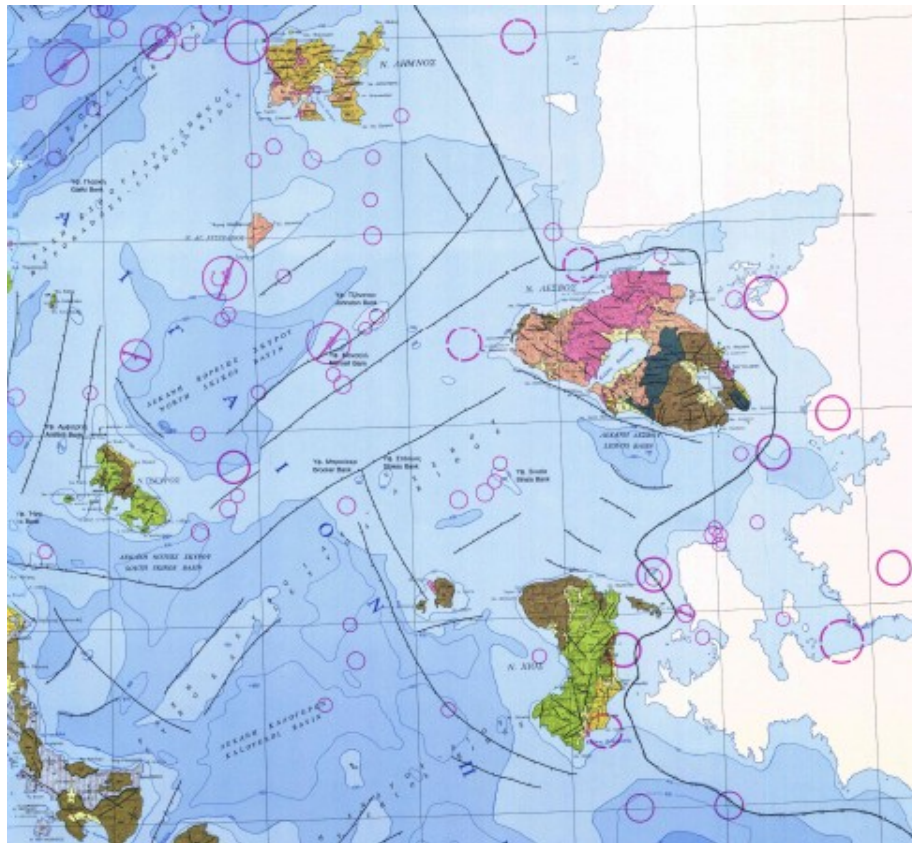




ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΑΤΡΑΣ
ΣΧΟΛΗ: ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ: ΠΟΛΙΤΙΚΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ <<Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ>>



ΜΕΛΕΤΗΤΕΣ: Μαθιούδη Φωτεινή Α.Μ.: 3794
 Παπασταμάτη Ελένη Α.Μ.: 3815

ΕΙΣΗΓΗΤΡΗΣ: Κος ΚΑΘΡΕΠΤΑΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ

ΠΑΤΡΑ 2011

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία εκπονήθηκε από τις φοιτήτριες Μαθιούδη Φωτεινή και Παπασταμάτη Ελένη του τμήματος πολιτικών έργων υποδομής της σχολής τεχνολογικών εφαρμογών του Α.Τ.Ε.Ι Πάτρας υπό την εποπτεία του Καθηγητή Εφαρμογών του τμήματος πολιτικών έργων υποδομής κo Καθρέπτα Νικόλαο, τον οποίο ευχαριστούμε θερμά τόσο για την επιστημονική καθοδήγηση καθ' όλη τη διάρκεια της πτυχιακής μας εργασίας όσο για την ανάθεση του θέματος και για τις πολύτιμες συμβουλές που είχαν σαν αποτέλεσμα την καλύτερη δυνατή παρουσίαση της εν λόγω πτυχιακής εργασίας.

Επίσης ευχαριστούμε θερμά το σύνολο των καθηγητών του τμήματος για την συνολική επιμόρφωσή μας, τις συμβουλές τις γνώσεις και την ηθική συμπαράστασή τους.

Τέλος ένα μεγάλο ευχαριστώ στις οικογένειές μας που με υπομονή και ελπίδα μας στήριζαν όλο αυτό το διάστημα της ακαδημαϊκής μας θητείας.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο ευρύτερος ελληνικός χώρος αποτελεί μία εξαιρετικά πολύπλοκη σεισμοτεκτονικά περιοχή. Πολλοί ισχυροί και καταστροφικοί σεισμοί έχουν γίνει στην Ελλάδα και την ευρύτερη περιοχή της. Η ασφάλεια των κτιρίων και γενικότερα των κατασκευών αποτελεί αναμφισβήτητα τον κύριο και καθοριστικό παράγοντα για την προστασία της ζωής και της περιουσίας των πολιτών σε περίπτωση σεισμού. Οι σεισμοί των τελευταίων δεκαετιών σε όλο τον κόσμο καθώς και οι πρόσφατοι σεισμοί στη χώρα μας έχουν θέσει με μεγάλη ένταση το μείζον κοινωνικό και οικονομικό θέμα των επεμβάσεων σε κτίρια, τα οποία υπέστησαν βλάβες αλλά και της βελτιώσεως της σεισμικής συμπεριφοράς των υφισταμένων κτιρίων έναντι μελλοντικών σεισμών.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι η μελέτη των σεισμών και της αλληλεπίδρασης μεταξύ των ρηγμάτων στο Βορειοανατολικό Αιγαίο και συγκεκριμένα στο κατά πόσο οι σεισμοί αυτοί επηρεάζουν τις κατασκευές στα Νησιά του Βορείου Αιγαίου (Λήμνο, Χίο, Λέσβο) .

Στα κεφάλαια που ακολουθούν θα δούμε τις επιδράσεις των σεισμών στις κατασκευές και το τεράστιο γνωστικό πεδίο της ανάλυσης των κατασκευών για τα νησιά του Βορείου Αιγαίου.

