κυμαίνονταν σε λιγότερους των 50.000 θανάτων ως το 2003 όπου και ακολούθησαν έτη με αρκετές χιλιάδες θυμάτων όπως το 2004 με 228.802 θανάτους, το 2005 με 88.003, το 2008 με 88.011 και το 2010 με 320.120 θανάτους. Η γραφική εξέλιξη των εκτιμώμενων θανάτων ανά έτος από σεισμούς παρουσιάζεται στη συνέχεια.

Γράφημα 6: Εκτιμώμενοι θάνατοι από σεισμούς διεθνώς (1980 – 2012)



Πηγή: EM – DAT, 2012

Κεφάλαιο 3: Παλαιές προτάσεις προστασίας σεισμών στην Ελλάδα και διεθνώς

3.1. Προληπτικά μέτρα προστασίας

3.1.1. Σημασία της πρόληψης και η πλευρά της πολιτείας κατά το παρελθόν

Είναι αυτονόητο ότι το ιδανικότερο προληπτικό μέτρο και η αποτελεσματικότερη άμυνα απέναντι στους σεισμούς ήταν η σωστή οικοδόμηση αντισεισμικών κτιρίων και η στατική ενίσχυση εκείνων που υπήρχε υποψία ότι δε θα αντέξουν σε ισχυρό σεισμό. Η αυθαιρεσία όμως των παραγόντων που δημιουργήσαν και αναπαράγουν το σαθρό και επικίνδυνο χωροταξικό και οικοδομικό μοντέλο της κοινωνίας είναι ένα τεράστιο εμπόδιο σ' αυτή την προοπτική. Γι' αυτό είναι χρήσιμη η περαιτέρω ενίσχυση και αξιοποίηση των μεθόδων σεισμικής πρόγνωσης, ώστε να προειδοποιείται ο πληθυσμός έγκαιρα για επικείμενο σεισμό, με βάση ένα ειδικό σχέδιο που θα ελαχιστοποιούσε την κοινωνική αναστάτωση και τις συνέπειες λόγω του πανικού.

Μέχρι όμως να ωριμάσουν και αποδώσουν οι παραπάνω κοινωνικές και επιστημονικές συνθήκες, είναι πολλά αυτά που πρέπει να γίνουν πριν από ένα σεισμό, ειδικότερα στις περιοχές αυξημένου σεισμικού κινδύνου. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις τα προσεισμικά μέτρα που συνήθως λαμβάνονταν ήταν ελλιπή, ενώ μετά το σεισμό παρουσιάζονταν φαινόμενα υπερπροσφοράς έργου και αυτοθυσίας, αλλά τότε ήταν συνήθως αργά. Αυτή άλλωστε είναι η αχίλλειος πτέρνα της αντισεισμικής προστασίας: η μείωση του χάσματος μεταξύ προσεισμικών και μετασεισμικών ενεργειών.

Τα προληπτικά μέτρα αφορούν όλες τις υπηρεσίες του δημόσιου τομέα και τις μεγάλες ιδιωτικές επιχειρήσεις, ειδικότερα αυτές που έχουν κοινωφελή χαρακτήρα. Έτσι είχε προβλεφθεί η ασφάλεια του προσωπικού που τις στελεχώνει και των πολιτών που κάνουν χρήση των υπηρεσιών τους. Γι' αυτό έπρεπε να διαθέτουν ειδικό γραφείο εκτάκτων αναγκών, που θα λειτουργούσε ουσιαστικά και αποτελεσματικά,

όχι μόνο σε επίπεδο απλής κατάστρωσης σχεδίων ετοιμότητας, αλλά και εφαρμογής τους.

Τα προληπτικά μέτρα αφορούσαν και αφορούν επίσης και την κάθε οικογένεια, που θα πρέπει με δική της πρωτοβουλία να καταρτίσει το κατάλληλο σχέδιο έκτακτης ανάγκης που την αφορά, με προβλέψεις για την ασφάλεια των μελών της και τον τρόπο συνάντησης τους, αν ο σεισμός συμβεί σε ώρα λειτουργίας των σχολείων των παιδιών και της υπηρεσίας που εργάζονται οι γονείς. Σε επίπεδο Πολιτείας και ιδιαίτερα Υπηρεσιών Έκτακτης Ανάγκης, καθώς και Νομαρχιακής και Δημοτικής Αυτοδιοίκησης, κατά το παρελθόν δεν είχαν σαφώς οριστεί τα εξής^{21,22}:

1. Εντοπισμός και διαμόρφωση κατάλληλων χώρων καταφυγής και καταυλισμού του πληθυσμού.
2. Πρόβλεψη της διοικητικής δομής των χώρων καταυλισμού, του τρόπου εκλογής των διοικητικών τους συμβουλίων, καθώς και των αρμοδιοτήτων και των καθηκόντων των καταυλιζόμενων.
3. Εγκατάσταση και συστηματική συντήρηση παροχών ύδρευσης, αποχέτευσης και ηλεκτροδότησης στους χώρους καταυλισμού.
4. Πρόβλεψη μηχανισμών άμεσης καταγραφής των ατόμων με ειδικές ανάγκες που θα διαμένουν στους καταυλισμούς, για να τους παρέχονται οι αναγκαίες διευκολύνσεις όταν οι χώροι, αυτοί θα μπου σε λειτουργία.
5. Απελευθέρωση των δρόμων που οδηγούν προς τους χώρους καταφυγής και καταυλισμού από εμπόδια και κινδύνους.
6. Σηματοδότηση των επικίνδυνων σημείων κατά μήκος των οδών διαφυγής.
7. Γνωστοποίηση στον πληθυσμό της θέσης των προεπιλεγμένων για κάθε συνοικία χώρων καταφυγής και καταυλισμού, με ειδική επιστολή των υπηρεσιών της τοπικής αυτοδιοίκησης προς κάθε οικογένεια.
8. Επέκταση της αντισεισμικής ενημέρωσης και διαπαιδαγώγησης των πολιτών σε θέματα αντισεισμικής προστασίας μέσω ειδικών ραδιοφωνικών και τηλεοπτικών προγραμμάτων.
9. Προμελέτη και προετοιμασία τρόπων υποδοχής και διανομής της βοήθειας που θα καταφθάσει μετά από σεισμό, από άλλες περιοχές της χώρας ή του εξωτερικού.

²¹ Ζαφειρόπουλος, Γ., 1998. Σεισμός και επιβίωση. Αθήνα: Δαρδάνος, σ. 49-56.

²² Alexander, D., 2000. Confronting catastrophe. England: Terra Publications, p. 46.

10. Διαμόρφωση λίστας με ειδικά αντικείμενα και συσκευές, τα οποία είναι χρήσιμα στο έργο της μετασεισμικής επέμβασης, είτε αυτά βρίσκονται στην Ελλάδα είτε στο εξωτερικό.

11. Αυστηρός και διαρκής έλεγχος της στατικής ασφάλειας δημόσιων και ιδιωτικών κτηρίων.

Είναι πολλά αυτά που έπρεπε να γίνουν πριν από ένα σεισμό, ειδικότερα στις περιοχές αυξημένου σεισμικού κινδύνου. Στις περισσότερες όμως περιπτώσεις, τα μέτρα που λαμβάνονταν δεν ήταν ολοκληρωμένα ή εξαντλούνται σε κινήσεις γενικόλογης ενημέρωσης του πληθυσμού.

3.2. Συμπεριφορά μέσα και έξω από τα κτίρια κατά τη διάρκεια του σεισμού

Κατά το παρελθόν, η συμπεριφορά γι' αυτούς που βρίσκονταν μέσα σε κτίρια, μερικοί στοιχειώδεις κανόνες συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια του σεισμού καθόριζαν τα παρακάτω^{23,24}:

1. Δεν στέκονταν ούτε καλύπτονταν κάτω από δοκάρια.
2. Αναζητούσαν προσωρινή προστασία κάτω από χαμηλά και γερά έπιπλα.
3. Αν δεν ήταν δυνατή η κάλυψη κάτω από έπιπλα έπεφταν μπρούμυτα στο πάτωμα, καλύπτοντας το κεφάλι τους με τα χέρια ή οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο.
4. Προτιμούσαν να καταφεύγουν σε εσωτερικά μέρη των κτιρίων και ειδικότερα δίπλα σε κεντρικές κολώνες ή στο φρεάτιο του ανελκυστήρα.
5. Στις σκάλες πολυώροφων κτιρίων στέκονται όρθιοι, με ακουμπισμένη την πλάτη τους στον τοίχο.

Γι' αυτούς που βρίσκονταν έξω από τα κτίρια, μερικοί στοιχειώδεις κανόνες συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια του σεισμού όριζαν:

1. Όσοι βρίσκονταν κοντά στις εξωτερικές όψεις των κτιρίων απομακρύνονταν αμέσως απ' αυτές, για να αποφύγουν τα καταρρέοντα υλικά.

²³ Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Β' Τόμος, σ. 1161-1163.

²⁴ Alexander, D., 2008. A brief survey in mass-movement studies, with reflections on theory and methods. *Geomorphology*, 94, p. 261.

2. Όσοι βιάζονταν σε πεζοδρόμια δίπλα σε κτίρια μετακινούνταν στη μέση του οδοστρώματος.
3. Απέφευγαν να στέκονται κάτω από ηλεκτροφόρα σύρματα ή δίπλα σε υψηλές περιφράξεις και κατασκευές.
4. Κάλυπταν το κεφάλι τους με κάθε πρόσφορο μέσο.
5. Αν βρίσκονταν δίπλα στη θάλασσα κατευθύνονταν προς εσωτερικά και υψηλότερα μέρη, για να αποφύγουν τα παλιρροϊκά κύματα.
6. Επειδή μετά από ένα σεισμό επικρατεί κυκλοφοριακό χάος και παρουσιάζονται βλάβες στο συγκοινωνιακό δίκτυο, έπρεπε οι υπηρεσίες παροχής βοήθειας να έχουν επεξεργαστεί εναλλακτικές λύσεις μετακινήσεων.
7. Οι δημόσιες υπηρεσίες και ειδικότερα τα νοσοκομεία έπρεπε να έχουν επεξεργαστεί λύσεις που προβλέπουν τη μεταφορά των υπηρεσιών τους σε ασφαλέστερα σημεία ή ακόμα και στο ύπαιθρο.
8. Οι αρμόδιες υπηρεσίες έπρεπε να έχουν συγκροτημένα κλιμάκια μηχανικών, οι οποίοι μετά το σεισμό ήλεγχαν την καταλληλότητα των κατασκευών.

3.3. Εκκένωση χώρων και καταφυγή πληθυσμού

3.3.1. Χρήση χώρων καταφυγής και καταυλισμού

Στις περισσότερες περιπτώσεις, ο κύριος όγκος του έργου αντισεισμικής προστασίας εξαντλούνταν με το μοίρασμα στον πληθυσμό ενημερωτικών φυλλαδίων, που υποδείκνυαν πως πρέπει να συμπεριφερθεί μετά από ένα σεισμό και τι μέτρα πρέπει να έχει λάβει πριν απ' αυτόν. Ταυτόχρονα και σποραδικά, γίνονταν ομιλίες σε σχολεία, ιδρύματα, οργανισμούς κ.λ.π. με παρόμοια θεματολογία. .

Μετά όμως από ένα καταστροφικό σεισμό, επικρατεί μεγάλος πανικός, ειδικότερα στη φάση εκκένωσης των ανασφαλών χώρων. Τις πιο πολλές φορές δεν είναι τόσο μεγάλος ο αριθμός των καταπλακωμένων θυμάτων από τα πεσμένα κτίρια, όσο από τις λανθασμένες ενέργειες του καθενός στην προσπάθεια του να σωθεί.

Στη φάση αυτή συμμετέχει ενεργά ο πολίτης και η απλή ενημέρωση δε φθάνει για να του δημιουργήσει τη λανθάνουσα ικανότητα για να δράσει σωστά. Η

προβλεψιμότητα της συμπεριφοράς ενός ατόμου εξασφαλίζεται γενικά μόνο με πρακτική εκπαίδευση και προετοιμασία²⁵.

Η σημασία της ασφαλούς εκκένωσης των χώρων είναι τεράστια όταν αφορά σχολεία, γηροκομεία, ιδρύματα κάθε είδους κ.λ.π. Για να είναι επιτυχής μια εκκένωση χώρων, πρέπει να είναι γνωστός εκ των προτέρων ο χώρος καταφυγής του πληθυσμού. Απλή εκκένωση μαζικών χώρων χωρίς σημείο καταφυγής καταλήγει σε ακατάστατες και αντίθετες κινήσεις των μαζών, που οδηγούν σε ατυχήματα και καταστροφή, μεγαλύτερη από τον ίδιο το σεισμό.

Η διαδρομή του πλήθους προς τους χώρους καταφυγής πρέπει να είναι απαλλαγμένη από εμπόδια και κινδύνους. Πρέπει επίσης να μπορεί κάποιος να την ακολουθήσει στο σκοτάδι αν χρειαστεί. Εκεί που θα φθάσει πρέπει να μην κινδυνεύει από την πτώση παρακείμενων κτιρίων ή ηλεκτροφόρων καλωδίων, να έχει πόσιμο νερό και αποχέτευση, φωτισμό και ενημέρωση, στοιχειώδη ιατροφαρμακευτική περίθαλψη κ.λ.π. Επίσης πρέπει να γνωρίζουν οι συγγενείς του το χώρο που έχει καταφύγει, ώστε να γίνει δυνατή η συγκέντρωση των μελών της οικογένειας.

Εκτός από τη μετακίνηση του πληθυσμού, υπάρχει και ανάγκη μεταφοράς των λειτουργιών των νοσηλευτικών ιδρυμάτων κ.λ.π. Σ' αυτή την περίπτωση το εγχείρημα είναι πολύπλοκο και απαιτεί σύνταξη ειδικού σχεδίου και ειδικών κατά περίπτωση ασκήσεων ετοιμότητας. Κάθε αμέλεια ή λάθος έχει μεγάλο ανθρώπινο κόστος²⁶.

Είναι φανερό από τα παραπάνω ότι, η αντισεισμική συμπεριφορά του πληθυσμού δεν υποδεικνύεται ούτε διδάσκεται, χωρίς πριν να έχει οργανωθεί το πλαίσιο και οι χώροι, μέσα στους οποίους θα εκδηλωθεί αυτή η συμπεριφορά. Η ενημέρωση και η εκπαίδευση πρέπει να είναι ξεχωριστή κατά γειτονιά, συνοικία, σχολείο, ίδρυμα, νοσοκομείο κ.λ.π. Οι γενικόλογες παροτρύνσεις και οδηγίες με σκίτσα, έγχρωμα φυλλάδια κ.λ.π., εκεί που δεν εκτελείται τελείως συγκεκριμένο έργο αντισεισμικής υποδοχής, πρόδιδαν ένα κράτος που εξαντλεί το ενδιαφέρον του για τους πολίτες στον εντυπωσιασμό και όχι στην εργασία σε βάθος.

Οι χώροι καταφυγής, όπως ορίζονταν από παλαιότερα νομοθετήματα, ήταν ανοιχτοί χώροι στους οποίους οι άνθρωποι κατευθύνονταν για να προφυλαχθούν αμέσως μετά το σεισμό. Οι χώροι καταφυγής ήταν λιγοστοί στα πολυσύχναστα αστικά κέντρα και σ' αυτούς έρρεαν για λίγα λεπτά ή και ώρες ακόμα μεγάλα πλήθη περιοίκων, μέχρι να

²⁵ Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Β' Τόμος, σ. 1155.

²⁶ Smith, K., 1992. Environmental hazards. Assessing risk and reducing disaster. London: Routledge, p. 331.

ενημερωθούν για τις συνέπειες του σεισμού και την πιθανότητα επανάληψης του. Αν δεν υπήρχαν καταστροφές ή πληροφορίες ότι θα ξαναγίνει σεισμός, μετά τις σχετικές οδηγίες των αρχών οι άνθρωποι επέστρεφαν στα σπίτια τους, νωρίτερα οι ψυχραιμότεροι και αργότερα οι υπόλοιποι.

Αν οι συνέπειες του σεισμού στα κτίρια ήταν σημαντικές, οι ευρισκόμενοι αρχικά στους χώρους καταφυγής οδηγούνταν σε άλλες πιο ευρύχωρες τοποθεσίες, έμεναν για μεγαλύτερα χρονικά διαστήματα σε αντίσκηνα ή προκατασκευασμένα σπίτια. Αυτοί ήταν οι χώροι καταυλισμού, στους οποίους η διάρκεια παραμονής ήταν από λίγες ημέρες μέχρι μερικούς μήνες. Οι προδιαγραφές των χώρων καταυλισμού ήταν ίδιες με εκείνες των χώρων καταφυγής, με τις παρακάτω όμως πρόσθετες προβλέψεις²⁷:

1. Να μη βρίσκονται σε τοποθεσίες που μπορεί να εμποδίσουν άλλες σοβαρές κοινωνικές λειτουργίες, όπως οδικές αρτηρίες, χώροι γύρω από νοσοκομεία, προαύλια σχολείων που θα απαιτηθεί η σύντομη επαναλειτουργία τους κ.λπ.
2. Να έχουν μόνιμες υποδοχές ύδρευσης, αποχέτευσης και ηλεκτροδότησης.
3. Στους υπολογισμούς διαμόρφωσης και σχεδιασμού των χώρων αυτών πρέπει να αντιστοιχεί επιφάνεια εδάφους τουλάχιστον 2 τετραγωνικών μέτρων ανά καταυλιζόμενο άτομο.

Μετά από ισχυρούς σεισμούς ήταν πολύ συνηθισμένο το φαινόμενο της δημιουργίας πολλών και μικρών αυτοσχέδιων καταυλισμών, που έστηναν κάποιοι πολίτες αυθαίρετα και συνήθως κοντά στα κατεστραμμένα ή όχι σπίτια τους. Μ' αυτό τον τρόπο ένιωθαν πιο ασφαλείς όταν διαβιούσαν δίπλα σε οικείους χώρους και κοντά στα προσωπικά τους αντικείμενα, τα οποία μπορούσαν να αναζητούν με σύντομες διεισδύσεις στο εκκενωμένο σπίτι τους. Ταυτόχρονα, μπορούσαν να περιφρουρούν την περιουσία τους από πιθανές λεηλασίες, που σε μικρό ή μεγάλο βαθμό συμβαίνουν μετά από σεισμούς σε άδεια σπίτια.

²⁷ Alexander, D., 1993. Natural disasters. London: UCL Press, p. 632.

3.4. Πραγματοποίηση ασκήσεων ετοιμότητας

3.4.1. Αναγκαιότητα, κατηγορίες και οργάνωση

Στις περισσότερες περιπτώσεις ο κύριος όγκος του έργου της προσεισμικής πρόληψης εξαντλούνταν στο μοίρασμα ενημερωτικών φυλλαδίων, που υποδείκνυαν στον πληθυσμό πως πρέπει να συμπεριφερθεί μετά από ένα σεισμό και τι μέτρα έπρεπε να έχει λάβει πριν απ' αυτόν. Επίσης γίνονταν σποραδικές ομιλίες με παρόμοια θεματολογία σε σχολεία, ιδρύματα και υπηρεσίες.