Δεδομένου ότι πρόκειται για μια εργασία που αφορά τον Ελληνικό χώρο θα παραθέσουμε ορισμένες σκέψεις και κάποιους προβληματισμούς μας σε μια προσπάθεια μας να σκιαγραφήσουμε το σύγχρονο γνωστικό περιβάλλον της αντισεισμικής τεχνολογίας στη χώρα μας. Κλείνοντας θα διατυπώσουμε τα συμπεράσματα μας καθώς και κάποιες προτάσεις που θα αφορούν την βελτίωση της τεχνολογίας στην αντισεισμική προστασία των κατοικιών στην Ελλάδα.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	1
ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ	1
1.1 Ποια είναι η δομή του εσωτερικού της Γης;	1
1.2 Πώς γεννιέται ένας σεισμός.....	2
1.3 Πού γεννιέται ένας σεισμός.....	3
1.4 Πως ορίζεται ο σεισμός	4
1.5 Τι είναι η σεισμική ακολουθία	4
1.6 Είδη σεισμών	6
1.6.1 Τεκτονικοί σεισμοί.....	6
1.6.2 Ηφαιστειακοί σεισμοί.....	6
1.7 Σεισμικά κύματα.....	7
1.7.1 Ποια είναι τα είδη των σεισμικών κυμάτων;	7
1.8 Ποια είναι τα είδη των σεισμικών ρηγμάτων	9
1.8.1 Τα βασικά είδη ρηγμάτων.....	9
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	10
2.1 Πώς οι σεισμοί αποτυπώνονται στο φυσικό περιβάλλον	10
2.2 Αίτια γέννησης σεισμών	14
2.3 Τρόπος Γέννησης σεισμών	17
2.4 Μέτρηση σεισμών	20
2.4.1 Υπολογισμός μεγέθους σεισμών.....	20
2.4.2 Σεισμικά όργανα	21
2.4.3 Μηχανισμός γέννησης σεισμών.....	24
2.5 Σεισμική επικινδυνότητα και Σεισμικός κίνδυνος του Ελληνικού χώρου	26
2.6 Το σεισμικό δυναμικό της Ελλάδας	27
2.7 Σεισμικότητα του Ελληνικού χώρου	29
2.8 Ποιοτική σεισμικότητα του Αιγαίου και της γύρω περιοχής	31
2.9 Ποσοτική σεισμικότητα στο Αιγαίο και την γύρω περιοχή	33
2.10 Σεισμικές ζώνες του Αιγαίου και της γύρω περιοχής.....	36
2.11 Σεισμικές πηγές του Αιγαίου και της γύρω περιοχής	38
3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	41
3.1 Ελλάδα και σεισμοί	41
3.2 Το ελληνικό τόξο.....	41
3.3 Το νησιώτικο τόξο.....	44
3.4 Το ρήγμα της Ανατολίας	46
3.5 Σεισμοί και Ηφαίστεια.....	49
3.6 Η σημασία των ηφαιστείων	49
3.7 Τα ηφαίστεια του Αιγαίου	50
4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	51
Τα νησιά του Βορείου Αιγαίου	51
4.1 Ιστορική αναδρομή.....	51
4.2 Ιστορικά στοιχεία των νήσων του Β.Αιγαίου.....	52
4.3 Γεωγραφική θέση των νήσων του Β.Αιγαίου.....	52
4.4 Μορφολογία	53
4.5 Χίος.....	55
4.5.1 Ιστορία	56

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

4.5.2	Η Χίος και οι σεισμοί του 1881	58
4.6	Λήμνος.....	71
4.7	Λέσβος.....	76
4.7.1	Ιστορική γεωλογία της Λέσβου και της γύρω περιοχής	78
4.7.2	Γεωλογία της Λέσβου και της γύρω περιοχής.....	81
4.8	Οδοιπορικό Σεισμών στο Βόρειο Αιγαίο	83
5.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	88
	Η Επίδραση του σεισμού στις κατασκευές	88
5.1	Εισαγωγή	88
5.2	Διάκριση σεισμικών βλαβών.....	88
5.3	Εκτίμηση Μακροσεισμικών Αποτελεσμάτων	89
5.4	Η Συμπεριφορά των Κατασκευών.....	90
5.5	Αστοχία Αγκύρωσης Διαμήκων Οπλισμών	91
5.6	Διατμητικές Αστοχίες.....	92
5.7	Αστοχίες διάσπασης από συνάφεια	98
5.8	Αστοχίες Κόμβων.....	98
5.9	Άλλες Περιπτώσεις Αστοχιών.....	99
5.10	Στρατηγικές και σχεδιασμός αντισεισμικής ενίσχυσης κτιρίων.....	100
5.11	Αποτίμηση αντοχής και πρόταση επέμβασης σε υφιστάμενες κατασκευές.....	102
5.12	Αντισεισμική ενίσχυση κατασκευής ως συνόλου.....	105
5.13	Υλικά και τεχνολογίες επεμβάσεων	117
6.	ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	123
	Οι επιπτώσεις των σεισμών.....	123
6.1	Τα αποτελέσματα του σεισμού στον ίδιο τον άνθρωπο	123
6.2	Τα αποτελέσματα του σεισμού στα έργα του ανθρώπου	127
6.3	Οι οικονομικές συνέπειες	130
6.4	Μέτρα αυτοπροστασίας.....	133
6.5	Μέτρα κατά του Σεισμού.....	134
6.6	Τεχνικά Θέματα Αντιμετώπισης του Σεισμού	138
6.7	Πρόγνωση σεισμών	140
7.	ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	142
8.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	143
9.	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ	145

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά της Ελλάδας και της ευρύτερης περιοχής της

Ο ελληνικός χώρος ανήκει στη Ζώνη Αλπεων-Ιμαλαίων που αποτελεί ηπειρωτικό σύστημα διάρρηξης, με αποτέλεσμα να εμφανίζει εξαιρετικά πολύπλοκα σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά και να παρουσιάζει υψηλή σεισμικότητα. Τα σημαντικότερα σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά αποτελούν τα ενεργά όρια τα οποία διαμορφώνονται στις περιοχές σύγκλισης των μικρών τεκτονικών πλακών της περιοχής αυτής, συγκεκριμένα της Ανατολίας, του Αιγαίου και της Απουλίας (Αδριατικής), σε συνδυασμό με τις κινήσεις των κυρίων λιθοσφαιρικών πλακών, της Αραβικής, της Ευρασιατικής και της Αφρικανικής πλάκας.

Πολλοί σεισμολόγοι, μελετώντας την κατανομή της σεισμικότητας, πρότειναν για πρώτη φορά ότι η κατάδυση της ωκεάνιας λιθόσφαιρας της Ανατολικής Μεσογείου, που αποτελεί τη μετωπική συνέχεια της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας, κάτω από το Αιγαίο, συνδέεται με την προς βορρά κίνηση της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας και τη γένεση σεισμών ενδιάμεσου βάθους στην περιοχή του Αιγαίου.

Έρευνες έδειξαν ότι η προς το βορρά κίνηση της Αραβικής λιθοσφαιρικής πλάκας ωθεί τη μικρότερη πλάκα της Ανατολίας προς τα δυτικά, κίνηση η οποία εκδηλώνεται κυρίως κατά μήκος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας. Η κίνηση αυτή συνεχίζεται κατά μήκος της Τάφρου του Βορείου Αιγαίου που αποτελεί το όριο μεταξύ της Ευρασιατικής πλάκας και της μικροπλάκας του Αιγαίου. Η περιοχή του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας και της Τάφρου του Βορείου Αιγαίου κυριαρχείται από δεξιόστροφα ρήγματα οριζόντιας ολίσθησης. Το νότιο όριο της λιθόσφαιρας του Αιγαίου ορίζεται από μικρής κλίσης ανάστροφα ρήγματα κατά μήκος της Ελληνικής Τάφρου, ενώ το βορειοδυτικό όριό της ορίζεται από το ρήγμα μετασχηματισμού της Κεφαλλονιάς. (βλέπε, σχήμα 1)

Η Απουλία (Αδριατική) μικροπλάκα θεωρείται ως προέκταση (σφήνα) της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας στην περιοχή μεταξύ της Ιταλίας και της Πρώην Γιουγκοσλαβίας - Αλβανίας - Δυτικής Ελλάδας. Η Απουλία πλάκα περιστρέφεται αριστερόστροφα με αποτέλεσμα τη σύγκλιση της πλάκας αυτής με την Ευρασιατική πλάκα κατά μήκος των ανατολικών ακτών της Αδριατικής και του βορείου Ιονίου πελάγους και τη γένεση σεισμών πάνω σε ανάστροφα ρήγματα.