Ενώ όμως η ενημέρωση αφύπνιζε και εντυπωσίαζε τους πολίτες, τους έκανε ταυτόχρονα να απωθούν την ιδέα ότι μπορεί να βρεθούν και οι ίδιοι σε τόσο δραματική θέση μετά από ένα σεισμό. Επίσης, δεν μπορούσε η ενημέρωση από μόνη της να δημιουργήσει στους ανθρώπους τη λανθάνουσα ικανότητα να συμπεριφερθούν σωστά μετά από σεισμό, γιατί εξαιτίας του πανικού που επικρατεί σε τέτοιες περιπτώσεις, ειδικότερα στη φάση εκκένωσης των κτιρίων, είναι πολλοί εκείνοι που προσπαθούσαν να σωθούν κάνοντας λανθασμένες ενέργειες και κινήσεις.

Με βάση τα παραπάνω δε μειώνεται σήμερα η σημασία της ενημέρωσης του πληθυσμού, αλλά μπαίνει στις πραγματικές της διαστάσεις, που είναι η σε θεωρητικό επίπεδο προκαταβολική γνώση εκείνων που πρόκειται να συμβούν και εκείνων που πρέπει να γίνουν πριν και μετά από ένα σεισμό, καθώς και η ενίσχυση της ικανότητας των πολιτών να διακρίνουν τις ανυπόστατες φήμες που διαδίδονται κατά κόρο σε τέτοιες περιπτώσεις. Αν όμως η ενημέρωση δε συνοδεύεται από ασκήσεις ετοιμότητας έχει πολύ μικρό πρακτικό αποτέλεσμα για την προστασία του πληθυσμού. Αντιθέτως, οι φορείς εκτάκτων αναγκών που έδιναν μεγαλύτερη έμφαση στο σχετικά εύκολο έργο της ενημέρωσης, αλλά δεν οργάνωναν όπως θα όφειλαν τακτές ασκήσεις ετοιμότητας, δημιουργούσαν πλασματικά άλλοθι και απολάμβαναν δυσανάλογα μεγάλη προβολή σε σχέση με την πραγματική τους συνεισφορά. Οι ασκήσεις ετοιμότητας χωρίζονταν σε τέσσερις βασικές κατηγορίες που αφορούσαν²⁸:

1. Την αυτοπροστασία των ανθρώπων που βρίσκονταν μέσα στα κτίρια την ώρα του σεισμού.
2. Την εκκένωση των κτιρίων που επακολουθούσε αμέσως μετά τη λήξη του σεισμού.

²⁸ Ζαφειρόπουλος, Γ., 1998. Σεισμός και επιβίωση. Αθήνα: Δαρδάνος, σ. 43.

3. Τη μετακίνηση του ανθρώπινου ρεύματος προς τους χώρους καταφυγής, αν το εκκενούμενο κτίριο δε διέθετε επαρκές προαύλιο.
4. Τη μεταφορά στο ύπαιθρο ή σε άλλους ασφαλέστερους χώρους των δραστηριοτήτων και του εξοπλισμού των φορέων ζωτικής σημασίας για το κοινωνικό σύνολο, όπως τα νοσοκομεία και σχολεία, καθώς και των ιδρυμάτων που στέγαζαν ανήμπορα για διάφορους λόγους άτομα.

Εκτός όμως των παραπάνω γενικών κατηγοριών ασκήσεων ετοιμότητας υπήρχαν και πολλά άλλα είδη εξειδικευμένων ασκήσεων που αφορούσαν τους κάθε λογής φορείς ή επιχειρήσεις που στέγαζαν επικίνδυνες λειτουργίες, όπως οι χημικές βιομηχανίες, διυλιστήρια, πυρηνικά εργαστήρια κ.λπ..

3.5. Πραγματοποίηση ασκήσεων αυτοπροστασίας

Συχνά παρατηρούνταν το φαινόμενο να γίνονται ασκήσεις ετοιμότητας μέσα σε ένα κλίμα απειθαρχίας, αστεϊσμών και γλαφυρής διάθεσης των συμμετεχόντων. Αυτό συνέβαινε γιατί εκείνοι που λάμβαναν μέρος σ' αυτές ένιωθαν ταραχή και προσπαθούσαν με τη χαλαρή συμπεριφορά τους να διασκεδάσουν την ανησυχία τους. Κατά βάθος όμως αμύνονταν ψυχολογικά, προσπαθώντας να διακωμωδήσουν την καθόλου κωμική ιδέα ότι κάποια στιγμή μπορεί να κάνουν τις ίδιες ακριβώς κινήσεις ανάμεσα σε πραγματικά ερείπια και με κίνδυνο της ζωής τους. Είναι αυτονόητο ότι οι παραπάνω παρωδίες ασκήσεων ετοιμότητας δεν πρόσφεραν τίποτα στην υπόθεση της προστασίας των ανθρώπων, αλλά αντιθέτως απομυθοποιούσαν την ανάγκη της ετοιμότητας απέναντι σε έναν υπαρκτό κίνδυνο. Οι ασκήσεις ετοιμότητας ενώ έπρεπε να γίνονται σε τακτά χρονικά διαστήματα, σε ετήσια τουλάχιστον βάση, δεν πραγματοποιούνταν για τους παρακάτω λόγους²⁹:

1. Σε περιόδους σεισμικής ησυχίας επερχόταν σχεδόν πάντοτε μια χαλάρωση της ετοιμότητας και των μέτρων προστασίας, σε επίπεδο Πολιτείας, οικογένειας και ατόμου. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τον αιφνιδιασμό όλων σε περίπτωση σεισμού, με δυσμενείς συνέπειες σε όλα τα επίπεδα.

²⁹ Ζαφειρόπουλος, Γ., 1998. Σεισμός και επιβίωση. Αθήνα: Δαρδάνος, σ. 46.

2. Επειδή συχνά άλλαζαν μερικά από τα πρόσωπα που στελέχωναν διάφορες υπηρεσίες και επιχειρήσεις,, έπρεπε έγκαιρα να συμμετέχουν στις ασκήσεις ετοιμότητας και τα νέα πρόσωπα που έχουν ενταχθεί στο προσωπικό τους.

Όταν οι ασκήσεις γίνονταν για πρώτη φορά, οι συμμετέχοντες είχαν προειδοποιηθεί για τον ακριβή χρόνο πραγματοποίησης τους, ώστε να έχουν προετοιμασθεί ψυχολογικά. Όταν μετά από μερικές επαναλήψεις των ασκήσεων είχε επέλθει εξοικείωση του κόσμου με αυτές, γίνονταν και ασκήσεις όχι σε αυστηρά προκαθορισμένο χρόνο, αλλά με τη γενική και ευρεία προειδοποίηση ότι θα πραγματοποιηθούν την επόμενη εβδομάδα ή μήνα³⁰.

3.5.1. Ασκήσεις αυτοπροστασίας στα κτίρια

Οι ασκήσεις αυτοπροστασίας αφορούσαν ενέργειες που έπρεπε να κάνουν τα άτομα που βρίσκονταν μέσα σε κάποιο κτίριο τη στιγμή που γινόταν σεισμός. Οι βασικές αρχές που έπρεπε να διέπουν την εκτέλεση αυτών των ασκήσεων και η αντίστοιχη κλιμάκωση τους ήταν οι παρακάτω:

1. Η έναρξη της άσκησης γινόταν αμέσως μετά το άκουσμα ενός χαρακτηριστικού ήχου, όπως το συνθηματικό και προσυμφωνημένο χτύπημα ενός τύπου συναγερμού ή κουδουνιού.
2. Με το αρχικό σύνθημα κατέφευγαν αμέσως όλοι κάτω από γερά και χαμηλά έπιπλα, των οποίων κρατούσαν γερά το ένα πόδι.
3. Εκεί έμεναν σιωπηλοί, αποφεύγοντας τις υπερβολικές αντιδράσεις που πρόδιδαν αμηχανία και έλλειψη ψυχραιμίας, μέχρι να τους δινόταν το σύνθημα της λήξης του υποτιθέμενου σεισμού.
4. Όσοι δε βρίσκονταν κοντά σε έπιπλα σαν τα παραπάνω, έπεφταν μπρούμυτα στο έδαφος, καλύπτοντας το κεφάλι τους με το πιο πρόσφορο μέσο ή τα χέρια τους..
5. Όσοι βρίσκονταν κοντά στις εσωτερικές όψεις των κτιρίων κατέφευγαν στους ενδότερους χώρους και στέκονταν όρθιοι δίπλα σε εσωτερικές κολώνες ή στα τοιχώματα των φρεατίων των ανελκυστήρων.

³⁰ Sheehan, L, Hewitt, K., 1969. A pilot survey of global natural disasters of the past twenty years. Boulder: University of Colorado, Institute of Behavioural Science, 11, p. 21.

6. Όσοι βρίσκονταν σε σκάλες στέκονταν όρθιοι, με την πλάτη ακουμπισμένη στον τοίχο.
7. Η λήξη της άσκησης γινόταν με το άκουσμα ενός συνθηματικού ήχου.

3.5.2. Ασκήσεις εκκένωσης κτιρίων

Οι ασκήσεις εκκένωσης των κτιρίων αφορούσαν την ασφαλή και οργανωμένη εγκατάλειψη τους από τους ανθρώπους που βρίσκονταν μέσα σ' αυτά την ώρα του σεισμού, πραγματοποιούνταν δε και κλιμακώνονταν με τον παρακάτω τρόπο³¹:

1. Η άσκηση αυτή άρχιζε συνήθως αμέσως μετά την ολοκλήρωση της προηγούμενης άσκησης αυτοπροστασίας μέσα στα κτίρια.
2. Οι επιστάτες, φύλακες ή όποιοι άλλοι έχουν οριστεί για αυτό το σκοπό άνοιγαν διάπλατα τις πόρτες εξόδου του κτιρίου και έκλειναν τους γενικούς διακόπτες ρεύματος και νερού.
3. Οι πολίτες που είχαν καταφύγει προσωρινά κάτω από έπιπλα ή άλλες κατασκευές, έβγαιναν απ' αυτά και κατευθύνονταν σιωπηλοί προς την έξοδο του κτιρίου, σκεπάζοντας το κεφάλι τους με κάποια τσάντα ή άλλο αντικείμενο.
4. Οι υπεύθυνοι ασφαλείας του κτιρίου στέκονταν στα στενά και επικίνδυνα περάσματα, κατευθύνοντας με ασφάλεια το πλήθος προς τις εξόδους.
5. Δε γινόταν χρήση ανελκυστήρων.
6. Αποφεύγονταν ο συνωστισμός στις πόρτες και τα άλλα στενά περάσματα του κτιρίου.
7. Αποφεύγονταν οι υπερβολικές αντιδράσεις των συμμετεχόντων.

3.5.3. Ασκήσεις μετακίνησης προς τους χώρους καταφυγής

Σε περίπτωση που ένα κτίριο διαθέτε κατάλληλο προαύλιο ή ανοικτό και ευρύχωρο χώρο στάθμευσης, πραγματοποιούνταν μόνο ασκήσεις εκκένωσης του. Αν όμως βρισκόταν σε πολυσύχναστο μέρος και δε διαθέτε δικούς του ελεύθερους χώρους,

³¹ Ζαφειρόπουλος, Γ., 1998. Σεισμός και επιβίωση. Αθήνα: Δαρδάνος, σ. 46.

έπρεπε να γίνουν και ασκήσεις καταφυγής σε άλλους πιο μακρινούς, αλλά ασφαλείς χώρους. Οι ασκήσεις καταφυγής των ανθρώπων σε χώρους μακριά από το εκκενούμενο κτίριο γίνονταν με βάση την παρακάτω σταδιακή κλιμάκωση³²:

1. Πεζοπορία του πλήθους σε συνθήκες περιπατητικές, κατά μήκος της διαδρομής που οδηγούσε στον προεπιλεγμένο χώρο καταφυγής, ώστε να υποδειχθούν επιτόπου τα επικίνδυνα σημεία και να αποκτηθεί η απαραίτητη εμπειρία.
2. Επανάληψη της πεζοπορίας με γρηγορότερο ρυθμό, όπως περίπου συνέβαινε μετά από σεισμό.
3. Πραγματοποίηση ολοκληρωμένης άσκησης μετακίνησης, με λήψη μέτρων διακοπής της κυκλοφορίας των οχημάτων στα σημεία που εμποδιζόταν η ασφαλής διέλευση των ασκουμένων. Οι υπεύθυνοι του κτιρίου έκαναν χρήση ειδικών προκατασκευασμένων πινακίδων, οι οποίες ενημέρωναν τους οδηγούς για της αλλαγές της κυκλοφορίας.
4. Έξω από κτίρια μεγάλης σημασίας η άσκηση γινόταν με τη βοήθεια της Αστυνομίας.
5. Οι ασκήσεις καταφυγής γίνονταν και σε βραδινές συνθήκες, ειδικά για εκείνους που εργάζονταν μέχρι αργά στα υπό εκκένωση κτίρια.

3.6. Ασκήσεις ετοιμότητας στους σχολικούς χώρους

3.6.1. Οι ασκήσεις αυτοπροστασίας στις αίθουσες

Η ταχύτητα των αντιδράσεων μετά από καταστροφικό σεισμό συνδέεται οπωσδήποτε με την ψυχραιμία μαθητών και εκπαιδευτικών, έχει δε μεγάλη σημασία η γρήγορη εκκένωση των σχολικών κτιρίων, γιατί από τη στιγμή του σεισμού μέχρι το σπάνιο ενδεχόμενο κατάρρευσης ενός σχολικού κτιρίου, υπάρχει συχνά ένα ελάχιστο παράθυρο χρόνου μέσα στο οποίο οι εκπαιδευμένοι και σχετικά ψυχραιμοί μαθητές μπορούν να προλάβουν να σωθούν. Σημειώνεται επίσης ότι μετά από ένα σεισμό μπορεί σύντομα να ακολουθήσουν και άλλοι που θα επιβαρύνουν ακόμα πιο πολύ την κατάσταση των σχολικών κτιρίων και θα προκαλέσουν την πτώση τους.

³² Ζαφειρόπουλος, Γ., 1998. Σεισμός και επιβίωση. Αθήνα: Δαρδάνος, σ. 47.

Είναι αυτονόητο ότι οι χρόνοι εκκένωσης των σχολείων βελτιώνονται με συχνές ασκήσεις ετοιμότητας, που γίνονται με παράλληλη χρονομέτρηση. Οι ασκήσεις ετοιμότητας κατηγοριοποιούνταν στο παρελθόν ως εξής³³:

1. Αυτοπροστασία των μαθητών μέσα στις τάξεις.
2. Εκκένωση των τάξεων και του σχολικού κτιρίου.
3. Μετακίνηση του μαθητικού ρεύματος προς τους χώρους καταφυγής σε περίπτωση μη ύπαρξης επαρκούς προαυλίου.

Όλες οι παραπάνω ασκήσεις εκτελούνταν και σε νυχτερινές συνθήκες, για τα νυχτερινά κυρίως σχολεία, αλλά και για εκείνα που λειτουργούσαν σε απογευματινή βάρδια.

Οι ασκήσεις αυτές αφορούσαν τη συμπεριφορά των μαθητών όταν γινόταν σεισμός σε ώρα μαθήματος. Το περιεχόμενο και ο τρόπος εκτέλεσης τους περιγράφεται παρακάτω³⁴:

1. Η έναρξη της άσκησης γινόταν αμέσως μετά από ένα συνθηματικό και προσυμφωνημένο χτύπημα του σχολικού κουδουνιού.
2. Οι μαθητές κατέφευγαν ταχύτητα κάτω από τα θρανία αμέσως μόλις δινόταν το σύνθημα για υποτιθέμενο σεισμό.
3. Επιδιωκόταν η προστασία όσο μεγαλύτερου μέρους του σώματος των μαθητών γινόταν, ειδικότερα του κεφαλιού.
4. Οι μαθητές έμεναν καλυμμένοι για ένα έως δύο λεπτά, κρατώντας γερά ένα πόδι του θρανιού και δεν έβγαιναν χωρίς νέα εντολή του διδάσκοντα.
5. Δινόταν έμφαση στις ήσυχες αντιδράσεις, χωρίς να ακούγεται η φωνή κανενός, εκτός της φωνής του υπεύθυνου εκπαιδευτικού που έδινε την αρχική και τις μετέπειτα εντολές.
6. Οι εντολές του διδάσκοντα δίνονταν με δυνατή και κοφτή φωνή, χωρίς στοιχεία υπερβολής στη συμπεριφορά του, που σε πραγματικές συνθήκες θα επέτειναν τον πανικό των μαθητών.
7. Αυτή η άσκηση γινόταν αρχικά μεμονωμένα σε κάθε τάξη και επαναλαμβανόταν αρκετές φορές, μέχρι να εκτελείται με ικανοποιητική επάρκεια.

³³ Ζαφειρόπουλος, Γ., 1998. Σεισμός και επιβίωση. Αθήνα: Δαρδάνος, σ. 81.

³⁴ Smith, K., 1992. Environmental hazards. Assessing risk and reducing disaster. London: Routledge, p. 324.

8. Όταν η άσκηση είχε εμπεδωθεί από όλους τους συντελεστές της και το επίπεδο εκτέλεσης της δε διέφερε σημαντικά από τάξη σε τάξη, επαναλαμβανόταν ταυτόχρονα για όλες τις τάξεις του σχολείου.

Οι ασκήσεις αυτές αρχικά εκτελούνταν με προειδοποίηση για το χρόνο πραγματοποίησής τους. Η προειδοποίηση μπορεί να δινόταν κλιμακούμενα, στην αρχή μιας διδακτικής ώρας, κατά την πρωινή προσευχή, στην αρχή της εβδομάδας ή του μήνα.

3.6.2. Ασκήσεις εκκένωσης των αιθουσών

Κατά τη διάρκεια εκτέλεσης ειδικά αυτών των ασκήσεων παρατηρούνταν πολύ έντονα τα φαινόμενα απειθαρχίας και αποδιοργάνωσης. Συχνά δεν αντιμετωπίζονταν αυτές οι εκδηλώσεις με αποτελεσματικότητα ώστε ήταν προτιμότερο να μη γίνονται καθόλου τέτοιες ασκήσεις, από το να γίνονταν μέσα σε μια ατμόσφαιρα απομυθοποίησης. Οι ασκήσεις αυτές αποτελούσαν συνέχεια της προηγούμενης, ο δε τρόπος εκτέλεσης και η κλιμάκωση της ήταν ο παρακάτω³⁵:

1. Οι μαθητές αμέσως μετά την εντολή του διδάσκοντα, που δήλωνε το υποτιθέμενο τέλος του σεισμού, έβγαιναν από το θρανίο που τους κάλυπτε προσωρινά, έβαζαν τις σχολικές τους τσάντες σαν κάλυμμα του κεφαλιού και εγκατέλειπαν εφ' ενός ζυγού τις τάξεις.
2. Αποφεύγονταν το στρίμωγμα ανάμεσα στα θρανία, στην πόρτα εξόδου της τάξης και στα στενά περάσματα του κτιρίου.
3. Ο εκπαιδευτικός στεκόταν στην πόρτα της αίθουσας και κατεύθυνε σαν τροχονόμος τους μαθητές, βγαίνοντας τελευταίος απ' αυτή.
4. Οι διευθύνοντες το σχολείο και οι επιστάτες άνοιγαν διάπλατα τις πόρτες εξόδου.
5. Οι εκπαιδευτικοί που είχαν κενό διδασκαλίας την ώρα που γινόταν ο υποτιθέμενος σεισμός κινούνταν ταχύτατα μετά το σύνθημα έναρξης της άσκησης και στέκονταν στις σκάλες, ειδικότερα εκεί που αυτές έστριβαν, κατευθύνοντας με ασφάλεια το μαθητικό ρεύμα προς την έξοδο.