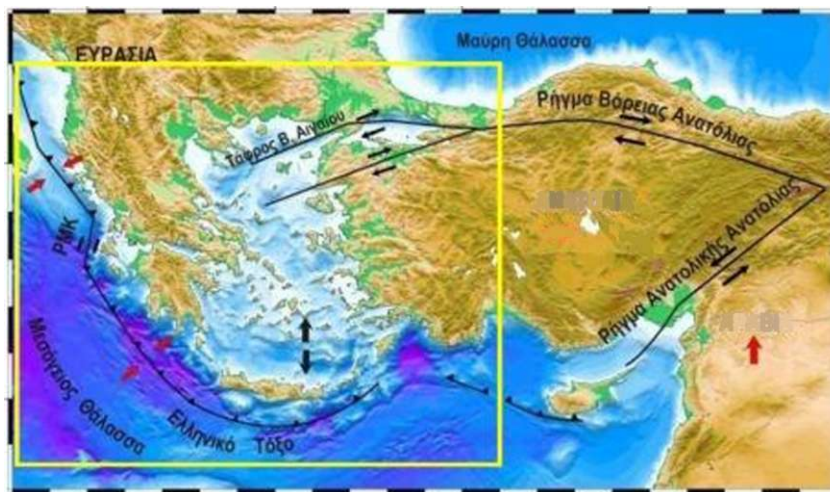
Η περιοχή μελέτης επεκτείνεται προς τα ανατολικά, στη δυτική Τουρκία, συμπεριλαμβάνοντας έτσι την περιοχή του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας αλλά και την περιοχή της δυτικής Τουρκίας. Τα ρήγματα της Βόρειας και Ανατολικής Ανατολίας εκφράζουν τη πλευρική κίνηση της μικροπλάκας της Τουρκίας προς τα δυτικά. Η κίνηση αυτή διαβιβάζεται μέσω της παραπάνω ζώνης διάρρηξης και με προσανατολισμό Ανατολής - Δύσης στη μικροπλάκα του Βορείου Αιγαίου.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Μέσω γεωδαιτικών και σεισμολογικών δεδομένων, έχει προταθεί ότι ο χώρος του Αιγαίου διακρίνεται σε δύο επιμέρους μικροπλάκες με το νοτιότερο άκρο να οριοθετείται κατά μήκος του συστήματος ανάστροφων ρηγμάτων του Ελληνικού τόξου.

Η περιοχή της δυτικής Τουρκίας, αποτελεί μία από τις περισσότερο σεισμικά ενεργές με έντονη παραμόρφωση περιοχές. Η περιοχή μελέτης ορίζεται στο βορρά από το ρήγμα της Βόρειας Ανατολίας και το ρήγμα του Γάνου. Το ρήγμα της Βόρειας Ανατολίας αποτελεί το μεγαλύτερο σε μήκος δεξιόστροφο σύστημα ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης που εκτείνεται με συνολικό μήκος 1500km από την ανατολική Τουρκία διαμέσω της θάλασσας του Μαρμαρά όπου και διαχωρίζεται σε δύο επιμέρους κλάδους.

Το ρήγμα του Γάνου στο βορειότερο άκρο του αποτελεί το πιο αξιόλογο τεκτονικό στοιχείο το οποίο ευθύνεται για την τεκτονική εξέλιξη της περιοχής. Το ρήγμα αυτό προς τα δυτικά καταλήγει στον κόλπο του Σάρου, ο οποίος αποτελεί μία νεοτεκτονική λεκάνη με διεύθυνση Α-ΒΑ. Η δεξιόστροφη κίνηση οριζόντιας μετατόπισης που επιτελείται επηρεάζει τη μικροπλάκα του Αιγαίου στην οποία κυριαρχεί έντονος εφελκυσμός στην οπισθότοξη περιοχή του Αιγαίου.



Σχήμα 1. Χάρτης της Ελλάδας και της ευρύτερης περιοχής με απεικόνιση των κύριων ενεργών ορίων. Το κίτρινο τετράγωνο απεικονίζει την περιοχή μελέτης Με βάση τα παραπάνω σεισμοτεκτονικά χαρακτηριστικά ορίστηκαν οι σημαντικότερες ζώνες διάρρηξης στον Ελλαδικό χώρο οι οποίες διακρίθηκαν σε επιμέρους ομάδες ρηγμάτων και δίνονται παρακάτω.

Η ζώνη ανάστροφων ρηγμάτων

Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει ανάστροφα ρήγματα και χωρίζεται στη ζώνη ανάστροφων ρηγμάτων κατά μήκος της Αδριατικής θάλασσας (Αλβανία και ΒΔ Ελλάδα) και στη ζώνη ανάστροφων ρηγμάτων κατά μήκος του Ελληνικού Τόξου.

Τα ρήγματα που ανήκουν στην πρώτη ζώνη είναι ΒΔ-ΝΑ διεύθυνσης παράλληλα στην ακτογραμμή της Αδριατικής και του βόρειου Ιονίου Πελάγους. Η ύπαρξη τους οφείλεται στις συμπιεστικές δυνάμεις κάθετα προς τις ακτές.

Σε αυτή την ομάδα επίσης εντάσσονται και τα δεξιόστροφα ρήγματα ΒΑ-ΝΔ διεύθυνσης όπως τα ρήγματα της Κεφαλονιάς και Λευκάδας, Ζακύνθου.

Η δεύτερη ζώνη, αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά από τον Παπαζάχο και διατρέχει την Ελληνική τάφρο κατά μήκος του κυρτού τμήματος του Ελληνικού τόξου. Αυτό, εκτείνεται από την περιοχή των Ιονίων νήσων μέχρι την περιοχή της Ρόδου και είναι τμήμα του μετώπου σύγκλισης μεταξύ των λιθοσφαιρικών πλακών της Ευρασίας και της Ανατολικής Μεσογείου. Στο δυτικό τμήμα του Τόξου (Ζάκυνθος-ΝΔ Κρήτη) κυριαρχούν τα ανάστροφα ρήγματα με ΝΔ-ΒΑ παράταξη και βορειοανατολική κλίση από το κυρτό προς το κοίλο τμήμα του Τόξου, ακολουθώντας τη ζώνη Benioff. Στην ανατολική πλευρά της ζώνης δηλαδή νοτιοανατολική Κρήτη-Ρόδος παραμένει το ίδιο είδος διάρρηξης εκτός του ανατολικότερου τμήματος της τάφρου όπου σχηματίζεται το αριστερόστροφο ρήγμα μετασχηματισμού της Ρόδου.

Η ζώνη των δεξιόστροφων ρηγμάτων οριζόντιας μετατόπισης

Η ζώνη αυτή περιλαμβάνει μεγάλα δεξιόστροφα ρήγματα ΒΑ - ΝΔ διεύθυνσης καθώς και μικρότερα κανονικά ρήγματα διεύθυνση Α - Δ τα οποία ενεργοποιούνται στις περιοχές αυτές ως αποτέλεσμα εφελκυστικών πεδίων που επικρατούν σε λεκάνες αποχωρισμού. Αρχίζει από το δυτικό τμήμα του ρήματος της βόρειας Ανατολίας και συνεχίζει στο βόρειο Αιγαίο μέχρι τις ανατολικές ακτές της ηπειρωτικής Ελλάδας όπου διακόπτεται απότομα στη κεντρική Ελλάδα και συνεχίζεται στη περιοχή της Δ. Πελοποννήσου και Ιονίων νήσων. Η γένεση τους οφείλεται στο συνδυασμό της δυτικής κίνησης της πλάκας της Ανατολίας και της αντίστοιχης νοτιοδυτικής κίνησης της μικροπλάκας του Αιγαίου. Η παραπάνω ζώνη σταματάει στο δεξιόστροφο ρήγμα μετασχηματισμού της Κεφαλληνίας. Στην περιοχή αυτή (Λευκάδα και Κεφαλονιά) κυριαρχούν επίσης δεξιόστροφα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης, όπως προαναφέρθηκε, τα οποία οφείλουν τη δημιουργία τους στη νοτιοδυτική κίνηση της μικροπλάκας του Αιγαίου σε σχέση με την Ευρασιατική και Απούλια μικροπλάκα.