³⁵ Ζαφειρόπουλος, Γ., 1998. Σεισμός και επιβίωση. Αθήνα: Δαρδάνος, σ. 84.

6. Οι εκπαιδευτικοί που δίδασκαν την ίδια ώρα στις ισόγειες αίθουσες έσπευδαν αμέσως μετά την εκκένωση της τάξης τους και την έξοδο των μαθητών τους στο προαύλιο, προς βοήθεια των προηγούμενων συναδέλφων τους στις σκάλες του κτιρίου.
7. Μετά την εκκένωση του σχολείου οι εκπαιδευτικοί συγκέντρωναν τους μαθητές στο προαύλιο ή στο χώρο καταφυγής και τους μετρούν, παίρνοντας ταυτόχρονα παρουσίες.

3.6.3.Ο ρόλος των εκπαιδευτικών στα μέτρα προστασίας

Εκείνο που πρέπει να αναμένουν όλοι οι εκπαιδευτικοί είναι ότι το μαθητικό «κύμα» ξεσπάει σχεδόν βίαια και νευρικά αμέσως μετά από ένα σεισμό, όσο δε πιο σωστά είναι προετοιμασμένοι, ψυχολογικά και πρακτικά, τόσο πιο αποτελεσματικά θα αντεπεξέλθουν στις ανάγκες. Εκείνες τις δύσκολες στιγμές πρέπει να δρουν με ταχύτητα, ψυχραιμία και αποφασιστικότητα, δίνοντας το παράδειγμα ανθρώπων με στιβαρή συμπεριφορά, που δεν πτοούνται από τίποτα. Κύριο μέλημα τους πρέπει να είναι ο κατευνασμός του πανικού των μαθητών και η οδήγηση τους σε ασφαλείς χώρους. Αν χάσουν και αυτοί την ψυχραιμία τους, είναι πλέον θέμα τύχης η πλήρης αποδιοργάνωση, με τις δραματικές συνέπειες που θα την ακολουθήσουν.

Για να είναι δυνατή η υλοποίηση ενός σχεδίου έκτακτης ανάγκης σε ένα σχολείο έπρεπε να είναι σε θέση οι εκπαιδευτικοί να κάνουν τις σωστές κινήσεις στην κατάλληλη στιγμή. Για παράδειγμα, κάποιος έπρεπε να ανοίξει την πόρτα εξόδου του σχολείου μετά από σεισμό, ώστε να καταφύγουν οι μαθητές στο προαύλιο. Αν δε γινόταν αυτή η πολύ απλή κίνηση, τα αποτελέσματα από το συνωστισμό και τον επαγόμενο πανικό θα ήταν τραγικά. Δεν είναι όμως καθόλου σίγουρο ότι ένας απλός εκπαιδευτικός γνώριζε τη θέση των συρτών ανοίγματος της μεγάλης μεταλλικής πόρτας του σχολείου, ούτε αν φθάνει στο ύψος που βρίσκονταν ή είχε τη δύναμη να τους ανοίξει.

Χωρίς να είναι επιτρεπτή η άγνοια των βασικών κανόνων αντισεισμικής προστασίας από οποιονδήποτε εκπαιδευτικό, επιφορτίζονταν ένας ή περισσότεροι εκπαιδευτικοί σε κάθε σχολείο, θετικών κυρίως ειδικοτήτων, με αυξημένες αντισεισμικές ευθύνες, οι οποίοι ασχολούνταν με την οργάνωση και πραγματοποίηση

ασκήσεων ετοιμότητας, τη σωστή λειτουργία των αναγκαίων συσκευών και εξαρτημάτων, τον επαρκή εξοπλισμό του σχολικού φαρμακείου κ.λπ. Η ύπαρξη τυχόν επιστάτη σε κάποια σχολεία διευκόλυνε πολύ το παραπάνω έργο. Ο εργάσιμος χρόνος των παραπάνω εργαζομένων κατανέμονταν με τέτοιο τρόπο, ώστε να εκτελεί το βασικό τους εκπαιδευτικό έργο, αλλά και να απαλλάσσονται από άλλες δευτερεύουσες διοικητικές υποχρεώσεις, υπό μορφή κινήτρου, προς όφελος των αντισεισμικών τους δραστηριοτήτων³⁶.

3.7. Παλαιά μέτρα προστασίας από σεισμούς σε διεθνές επίπεδο

3.7.1. Η λήψη των ατομικών μέτρων προστασίας

Ένας σεισμός δεν προκαλεί θάνατο ή τον τραυματισμό από μόνος του. Οι άνθρωποι πλήττονται από την πτώση κτιρίων, κατάρρευση τοίχων ή από πτώση βαρέων αντικειμένων. Συχνά οι καταρρεύσεις συνοδεύονται από πρόκληση βραχυκυκλωμάτων που αποτελούν αιτία πυρκαγιάς. Το συγκεκριμένο πρόβλημα απασχόλησε χώρες οι οποίες δεν είχαν προβλέψει κατά την εγκατάσταση των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων τις κατάλληλες προδιαγραφές αλλά και λόγω της παροχής ενέργειας με εναλλακτικά μέσα όπως με τη χρήση του φυσικού αερίου. Οι κατευθύνσεις σε ατομικό επίπεδο διεθνώς περιελάμβαναν γενικά τα ακόλουθα³⁷:

1. Διατήρηση της ψυχραιμίας κατά τη διάρκεια του σεισμού.
2. Απομάκρυνση από γυάλινα παράθυρα, πόρτες, καθρέπτες, κλπ.
3. Απομάκρυνση από υλικά που κινδυνεύουν με κατάρρευση.
4. Προφύλαξη με αξιοποίηση γερών αντικειμένων όπως τραπεζιών, γραφείων κλπ.
5. Μη χρήση ανελκυστήρα ή σκαλών για άμεση διαφυγή.
6. Απομάκρυνση από κτίρια που κινδυνεύουν από κατάρρευση, ιδιαίτερα για όσους βρίσκονταν σε ανοικτούς χώρους.

³⁶ Dowrick, D., 1983. Αντισεισμικός σχεδιασμός. Αθήνα: Γκιούρδας, σ. 89.

³⁷ Rajiv Gandhi Foundation, 2005. Earthquake problem: Do's and don'ts for protection. New Delhi: Department of Earthquake Engineering, University of Roorkee, Roorkee, p. 13-18.

7. Χρήση πακέτου πρώτων βοηθειών για την αντιμετώπιση μικροτραυματισμών.
8. Έλεγχος και παροχή βοήθειας σε τυχόν πληγέντες.
9. Παροχή βοήθειας στις υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης.
10. Κλείσιμο συσκευών όπως ψυγείο, τηλεόραση.
11. Απενεργοποίηση παροχής φυσικού αερίου.
12. Χρήση παπουτσιών για προστασία ποδιών.
13. Χρήση ραδιοφώνου για άμεση ενημέρωση.
14. Μη κατασπατάληση νερού.
15. Αναμονή ιατρικής βοήθειας σε περίπτωση βαρέου τραυματισμού.

3.7.2. Απαιτήσεις κτιριακού κώδικα

Σε γενικές γραμμές, οι εξελίξεις αντιμετώπισης των σεισμών από την πλευρά των κτιριακών προδιαγραφών έχουν σημειώσει εντυπωσιακή πρόοδο τα τελευταία χρόνια. Οι απαιτήσεις στην κατασκευή κτιρίων έχουν κατευθυνθεί προς το αυστηρότερο διασφαλίζοντας κατά το δυνατόν την αποφυγή κατάρρευσης. Παλαιότερα, υπήρχε διεθνώς πολύ μικρότερη εφαρμογή της τεχνικής γνώσης των μη δομικών στοιχείων ενός κτιρίου με αποτέλεσμα να κατασκευάζονται κτίρια περισσότερο ευάλωτα σε σεισμούς.

Σε διεθνές επίπεδο, διαχρονικά ο σχεδιασμός των επαγγελματιών που αναλάμβαναν την κατασκευή κτιρίων περιελάμβανε την τήρηση κανόνων κωδίκων αντισεισμικής προστασίας αποτελώντας ένα ευρύτερο τμήμα της κατασκευαστικής διαδικασίας. Οι αστοχίες των μη δομικών στοιχείων μπορεί να αποτελούσαν απειλή για την ασφάλεια των ενοίκων του κτιρίου και να οδηγήσουν σε σημαντικές οικονομικές απώλειες.

Οι κτιριακοί κώδικες που κατά καιρούς εφαρμόζονται ανά τον κόσμο στην κατασκευή κτιρίων έθεταν μεν τον ανθρώπινο παράγοντα σε πρώτη προτεραιότητα, ωστόσο περιελάμβαναν στοιχεία που οδηγούσαν σε αστοχίες με αποτέλεσμα να απαιτούνται συνεχής τροποποιήσεις. Στις απαιτήσεις των κτιριακών κωδίκων περιλαμβάνονταν συνήθως σεισμικές διατάξεις, που ίσχυαν για ένα περιορισμένο κατάλογο κατασκευών. Πολλά μη δομικά στοιχεία δεν περιλαμβάνονταν ειδικά στις

διατάξεις και ως εκ τούτου μπορεί να ερμηνεύονταν ως απαλλαγή από τις απαιτήσεις ενός κώδικα.

Οι παραπάνω προβληματικές αποτέλεσαν και το βασικό δεδομένο στις κατά καιρούς τροποποιήσεις των κατασκευαστικών κωδίκων ώστε να παρέχουν να παρέχουν ένα ελάχιστο επίπεδο ασφάλειας της ζωής και να αποφεύγονται κατά το δυνατόν οι υλικές ζημιές. Σε γενικές γραμμές, οι έννοιες της ασφάλειας ζωής και της πρόληψης της κατάρρευσης χρησιμοποιούνταν συνδυαστικά στη δημιουργία ενός κτιριακού κώδικα³⁸.

3.7.3. Δημιουργία προγραμμάτων προστασίας

Μια συχνή πρακτική που γνώρισε άνθηση τα προηγούμενα χρόνια αναφορικά με την ατομική προστασία σε περιπτώσεις σεισμών σε διεθνές επίπεδο ήταν η δυνατότητα συμμετοχής σε προγράμματα αντισεισμικής προστασίας. Φορείς της πολιτείας και των κυβερνήσεων αναλάμβαναν τη διοργάνωση ημερίδων, επιμορφωτικών σεμιναρίων με απώτερο στόχο την ενημέρωση των ενδιαφερομένων για ζητήματα ασφάλειας σεισμών. Το ζήτημα ωστόσο που προέκυπτε ήταν κατά πόσο οι παρεχόμενες πληροφορίες ήταν εφαρμόσιμες αποτελεσματικά.

Στα συγκεκριμένα προγράμματα, σημαντική ήταν οι συμμετοχή εμπλεκομένων τόσο με την κατασκευή κτιρίων όσο και ανθρώπων που συμμετείχαν σε ομάδες διάσωσης. Η παροχή πληροφοριών τόσο για την κατασκευαστική διαδικασία των κτιρίων, των υλικών που χρησιμοποιούνταν αλλά και ενημέρωσης αναφορικά με τον τρόπο προστασίας από σεισμούς αποτέλεσαν σημαντική βοήθεια στην αντιμετώπιση από τις επιπτώσεις των σεισμών, για το τμήμα εκείνο του πληθυσμού που επέδειξε το ανάλογο ενδιαφέρον.

Η δημιουργία των προγραμμάτων αντισεισμικής προστασίας είχε σαν βασικό σκοπό να ενημερώσει και να πληροφορήσει στις προσπάθειες αντιμετώπισης των σεισμών. Ωστόσο, ο τρόπος, ο χρόνος και η έκταση των πραγματοποιηθέντων προγραμμάτων συχνά δεν αποτελούσε πόλο έλξης καθώς δεν συνοδεύονταν από ανάλογες διαφημιστικές εκστρατείες ώστε να κινήσουν το ενδιαφέρον και να αφυπνίσουν τους

³⁸ Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1994. Reducing the risks of nonstructural earthquake damage: A practical guide. USA: FEMA, 3rd Edition, p. 23-24.

ενδιαφερόμενους. Το αποτέλεσμα ήταν συχνά τα προγράμματα αυτά να μην έχουν τα αναμενόμενα αποτελέσματα είτε λόγω χαμηλής συμμετοχής είτε λόγω της διαδικαστικής πραγματοποίησής τους³⁹.

³⁹ Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1994. Reducing the risks of nonstructural earthquake damage: A practical guide. USA: FEMA, 3rd Edition, p. 31.

Κεφάλαιο 4: Σύγχρονες προτάσεις προστασίας σεισμών στην Ελλάδα και διεθνώς

4.1. Τα μέτρα αυτοπροστασίας στους σχολικούς χώρους

4.1.1. Εξειδίκευση του σχεδιασμού σε διάφορους τύπους σχολείων

Στα νέου τύπου σχολεία με προαύλιο, απαιτείται συνοπτικά να λαμβάνονται τα παρακάτω μέτρα⁴⁰:

1. Άρση των επικινδυνότητων μέσα στο κτίριο και στο προαύλιο.
2. Πραγματοποίηση ασκήσεων ετοιμότητας.
3. Οργάνωση της παραλαβής των μαθητών από τους κηδεμόνες τους.

Στα σχολεία χωρίς προαύλιο σε παλαιά κτίρια πυκνοδομημένων περιοχών, θεωρούνται η πιο δύσκολη περίπτωση ιδιαίτερα όταν βρίσκονται σε επαφή με πολυσύχναστες οδικές αρτηρίες, γειτονεύουν με πολυώροφα κτίρια με εκτεταμένες γυάλινες επιφάνειες στις εξωτερικές τους όψεις, περνούν από επάνω τους ή δίπλα τους ηλεκτροφόρα σύρματα και πυλώνες μεταφοράς ρεύματος, βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από ασφαλείς χώρους καταφυγής κ.λπ.

Στον αντισεισμικό σχεδιασμό αυτών των σχολείων γίνονται προσθήκες, που λαμβάνουν υπ' όψη τους και λύνουν εν μέρει τα ειδικά για την περίπτωση προβλήματα. Οι λύσεις όμως αυτές απέχουν πολύ από το να θεωρούνται ιδανικές, αφού η μοναδική σχεδόν αξιοπρεπής λύση είναι η μεταστέγαση των παραπάνω σχολείων. Ειδικότερα ακολουθείται η λήψη των παρακάτω πρόσθετων μέτρων⁴¹:

1. Εξοπλισμός του σχολείου με περισσότερο ανθεκτικά τραπέζια, θρανία και άλλα έπιπλα, που προστατεύουν καλύτερα τους καταφεύγοντες κάτω από αυτά μαθητές, από την ενδεχόμενη πτώση οικοδομικών υλικών και άλλων αντικειμένων.

⁴⁰ Ζαφειρόπουλος, Γ., 1998. Σεισμός και επιβίωση. Αθήνα: Δαρδάνος, σ. 95- 100.

⁴¹ Λέκκας, Ε., 1995. Γεωλογία και περιβάλλον. Αθήνα: Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, σ. 242.

2. Στατική ενίσχυση των υπογείων, όπου αυτά υπάρχουν και στοιχειώδης διαμόρφωση τους σε καταφύγια.
3. Ενίσχυση της στατικής επάρκειας των κτιρίων με εσωτερικές μεταλλικές ή άλλες υποστυλώσεις και κατασκευές, που προτείνουν ειδικευμένοι μηχανικοί.
4. Προεπισκόπηση των κτιρίων από την Πυροσβεστική Υπηρεσία, με ταυτόχρονη προμήθεια απ' αυτή των αρχιτεκτονικών σχεδίων διαμόρφωσης των εσωτερικών χώρων, ώστε οι ενδεχόμενες επιχειρήσεις διάσωσης εγκλωβισμένων μαθητών να γίνουν γρηγορότερα και πιο αποτελεσματικά.
5. Πρόβλεψη στα σχέδια εκτάκτων αναγκών της Αστυνομίας, ώστε μετά την εκδήλωση ισχυρού σεισμού να σπεύσουν ταχύτατα έξω από τέτοια σχολεία ένας ή περισσότεροι τροχονόμοι, που θα κατευθύνουν το μαθητικό ρεύμα διαφυγής με ασφάλεια ανάμεσα στα διερχόμενα αυτοκίνητα.
6. Προσεκτικός εντοπισμός από τους εκπαιδευτικούς του χώρου καταφυγής του σχολείου. Βασικά κριτήρια επιλογής του χώρου αυτού πρέπει να είναι η ασφαλέστερη διαδρομή και ο χρόνος που απαιτείται για να καλυφθεί από τους μαθητές.
7. Πραγματοποίηση συχνότερων ασκήσεων ετοιμότητας και διαφυγής, σε σχέση με τα άλλα σχολεία.
8. Ραδιοφωνική ενημέρωση των κατοίκων της πόλης μετά από σεισμό, για τις οδούς που θα ακολουθήσουν τα μαθητικά ρεύματα διαφυγής, ώστε να εκτρέπουν κατάλληλα την πορεία τους ή να ακινητοποιούν τα οχήματα τους.
9. Προμήθεια του σχολείου με ειδικά κράνη προστασίας των μαθητών, τα οποία φορούν και κατά τη διάρκεια εκτέλεσης των ασκήσεων ετοιμότητας.

Εικόνα 1: Διενέργεια άσκησης ετοιμότητας σε σχολική αίθουσα



Πηγή: Ο.Α.Σ.Π., 2008

Στα σχολεία με μικρό προαύλιο σε παλαιά κτίρια πυκνοδομημένων περιοχών ισχύουν πλέον ακριβώς τα ίδια με τα προβλεπόμενα στην προηγούμενη περίπτωση, με μερικές επιπλέον εξειδικεύσεις, που οφείλονται στην ύπαρξη του μικρού και ανεπαρκούς προαυλίου. Ειδικότερα, τα πρόσθετα μέτρα που λαμβάνονται σε σχέση με την προηγούμενη περίπτωση είναι τα παρακάτω⁴²:

1. Υποστύλωση των μπαλκονιών των παλαιών κατοικιών που γειτονεύουν με το μικρό προαύλιο του σχολείου και τα οποία εξέχουν επικρεμάμενα επάνω από τους μαθητές.
 2. Υποστύλωση των μαντρότοιχων που περιφράζουν το μικρό προαύλιο και υπάρχει κίνδυνος να καταπλακώσουν τους μαθητές που στέκονται κοντά τους.
 3. Στερέωση ή απομάκρυνση των κάθε είδους τεχνητών κατασκευών που βρίσκονται στις ταράτσες ή τα μπαλκόνια των οικοδομών που γειτονεύουν με την περίμετρο του προαυλίου, όπως κεραιές τηλεόρασης, γλάστρες κ.λπ.
 4. Πρόβλεψη στο σχέδιο έκτακτης ανάγκης του σχολείου της δυνατότητα καταφυγής των μικρότερης μόνο ηλικίας μαθητών στο μικρό προαύλιο, σε αριθμό που έχει προβλεφθεί και δοκιμασθεί ότι χωράνε με ασφάλεια σ' αυτό.
- Για τους μεγαλύτερους μαθητές προβλέπεται εκτός του σχολείου χώρος

⁴² Παπαδόπουλος, Γ., 2000. Η πολιτική προστασία στην Ελλάδα: Αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών. Αθήνα: Ίων, σ. 45.