Η ζώνη κανονικών ρηγμάτων

Η ομάδα αυτή περιλαμβάνει κανονικά ρήγματα και χωρίζεται σε δύο ζώνες, τη ζώνη κανονικών ρηγμάτων με διεύθυνση Βορρά-Νότου και τη ζώνη κανονικών ρηγμάτων με διεύθυνση Ανατολή-Δύση. Η ομάδα ρηγμάτων που ανήκει στην πρώτη ζώνη εντοπίζεται κατά μήκος της οροσειράς των Ελληνίδων ενώ διακόπτονται στη κεντρική Ελλάδα. Η ύπαρξη της ζώνης αυτής αναγνωρίστηκε για πρώτη φορά από τους μηχανισμούς γένεσης ισχυρών σεισμών αλλά και από τη μελέτη μικροσεισμών.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Η ζώνη αυτή συνδέεται άμεσα με εφελκυσμό Α-Δ κατά μήκος των ρηγμάτων παράταξης Β-Ν, ο οποίος επικρατεί τόσο στα νότια (ΒΑ Κρήτη - Κάρπαθος - Δ. Ρόδος) όσο και στα βόρεια (Αλβανίδες - Πίνδος) της ζώνης.

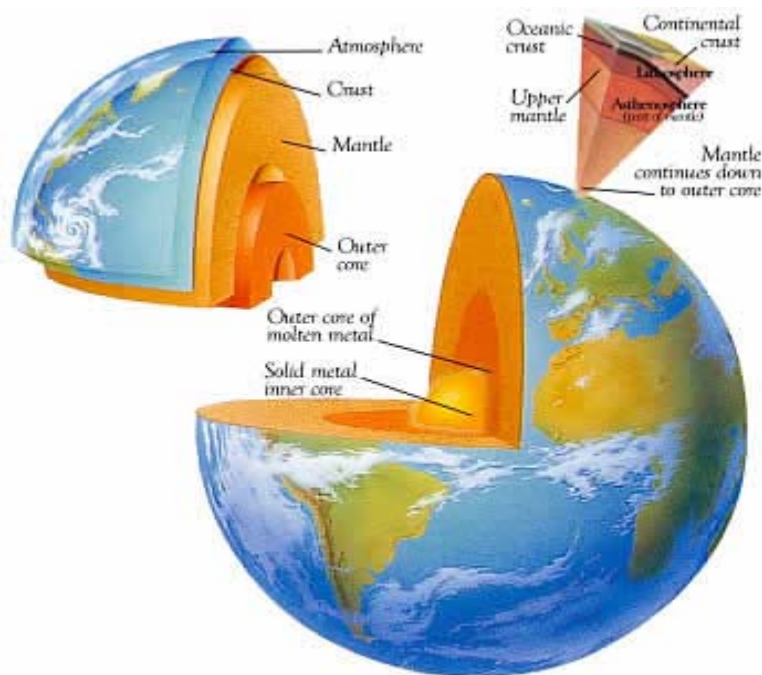
Η ομάδα ρηγμάτων που ανήκει στη δεύτερη ζώνη, αναφέρεται και ως ζώνη της οπισθότοξης περιοχής, εντοπίζεται στη νότια Βουλγαρία, στη βόρεια και κεντρική Ελλάδα, στο ηφαιστειακό τόξο του Νότιου Αιγαίου, στη νοτιοδυτική Τουρκία και στη κεντρική δυτική Τουρκία. Οφείλεται στον ασκούμενο εφελκυσμό σε διεύθυνση Βορρά - Νότου λόγω της ταχύτερης κίνησης της μικροπλάκας του Αιγαίου στο νότιο τμήμα της σε σχέση με το βόρειο τμήμα.

1. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΓΝΩΡΙΜΙΑ ΜΕ ΤΟ ΣΕΙΣΜΟ

1.1 Ποια είναι η δομή του εσωτερικού της Γης;

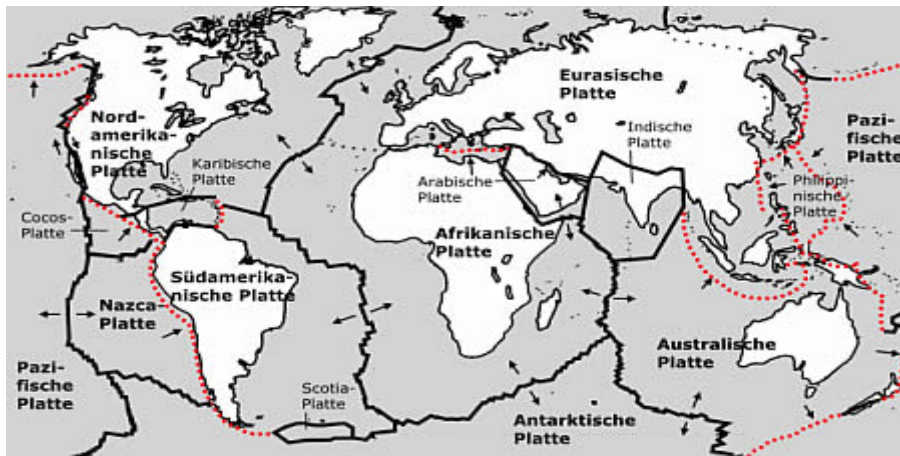
Η Γη αποτελείται από τρία διαφορετικά στρώματα το φλοιό, το μανδύα και τον πυρήνα, συνολικού πάχους 6.370km περίπου. Ο φλοιός είναι το στερεό, εξωτερικό περίβλημα της Γης. Υπάρχουν δύο είδη φλοιού, ο ηπειρωτικός και ο ωκεάνιος. Το μέσο πάχος του ηπειρωτικού είναι περίπου 35km, κάτω όμως από τις μεγάλες οροσειρές μπορεί να φτάσει τα 60 - 70km. Το μέσο πάχος του ωκεάνιου είναι 7km. Ο μανδύας είναι το αμέσως επόμενο στρώμα και φτάνει μέχρι το βάθος των 2.900km. Η επιφάνεια που χωρίζει το φλοιό από το μανδύα, είναι η ασυνέχεια Mohorovicic.



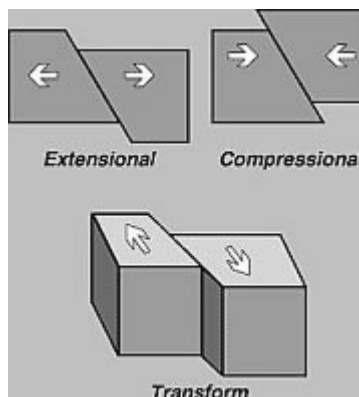
Ως λιθόσφαιρα χαρακτηρίζεται ένα δύσκαμπτο στρώμα, μέσου πάχους 80 χιλιομέτρων περίπου, που αποτελείται από το στερεό φλοιό και μέρος του στερεού ανώτερου μανδύα. Το τμήμα του μανδύα που βρίσκεται κάτω από τη λιθόσφαιρα είναι γνωστό ως ασθενόσφαιρα. Κάτω από το μανδύα υπάρχει ο πυρήνας που φτάνει έως το κέντρο της γης. Ο πυρήνας διακρίνεται σε εξωτερικό (υγρή, ρευστή κατάσταση) και σε εσωτερικό (στερεή κατάσταση).

1.2 Πώς γεννιέται ένας σεισμός

Η λιθόσφαιρα δεν είναι ενιαία αλλά απαρτίζεται από ένα σύνολο μεγάλων και μικρότερων πλακών που ολισθαίνουν πάνω στο υποκείμενο παχύρρευστο μανδυακό υλικό (ασθενόσφαιρα) πραγματοποιώντας σχετικές μεταξύ τους κινήσεις. Οι πλάκες αυτές λέγονται λιθосφαιρικές πλάκες. Τα αίτια κίνησής τους πιθανόν να είναι οι οριζόντιες εφαπτομενικές δυνάμεις που ασκούνται στον πυθμένα τους από τα θερμικά ρεύματα μεταφοράς τα οποία δημιουργούνται στον ασθενοσφαιρικό μανδύα. Οι λιθосφαιρικές πλάκες αλλού αποκλίνουν, αλλού συγκλίνουν και αλλού η μία κινείται παράλληλα - εφαπτομενικά σε σχέση με τη διπλανή της.



Στις περιοχές που αποκλίνουν οι λιθосφαιρικές πλάκες θερμό ασθενοσφαιρικό υλικό βγαίνει στην επιφάνεια, ψύχεται, στερεοποιείται και έτσι δημιουργείται νέα λιθόσφαιρα κατά μήκος των δύο πλευρών ράχων που χαρακτηρίζονται ως μεσοωκεάνιες ράχες (π.χ. μεσοωκεάνια ράχη Ατλαντικού ωκεανού, απομάκρυνση Νοτιο-Αμερικανικής και Αφρικανικής πλάκας). Στις περιοχές που ολισθαίνουν οριζόντια η μία πλάκα σε σχέση με την άλλη, η κίνηση γίνεται κατά μήκος των ρηγμάτων μετασχηματισμού. Στην περίπτωση της σύγκλισης των πλακών η πυκνότερη από τις δύο βυθίζεται κάτω από την άλλη. Όταν η υποβυθιζόμενη λιθόσφαιρα φτάσει σε μεγάλα βάθη λιώνει μέσα στο θερμό μανδυακό υλικό κι έτσι καταστρέφεται λιθосφαιρικό υλικό. Η δημιουργία νέου λιθосφαιρικού υλικού στις μεσοωκεάνιες ράχες αντισταθμίζεται λοιπόν με την καταστροφή αντίστοιχης ποσότητας στις περιοχές σύγκλισης πλακών, οπότε η συνολική επιφάνεια της Γης παραμένει "αμετάβλητη".



**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Αποτέλεσμα της σχετικής κίνησης των λιθοσφαιρικών πλακών είναι η αργή παραμόρφωση των πετρωμάτων στις παρυφές τους. Για το λόγο αυτό, στα πετρώματα που βρίσκονται κοντά στις περιοχές αυτές συσσωρεύονται τεράστια ποσά δυναμικής ενέργειας (ενέργεια ελαστικής παραμόρφωσης πετρωμάτων), και αναπτύσσονται μεγάλες τάσεις που συνεχώς αυξάνουν. Όταν οι τάσεις αυξηθούν τόσο πολύ, ώστε να υπερβούν το όριο αντοχής του λιθοσφαιρικού υλικού στο σημείο αυτό, επέρχεται θραύση. Ταυτόχρονα πραγματοποιείται απότομη σχετική κίνηση των δύο τμημάτων που έχουν προκύψει, κατά μία επιφάνεια, έως ότου ισορροπήσουν σε νέες θέσεις. Η επιφάνεια αυτή είναι το σεισμικό ρήγμα. Τη χρονική αυτή στιγμή γεννιέται ένας σεισμός.

1.3 Πού γεννιέται ένας σεισμός

Ο χώρος που πρωτοεκδηλώνεται η διάρρηξη των πετρωμάτων (σεισμογόνος χώρος) μπορεί κατά προσέγγιση να θεωρηθεί ως σημείο και ονομάζεται εστία ή υπόκεντρο του σεισμού. Το ίχνος της κατακόρυφης προβολής της εστίας πάνω στην επιφάνεια της γης είναι το επίκεντρο, ενώ η απόστασή του από την εστία (βάθος της εστίας) λέγεται εστιακό βάθος.

Οι σεισμοί γεννιούνται μόνο μέσα στη λιθόσφαιρα και κατά κύριο λόγο εντοπίζονται στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών. Οι εστίες των σεισμών βρίσκονται είτε κοντά στην επιφάνεια είτε σε βάθος πολλών χιλιομέτρων. Εντοπίζονται έως και στα 720km περίπου, βάθος που μπορεί να φτάσει η καταδυόμενη λιθόσφαιρα διατηρώντας τις ελαστικές της ιδιότητες.

Ανάλογα με το εστιακό βάθος, οι σεισμοί διακρίνονται σε :

- επιφανειακούς όταν το εστιακό βάθος είναι μικρότερο από 60km,
- ενδιάμεσου βάθους όταν το εστιακό βάθος κυμαίνεται μεταξύ 60 και 300km,
- μεγάλου βάθους όταν το εστιακό βάθος είναι μεγαλύτερο από 300km.

Οι ενδιάμεσου και μεγάλου βάθους σεισμοί χαρακτηρίζονται ως πλουτώνιοι. Οι επιφανειακοί σεισμοί είναι αυτοί που προκαλούν συνήθως τις μεγαλύτερες καταστροφές. Στις μεσοωκεάνιες ράχεις γεννιούνται μόνο επιφανειακοί σεισμοί, ενώ στις περιοχές σύγκλισης πλακών που υπάρχει καταβύθιση της μίας πλάκας κάτω από την άλλη γεννιούνται και πλουτώνιοι σεισμοί.



1.4 Πως ορίζεται ο σεισμός

Σεισμός είναι ένα φυσικό φαινόμενο, το οποίο προκαλείται από ξαφνική απελευθέρωση μηχανικής ενέργειας από το εσωτερικό της γης προς την επιφάνειά της, το οποίο εκδηλώνεται συνήθως χωρίς σαφή προειδοποίηση, δεν μπορεί να αποτραπεί και παρά τη μικρή χρονική διάρκεια του, μπορεί να προκαλέσει μεγάλες υλικές ζημιές στις ανθρώπινες υποδομές με επακόλουθα σοβαρούς τραυματισμούς και απώλειες ανθρώπινων ζώων. Ο σεισμός μπορεί να είναι και αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας (όπως για παράδειγμα μιας υπόγειας πυρηνικής δοκιμής). Γενικά, η λέξη "σεισμός" περιγράφει κάθε σεισμικό γεγονός - φυσικό φαινόμενο ή αποτέλεσμα ανθρώπινης δραστηριότητας – που παράγει σεισμικά κύματα τα οποία διαδίδονται στο εσωτερικό της γης (Σχήμα. 2). Οι περισσότεροι σεισμοί σχετίζονται με τον τεκτονικό χαρακτήρα της Γης και ονομάζονται τεκτονικοί σεισμοί.



Σχήμα 2. Παγκόσμιος χάρτης σεισμικής δραστηριότητας 1973-2006 (Από Γεωλογικό Ινστιτούτο Αθηνών).