καταφυγής. Τα κράνη πρέπει να χρησιμοποιούνται οπωσδήποτε και σ' αυτές τις περιπτώσεις σχολείων.

Τα σχολεία χωρίς προαύλιο σε σύγχρονα ισόγεια ή μονώροφα κτίρια πυκνοδομημένων περιοχών είναι αυξημένου αλλά μικρότερου κινδύνου από εκείνα που στεγάζονται σε παλαιά κτίρια και δεν έχουν επίσης προαύλιο, γιατί σαν πιο καινούργια που είναι έχουν πιο μικρή πιθανότητα κατάρρευσης. Σ' αυτού του τύπου τα σχολεία δεν προτείνονται μέτρα ενίσχυσης της κατασκευής των κτιρίων, αλλά γίνεται σχετική εκτίμηση της στατικής τους επάρκειας από ειδικούς μηχανικούς. Όλες οι άλλες όμως γενικές και πρόσθετες προβλέψεις που προτείνονται για τα παλαιά σχολεία χωρίς προαύλιο, συμπεριλαμβανομένης και της χρήσης κράνους, ισχύουν και σ' αυτή την περίπτωση.

Τέλος, τα σχολεία σε ορόφους σύγχρονων πολώροφων κτιρίων είναι μια σπάνια αλλά δύσκολη περίπτωση σχολείου, επειδή οι κανόνες προστασίας μοιάζουν πολύ με αυτούς που ισχύουν για τις κατοικίες του γενικού πληθυσμού. Εδώ όμως είναι μεγάλος ο αριθμός των στεγασμένων μαθητών και περισσότερο απρόβλεπτη η συμπεριφορά τους λόγω ηλικίας.

Και σ' αυτή την περίπτωση λαμβάνονται τα ίδια μέτρα προστασίας όπως και στα σχολεία χωρίς προαύλιο, που στεγάζονται σε σύγχρονα ισόγεια κτίρια. Εδώ όμως, ο πρόσθετος κίνδυνος ατυχημάτων κατά τη διάρκεια της επιχείρησης διαφυγής από τις σκάλες πρέπει να περιοριστεί με πιο πολλές ασκήσεις ετοιμότητας. Η χρήση κράνους από τους μαθητές είναι και σ' αυτή την περίπτωση απαραίτητη. Πριν όμως από όλα τα παραπάνω γίνεται προσεκτικός έλεγχος της στατικής επάρκειας του κτιρίου, τα αποτελέσματα του οποίου θα επιτρέψουν την προσωρινή πάντοτε στέγαση του σχολείου⁴³.

4.1.2. Εκπόνηση σχολικού σχεδίου έκτακτης ανάγκης

Για την κατάρτιση ενός σχεδίου αντισεισμικής προστασίας σχολείων πρέπει να εντοπισθούν εκ των προτέρων τα αδύνατα σημεία του εγχειρήματος, που μπορεί να

⁴³ Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2007. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., Β' Έκδοση, σ. 77.

αχρηστεύσουν το σχέδιο αν δε ληφθούν σοβαρά υπ' όψη. Τέτοια σημεία είναι τα παρακάτω⁴⁴:

1. Η κατά κανόνα κακή κατάσταση των σχολικών εγκαταστάσεων.
2. Η ακατάλληλη θέση του σχολείου.
3. Η κακή χωροθέτηση ή τοποθέτηση των αντικειμένων που περιέχει το σχολείο.
4. Η έλλειψη κοντινού και κατάλληλου χώρου καταφυγής των μαθητών.
5. Ο πανικός που εύκολα καταλαμβάνει τους μαθητές μετά από σεισμό.

Στα σύγχρονα σχολεία δε συντρέχουν όλοι οι παραπάνω δυσμενείς παράγοντες και γι' αυτό είναι ευκολότερος ο σχεδιασμός των εκτάκτων αναγκών τους, ενώ αντιθέτως στα παλαιά σχολικά κτίρια που βρίσκονται σε πολυσύχναστα μέρη τα προβλήματα είναι τις πιο πολλές φορές ανυπερέβλητα. Στα σχολεία πλέον επιβάλλεται η λήψη των παρακάτω προληπτικών μέτρων από την προσεισμική περίοδο⁴⁵:

1. Εντοπισμός του πλησιέστερου χώρου καταφυγής του σχολείου, που ικανοποιεί τις στοιχειώδεις προδιαγραφές ασφαλείας.
2. Έγγραφη γνωστοποίηση στους κηδεμόνες των μαθητών του χώρου καταφυγής του σχολείου, με ταυτόχρονη υπόμνηση της υποχρέωσης τους να παραλάβουν έγκαιρα τα παιδιά απ' αυτό το χώρο, μετά από ισχυρό σεισμό.
3. Εντοπισμός και άρση των επικινδυνοτήτων μέσα στο σχολικό κτίριο.
4. Έλεγχος της σωστής λειτουργίας των κλειδαριών και συρτών ανοίγματος των θυρών εξόδου του σχολείου.
5. Γνωστοποίηση σε όλους τους εκπαιδευτικούς του τρόπου ανοίγματος των θυρών εξόδου του σχολείου.
6. Εντοπισμός και άρση των επικινδυνοτήτων στο προαύλιο του σχολείου. .
7. Εντοπισμός και άρση των επικινδυνοτήτων στο χώρο καταφυγής του σχολείου και κατά μήκος της διαδρομής που οδηγεί σ' αυτόν.
8. Σηματοδότηση των επικίνδυνων σημείων, μέσα και έξω από το σχολείο και επίδειξη τους στους μαθητές.
9. Προκατασκευή ειδικών πινακίδων ρύθμισης της κυκλοφορίας των οχημάτων κατά μήκος των διαδρομών που οδηγούν στους χώρους καταφυγής (για σχολεία χωρίς προαύλιο).

⁴⁴ Ζαφειρόπουλος, Γ., 1998. Σεισμός και επιβίωση. Αθήνα: Δαρδάνος, σ. 71.

⁴⁵ Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2007. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., Β' Έκδοση, σ. 77.

10. Προμήθεια από το σχολείο ραδιοφώνου, φακού, μπαταριών, πυροσβεστήρων και επαρκώς εξοπλισμένου φαρμακείου.
11. Ενημέρωση των εκπαιδευτικών για τη θέση και τον τρόπο λειτουργίας των διακοπών ρεύματος και νερού, των πυροσβεστήρων, του σχολικού φαρμακείου και ορισμός υπευθύνων για τη συντήρησή τους.
12. Πραγματοποίηση ενημερωτικών συζητήσεων με τους μαθητές για τη συμπεριφορά του καθενός την ώρα του σεισμού και μετά απ' αυτόν.
13. Πραγματοποίηση ενημερωτικών συζητήσεων μεταξύ εκπαιδευτικών και κηδεμόνων των μαθητών, με θέμα το συντονισμό των ενεργειών τους σε περίπτωση σεισμού.
14. Πραγματοποίηση ασκήσεων ετοιμότητας, με έμφαση στη συμπεριφορά των μαθητών την ώρα του σεισμού, την εκκένωση των τάξεων και του σχολείου και τη μετακίνηση προς τους χώρους καταφυγής.
15. Προμήθεια ειδικών φακών και άλλων φορητών ή σταθερών φωτιστικών συστημάτων από τα σχολεία που λειτουργούν και σε απογευματινή βάρδια.

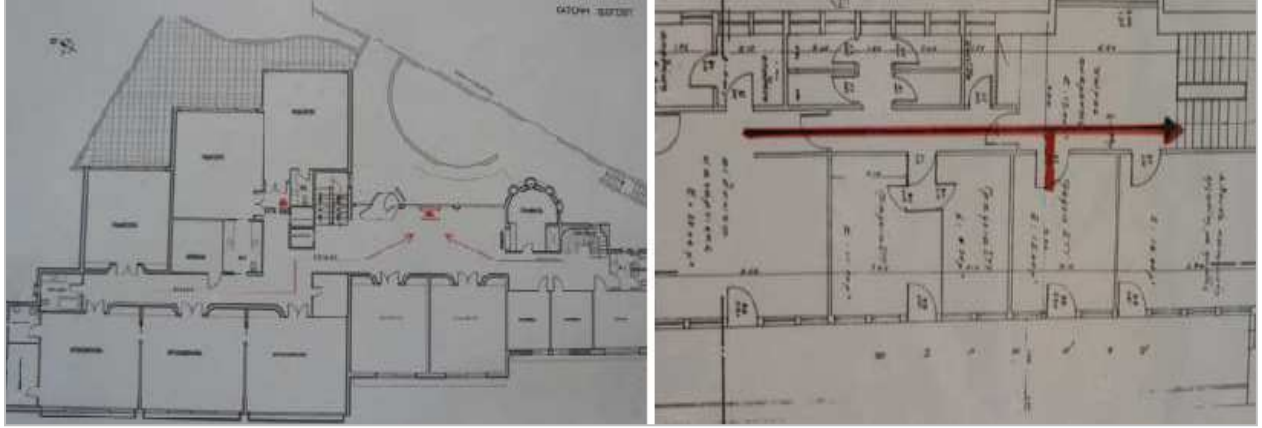
Η σύνταξη σχεδίου έκτακτης ανάγκης έχει σαν στόχο αντιμετώπιση των συνεπειών του σεισμού, τόσο για τους εκπαιδευτικούς όσο και από τους μαθητές. Στο σχέδιο έκτακτης ανάγκης για σεισμό, περιλαμβάνονται σκαριφήματα των κατόψεων των ορόφων, με αρίθμηση των αιθουσών, καθώς και των προαυλίων του σχολείου. Στα σκαριφήματα των κατόψεων καθορίζονται τα εξής⁴⁶:

1. Αναγράφεται η σειρά εκκένωσης των αιθουσών.
2. Καθορίζονται και σχεδιάζονται οι διαδρομές διαφυγής που θα ακολουθήσουν οι μαθητές από τις αίθουσες διδασκαλίας προς τους χώρους συγκέντρωσης
3. Επισημαίνονται με ειδικά σύμβολα τα πιθανά επικίνδυνα σημεία μέσα και έξω από το κτίριο. Σκόπιμο είναι να υπάρχει και η αντίστοιχη μόνιμη σηματοδότηση τους μέσα στο κτίριο ή όπου αλλού κρίνεται σκόπιμο.
4. Σημειώνονται οι θέσεις των κεντρικών παροχών των δικτύων ύδρευσης, ηλεκτρικού ρεύματος και φυσικού αερίου καθώς και σύντομες οδηγίες λειτουργίας τους.
5. Οριοθετούνται οι χώροι καταφυγής και συγκέντρωσης των μαθητών, στο προαύλιο του σχολικού συγκροτήματος. Σε περίπτωση μεγάλου ή διαμορφωμένου σε τμήματα προαυλίου, καθορίζονται οι επιμέρους χώροι

⁴⁶ Παπαζάχος, Β., 1997. Εισαγωγή στη σεισμολογία. Θεσσαλονίκη: Ζήτη, σ. 39.

καταφυγής στους οποίους θα συγκεντρωθούν οι μαθητές από συγκεκριμένες και προκαθορισμένες αίθουσες.

Εικόνα 2: Σχολικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης σεισμού



Πηγή: Ο.Α.Σ.Π., 2008

4.1.3. Στατική επάρκεια σχολικού κτιρίου και άρση επικινδυνότητας

Τα σχολικά συγκροτήματα, όπως και όλα τα κτίρια στην Ελλάδα, κατασκευάζονται βάσει των διατάξεων του εκάστοτε ισχύοντος Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (Ε.Α.Κ.). Είναι ωστόσο σημαντικό εάν υπάρχουν ρωγμές σε υφιστάμενα κτίρια να διενεργείται προληπτικός έλεγχος για τη στατική επάρκεια των κτιρίων από ειδικούς και να λαμβάνονται τα κατάλληλα μέτρα ενίσχυσης, αν αυτό κρίνεται απαραίτητο.

Πρέπει να αναφερθεί ότι τα νέα σχολικά κτίρια έχουν κατασκευαστεί με μέριμνα για ικανοποίηση όλων των αναγκών και απαιτήσεων των μαθητών και των εκπαιδευτικών, για την ασφαλή διαβίωση μέσα σε αυτά και την χωρίς προβλήματα εκκένωση τους σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.

Υπάρχουν όμως και παλαιότερα σχολικά συγκροτήματα με πολλές ιδιαιτερότητες, που προκαλούν δυσλειτουργίες στην καθημερινή ζωή στο χώρο αυτό, πολύ περισσότερο όμως σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης, όπως είναι ο σεισμός. Για το λόγο αυτό, κρίνεται σκόπιμο με πρωτοβουλία των διευθυντών να γίνονται

επισημάνσεις των παραπάνω προβλημάτων στους αρμόδιους φορείς και να προτείνονται λύσεις⁴⁷.

Ο κίνδυνος στο σεισμό προέρχεται κυρίως από τις βλάβες που θα υποστεί ο εξοπλισμός των κτιρίων. Στα σχολεία, στόχος λοιπόν είναι οι προσεισμικές παρεμβάσεις, κυρίως με μέριμνα των εκπαιδευτικών που ζουν στο χώρο αυτό, ώστε να μειωθούν οι κίνδυνοι τραυματισμού των ίδιων και των μαθητών τους, διαδικασία γνωστή ως άρση επικινδυνότητων.

Ανεξάρτητα από την κατάσταση των σχολικών κτιρίων έχει μεγάλη σημασία να γίνουν μέσα και έξω απ' αυτά οι απαραίτητες προληπτικές παρεμβάσεις, που θα μειώσουν τους κινδύνους τραυματισμού των μαθητών. Τέτοιες παρεμβάσεις είναι η στέρεα τοποθέτηση και σωστή χωροθέτηση των αντικειμένων, τα οποία μπορεί να καταπλακώσουν τους μαθητές ή να εμποδίσουν το μαθητικό ρεύμα σε περίπτωση βιαστικής εκκένωσης του κτιρίου. Επίσης, είναι αναγκαία η στερέωση και ασφάλιση των τζαμιών, των χημικών αντιδραστηρίων και των ρευματοφόρων καλωδίων που περνούν δίπλα ή επάνω από το σχολικό κτίριο, γιατί υπάρχει κίνδυνος τραυματισμών από θραύσματα, εγκαύματα, εισπνοή επικίνδυνων αερίων και ηλεκτροπληξίες. Η παραπάνω προσπάθεια γίνεται όχι μόνο μέσα στα σχολικά κτίρια, αλλά και στα προαύλια και τους χώρους καταφυγής, καθώς και στις διαδρομές που οδηγούν σ' αυτούς. Ανεξάρτητα από την κατάσταση των σχολικών κτιρίων, η κακή θέση τους κάνει μερικές φορές το στόχο της αντισεισμικής προστασίας, ιδιαίτερα δύσκολο⁴⁸.

4.1.4. Ενημέρωση - εκπαίδευση μαθητών και εκπαιδευτικών

Η γνώση των κατάλληλων μέτρων προστασίας καθώς και του ρόλου που θα διαδραματίσει ο καθένας, ανάλογα με τη θέση που θα βρίσκεται τη στιγμή εκδήλωσης του σεισμού, είναι απαραίτητη για κάθε εκπαιδευτικό και μαθητή. Από τις έγκαιρες κινήσεις του κάθε εκπαιδευτικού θα εξαρτηθεί η οργανωμένη εκκένωση του σχολείου και κατά συνέπεια η ασφάλεια των μαθητών. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι οι εκπαιδευτικοί έχουν την αποκλειστική ευθύνη για την προστασία των μαθητών, σε περίπτωση σεισμού στο χώρο του σχολείου. Η ευθύνη αυτή ξεκινά από

⁴⁷ Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2007. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., Β' Έκδοση, σ. 72.

⁴⁸ Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Β' Τόμος, σ. 735.

τη στιγμή εκδήλωσης του σεισμού και τελειώνει με την παράδοση και του τελευταίου μαθητή στην οικογένειά του. Τέλος, στην προσπάθεια για ενημέρωση και εκπαίδευση θα πρέπει να συμμετέχουν και οι γονείς ή οι κηδεμόνες των μαθητών ώστε να υπάρχει συντονισμός των ενεργειών σε περίπτωση καταστροφικής σεισμικής δόνησης.

Στην εκδήλωση σεισμού, ο ρόλος του εκπαιδευτικού είναι να προετοιμάσει ταχύτατα ψυχολογικά το μαθητή ώστε να αντιμετωπίσει δυσκολίες που θα προκύψουν. Πλέον, η πολιτεία μέσω των οργανωμένων φορέων για κάθε χώρα προβαίνει σε ενημέρωση της εκπαιδευτικής κοινότητας σε ατομικό αλλά και ομαδικό επίπεδο. Τα μέτρα ενημέρωσης και εκπαίδευσης των εκπαιδευτικών και των μαθητών περιλαμβάνουν τα ακόλουθα⁴⁹:

1. Απόκτηση γνώσεων για το φαινόμενο του σεισμού με στόχο την απαλλαγή φοβιών και προκαταλήψεων.
2. Διοργάνωση εκδηλώσεων και ομιλιών σε συνεργασία με αρμόδιους φορείς
3. Σύνταξη κατάλληλων σχεδίων έκτακτης ανάγκης για κάθε σχολικό συγκρότημα, προσαρμοσμένο στις ιδιαιτερότητες του συγκεκριμένου χώρου και του ανθρώπινου δυναμικού.
4. Ενημέρωση διαμέσου κατάλληλα διαμορφωμένων διαδικτυακών τόπων.
5. Διοργάνωση ασκήσεων ετοιμότητας στο χώρο του σχολείου ώστε να εκπαιδευτούν μαθητές και εκπαιδευτικοί. Οι ασκήσεις ετοιμότητας είναι επαναλαμβανόμενες σε τακτά χρονικά διαστήματα για να εμπεδωθούν από μαθητές και εκπαιδευτικούς.

4.2. Προσεισμικά μέτρα αυτοπροστασίας σε ατομικό και οικογενειακό επίπεδο

4.2.1. Έλεγχος του κτιρίου

Οι δυνατότητες πλέον στην αρχιτεκτονική επιτρέπουν το σχεδιασμό και κατασκευή κτιρίων που παρέχουν αυξημένα επίπεδα ασφάλειας σε λογικό κόστος. Τα κτίρια που

⁴⁹ Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2007. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., Β΄ Έκδοση, σ. 75.

κατασκευάζονται πλέον ακολουθούν για κάθε χώρα τον αντίστοιχο αντισεισμικό κανονισμό, στην περίπτωση της Ελλάδας του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού Ε.Α.Κ., όπως ισχύει. Σε επίπεδο ελέγχων στα υφιστάμενα κτίρια, οι δράσεις που ακολουθούνται περιλαμβάνουν⁵⁰:

1. Έλεγχο των ενοίκων τους, με έμφαση στα παλαιότερα κτίσματα, ώστε να διαπιστωθεί εάν υπάρχουν ρωγμές ή βλάβες γενικότερα, λόγω παλαιότητας ή λόγω προηγούμενων σεισμών. Πλέον, ο ρόλος του αρχιτέκτονα μηχανικού είναι ιδιαίτερα σημαντικός καθώς είναι εκείνος που θα υποδείξει εάν χρειάζεται ή όχι ενίσχυση η κατασκευή για να αντέξει τη μέγιστη πιθανή (μελλοντική) σεισμική κίνηση.
2. Αποφεύγονται και τιμωρούνται αυστηρά από την πολιτεία οι μεταγενέστερες, ανεξέλεγκτες προσθήκες ή επεμβάσεις που μπορεί να μεταβάλουν τη στατική επάρκεια ενός κτιρίου. Η μελέτη του μηχανικού είναι απαραίτητη πλέον για οποιαδήποτε επέμβαση καθιστώντας τον άμεσα υπεύθυνο για οποιαδήποτε αυθαιρεσία.