1.5 Τι είναι η σεισμική ακολουθία

Το σύνολο των σεισμικών δονήσεων που εκδηλώνονται μέσα σε ένα μικρό σχετικά χρονικό διάστημα σε μία περιοχή χαρακτηρίζεται ως σεισμική ακολουθία. Ο σεισμός της ακολουθίας με το μεγαλύτερο μέγεθος ονομάζεται κύριος σεισμός. Οι σεισμοί που προηγούνται χρονικά από τον κύριο σεισμό είναι οι προσεισμοί ενώ αυτοί που ακολουθούν είναι οι μετασεισμοί. Συνήθως οι μετασεισμοί μίας ακολουθίας είναι περισσότεροι από τους προσεισμούς.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Σε ορισμένες περιπτώσεις η συχνότητα εμφάνισης των προσεισμών αυξάνει όσο πλησιάζει η γένεση του κύριου σεισμού, ενώ η συχνότητα εμφάνισης των μετασεισμών ελαττώνεται με την πάροδο του χρόνου. Οι εστίες των προσεισμών και των μετασεισμών βρίσκονται πάνω ή κοντά στην επιφάνεια του σεισμικού ρήγματος που σχετίζεται με τον κύριο σεισμό.

Οι σεισμικές ακολουθίες μπορούν να διακριθούν σε τρεις βασικές κατηγορίες.

- Στην πρώτη περίπτωση ο κύριος σεισμός γεννιέται ξαφνικά χωρίς να έχουν προηγηθεί προσεισμοί ενώ ακολουθούν μετασεισμοί που η συχνότητα εμφάνισής τους ελαττώνεται συνεχώς.
- Στη δεύτερη περίπτωση υπάρχει πλήρης σεισμική ακολουθία με προσεισμούς, κύριο σεισμό και μετασεισμούς.
- Τέλος, στην τρίτη περίπτωση δεν υπάρχει σεισμός με σαφώς μεγαλύτερο μέγεθος από τους υπόλοιπους ώστε να χαρακτηριστεί ως κύριος, οπότε έχουμε σμήνος σεισμών (σμηνοσειρά).

1.6 Είδη σεισμών

1.6.1 Τεκτονικοί σεισμοί

Η λιθόσφαιρα αποτελείται από πολλές πλάκες που βρίσκονται σε διαρκή κίνηση, λόγω των πιέσεων που εξασκούνται από τις περιβάλλουσες λιθοσφαιρικές πλάκες ή λόγω των κινήσεων του μάγματος κάτω από αυτές. Στα όρια των πλακών δημιουργούνται εφελκυστικές ή συμπιεστικές ζώνες διάρρηξης: εφελκυστικές στα σημεία που οι πλάκες απομακρύνονται μεταξύ τους, συμπιεστικές στα σημεία που πλησιάζουν (Γεωλογικό Ινστιτούτο Αθηνών). Τα όρια των τεκτονικών πλακών (Σχήμα 3) καθώς κινούνται τρίβονται μεταξύ τους συσσωρεύοντας ενέργεια, τασικό φορτίο. Όταν η πίεση ξεπεράσει μια κρίσιμη τιμή και φθάσει το όριο θραύσεως του πετρώματος του εστιακού χώρου, το αποτέλεσμα είναι η βίαιη ταλάντωση των πετρωμάτων και η απελευθέρωση της συσσωρευμένης ενέργειας. Οι σεισμοί στην πλειονότητά τους προέρχονται, όπως ήδη αναφερθηκε, από καταπόνηση της λιθόσφαιρας και χαρακτηρίζονται ως τεκτονικοί. Το 90% περίπου των επιφανειακών και το σύνολο των πλουτώνιων σεισμών είναι τεκτονικοί, και λόγω της μεγάλης συχνότητάς τους αυτοί ουσιαστικά αποτελούν το μεγαλύτερο σεισμικό κίνδυνο.



Σχήμα 3. Πλάκες λιθόσφαιρας και κατευθύνσεις κίνησης. (Από Γεωλογικό Ινστιτούτο Αθηνών).

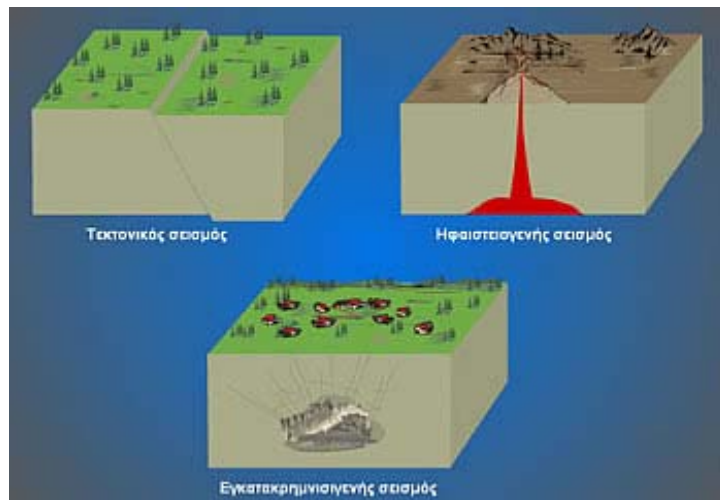
1.6.2 Ηφαιστειακοί σεισμοί

Οι σεισμοί που σχετίζονται με ηφαιστειακή δραστηριότητα μπορεί να είναι εξίσου καταστροφικοί, προκαλώντας σχισμές στο έδαφος, παραμόρφωση του εδάφους, και ζημιές σε κατασκευές. Ηφαιστειακός ονομάζεται ο σεισμός που είναι αποτέλεσμα αλλαγής της πίεσης στο εσωτερικό της γης, λόγω της εισροής ή εκροής μάγματος. Το σήμα τέτοιων σεισμών ονομάζεται ηφαιστειογενής δόνηση.

Οι σεισμοί που σχετίζονται με εκρήξεις ηφαιστειών είναι οι ηφαιστειογενείς. Αυτοί είναι επιφανειακοί που είτε προηγούνται είτε συνοδεύουν ηφαιστειακές εκρήξεις, και αποτελούν το 7% του συνόλου των επιφανειακών σεισμών.

ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Θα λέγαμε ότι οι σεισμοί που οφείλονται σε τοπικά αίτια, κυρίως σε κατακρήμνιση οροφών φυσικών εγκοίλων - σπηλαίων, ονομάζονται εγκατακρημνισιγενείς. Αποτελούν το 3% του συνόλου των επιφανειακών σεισμών. Τα μεγέθη τους είναι μικρά και συνήθως εκδηλώνονται σε μη ενεργές περιοχές της γης (μακριά από τα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών).



1.7 Σεισμικά κύματα

1.7.1 Ποια είναι τα είδη των σεισμικών κυμάτων;

Η διάρρηξη των πετρωμάτων που σηματοδοτεί τη γένεση ενός σεισμού συνοδεύεται από απότομη έκλυση ενέργειας. Η συσσωρευμένη δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης των πετρωμάτων μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια ταλάντωσης των υλικών σημείων της επιφάνειας του ρήγματος. Οι ταλαντώσεις αυτές μεταδίδονται στα γειτονικά τους σημεία. Στην περίπτωση αυτή επέρχονται μεταβολές τόσο στον όγκο όσο και στο σχήμα των πετρωμάτων και έτσι παράγονται 3 είδη κυμάτων που ανιχνεύονται από το σειсмоγράφο. Τα Π-κύματα, τα Σ-κύματα και τα Λ-κύματα επιφανείας ή αλλιώς Πρωτεύοντα, Δευτερεύοντα κύματα και Επιφανειακά κύματα. Τα κύματα αυτά χαρακτηρίζονται ως κύματα χώρου και διαδίδονται προς κάθε κατεύθυνση στο εσωτερικό της Γης, τόσο στα επιφανειακά στρώματα όσο και στον πυρήνα. Το καθένα κινείται με διαφορετικές ταχύτητες και προκαλεί διαφορετικό τρόπο ταλάντωσης του εδάφους.