Οι διαμορφωθείσες συνθήκες της καθημερινότητας με την αυξημένη χρήση των κτιρίων έχουν καταστήσει τους ελέγχους τους άμεση προτεραιότητα. Η ένταξη ή όχι μιας περιοχής στα όρια μεγάλης σεισμικής επικινδυνότητας ή όχι πλέον ασκεί μικρότερη επίδραση έναντι του παρελθόντος στα θέματα των ελέγχων των κτιρίων. Οι κατευθύνσεις και οι οδηγίες που καθορίζονται πλέον σε εθνικό αλλά και σε διεθνές επίπεδο ακολουθούν επιταγές αυστηρών ελέγχων από τους υπεύθυνους σχεδιασμού και κατασκευής των κτιρίων. Για το λόγο αυτό οι έλεγχοι στα κτίρια τα τελευταία χρόνια είναι όλο και εντατικότεροι και αυστηρά καθορισμένοι⁵¹.

4.2.2. Κατάλληλη ενημέρωση

Η προστασία από τους σεισμούς τα τελευταία χρόνια έχει αλλάξει σημαντικά λόγω των δυνατοτήτων ενημέρωσης που παρέχονται σε ατομικό και οικογενειακό επίπεδο. Η ανάπτυξη της τεχνολογίας και η διάδοση των πληροφοριών ταχύτατα με τη χρήση

⁵⁰ Κέρπελης, Π., Κόγια, Κ., Κούρου, Α., Μεταξάς, Χ., Παπαδάκης, Π., Φρίγκας, Χ., 2004. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 22.

⁵¹ Nawrotzki, P., 2002. Artificial increase of elasticity and damping for seismically excited structures, Proc. 12th European Conference on Earthquake Engineering, London, 58, p. 25.

σύγχρονων μέσων επικοινωνίας, για παράδειγμα το διαδίκτυο, έχουν συμβάλει τα μέγιστα στην καλύτερη δυνατή ενημέρωση σε θέματα σεισμών.

Η διάθεση ενημερωτικών εντύπων, η πλοήγηση σε σχετικούς δικτυακούς τόπους και η παρακολούθηση online βίντεο για την αντισεισμική προστασία έχουν δημιουργήσει τις κατάλληλες προϋποθέσεις ασφαλούς προστασίας από τους σεισμούς. Οι πολίτες πλέον έχουν τη δυνατότητα να ενημερώνονται πολύ εύκολα για τα μέτρα ασφαλείας από τους σεισμούς λόγω της αλματώδους προόδου που σημειώθηκε στο συγκεκριμένο τομέα ενημέρωσης.

Από την πλευρά των αρμόδιων φορέων, η παροχή πληροφόρησης και ενημερωτικών οδηγιών έχει γίνει πολύ πιο εύκολη καθώς μπορεί να διαμοιράζει πληροφορίες και μέτρα προστασίας με μεγάλη ταχύτητα, αμεσότητα και να καλύπτει μεγάλο εύρος του πληθυσμού αξιοποιώντας τις δυνατότητες της τεχνολογίας⁵².

4.2.3. Σύνταξη οικογενειακού σχεδίου έκτακτης ανάγκης

Μια σύγχρονη πρόταση προστασίας από τους σεισμούς αποτελεί πλέον η σύνταξη οικογενειακού σχεδίου έκτακτης ανάγκης για τις περιπτώσεις των σεισμών. Σε κάθε οικογενειακό σχέδιο, τα στοιχεία εκείνα που το καθορίζουν είναι τα μέτρα που λαμβάνονται και οι οδηγίες που ακολουθούνται. Ειδικότερα⁵³:

1. Κάθε οικογένεια ξεχωριστά και με δική της πρωτοβουλία, πρέπει να καταρτίσει σχέδιο συγκέντρωσης των μελών της μετά από σεισμό, σε χώρο που ικανοποιεί τις στοιχειώδεις προδιαγραφές ασφαλείας. Ιδιαίτερη βαρύτητα πρέπει να αποδίδεται στην κατάλληλη ενημέρωση των μικρότερων μελών της οικογένειας ώστε να γνωρίζει εκ των προτέρων που θα καταφύγει μετά από σεισμό και που οι γονείς του θα το αναζητήσουν.
2. Το οικογενειακό σχέδιο έκτακτης ανάγκης πρέπει να είναι διαμορφωμένο και σε συμφωνία και με βάση το αντίστοιχο σχολικό σχέδιο που έχει διαμορφωθεί από τους εκπαιδευτικούς.

⁵² Κέρπελης, Π., Κόγια, Κ., Κούρου, Α., Μεταξάς, Χ., Παπαδάκης, Π., Φρίγκας, Χ., 2004. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 24.

⁵³ Κέρπελης, Π., Κόγια, Κ., Κούρου, Α., Μεταξάς, Χ., Παπαδάκης, Π., Φρίγκας, Χ., 2004. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 26.

3. Εντός της οικίας, θα πρέπει να έχουν αφαιρεθεί αντικείμενα που τυχόν καταλαμβάνουν κενούς χώρους κάτω από ασφαλή μέρη όπως τραπέζια, γραφεία κλπ. ώστε να μπορούν να καταφύγουν εκεί για προστασία τα μέλη της οικογένειας.
4. Στα ατομικά μέτρα προστασίας εντάσσεται η χρήση σφυρίχτρας η οποία μπορεί να αποτελέσει σωτήριο μέσο.
5. Πλέον, κάθε μέλος του οικογενειακού περιβάλλοντος θα πρέπει να πραγματοποιεί από μόνο του σύντομες ασκήσεις ετοιμότητας χωρίς να απαιτείται ξεχωριστή εντολή ή παρότρυνση.
6. Οι συχνές διακοπές ρεύματος κατά τη διάρκεια του σεισμού «επιβάλλουν» την εξοικείωση των μελών στην κίνηση στο σκοτάδι για να μπορούν να εντοπίζουν χωρίς δυσκολία τους χώρους προσωρινής καταφυγής που έχουν καθοριστεί εντός του σπιτιού μέσα στο σπίτι ή να το εγκαταλείπουν.
7. Τα μέτρα πυρασφάλειας επιβάλλουν την παρουσία πυροσβεστήρα για την αντιμετώπιση ενδεχόμενης πυρκαγιάς καθώς και ενημέρωσης του τρόπου χρήσης του από τα μέλη της οικογένειας.

4.2.4. Συγκέντρωση εφοδίων πρώτης ανάγκης

Μετά από ένα σεισμό είναι πιθανό να κριθούν αναγκαία κάποια εφόδια για την επιβίωση. Τα εφόδια αυτά πρέπει να έχουν συγκεντρωθεί την προσεισμική περίοδο και να βρίσκονται σε ασφαλές, αλλά εύκολο σε πρόσβαση, σημείο του σπιτιού. Κατά περίπτωση, τα αναγκαία εφόδια πρώτης ανάγκης που έχουν καθοριστεί από παλαιότερες εμπειρίες περιλαμβάνουν⁵⁴:

1. Νερό και ξηρά τροφή.
2. Ραδιόφωνο με μπαταρίες, για να υπάρχει η κατάλληλη πληροφόρηση.
3. Φάρμακα.
4. Καρτέλα διάσωσης στην οποία αναγράφονται τυχόν προβλήματα υγείας ή αναπηρίας.
5. Σφυρίχτρα.

⁵⁴ Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2008. Μαθαίνοντας για το σεισμό και τα μέτρα προστασία: Οδηγίες για άτομα με αναπηρίες (ΑμΕΑ) . Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 20.

6. Μπαταρίες για τον ειδικό εξοπλισμό.
7. Κινητό τηλέφωνο, ώστε να υπάρχει η δυνατότητα άμεσης επικοινωνίας με ομάδες βοήθειας.
8. Ηχητικό μήνυμα στο κινητό που να αναφέρει την ύπαρξη ανάγκης βοήθειας.

Εικόνα 3: Εφόδια πρώτης ανάγκης σεισμού



Πηγή: Adena, 2011

4.3. Μέτρα προστασίας κατά τη διάρκεια του σεισμού μέσα και έξω από κτίρια

Κατά τη διάρκεια των λίγων δευτερολέπτων που διαρκεί ένας σεισμός έχουν μεγάλη σημασία οι ατομικές κινήσεις του καθενός, καθώς προσπαθεί να προστατευθεί. Όσο περισσότερο εκπαιδευμένος είναι κάποιος, τόσο πιο αποφασιστικές και γρήγορες θα είναι οι κινήσεις του. Οι ανεκπαίδευτοι αιφνιδιάζονται και συνήθως αδρανούν, στέκοντας ακίνητοι σε όποιο σημείο βρεθούν, επικίνδυνο ή όχι, περιμένοντας απλώς να τελειώσει το φαινόμενο.

Ειδικότερα στους μαζικούς χώρους οι συνέπειες της άγνοιας και της ελλιπούς προετοιμασίας μπορεί να είναι δραματικές. Οι κυριότεροι κίνδυνοι που απειλούν τους ανθρώπους κατά τη διάρκεια του σεισμού είναι οι πτώσεις οικοδομικών και άλλων υλικών.

Το φαινόμενο αυτό παίρνει κατακλυσμαία μορφή στην περίμετρο των κτιρίων, όπου απειλείται η ακεραιότητα των διερχομένων από υλικά που πέφτουν, όπως

σπασμένα μάρμαρα, σοβάδες, σπασμένα τζάμια, κομμάτια από μπαλκόνια, ζαρντινιέρες, καμινάδες τζακιών, κεραίες τηλεοράσεων κ.λπ.

Άλλη απειλή γι' αυτούς που βρίσκονται στο σπίτι τους την ώρα του σεισμού είναι οι ανατροπές υψηλών επίπλων και άλλων κατασκευών που δεν έχουν στερεωθεί καλά.

Για εκείνους που βρίσκονται μέσα σε κτίρια, μερικοί στοιχειώδεις κανόνες συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια του σεισμού όπως έχουν καθοριστεί στις σημερινές συνθήκες είναι οι παρακάτω^{55,56}:

1. Δεν στέκονται ούτε καλύπτονται κάτω από δοκάρια.
2. Αναζητούν προσωρινή προστασία κάτω από χαμηλά και γερά έπιπλα, των οποίων κρατούν με δύναμη το ένα πόδι.
3. Αν δεν είναι δυνατή η κάλυψη κάτω από έπιπλα πέφτουν μπρούμυτα στο πάτωμα, καλύπτοντας το κεφάλι τους με τα χέρια ή οποιοδήποτε άλλο αντικείμενο.
4. Προτιμούν να καταφεύγουν σε εσωτερικά μέρη των κτιρίων και ειδικότερα δίπλα σε κεντρικές κολώνες ή στο φρεάτιο του ανελκυστήρα, που είναι σχετικά ασφαλέστερα από εκείνα που βρίσκονται κοντά στις εξωτερικές όψεις τους.
5. Αν βρεθούν σε σκάλες πολύροφων κτιρίων στέκονται όρθιοι, με ακουμπισμένη την πλάτη τους στον τοίχο.
6. Δεν βγαίνουν σε παράθυρα ή μπαλκόνια, ούτε πηδούν κάτω απ' αυτά.
7. Απομακρύνονται από τα υψηλά έπιπλα ή αντικείμενα που μπορεί να πέσουν επάνω τους.
8. Δε χρησιμοποιούν ανελκυστήρα.
9. Η καταφυγή σε δωμάτια με πάγκους και ανθεκτικές κατασκευές προσφέρει σχετικά μεγαλύτερη ασφάλεια σε περιπτώσεις μικροκαταρρέψεων, γιατί εκεί θα συγκρατηθούν εν μέρει τα οικοδομικά υλικά που πέφτουν και θα σχηματισθούν περισσότεροι κενοί χώροι.

Για εκείνους που βρίσκονται έξω από τα κτίρια, μερικοί κανόνες συμπεριφοράς κατά τη διάρκεια του σεισμού είναι οι παρακάτω⁵⁷:

⁵⁵ Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2007. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., Β΄ Έκδοση, σ. 62.

⁵⁶ Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2008. Μαθαίνοντας για το σεισμό και τα μέτρα προστασία: Οδηγίες για άτομα με αναπηρίες (ΑμΕΑ) . Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 26.

1. Όσοι βρίσκονται κοντά στις εξωτερικές όψεις των κτιρίων απομακρύνονται αμέσως απ' αυτές, για να αποφύγουν τα καταρρέοντα υλικά.
2. Όσοι βαδίζουν σε πεζοδρόμια δίπλα σε κτίρια μετακινούνται στη μέση του οδοστρώματος, προσέχοντας ταυτόχρονα να μη παρασυρθούν από τα διερχόμενα αυτοκίνητα. Αποφεύγουν να στέκονται κάτω από ηλεκτροφόρα σύρματα ή δίπλα σε υψηλές περιφράξεις και κατασκευές που μπορεί να τους καταπλακώσουν.
3. Δεν κρατιούνται από μεταλλικές περιφράξεις και κιγκλιδώματα, γιατί μπορεί να έχουν πέσει επάνω σ' αυτά ηλεκτροφόρα σύρματα.
4. Καλύπτουν το κεφάλι τους με κάθε πρόσφορο μέσο.
5. Αν βρίσκονται δίπλα στη θάλασσα τρέχουν προς εσωτερικά και υψηλότερα μέρη, για να αποφύγουν τα παλιρροϊκά κύματα.
6. Αν οδηγούν κάποιο μέσο μεταφοράς το σταματούν, όχι κοντά στην εξωτερική πλευρά κτιρίων και όχι κάτω από ηλεκτροφόρα σύρματα, μη ξεχνώντας να σβήσουν αμέσως τη μηχανή.

4.4. Γενικές ενέργειες προστασίας μετά το σεισμό

Οι κυριότερες ενέργειες που πραγματοποιούνται αμέσως μετά από ένα σεισμό, είναι σε γενικό πλαίσιο οι παρακάτω⁵⁸:

1. Οι προκαθορισμένοι υπεύθυνοι ενός κτιριακού συγκροτήματος απασφαλίζουν αμέσως τις πόρτες εξόδου και διακόπτουν τις παροχές ρεύματος και νερού.
2. Τα κτίρια εκκενώνονται ήρεμα, γρήγορα και πειθαρχημένα, με βάση τις εντολές των υπευθύνων, οι οποίοι στέκονται στα στενά περάσματα των κτιρίων και κατευθύνουν με ασφάλεια το ανθρώπινο ρεύμα προς την έξοδο.
3. Αποφεύγεται η χρήση ανελκυστήρων.
4. Οι διαφεύγοντες από τα κτίρια καλύπτουν το κεφάλι τους με πρόχειρο τρόπο, για να αποφύγουν τον τραυματισμό από την πτώση διαφόρων υλικών.

⁵⁷ Κέρπελης, Π., Κόγια, Κ., Κούρου, Α., Μεταξάς, Χ., Παπαδάκης, Π., Φρίγκας, Χ., 2004. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 30.

⁵⁸ Κέρπελης, Π., Κόγια, Κ., Κούρου, Α., Μεταξάς, Χ., Παπαδάκης, Π., Φρίγκας, Χ., 2004. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 35.

5. Δεν αγγίζουν πεσμένα ηλεκτροφόρα σύρματα, ούτε μεταλλικά κιγκλιδώματα και περιφράξεις, που πιθανόν είναι σε επαφή με τέτοια σύρματα.
6. Δεν έρχονται σε επαφή με νερά που τρέχουν από διαρροές, γιατί υπάρχει κίνδυνος ηλεκτροπληξίας από ηλεκτροφόρα σύρματα που έχουν πέσει πάνω σ' αυτά.
7. Κατευθύνονται με πειθαρχία και προσοχή προς τους χώρους καταφυγής και δεν επιστρέφουν στο κτίριο, λόγω φόβου μετασεισμών ή ατυχημάτων.
8. Σε ιδρύματα και μεγάλα κτιριακά συγκροτήματα, ομάδες προκαθορισμένων υπευθύνων οργανώνουν σύντομη διείσδυση σ' αυτά, μετά την εκκένωση τους, για τον εντοπισμό τραυματιών ή παγιδευμένων ατόμων, το σβήσιμο μικροεστιών φωτιάς κ.λπ.
9. Οι διαφυγόντες δε στέκονται κοντά σε πεσμένα κτίρια, εμποδίζοντας το έργο διάσωσης και παροχής βοήθειας ή δυσκολεύοντας την κίνηση των ασθενοφόρων, γερανών και άλλων οχημάτων. Δε δίνουν βάση σε φήμες που διαδίδονται ιδιαίτερα σε παρόμοιες περιπτώσεις και επιτείνουν τον πανικό.
10. Οι ευρισκόμενοι μέσα σε κτίριο στο οποίο έχει εκδηλωθεί φωτιά, βρέχουν ταχύτατα κουβέρτες στη μανιέρα, διπλώνονται μ' αυτές και κατευθύνονται προς την έξοδο χωρίς καθυστέρηση.

4.5. Δημιουργία ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων υψηλής ανεκτικότητας

Οι συσκευές που τοποθετούνται σήμερα σ' ένα κτίριο υπολογίζονται να ανταποκρίνονται στις σεισμικές κινήσεις στις όποιες θα υποβληθούν λόγω της δυναμικής συσχέτισης τους με το κτίριο. Ο υπολογισμός των συσκευών και των στηρίξεων τους θα πρέπει να λαμβάνει υπόψη τα δυναμικά χαρακτηριστικά του κτιρίου και σαν σύνολου και τμηματικά.

Ένα κτίριο τείνει να συμπεριφερθεί σαν φίλτρο της ταλάντωσης και μεταβιβάζει στους από πάνω ορόφους εκείνες τις συχνότητες κυρίως που είναι κοντά στις δικές του φυσικές συχνότητες. Έτσι, στους επάνω ορόφους θα υπάρχει κάποια μείωση του πλάτους του φάσματος των συχνοτήτων των ταλαντώσεων που διεγείρουν τα

μηχανήματα. Η ακριβής πρόβλεψη των δυνάμεων ταλάντωσης που εξωθούνται στα μηχανήματα που στηρίζονται στο κτίριο αποτελεί ένα σύνθετο δυναμικό πρόβλημα.

Κατά τον αντισεισμικό σχεδιασμό των κτιρίων θεωρείται συνήθως ικανοποιητικό το να μπορούν τα κτίρια να εκκενώνονται χωρίς απώλειες ζωών ύστερα από έναν μεγάλο σεισμό. Οι βλάβες των κτιρίων ποικίλλουν από ελαφρές μέχρι ανεπανόρθωτες. Για τις ηλεκτρολογικές και λοιπές εγκαταστάσεις παροχής κοινής ωφέλειας με ιδιαίτερη σημασία, υπάρχουν υψηλότερα στάνταρτ σε σχέση με το παρελθόν, δεδομένου ότι είναι πελώρια πλέον η εξάρτηση από την παροχή ηλεκτρισμού για τη λειτουργία σπουδαίων και ζωτικής σημασίας, υπηρεσιών. Η διατήρηση της παροχής ηλεκτρισμού αποτελεί κύριο παράγοντα για την επιτυχία των σχεδίων έκτακτου ανάγκης μετά τους σεισμούς.

Οι δομοστατικοί μηχανικοί προσπαθούν γενικά να αποφύγουν τη χρήση ψαθυρών υλικών, με τους ηλεκτρολόγους να ακολουθούν τη συγκεκριμένη οδηγία. Πλέον ο σχεδιασμός και η κατασκευή των ηλεκτρολογικών εγκαταστάσεων περιλαμβάνει την τήρηση αυστηρών κανόνων ασφαλείας και προστασίας για τις περιπτώσεις εκδήλωσης σεισμών. Στην παραπάνω φιλοσοφία πρέπει να ενσωματωθεί και ο κανόνας ότι πρέπει να αποφεύγεται το υψηλό κόστος από τις βλάβες του σεισμού⁵⁹.

4.6. Θεμελιώδη αντισεισμικού σχεδιασμού σε μηχανολογικές και υδραυλικές εγκαταστάσεις

Για τον στατικό υπολογισμό των σεισμικών δυνάμεων υπάρχουν δύο εναλλακτικές μέθοδοι. Η πρώτη είναι Η παραδοσιακή διαδικασία με τη χρήση σεισμικών συντελεστών, η δεύτερη είναι μία πιο ακριβής μορφή δυναμικής ανάλυσης που μπορεί να ζητηθεί για ειδικές κατασκευές αλλά και να γίνει αποδεκτή για κάθε κατασκευή. Εάν χρησιμοποιηθεί η δεύτερη μέθοδος, τότε πρέπει να αναθεωρηθούν οι σεισμικοί συντελεστές του κανονισμού για σωληνώσεις και εγκαταστάσεις και πιθανώς να τροποποιηθούν από το δομοστατικό μηχανικό πριν την εφαρμογή τους. Είναι γεγονός ότι ο μηχανολόγος μηχανικός συμβουλευεται τον δομοστατικό κατά την έναρξη της μελέτης προκειμένου να προσδιορίσει τα χαρακτηριστικά ταλαντώσεων του κτιρίου. Ιδιαίτερου ενδιαφέροντος είναι οι ίδιοι περίοδοι

⁵⁹ Dowrick, D., 1983. Αντισεισμικός σχεδιασμός. Αθήνα: Γκιούρδας, σ. 298.

ταλάντωσης, οι μέγιστες επιταχύνσεις που αναμένονται σε όλα τα πατώματα που φιλοξενούν εγκαταστάσεις, και οι σχετικές μετακινήσεις μεταξύ γειτονικών κατασκευών ή μερών τους.

Οι σεισμικοί συντελεστές για τα στοιχεία στερέωσης του μηχανολογικού και υδραυλικού εξοπλισμού έχουν τροποποιηθεί προς το αυστηρότερο. Οι τιμές των ισοδύναμων στατικών δυνάμεων πρέπει να είναι επαρκείς στις εγκαταστάσεις με μικρή απόσβεση και να έχουν ιδιοπερίοδο ταλάντωσης κοντά σε μία από τις σημαντικές περιόδους του κτιρίου. Αν και δεν είναι κατορθωτό να αποφεύγονται όλες οι συχνότητες του κτιρίου, δεν πρέπει να υπάρχει ανησυχία αν η θεμελιώδης περίοδος της εγκατάστασης είναι μικρότερη από 0,1 sec, επειδή τα περισσότερα κτίρια είναι πολύ πιο εύκαμπτα⁶⁰.

4.7. Οργάνωση προσωπικού δικτύου υποστήριξης

Μεταξύ των σύγχρονων προτάσεων προστασίας σεισμών στην Ελλάδα και διεθνώς εντάσσεται η οργάνωση προσωπικού δικτύου υποστήριξης. Ουσιαστικά, πρόκειται για μια ομάδα ατόμων, που βοηθούν στην οργάνωση πριν και μετά την εκδήλωση σεισμού.

Στο στάδιο πριν το σεισμό, οι ενδιαφερόμενοι μπορούν να πραγματοποιήσουν συζητήσεις και να ζητήσουν βοήθεια στην επιλογή των απαραίτητων εφοδίων έκτακτης ανάγκης, να επισημάνουν και να άρουν τις όποιες επικινδυνότητες στο χώρο αλλά και να οργανώσουν από κοινού ασκήσεις ετοιμότητας.

Εξίσου σημαντικός είναι και ο ρόλος τους μετά το σεισμό, διότι τα μέλη του συγκεκριμένου δικτύου υποστήριξης είναι εκείνα που θα ενδιαφερθούν στις πρώτες ώρες του σεισμού αλλά και θα παρέχουν την απαιτούμενη υποστήριξη τις πρώτες ημέρες⁶¹.

Τα άτομα του προσωπικού δικτύου υποστήριξης επιλέγονται από όλους τους χώρους καθημερινότητας όπως το σπίτι, ο εργασιακός χώρος, το σχολείο, κ.α.. και μπορεί να είναι συγγάτοικοι, συγγενείς, γείτονες, φίλοι, συνάδελφοι. Σημαντικό

⁶⁰ Dowrick, D., 1983. Αντισεισμικός σχεδιασμός. Αθήνα: Γκιούρδας, σ. 308.

⁶¹ Nawrotzki, P., Jurukovski, D., Rakicevic, Z., 2005. Shaking table testing of a steel frame structure with and without base control system. Paris: Eurodyn, p. 11.

στοιχείο είναι η παρουσία προσωπικών σχέσεων και εμπιστοσύνης καθώς και γνώσης των ιδιαιτεροτήτων για να μπορούν να προσφέρουν βοήθεια μέσα σε σύντομο χρονικό διάστημα.

Εικόνα 4 : Προσωπικό δίκτυο υποστήριξης



Πηγή: Ο.Α.Σ.Π., 2008

Χαρακτηριστικό στοιχείο της συγκεκριμένης ομάδας είναι η απουσία εξάρτησης από ένα άτομο. Ως προς τον αριθμό των μελών, οι συγκεκριμένες ομάδες απαρτίζονται συνήθως από τρία (3) και πάνω άτομα για να αποφεύγονται τυχόν απουσίες λόγω εργασίας, υποχρεώσεων κλπ. Συγκεκριμένα, στις δράσεις των συγκεκριμένων ομάδων εντάσσονται⁶²:

1. Συζήτηση και αξιολόγηση προβληματισμών των ενδιαφερομένων.
2. Σύνταξη σχεδίου έκτακτης ανάγκης και παράδοση αντίγραφου του σχεδίου σε κάθε μέλος του δικτύου.
3. Βοήθεια στη συγκέντρωση των εφοδίων πρώτης ανάγκης.
4. Καθορισμός επικοινωνίας των μελών του δικτύου
5. Καθοδήγηση σε ζητήματα χρήσης μηχανημάτων, συσκευών κλπ.
6. Συμμετοχή σε ασκήσεις ετοιμότητας.

⁶² Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2008. Μαθαίνοντας για το σεισμό και τα μέτρα προστασία: Οδηγίες για άτομα με αναπηρίες (ΑμΕΑ) . Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 16.

4.8. Εξασφάλιση δομημάτων ανθεκτικών έναντι σεισμών

Η εξασφάλιση κατασκευής και σχεδιασμού δομημάτων ανθεκτικών στους σεισμούς πραγματοποιείται με την εφαρμογή από τις αρμόδιες κατά τόπους πολεοδομικές υπηρεσίες του Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού (Ε.Α.Κ.) για την Ελλάδα και τις ανάλογες υπηρεσίες στις άλλες χώρες στα πλαίσια ενός γενικότερου οικοδομικού κανονισμού.

Για την κατασκευή ανθεκτικών δομημάτων ακολουθείται πλέον η υποδιαίρεση των περιοχών βάσει σεισμικότητας. Η διαχρονική συγκέντρωση δεδομένων σεισμικών δονήσεων από υπερσύγχρονα μηχανήματα, έχουν βοηθήσει να καθοριστούν με ακρίβεια οι περιοχές αυξημένης επικινδυνότητας ορίζοντας στη συνέχεια του κατασκευαστικούς κανονισμούς. Σε γενικά πλαίσια, η κατασκευή σταθερών και ανθεκτικών δομημάτων βασίζεται στα ακόλουθα^{63,64,65}:

1. Αξιοπιστία μεταφοράς στο έδαφος δράσεων κάθε στοιχείου της κατασκευής, χωρίς να προκαλούνται μεγάλες παραμένουσες παραμορφώσεις.
2. Εξασφάλιση απαιτούμενης αντοχής σε όλα τα φέροντα στοιχεία του δομήματος.
3. Ικανοποιητικός προσεισμικός έλεγχος του φορέα. Πριν την κατασκευή του δομήματος θα πρέπει να έχουν ελεγχθεί τα υλικά κατασκευής, η εξασφάλιση ικανοποιητικής σχέσης μεταξύ διαθέσιμης και απαιτούμενης τοπικής πλαστικότητας κλπ.
4. Η συμπεριφορά του δομήματος να είναι σε επαρκή βαθμό συνεπής με τα χρησιμοποιούμενα προσομοιώματα, να επιτυγχάνεται δηλαδή η ελαχιστοποίηση των αβεβαιοτήτων
5. Λήψη όλων των αναγκαίων μέτρων προστασίας, τόσο του υπό μελέτη κτιρίου, όσο και των τυχόν υφισταμένων γειτονικών κτιρίων, από δυσμενείς συνέπειες προσκρούσεων κατά την διάρκεια του σεισμού.

⁶³ Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.), 2009. Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση σεισμικών φαινομένων. Αθήνα: Υπουργείο Εσωτερικών, σ. 4-5.

⁶⁴ Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 1999. Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 1-61.

⁶⁵ Dymiotis, C., 2002. Reliability based code calibration for earthquake - resistant design. JCSS: Workshop on Reliability based code calibration, p. 2-3.

4.9. Προσεισμικός έλεγχος κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης

Ένα ιδιαίτερα σημαντικό πλαίσιο προστασίας έναντι των σεισμών που εφαρμόζεται στην Ελλάδα αλλά και σε διάφορες χώρες ανά τον κόσμο είναι η διενέργεια προσεισμικού ελέγχου κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης. Οι διάφοροι φορείς που ευθύνονται για τη λειτουργία και την ασφάλεια των κτιρίων δημόσιας ή κοινωφελούς χρήσης, ανεξάρτητα του ιδιοκτησιακού καθεστώσ τους, διενεργούν ανά τακτά χρονικά διαστήματα προσεισμικούς ελέγχους των κτιρίων με απώτερο σκοπό την εύρεση προβλημάτων, φθορών κλπ. και ταχείας αποκατάστασης τους ώστε να προληφθούν κίνδυνοι από έναν σεισμό⁶⁶.

Κατά τη διεξαγωγή των ελέγχων συντάσσονται και αποστέλλονται αντίγραφα δελτίων ελέγχου στις αρμόδιες κατά περίπτωση υπηρεσίες οι οποίες έχουν την ευθύνη συγκέντρωσης των δελτίων ελέγχου όλων των κτιρίων που βρίσκονται στην κατοχή του κράτους. Στη συνέχεια, τα συγκεκριμένα δελτία αποτελούν αντικείμενο μελέτης και έρευνας για περαιτέρω βελτίωση των τρόπων προστασίας από τους σεισμούς.

Ο διενεργηθείς προσεισμικός έλεγχος των κτηρίων δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης λειτουργεί προσθετικά σε οποιονδήποτε έλεγχο διενεργούν αρμόδιοι φορείς στα πλαίσια αντιμετώπισης των σεισμών. Ο καθορισμός των τελικών αποτελεσμάτων των ελέγχων καθορίζει και τη λήψη των απαραίτητων μέτρων για την προστασία του κοινού που συναθροίζεται στους ανωτέρω χώρους και για την εξασφάλιση των κρίσιμων λειτουργιών τους⁶⁷.

⁶⁶ Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.), 2009. Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση σεισμικών φαινομένων. Αθήνα: Υπουργείο Εσωτερικών, σ. 4.

⁶⁷ Elghazouli, A., 2008. Seismic design of steel - framed structures to Eurocode 8. WCEE: 14Th World Conference on Earthquake Engineering, p. 6.

4.10. Διάθεση υλικών και μέσων για την προσωρινή στέγαση πληγέντων από σεισμό

Οι προηγούμενες εμπειρίες σε ζητήματα σεισμών, έχει οδηγήσει πολλές χώρες μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα, στην απόφαση δημιουργίας φορέων συγκέντρωσης και διάθεσης υλικών και μέσων για την προσωρινή στέγαση των πληγέντων από το σεισμό.

Η προμήθεια και διάθεση τέτοιου υλικού είναι αρμοδιότητα συνήθως των υπηρεσιών υγείας και κοινωνικής αλληλεγγύης. Κάθε χώρα, έχει δημιουργήσει πολυάριθμα αποθηκευτικά κέντρα τα οποία είναι αρμόδια στις περιπτώσεις σεισμών να διανέμουν υλικά και στέγαση στους πληγέντες. Στην Ελλάδα, τη συγκεκριμένη διαδικασία αναλαμβάνει τη Γενική Διεύθυνση Πρόνοιας και ειδικότερα η Διεύθυνση Κοινωνικής Αντίληψης και Αλληλεγγύης του Υ.Υ.Κ.Α.

Οι τελικές αποφάσεις διάθεσης και διακίνησης του υλικού για την περίθαλψη και προστασία των πληγέντων από σεισμούς καθορίζονται από τις κεντρικές υπηρεσίες κάθε χώρας οι οποίες αναλαμβάνουν και προσωρινή στέγαση των πληγέντων από σεισμούς. Για το συγκεκριμένο ζήτημα, έχει προβλεφθεί και η κατασκευή οικιών ή προκατασκευασμένων οικημάτων, ώστε να καλυφθεί η ανάγκη της στέγασης τις ημέρες που ακολουθούν το σεισμό⁶⁸.

4.11. Μέτρα και δράσεις πρόληψης και ετοιμότητας σε επίπεδο Περιφερειών, Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων και Δήμων και Κοινοτήτων

Τα μέτρα δράσης και πρόληψης των επιπτώσεων του σεισμού, καθορίζονται σύμφωνα με τα επίπεδα ευθύνης κάθε φορέα αλλά και βάση των ευρύτερων περιοχών που καλούνται να καλύψουν. Βάσει των συγκεκριμένων δεδομένων, προκύπτουν

⁶⁸ Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.), 2009. Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση σεισμικών φαινομένων. Αθήνα: Υπουργείο Εσωτερικών, σ. 5.

μέτρα και δράσης ανά Περιφέρεια, Νομαρχία και Δήμο για την περίπτωση της Ελλάδας. Σε επίπεδο Περιφερειών, τα μέτρα πρόληψης περιλαμβάνουν⁶⁹:

1. Διενέργεια προσεισμικών ελέγχων και αποστολή αποτελεσμάτων στον Ο.Α.Σ.Π.
2. Ενημέρωση υπαλλήλων που στεγάζονται σε κτίρια της Περιφέρειας για τον τρόπο εκκένωσης με βάση τις κατευθυντήριες οδηγίες του Ο.Α.Σ.Π.
3. Καθορισμός των κρίσιμων για τη λειτουργία της Περιφέρειας υπηρεσιών ώστε να προβλεφθούν εναλλακτικές λύσεις για τις συγκεκριμένες υποδομές.
4. Συνεργασία με αρμόδιες υπηρεσίες για κατάρτιση και τήρηση επικαιροποιημένου καταλόγου των επιχειρησιακά έτοιμων μέσων και υπευθύνων χειριστών τους που διαθέτουν οι υπηρεσίες της Περιφέρειας, για την αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών λόγω σεισμού.
5. Κατάρτιση επικαιροποιημένου καταλόγου κατάλληλα εκπαιδευμένων υπαλλήλων και μηχανικών οι οποίοι δύναται να προχωρήσουν μετά από σεισμό σε άμεσο οπτικό έλεγχο κτιρίων και υποδομών αρμοδιότητας της Περιφέρειας
6. Συνεργασία με αρμόδιους φορείς για τη διενέργεια ασκήσεων ετοιμότητας.
7. Συνολικός έλεγχος πληρότητας και αναβάθμισης των υφισταμένων σχεδίων αντιμετώπισης σεισμού της Περιφέρειας.

Σε επίπεδο Νομαρχιακών Αυτοδιοικήσεων, τα μέτρα που λαμβάνονται περιλαμβάνουν τα ακόλουθα⁷⁰:

1. Διενέργεια πρωτοβάθμιου προσεισμικού ελέγχου των κτιρίων αρμοδιότητας Νομαρχιακής Αυτοδιοίκησης.
2. Ποιοτικός και ποσοτικός έλεγχος αποθηκευμένων υλικών πρώτης ανάγκης με άμεση αντιμετώπιση των ελλείψεων ή αντικατάστασης των φθαρέντων υλικών.
3. Προσδιορισμός των κρίσιμων υποδομών λειτουργίας της Νομαρχίας και δημιουργία εναλλακτικών λύσεων.

⁶⁹ Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.), 2009. Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση σεισμικών φαινομένων. Αθήνα: Υπουργείο Εσωτερικών, σ. 10-16.

⁷⁰ Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.), 2009. Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση σεισμικών φαινομένων. Αθήνα: Υπουργείο Εσωτερικών, σ. 10-16.

4. Προσδιορισμός ή επανέλεγχος των χώρων υποδοχής και διαβίωσης των πληγέντων μετά από σεισμό.
5. Ενημέρωση υπαλλήλων σχετικά με την εκκένωση κτιρίων
6. Κατάρτιση και τήρηση επικαιροποιημένου καταλόγου των επιχειρησιακά έτοιμων μέσων και υπευθύνων χειριστών τους
7. Συνολικός έλεγχος πληρότητας και αναβάθμισης των υφισταμένων σχεδίων αντιμετώπισης σεισμού
8. Διενέργεια ασκήσεων ετοιμότητας για την αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών λόγω σεισμού.
9. Μετά την διεξαγωγή της άσκησης, αξιολόγηση και αποτίμηση για τη σύνταξη τελικής αναφοράς.

Τέλος, σε επίπεδο δήμων, οι δράσεις που εφαρμόζονται εστιάζουν στα εξής⁷¹:

1. Διενέργεια προσεισμικού ελέγχου κτιρίων αρμοδιότητας Δήμου ή Κοινότητας
2. Κατάλληλη ενημέρωση υπαλλήλων σχετικά με την εκκένωση κτιρίων
3. Κατάρτιση και τήρηση επικαιροποιημένου μητρώου κατάλληλων υπαλλήλων μηχανικών του Δήμου, οι οποίοι δύναται να προχωρήσουν μετά από σεισμό σε άμεσο
4. Προσδιορισμός ή επανέλεγχος χώρων εναπόθεσης μπαζών καθώς και υπαίθριων χώρων συγκέντρωσης του πληθυσμού μετά από σεισμό (χώροι καταφυγής).
5. Σύνταξη μνημονίου ενεργειών ή αναβάθμισή του, όπου αυτό δεν έχει υλοποιηθεί.
6. Συμμετοχή υπηρεσιών του Δήμου καθώς και εκπροσώπου στην άσκηση πολιτικής προστασίας σε επίπεδο Νομού.

4.12. Μετασεισμικός έλεγχος κτηρίων και υποδομών

Σημαντικό μέτρο προστασίας των σεισμών που ακολουθείται σε πολλές χώρες ανά τον κόσμο μεταξύ των οποίων και η Ελλάδα είναι ο μετασεισμικός έλεγχος των

⁷¹ Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.), 2009. Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση σεισμικών φαινομένων. Αθήνα: Υπουργείο Εσωτερικών, σ. 10-16.