Τα εγκάρσια κύματα δε διαδίδονται στον εξωτερικό πυρήνα γεγονός που αποτελεί απόδειξη ότι αυτός βρίσκεται σε υγρή κατάσταση (είναι γνωστό ότι δεν είναι δυνατή η διάδοση των S κυμάτων στα ρευστά).

Κατά τη διάδοση των επιμηκών σεισμικών κυμάτων τα υλικά σημεία του μέσου διάδοσης ταλαντώνονται παράλληλα προς τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος, ενώ στην περίπτωση των εγκαρσίων κυμάτων τα υλικά σημεία ταλαντώνονται κάθετα προς τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος.

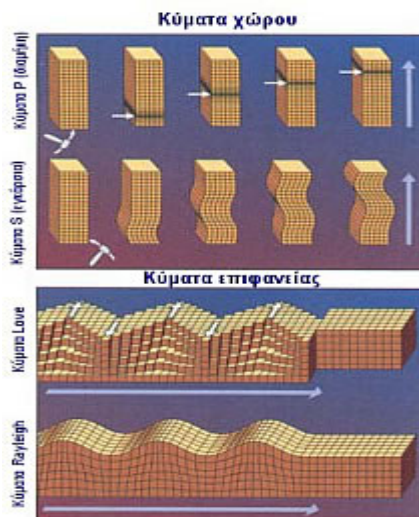
**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Η ταχύτητα διάδοσης των επιμήκων κυμάτων είναι μεγαλύτερη από αυτή των εγκαρσίων. Για το λόγο αυτό τα επιμήκη φθάνουν πρώτα σε ένα σημείο της επιφάνειας της γης και όπως είναι αναμενόμενο είναι τα πρώτα κύματα που καταγράφονται από τους σειсмоγράφους.

Τα πλάτη των εγκαρσίων είναι μεγαλύτερα από τα πλάτη των άλλων κυμάτων και κατά συνέπεια αυτά είναι τα κύματα που προκαλούν τις μεγαλύτερες βλάβες στις κατασκευές. Εξαιτίας της ανομοιογένειας των πετρωμάτων τα κύματα χώρου κατά τη διάδοσή τους δημιουργούν και άλλα κύματα, τα επιφανειακά καθώς και ανακλάσεις και διαθλάσεις των P και S κυμάτων. Τα κύματα αυτά κατά τη διάδοσή τους ακολουθούν συγκεκριμένα στρώματα του επιφανειακού τμήματος της Γης, δε διαδίδονται δηλαδή προς όλες τις κατευθύνσεις όπως τα κύματα χώρου.

Τα κύματα Π και Σ ταξιδεύουν στο εσωτερικό της γης, ενώ το Λ-κύμα κινείται μόνο μέσα στην ασθενόσφαιρα. Η κίνηση των σωματιδίων στο Π-κύμα είναι διαμήκης, όπως αυτή του ηχητικού κύματος, προς την κατεύθυνση της διάδοσης. Χαρακτηριστικά οι ταχύτητες τέτοιων κυμάτων μέσα σε γρανίτη είναι περίπου 6 Km/sec. Η κίνηση των σωματιδίων στο Σ- κύμα είναι εγκάρσια, κάθετη προς την κατεύθυνση διάδοσης.

Η ταχύτητα κίνησης στο γρανίτη είναι περίπου 3.6 Km/sec. Τα κύματα επιφανείας προκαλούν μια κάθετη αλλά και οριζόντια περιοδική κίνηση σε τρεις διαστάσεις, που συνήθως προκαλεί και τις μεγαλύτερες καταστροφές, σε συνδυασμό με το μεγαλύτερο πλάτος τους και επομένως τη μεγαλύτερη ενέργεια που μεταφέρουν. Τα στερεά, υγρά και αέρια παρουσιάζουν ελαστικές ποιότητες, δηλαδή αντιστέκονται σε αλλαγές στο όγκο τους. Τα Π-κύματα που παραμορφώνουν τον όγκο μπορούν να ταξιδέψουν μέσω αυτών, ενώ τα Σ-κύματα που έχουν την τάση να παραμορφώνουν την μορφή των υλικών μπορούν να διαδοθούν μόνο μέσω υλικών που φέρουν αντίσταση σε αλλαγές στην μορφή. Τα υγρά και τα αέρια δεν φέρουν τέτοιες αντιστάσεις, έτσι τα Σ κύματα δεν μπορούν να διαδοθούν μέσω αυτών. Με αυτό τον τρόπο, μελετώντας τη διάδοση των κυμάτων στο εσωτερικό της γης, οι γεωλόγοι κατέληξαν ότι ο εξωτερικός πυρήνας της γης είναι υγρός, καθώς τα Σ-κύματα δεν διαδίδονται μέσα του.



1.8 Ποια είναι τα είδη των σεισμικών ρηγμάτων

Όταν οι τάσεις που ασκούνται σε ένα πέτρωμα ξεπεράσουν το ανώτατο όριο αντοχής του, γίνεται διάρρηξη και αρχίζει η σχετική κίνηση των δύο εκατέρωθεν τμημάτων. Δημιουργείται δηλαδή ένα σεισμικό ρήγμα. Τα σεισμικά ρήγματα σε λίγες μόνο περιπτώσεις φτάνουν στην επιφάνεια της γης και μπορούν να μελετηθούν με απευθείας παρατήρηση (σε περιπτώσεις μεγάλων επιφανειακών σεισμών).

Το μήκος του ρήγματος σχετίζεται με το μέγεθος του σεισμού και μπορεί να φτάσει έως και εκατοντάδες χιλιόμετρα. Το 1960 στο σεισμό της Χιλής ($M=9,5$) το μήκος της επιφανειακής εκδήλωσης του ρήγματος έφτανε τα 1.000km.

Το 1978 στο σεισμό που έπληξε την περιοχή της Θεσσαλονίκης ($M=6,5$) η επιφανειακή εκδήλωση του ρήγματος είχε διεύθυνση ανατολή - δύση και είχε μήκος περίπου 12km.

Το μέγεθος της ολίσθησης σχετίζεται και αυτό με το μέγεθος του σεισμού και μπορεί να κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως και μερικά μέτρα. Στο σεισμό του 1981 στις Αλκυονίδες ($M=6,7$) παρατηρήθηκε επιφανειακή εκδήλωση του ρήγματος με μέση πτώση 60cm, και στο σεισμό του 1978 στη Θεσσαλονίκη ($M=6,5$) με μέγιστη κατακόρυφη βύθιση του βόρειου τμήματος σε σχέση με το νότιο 35cm.

1.8.1 Τα βασικά είδη ρηγμάτων

Κανονικό χαρακτηρίζεται ένα ρήγμα όταν το πάνω του τμήμα ολισθαίνει προς τα κάτω/ ενώ ανάστροφο όταν το πάνω του τμήμα κινείται προς τα πάνω.

Οριζόντιας μετατόπισης χαρακτηρίζεται ένα ρήγμα όταν τα δύο του τμήματα περιορίζονται σε πλευρικές μετακινήσεις και μπορεί να είναι δεξιόστροφο ή αριστερόστροφο. Δεξιόστροφο είναι το οριζόντιας μετατόπισης ρήγμα που το ένα του τμήμα κινείται από αριστερά προς τα δεξιά, όταν παρατηρείται από το άλλο τμήμα. Αριστερόστροφο είναι το αντίθετο. Οι περισσότερες διαρρήξεις που συναντώνται στη φύση αποτελούν συνδυασμό των παραπάνω περιπτώσεων, π.χ. αριστερόστροφο κανονικό ρήγμα.