κτηρίων και υποδομών. Οι συγκεκριμένες δράσεις συνδέονται με συγκρότηση επιτροπών πρωτοβάθμιων και δευτεροβάθμιων ελέγχων κτηρίων μετά το σεισμό, τη διενέργεια αυτοψιών και την άρση των όποιων επικινδυνότητων. Οι αυτοψίες που διενεργούνται στα πληγέντα κτήρια αμέσως μετά από ένα σεισμό, αποβλέπουν στη διαπίστωση της σοβαρότητας των βλαβών που αυτά έχουν υποστεί από το σεισμό. Με βάση τη συγκεκριμένη καταγραφή και όπου αυτό απαιτείται, πραγματοποιούνται επεμβάσεις έκτακτης ανάγκης, δηλαδή άρση επικινδυνότητων, προσωρινές υποστυλώσεις – αντιστηρίξεις ακόμα και κατεδαφίσεις επικίνδυνων κτισμάτων⁷².

Ο πρωτοβάθμιος έλεγχος διενεργείται μετά την εκδήλωση του σεισμού με σκοπό να ελεγχθούν τα κτήρια ως προς την καταλληλότητα. Η πραγματοποίησή τους διενεργείται εντός ορισμένου χρονικού διαστήματος δέκα (10) ημερών για τους σεισμούς μικρής έντασης και εντός είκοσι (20) ημερών για σεισμούς μεγάλης έντασης. Στους συγκεκριμένους ελέγχους χαρακτηρίζονται τα κτήρια ως κατοικήσιμα ή μη βάσει των βλαβών που παρουσιάζουν ενώ καταγράφεται σε χειρόγραφη ή ηλεκτρονική μορφή καταστάσεις με όσο το δυνατόν περισσότερα στοιχεία για τον προσδιορισμό τους.

Ο δευτεροβάθμιος έλεγχος πραγματοποιείται σε κτήρια που έχουν χαρακτηριστεί από τον πρωτοβάθμιο έλεγχο προσωρινά ακατάλληλα για χρήση ενώ ο βασικός σκοπός του είναι ο τελικός χαρακτηρισμός τους και η έκδοση πρωτοκόλλων επικινδυνότητας. Ο χρόνος πραγματοποίησης των ελέγχων εξαρτάται από το μέγεθος του σεισμού. Στον τελικό τους χαρακτηρισμό, τα κτήρια κρίνονται ως κατάλληλα για χρήση (πράσινα), προσωρινά ακατάλληλα για χρήση (κίτρινα) ή ως επικίνδυνα για χρήση (κόκκινα), ανάλογα με τις βλάβες που παρουσιάζουν και σημαδεύονται με τη χρήση σπρέι. Στην περίπτωση χαρακτηρισμού ενός κτηρίου ως επικίνδυνο, παραδίδεται στον ιδιοκτήτη δελτίο επανελέγχου με τον χαρακτηρισμό του και στη συνέχεια συντάσσεται πρωτόκολλο επικίνδυνου κτηρίου. Μαζί με το δελτίο επανελέγχου δίδεται ενημερωτικό φυλλάδιο για τους πολίτες, το οποίο θα πρέπει να είναι διαθέσιμο σε αντίγραφο σε κάθε περίπτωση σεισμού⁷³.

⁷² Παπαδόπουλος, Γ., 2000. Η πολιτική προστασία στην Ελλάδα: Αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών. Αθήνα: Ίων, σ. 76.

⁷³ British Standar (BSi), 2004. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. London: BSi, p. 10-12.

4.13. Σύγχρονα μέτρα προστασίας διεθνώς

4.13.1. Η προστασία των μηχανημάτων

Σε διεθνές επίπεδο η προστασία των μηχανημάτων έναντι σεισμών βασίζεται στην αλλαγή των κανονισμών των υποστηρικτικών συνθηκών τους. Ο απώτερος στόχος των νέων κανόνων ασφαλείας είναι η αντιμετώπιση των δονήσεων και του ελέγχου τυχόν βλαβών.

Σε διεθνές επίπεδο και βάση της προόδου που έχει σημειωθεί στην κατασκευαστική τεχνολογία, διατίθενται σειρά επιμέρους κατασκευών που λειτουργούν υποστηρικτικά στην απορρόφηση των δονήσεων του σεισμού για την προστασία των μηχανημάτων σε εργοστάσια, κτίρια κλπ. Η χρήση των συγκεκριμένων κατασκευών σε διεθνές επίπεδο έχει θεσμοθετηθεί και «επιβάλλεται» για μηχανήματα που εγκυμονούν σημαντικούς κινδύνους για τη δημόσια ασφάλεια όπως οι πυρηνικοί αντιδραστήρες⁷⁴.

Εικόνα 5: Αντισεισμικά μέτρα προστασίας μηχανημάτων



Πηγή: Nawrotzki, 2006

4.13.2. Η προστασία των εξοπλισμών

Η εμπειρία στην αντισεισμική προστασία των μηχανημάτων μπορεί να ενισχυθεί με το έλεγχο των δομών και την προστασία των εξοπλισμών των κτιρίων. Σε διεθνές

⁷⁴ Nawrotzki, O., 2006. Earthquake protection for buildings and other structures. Berlin: International Forum - Earthquake Prognostics, p. 2.

επίπεδο αλλά και στην Ελλάδα τα τελευταία χρόνια, εφαρμόζονται όλο και περισσότερο κατασκευαστικές τεχνικές απορρόφησης των κραδασμών του σεισμού. Η προστασία των εξοπλισμών περιλαμβάνει τη λήψη μέτρων προστασίας που εστιάζουν στην παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας, παροχής ύδατος κλπ.⁷⁵

Οι δομές αυτές συχνά αποτελούνται από ένα υλικό ευαίσθητο ή απαιτούν ειδική αντιμετώπιση. Για την προστασία τους, από τα πρώτα κατασκευαστικά στάδια ακολουθούνται συγκεκριμένοι κανονισμοί που έχουν εκπονηθεί ώστε να αποφεύγεται ο κίνδυνος κατάρρευσης κατά τη διάρκεια ενός σεισμού ή αξιοποιούνται υποστηρίγματα όπως ελάσματα (εικόνα 6).

Εικόνα 6: Προστασία εξοπλισμού με ελαστικά ελάσματα



Πηγή: Nawrotzki, 2006

Για την προστασία έναντι σεισμικών γεγονότων η βάση είναι διατεταγμένη σε ένα σύστημα με ελικοειδή ελατήρια χάλυβα. Αυτό προκαλεί μία σημαντική αλλαγή των συχνοτήτων της δομής ώστε να ανταποκριθεί στις σεισμικές δονήσεις. Στην περίπτωση αυτή, η ελεγχόμενη ταλαντευόμενη κίνηση προκαλεί χαμηλές συχνότητες και οριζόντιες μετατοπίσεις στη βάση. Οι βάσεις στήριξης είναι σχεδιασμένες για ένα σχετικά χαμηλό επίπεδο σεισμικής ακολουθίας⁷⁶.

⁷⁵ Dymiotis, C., 2002. Reliability based code calibration for earthquake - resistant design. JCSS: Workshop on Reliability based code calibration, p. 4..

⁷⁶ Nawrotzki, O., 2006. Earthquake protection for buildings and other structures. Berlin: International Forum - Earthquake Prognostics, p. 3.

4.13.3. Η προστασία των κτηρίων

Η προστασία των κτηρίων έναντι σεισμών είναι συνήθως πολύ περίπλοκη όσον αφορά τη δυναμική συμπεριφορά, και απαιτεί ένα υψηλό επίπεδο ασφάλειας. Σε διεθνές επίπεδο, η εφαρμογή κανόνων που καθορίζονται από τους αντίστοιχους κώδικες όπως τον Eurocode ή τον Euronorm, ορίζουν ότι δομές και κτήρια που κατασκευάζονται σε σεισμογενείς περιοχές πρέπει να σχεδιάζονται και να κατασκευάζονται με τέτοιο τρόπο ώστε να πληρούνται οι ακόλουθες προϋποθέσεις:

Προστασία έναντι κατάρρευσης. Η δομή πρέπει να σχεδιάζεται και να κατασκευάζεται έτσι ώστε να αντέχουν στο σχεδιασμό της σεισμική δράση ορισμένης διατηρώντας έτσι τη δομική ακεραιότητα μετά από σεισμικά γεγονότα. Συγκεκριμένα⁷⁷:

1. Απαίτηση περιορισμού των ζημιών. Η δομή πρέπει να είναι σχεδιασμένη και κατασκευασμένη έτσι ώστε να αντέχει σε σεισμική δράση, έχοντας μεγαλύτερη πιθανότητα αντιμετώπισης της σεισμικής δράσης χωρίς την επέλευση ζημίας
2. Κατάλληλος σχεδιασμός. Στο μέτρο του δυνατού, οι δομές θα πρέπει να έχουν απλές μορφές και να είναι τακτικές τόσο στην κάτοψη όσο και στην πλάγια όψη. Αν είναι απαραίτητο αυτό μπορεί να πραγματοποιηθεί με την υποδιαίρεση της δομής σε δυναμικά ανεξάρτητες μονάδες.
3. Η κάμψη των θεμελίων πρέπει να είναι επαρκής για τη μετάδοση των δράσεων των σεισμικών δονήσεων όσο το δυνατόν πιο ομοιόμορφα.
4. Τα έγγραφα σχεδιασμού πρέπει να αναφέρουν τα μεγέθη, τις λεπτομέρειες και τα χαρακτηριστικά των υλικών των δομικών στοιχείων. Ανάλογα με την περίπτωση, τα έγγραφα σχεδιασμού περιλαμβάνουν επίσης τα χαρακτηριστικά ειδικών συσκευών που θα χρησιμοποιηθούν και τις αποστάσεις μεταξύ δομικών και μη δομικών στοιχείων.

⁷⁷ Somaki, T., Nakatogawa, T., Miyamoto, A., Sugiyama, K., Oyobe, Y., Tamachi, K., 2001. Development of 3 - dimensional base isolation system for nuclear power plants. Washington: SMIRT, p. 16

4.13.4. Διαρθρωτικά μέτρα προστασίας σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο

Κατά το παρελθόν, έχουν εφαρμοστεί διάφορα μέτρα και κανόνες προστασίας τόσο σε ατομικό όσο και σε συλλογικό επίπεδο με αποτελέσματα άλλοτε θετικά άλλοτε αρνητικά. Οι μεταβολές των κατασκευαστικών δυνατοτήτων και η τεχνολογική εξέλιξη επέτρεψαν τη διαμόρφωση διαρθρωτικών μέτρων προστασίας σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο τα οποία συχνά έρχονταν σε αντίθεση με ισχύοντες κανόνες προστασίας του παρελθόντος από σεισμούς. Ειδικότερα, αλλαγές και τροποποιήσεις αλλά και μεταβολές στα μέτρα προστασίας σεισμών περιλαμβάνουν πλέον σε γενικό επίπεδο τα ακόλουθα⁷⁸:

1. Αποτελεί γενικά λανθασμένη επιλογή η προστασία κάτω από αντικείμενα και έπιπλα όταν κάτι καταρρέει γιατί το πιθανότερο είναι ότι θα προκληθεί σύνθλιψη του και κατ' επέκταση κίνδυνος για εκείνον που αναζητά προστασία.
2. Η χρήση της εμβρυακής θέσης είναι η ιδανική σε περίπτωση σεισμού για ασφάλεια και επιβίωση δίπλα σε ένα ογκώδες αντικείμενο ή έπιπλο.
3. Τα ξύλινα κτίρια είναι η ασφαλέστερη κατασκευή κατά τη διάρκεια ενός σεισμού γιατί το ξύλο είναι ελαστικό και κινείται με τη δύναμη του σεισμού. Επιπλέον, κατά την κατάρρευση του ξύλινου κτιρίου δημιουργούνται κενά επιβίωσης με πρόκληση μικρότερων επιπέδων βλαβών.
4. Αποφεύγεται πλέον η χρήση των κουφωμάτων σε περίπτωση σεισμού, γιατί η κατάρρευση της πόρτας μπορεί να προκαλέσει σύνθλιψη του ατόμου που αναζητά προστασία λόγω βάρους της οροφής.
5. Οι σκάλες πλέον δομούνται με ασφαλέστερους κανόνες καθώς αποτελούν βασικό πιθανό τμήμα κατάρρευσης.
6. Η χρήση αυτοκινούμενων μέσων στη διάρκεια ενός σεισμού ως μέτρου προστασίας θα πρέπει να αποφεύγεται λόγω κινδύνων καταπλάκωσης.
7. Η χρήση στοιβών χαρτιού, για τους εργαζόμενους σε χώρους με πολλή χαρτική ύλη, όπως γραφεία εφημερίδων, επιχειρήσεις γραφικών τεχνών κλπ. μπορεί να αποτελέσει μέτρο προστασίας καθώς οι στοιβές από χαρτί δεν συμπιέζονται, δημιουργώντας μεγάλα προστατευτικά κενά.

⁷⁸ In Life, 2008 . Σεισμός: Νέα δεδομένα στα μέτρα προστασίας. Διαθέσιμο στο: <http://www.in2life.gr/features/notes/articles/149804/article.aspx#bellow>, ημερ. πρόσβασης 03/01/2013, Ηράκλειο.

4.13.5. Οργανωμένη απομάκρυνση πολιτών λόγω σεισμού

Μεταξύ των δράσεων, που απαιτούνται για την προστασία της ζωής και της υγείας των πολιτών, είναι και η οργανωμένη απομάκρυνσή τους από την περιοχή που τεκμηριωμένα εκτιμάται ότι απειλείται από εξελισσόμενη ή επικείμενη καταστροφή όπως ο σεισμός. Η συγκεκριμένη δράση σε εθνικό και διεθνές επίπεδο έχει ενταχθεί σε συγκεκριμένο νομοθετικό πλαίσιο το οποίο εφαρμόζει ο αρμόδιος κατά περίπτωση φορέας της πολιτείας.

Η απομάκρυνση του πληθυσμού μπορεί ουσιαστικά να λάβει χώρα μέσω δράσεων σε τοπικό επίπεδο. Οι κίνδυνοι από την εκδήλωση σεισμού που έχουν καταστήσει αναγκαία τη νομοθέτηση μέτρων απομάκρυνσης των πολιτών είναι η εκδήλωση πυρκαγιών, οι καταρρεύσεις ετοιμόρροπων κτηρίων ή στοιχείων τους κατά την μετασεισμική περίοδο, τα επαγόμενα κατολισθητικά φαινόμενα και οι διαρροές φυσικού αερίου, τοξικών ουσιών, κλπ. Συνεπώς, το σκεπτικό όλων των αποφάσεων για την οργανωμένη απομάκρυνση πολιτών εξαιτίας σεισμών συνδέονται κατά βάση με τους ανωτέρω κινδύνους.

Στις περιπτώσεις των σεισμών, η αποκλειστική ευθύνη περιορισμού των επιπτώσεων, ανήκει στις αρμόδιες υπηρεσίες των Περιφερειών, των Νομαρχιών και των Δήμων και Κοινοτήτων για την άρση των κινδύνων και την αποκατάσταση των ζημιών στην περιοχή ευθύνης τους. Όταν ανακύπτουν ζητήματα δημόσιας υγείας, αρμόδιες να εισηγηθούν την οργανωμένη απομάκρυνση πολιτών είναι και οι κατά τόπους αρμόδιες υγειονομικές υπηρεσίες.

Η δράση της οργανωμένης απομάκρυνσης των πολιτών ως μέτρο που δρομολογείται για την προληπτική προστασία των πολιτών, έχει χαρακτήρα μη υποχρεωτικό, βασισμένη στην ενημέρωσή τους για τον κίνδυνο και τις πιθανές συνέπειες που έχει η παραμονή τους στο χώρο για τον οποίο έχει ληφθεί η απόφαση της απομάκρυνσης.

Στις περιπτώσεις που υπάρχει παρουσία αλλοδαπών πολιτών που χρειάζονται μεταφορά, καθορίζεται ιδιαίτερο σημείο συγκέντρωσής τους, για την εν συνεχεία

απομάκρυνσή τους, με στόχο την καλύτερη επικοινωνία τους με τις αρχές και τη δημιουργία καλύτερων συνθηκών υποστήριξής τους⁷⁹.

4.13.6. Διεξαγωγή ασκήσεων πολιτικής προστασίας για την αντιμετώπιση εκτάκτων αναγκών λόγω σεισμών

Η αξιοποίηση του οποιοδήποτε σχεδιασμού για την προστασία από τους σεισμούς, έχει ουσιαστική αποτελεσματικότητα αν προηγουμένως έχει δοκιμαστεί και αποδειχθεί ότι είναι εφαρμόσιμος και αποτελεσματικός. Στα νέα μέτρα προστασίας εντάσσεται η διενέργεια ασκήσεων ετοιμότητας και συστηματική μελέτη των σχεδίων έκτακτης ανάγκης.

Για το σκοπό αυτό έχει δημιουργηθεί το ανάλογο νομοθετικό πλαίσιο με τους ανάλογους φορείς να εμπλέκονται σε δράσεις πολιτικής προστασίας αντιμετώπισης εκτάκτων αναγκών εξαιτίας σεισμών. Η διεξαγωγή ασκήσεων επιτυγχάνει⁸⁰:

1. Δοκιμασία και έλεγχο πληρότητας των σχεδίων έκτακτης ανάγκης και της απαιτούμενης συνεργασίας μεταξύ των εμπλεκόμενων.
2. Αναγνώριση κενών ή επικαλύψεων στους ρόλους και τις αρμοδιότητες των εμπλεκόμενων.
3. Βελτίωση του συντονισμού, των επικοινωνιών και της διαχείρισης πληροφορίας μεταξύ των εμπλεκόμενων.
4. Προσδιορισμός και εκτίμηση απαραίτητων πόρων.
5. Εκπαίδευση και εξοικείωση του προσωπικού με τις διαδικασίες αντιμετώπισης και διαχείρισης των συνεπειών του σεισμού.

⁷⁹ Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.), 2009. Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση σεισμικών φαινομένων. Αθήνα: Υπουργείο Εσωτερικών, σ. 44.

⁸⁰ Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.), 2009. Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση σεισμικών φαινομένων. Αθήνα: Υπουργείο Εσωτερικών, σ. 10.

4.13.7. Ενημέρωση και εκπαίδευση πολιτών σε θέματα σεισμικής προστασίας

Τα σημαντικά θέματα σχεδιασμού, εκπόνησης, συντονισμού και παρακολούθησης του έργου της εκπαίδευσης και ενημέρωσης του πληθυσμού και στελεχών φορέων σε θέματα σεισμικής προστασίας και αντιμετώπισης των εκτάκτων αναγκών που προέρχονται από σεισμούς, αποτελούν ουσιαστικά αρμοδιότητα υπηρεσιών που έχουν δημιουργηθεί για το συγκεκριμένο ρόλο. Οι χώρες με μεγάλη σεισμική δραστηριότητα, όπως η Ελλάδα, προβαίνουν σε ενημέρωση του κοινού για τη λήψη μέτρων αυτοπροστασίας από τους κινδύνους που προέρχονται από σεισμούς.

Στα πλαίσια αυτά εντάσσεται και η διάθεση έντυπου υλικού με προτεινόμενα μέτρα αυτοπροστασίας που διανέμονται τόσο στον πληθυσμό όσο και σε υπεύθυνους δημόσιων υπηρεσιών, οργανισμών, επιχειρήσεων κλπ. έτσι ώστε οι πολίτες που διαμένουν ή εργάζονται σε κλειστούς χώρους να ενημερώνονται για τους κινδύνους καθώς και τα προτεινόμενα μέτρα αυτοπροστασίας.

Ειδικότερα, στους χώρους εργασίας, οι εργοδότες οφείλουν να λαμβάνουν μέτρα και να δίνουν οδηγίες στους εργαζόμενους, ώστε να μπορούν σε περίπτωση σοβαρού, άμεσου και αναπόφευκτου κινδύνου να διακόπτουν την εργασία ή και να εγκαταλείπουν αμέσως το χώρο εργασίας και να μεταβαίνουν σε ασφαλή χώρο. Υποχρέωση των εργοδοτών αποτελεί και η κατάρτιση σχεδίου διαφυγής και διάσωσης από τους χώρους εργασίας, εφόσον απαιτείται από τη θέση, την έκταση και το είδος της εκμετάλλευσης⁸¹.

4.14. Το «Τρίγωνο της Ζωής» (triangle of life)



Μεταξύ των σύγχρονων προτάσεων για την προστασία από το σεισμό εντάσσεται και το «τρίγωνο της ζωής» (triangle of life). Η συγκεκριμένη θεωρία παρέχει σημαντικές πληροφορίες αναφορικά με τον τρόπο επιβίωσης από ένα σημαντικό σεισμό. Η θεωρία είναι

⁸¹ Rajiv Gandhi Foundation, 2005. Earthquake problem: Do's and don'ts for protection. New Delhi: Department of Earthquake Engineering, University of Roorkee, Roorkee, p. 3-7.

βασισμένη στην αναζήτηση ενός χώρου προστασίας σε κενό που δημιουργείται από την πτώση μεγάλων στέρεων αντικειμένων και πρωτεργάτης της θεωρείται ο Doug Copp⁸².

Σύμφωνα με τη θεωρία του Copp, όταν τα κτίρια καταρρέουν, το βάρος της οροφής που πέφτει πάνω στα διάφορα αντικείμενα τείνει να τα συνθλίψει αλλά στο υψηλότερο σημείο που έρχεται σε επαφή μαζί τους δημιουργεί μια δέσμη κενού χώρου στον οποίο μπορούν να δημιουργηθούν προϋποθέσεις προστασίας. Όσο μεγαλύτερο και ισχυρότερο είναι το αντικείμενο, τόσο λιγότερο θα συμπιεστεί με αποτέλεσμα να δημιουργούνται «τρίγωνα» κενού χώρου. Τα συγκεκριμένα «τρίγωνα» αποτέλεσαν και τη βάση της θεωρίας του σχετικά με τα «τρίγωνα της ζωής» (triangle of life)⁸³.

Οι υποστηρικτές της συγκεκριμένης θεωρίας βασίζουν τα επιχειρήματά τους στο γεγονός ότι παλαιότερες οδηγίες προφύλαξης με κάλυψη κάτω από μεγάλα αντικείμενα, για παράδειγμα τραπέζια, οδηγούσαν σε σύνθλιψη των όσων αναζητούσαν ένα χώρο προστασίας κατά τη διάρκεια του σεισμού. Επίσης, διατυπώθηκαν ενστάσεις για την μετακίνηση του πληθυσμού κατά τη διάρκεια σεισμού και της αναζήτησης ενός ασφαλούς χώρου. Οι βασικές υποδείξεις τις συγκεκριμένης θεωρίας εστιάζουν στα ακόλουθα^{84,85}:

1. Στάση σώματος σε εμβρυϊκή θέση.
2. Επιλογή ξύλινων κατασκευών ως προστασίας έναντι των τσιμεντένιων που συχνά οδηγούν σε σύνθλιψη.
3. Αναζήτηση κενού χώρου προστασίας στο πλάι κρεβατιών, καναπέ ή πολυθρόνας.
4. Αποφυγή κουφωμάτων, σκαλών λόγω κινδύνων κατάρρευσης.
5. Μετάβαση σε εξωτερικούς τοίχους του κτιρίου ή έξω από αυτούς αν είναι δυνατόν.

⁸² Southern California Earthquake Center, 2012. Protect yourself during an earthquake - drop, cover, and hold on! 17/12/2012, p. 1-4.

⁸³ MahdaviFar, M., Izadkhah, Y., Heshmati, V., 2010. Appropriate and correct reactions during earthquakes: Drop, cover and hold on or triangle of life; Journal of Seismology and Earthquake Engineering, Vol. 11, No. 1, p. 42-44.

⁸⁴ Coop, D., 2004. Triangle of life, earthquake survival method. MAA Safety Committee, Linn Larry, 13/4/04.

⁸⁵ Petal, M., Douglas, C., 2004. Worse than urban legend: Dangerous advice! And now for some good advice for earthquake safety, p. 1-6.

6. Αποφυγή αναζήτησης χώρου προστασίας εντός αυτοκινήτων αλλά εκτός απ' αυτά.

7. Αναζήτηση προστασίας σε χώρους που δημιουργούνται από στοίβες χαρτιών.

Ωστόσο, έχουν διατυπωθεί και απόψεις όπως του Γεωλογικού Ινστιτούτου των Η.Π.Α., όπου το Τρίγωνο της Ζωής είναι μια λανθασμένη ιδέα για την παροχή καλύτερης προστασίας από σεισμό. Σύμφωνα με το συγκεκριμένο Ινστιτούτο, στην πραγματικότητα είναι πολύ δύσκολο να είναι γνωστά πού βρίσκονται αυτά τα «τρίγωνα» που θα διαμορφωθούν από την πτώση αντικειμένων (συμπεριλαμβανομένων των μεγάλων). Επίσης, δεδομένου ότι δεν υπάρχουν προειδοποιήσεις για τους σεισμούς, είναι πιο πιθανό να τραυματιστεί κάποιος στην προσπάθειά του να μετακινηθεί προς ένα τέτοιο χώρο. Επομένως, η αξιολόγηση της συγκεκριμένης μεθόδου, η οποία αποτελεί μια σύγχρονη άποψη, θα μπορούσε να οδηγήσει τόσο σε θετικές όσο και σε αρνητικές κριτικές⁸⁶.

⁸⁶ United States Geological Survey, 2012. What is the Triangle of Life and is it legitimate?

Επίλογος

Μέσα από τα κεφάλαια της παρούσας εργασίας, έγινε προσπάθεια να αποσαφηνιστούν έννοιες που σχετίζονται με το σεισμό, να παρατεθούν τα αίτια γένεσής τους αλλά και η διαχρονική τους πορεία στην Ελλάδα και διεθνώς αλλά πολύ περισσότερο να αναλυθούν δεδομένα που αφορούν την προστασία από τους σεισμούς σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο. Η παράθεση δεδομένων αναφορικά με τα μέτρα προστασίας κατά το παρελθόν αλλά και σήμερα συνέβαλλε στην κατανόηση των αλλαγών που έχουν συντελεστεί στο συγκεκριμένο τομέα.

Οι συνεχείς μεταβολές που πραγματοποιούνται στη γη λόγω των διάφορων φυσικών φαινομένων έχουν οδηγήσει στο χαρακτηρισμό της ως «ζωντανού οργανισμού». Σ' αυτό το πλαίσιο, εντάσσεται και η ύπαρξη των σεισμών που ως φυσικό φαινόμενο επηρεάζει την ιστορική της πορεία.

Στις περισσότερες των περιπτώσεων, η εκδήλωση ενός σεισμού δεν συνοδεύεται από εκατοντάδες θυμάτων και μεγάλες υλικές καταστροφές καθώς τα περισσότερα μεγέθη του περιορίζονται εντός ορίων που μπορεί να αντιμετωπίσει ο άνθρωπος με τη λήψη των κατάλληλων προστατευτικών μέτρων σε ατομικό και συλλογικό επίπεδο. Ωστόσο, υπάρχουν και εκείνες οι περιπτώσεις που η γένεση ενός σεισμού έχει καταστροφικές συνέπειες για τα ανθρώπινα δημιουργήματα και κατ' επέκταση για τον ίδιο τον άνθρωπο.

Για τις παραπάνω περιπτώσεις, διαχρονικά ακολουθούνται συγκεκριμένες στρατηγικές και μέτρα προστασίας που διαχρονικά τροποποιούνται και βελτιώνονται για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων κινδύνων. Η εξέλιξη του ανθρώπινου είδους σε επίπεδο κατασκευαστικών δυνατοτήτων οδήγησε αναπόφευκτα σε αύξηση των πιθανοτήτων καταστροφών λόγω σεισμού. Οι συγκεκριμένες καταστροφές οδηγούν σε απώλειες ανθρώπινων ζωών και μεγάλου εύρους υλικών ζημιών.

Η αντιμετώπιση των ανθρώπινων απωλειών και η κατά το δυνατόν μικρότερη πρόκληση ζημιών ήταν πάντοτε ένα μεγάλο στοίχημα τόσο για τους φορείς προστασίας των κρατών διεθνώς όσο και για τους κατασκευαστές κτισμάτων. Η θέσπιση κανόνων αντισεισμικής προστασίας, η τήρηση κατασκευαστικών κωδίκων, η ενημέρωση σε θέματα ατομικής και συλλογικής προστασίας είναι ορισμένες από τις λύσεις που έχουν εφαρμοστεί και εξακολουθούν να εφαρμόζονται, με τις απαραίτητες

αλλαγές, στην Ελλάδα και διεθνώς για την αντιμετώπιση των επιπτώσεων του σεισμού.

Αποτελεί πλέον βασική μέριμνα των χωρών και ιδίως εκείνων με έντονη σεισμική δραστηριότητα η μέριμνα ελαχιστοποίησης των απωλειών σε έμψυχο δυναμικό και υλικοτεχνική υποδομή. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί από τη μια πλευρά με την ορθή εφαρμογή αντισεισμικών κανονισμών στις κατασκευές και από την άλλη με την κατάλληλη οργάνωση της κοινωνικής αντισεισμικής άμυνας μέσω της ευρείας ενημέρωσης του πληθυσμού.

Η παροχή της κατάλληλης ενημέρωσης του πληθυσμού σχετικά με την αντισεισμική προστασία είναι μία από τις κύριες δραστηριότητες στις οποίες θα πρέπει να κατευθυνθούν οι κυβερνήσεις. Η διενέργεια επιμορφωτικών σεμιναρίων, η εκπαίδευση εθελοντών, οι ενημερωτικές ομιλίες είναι ορισμένα από τα μέτρα που μπορούν να εφαρμοστούν. Η κατάλληλη επιλογή ενημέρωσης, η ενεργή συμμετοχή πολιτών και φορέων της πολιτείας και η πλήρης αποσαφήνιση στοιχείων που αφορούν το σεισμό μπορούν να αποτελέσουν τα καλύτερα στοιχεία ασφαλούς αντιμετώπισής του.

Βιβλιογραφία

1. Alcántara – Ayala, I., 2000. Geomorphology, natural hazards, vulnerability and prevention of natural disasters in developing countries. *Geomorphology*, 47, p. 35.
2. Alexander, D., 1993. *Natural disasters*. London: UCL Press, p. 632.
3. Alexander, D., 2000. *Confronting catastrophe*. England: Terra Publications, p. 46.
4. Alexander, D., 2008. A brief survey in mass-movement studies, with reflections on theory and methods. *Geomorphology*, 94, p. 261.
5. Bolt, A., 1991. Σεισμοί. Αθήνα: Τροχαλία, σ. 105-111.
6. British Standar (BSi), 2004. Eurocode 8: Design of structures for earthquake resistance - Part 1: General rules, seismic actions and rules for buildings. London: BSi, p. 10-12.
7. Coop, D., 2004. Triangle of life, earthquake survival method. MAA Safety Committee, Linn Larry, 13/4/04.
8. Dowrick, D., 1983. Αντισεισμικός σχεδιασμός. Αθήνα: Γκιούρδας, σ. 89-298.
9. Dymiotis, C., 2002. Reliability based code calibration for earthquake - resistant design. JCSS: Workshop on Reliability based code calibration, p. 2-4.
10. Elghazouli, A., 2008. Seismic design of steel - framed structures to Eurocode 8. WCEE: 14Th World Conference on Earthquake Engineering, p. 6.
11. EM-DAT, 2012. The international disaster database. Available at: <http://www.emdat.be/advanced-search-details>, day access 16/12/2012, Irakleio.
12. EM-DAT, 2012. The international disaster database. Available at: <http://www.emdat.be/result-country-profile>, day access 14/12/2012, Irakleio.
13. Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1994. Reducing the risks of nonstructural earthquake damage: A practical guide. USA: FEMA, 3rd Edition, p. 23-31.
14. Federal Emergency Management Agency (FEMA), 1994. Reducing the risks of nonstructural earthquake damage: A practical guide. USA: FEMA, 3rd Edition, p. 83

15. In Life, 2008. Σεισμός: Νέα δεδομένα στα μέτρα προστασίας. Διαθέσιμο στο: <http://www.in2life.gr/features/notes/articles/149804/article.aspx#bellow>, ημερ. πρόσβασης 03/01/2013, Ηράκλειο.
16. Makropoulos, K., Kaviris, G., Kouskouna, V., 2012. An updated and extended earthquake catalogue for Greece and adjacent areas since 1900. *Nat. Hazards Earth Syst. Sci.*, 12, 1425–1430.
17. MahdaviFar, M., Izadkhah, Y., Heshmati, V., 2010. Appropriate and correct reactions during earthquakes: Drop, cover and hold on or triangle of life; *Journal of Seismology and Earthquake Engineering*, Vol. 11, No. 1, p. 42-44.
18. Nawrotzki, O., 2006. Earthquake protection for buildings and other structures. Berlin: International Forum - Earthquake Prognostics, p. 2-3.
19. Nawrotzki, P., 2002. Artificial increase of elasticity and damping for seismically excited structures, *Proc. 12th European Conference on Earthquake Engineering*, London, 58, p. 25.
20. Nawrotzki, P., Jurukovski, D., Rakicevic, Z., 2005. Shaking table testing of a steel frame structure with and without base control system. Paris: Eurodyn, p. 11.
21. Petal, M., Douglas, C., 2004. Worse than urban legend: Dangerous advice! And now for some good advice for earthquake safety, p. 1-6.
22. Rajiv Gandhi Foundation, 2005. Earthquake problem: Do's and don'ts for protection. New Delhi: Department of Earthquake Engineering, University of Roorkee, Roorkee, p. 3-18.
23. Sheehan, L, Hewitt, K., 1969. A pilot survey of global natural disasters of the past twenty years. Boulder: University of Colorado, Institute of Behavioural Science, 11, p. 21.
24. Smith, K., 1992. Environmental hazards. Assessing risk and reducing disaster. London: Routledge, p. 324-331.
25. Somaki, T., Nakatogawa, T., Miyamoto, A., Sugiyama, K., Oyobe, Y., Tamachi, K., 2001. Development of 3 - dimensional base isolation system for nuclear power plants. Washington: SMIRT, p. 16.
26. Southern California Earthquake Center, 2012. Protect yourself during an earthquake - drop, cover, and hold on! 17/12/2012, p. 1-4.

27. United States Geological Survey, 2012. What is the Triangle of Life and is it legitimate?
28. Γενική Γραμματεία Πολιτικής Προστασίας (Γ.Γ.Π.Π.), 2009. Σχεδιασμός και δράσεις Πολιτικής Προστασίας για την αντιμετώπιση κινδύνων από την εκδήλωση σεισμικών φαινομένων. Αθήνα: Υπουργείο Εσωτερικών, σ. 4-44.
29. Ζαφειρόπουλος, Γ., 1998. Σεισμός και επιβίωση. Αθήνα: Δαρδάνος, σ. 43-84.
30. Κέρπελης, Π., Κόγια, Κ., Κούρου, Α., Μεταξάς, Χ., Παπαδάκης, Π., Φρίγκας, Χ., 2004. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 22-35.
31. Κοσμάς, Μ., 1999. Κεραυνοί – σεισμοί – ηφαίστεια. Μυτιλήνη: Κοσμάς, σ. 77-186.
32. Λέκκας, Ε., 1995. Γεωλογία και περιβάλλον. Αθήνα: Τομέας Δυναμικής Τεκτονικής Εφαρμοσμένης Γεωλογίας, Πανεπιστήμιο Αθηνών, σ. 242.
33. Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 1999. Ελληνικός αντισεισμικός κανονισμός. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 1-61.
34. Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2007. Σεισμός: Η γνώση είναι προστασία. Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., Β΄ Έκδοση, σ. 27-77.
35. Οργανισμός Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασία (Ο.Α.Σ.Π.), 2008. Μαθαίνοντας για το σεισμό και τα μέτρα προστασία: Οδηγίες για άτομα με αναπηρίες (ΑμΕΑ) . Αθήνα: Ο.Α.Σ.Π., σ. 16-26.
36. Παπαδόπουλος, Γ., 2000. Η πολιτική προστασία στην Ελλάδα: Αντιμετώπιση φυσικών και τεχνολογικών καταστροφών. Αθήνα: Ίων, σ. 45-76.
37. Παπαζάχος, Β., 1997. Εισαγωγή στη σεισμολογία. Θεσσαλονίκη: Ζήτη, σ. 39.
38. Παπαζάχος, Β., Παπαζάχου, Κ., 1989. Οι σεισμοί της Ελλάδας. Αθήνα: Ζήτη, σ. 11-25.
39. Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Α΄ Τόμος, σ. 1-20
40. Τσελέντης, Α., 1997. Σύγχρονη σεισμολογία. Αθήνα: Παπασωτηρίου, Β΄ Τόμος, σ. 730-1163.

Παράρτημα

Κατάλογος Πινάκων - Εικόνων - Γραφημάτων

Πίνακας 1: Σημαντικότεροι σεισμοί στην Ελλάδα διαχρονικά (1980 – 2008).....	25
Πίνακας 2: Αριθμός και μεγέθη σεισμών στην Ελλάδα διαχρονικά (1980 – 2009) ...	27
Πίνακας 3: Σεισμοί και εκτιμώμενοι θάνατοι σε παγκόσμιο επίπεδο (1980 – 2011)..	29
Εικόνα 1: Διενέργεια άσκησης ετοιμότητας σε σχολική αίθουσα.....	53
Εικόνα 2: Σχολικό σχέδιο έκτακτης ανάγκης σεισμού.....	57
Εικόνα 3: Εφόδια πρώτης ανάγκης σεισμού.....	63
Εικόνα 4 : Προσωπικό δίκτυο υποστήριξης	69
Εικόνα 5: Αντισεισμικά μέτρα προστασίας μηχανημάτων.....	76
Εικόνα 6: Προστασία εξοπλισμού με ελαστικά ελάσματα.....	77
Γράφημα 1: Χωρική κατανομή σεισμών στην Ελλάδα (1900 – 2009)	22
Γράφημα 2: Ελληνικό σεισμικό τόξο	23
Γράφημα 3: Αριθμός και μεγέθη σεισμών στην Ελλάδα διαχρονικά (1980 – 2009) ..	28
Γράφημα 4: Παγκόσμιος χάρτης σεισμών διεθνώς (1974 – 2003)	30
Γράφημα 5: Αριθμός σεισμών ανά τάξη μεγέθους διεθνώς (1980 – 2012)	31
Γράφημα 6: Εκτιμώμενοι θάνατοι από σεισμούς διεθνώς (1980 – 2012).....	32