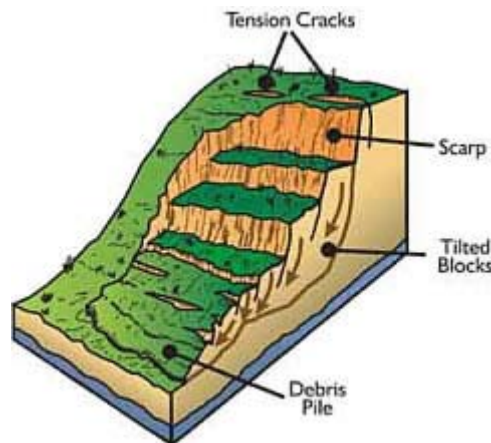
2. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Πώς οι σεισμοί αποτυπώνονται στο φυσικό περιβάλλον

Τα "ίχνη" των σεισμικών δονήσεων στο φυσικό περιβάλλον, τα μακροσεισμικά αποτελέσματα των σεισμών δηλαδή, είναι είτε:

- συνέπειες των αιτίων γένεσης των σεισμικών κυμάτων (π.χ. ηφαιστειακή δράση)
- είτε συνέπειες της διέλευσης και δράσης των σεισμικών κυμάτων από το χώρο παρατήρησης (π.χ. κατολισθητικά φαινόμενα, καθιζήσεις, ρευστοποιήσεις εδαφών, εδαφικές διαρρήξεις, tsunamis).

Τα φαινόμενα αυτά μπορεί να προκαλέσουν μεγαλύτερα προβλήματα από αυτά που προκάλεσε η ίδια η σεισμική δόνηση.



Ο γενικός όρος κατολισθητικά φαινόμενα περιλαμβάνει όλες τις εδαφικές ή βραχώδεις μετακινήσεις όπως κατολισθήσεις εδαφών, πτώσεις βράχων, ακόμα και χιονοστιβάδες.

Ο βασικότερος λόγος πρόκλησης των φαινομένων αυτών είναι η εξαιτίας της σεισμικής κίνησης ελάττωση της τριβής που συγκρατεί σε επαφή τα διάφορα στρώματα.

Αποτελούν συνήθη φαινόμενα στην επικεντρική περιοχή και για την εκδήλωσή τους κυρίαρχο ρόλο παίζουν οι μορφολογικές κλίσεις και ασυνέχειες, ο προσανατολισμός του πρανούς, η φύση των γεωλογικών σχηματισμών και η αλληλουχία τους, οι υπάρχουσες τεκτονικές ασυνέχειες καθώς και ο βαθμός ανθρώπινης παρέμβασης στο πρανές.

Οι καθιζήσεις και οι εξάρσεις εδαφών, οι υψομετρικές μεταβολές του εδάφους δηλαδή, είναι άμεσες συνέπειες των ολισθήσεων στα σεισμικά ρήγματα και σε ορισμένες μόνο περιπτώσεις αποτελούν δευτερογενή φαινόμενα που οφείλονται σε άλλα αίτια π.χ. σε κατολισθήσεις.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Οι ρευστοποιήσεις εδαφών είναι σύνηθες φαινόμενο που λαμβάνει χώρα σε χαλαρούς, λεπτόκοκκους ιζηματογενείς σχηματισμούς που περιέχουν σημαντική ποσότητα νερού. Οι σχηματισμοί αυτοί χάνουν τη διατμητική τους αντοχή με αποτέλεσμα να αποκτούν παροδικά τη συμπεριφορά "βαρέως ρευστού". Η επιφανειακή εκδήλωση των ρευστοποιήσεων γίνεται με τη μορφή εξογκωμάτων ή βυθισμάτων στην άμμο ή υπόγειων κατολισθήσεων μεταξύ στρωμάτων άμμου ή το συχνότερο με ροή λάσπης στην επιφάνεια του εδάφους η οποία βγαίνει μέσα από εδαφικές ρωγμές. Όπως είναι φανερό, άμεση συνέπεια είναι η απώλεια στήριξης των υπερκείμενων κατασκευών ή των τεχνικών έργων, τα οποία στην κυριολεξία βυθίζονται, ανατρέπονται ή καταρρέουν.

Στον Ελληνικό χώρο το πρόβλημα των ρευστοποιήσεων κατά τη διάρκεια των σεισμών είναι υπαρκτό σε μερικές περιπτώσεις μόνο για επιστημονική παρατήρηση, ενώ σε άλλες προκαλώντας έντονα προβλήματα, όπως: στην Περαχωρα το 1981, στην Κυλλήνη το 1988, στον Πύργο το 1993 και στο Αίγιο το 1995.



**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Οι εδαφικές διαρρήξεις μπορεί να είναι είτε επιφανειακές εκδηλώσεις των σεισμικών ρηγμάτων -άμεση συνέπεια της διάρρηξης- είτε επιφανειακές ρωγμές, σε χαλαρούς συνήθως σχηματισμούς, που οφείλονται σε τοπικές ανακατατάξεις του εδάφους (δευτερογενή φαινόμενα).

Οι επιφανειακές εκδηλώσεις των σεισμικών ρηγμάτων έχουν μήκη που μπορούν να φτάσουν έως και δεκάδες ή εκατοντάδες χιλιόμετρα, ορατά βάθη έως και 100m, και πλάτη έως και μερικά μέτρα. Οι εδαφικές ρωγμές που εντάσσονται στα δευτερογενή φαινόμενα έχουν περιορισμένο πλάτος που σπάνια υπερβαίνει τα μερικά εκατοστά, ενώ το μήκος τους μπορεί να φτάσει τα μερικά μέτρα.



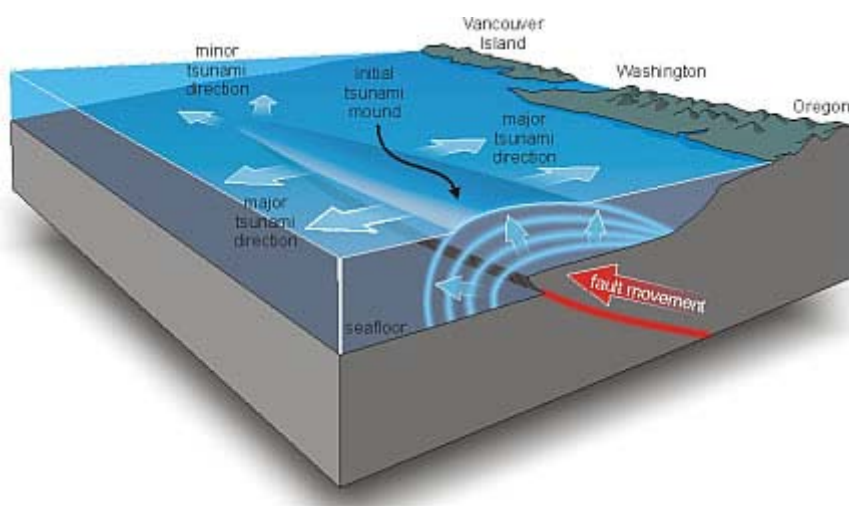
Τα θαλάσσια κύματα βαρύτητας ή tsunamis έχουν μεγάλο σχετικά μήκος κύματος και διαδίδονται στην επιφάνεια της θάλασσας "μεταφέροντας" σημαντικές ποσότητες νερού από το χώρο γένεσης των σεισμών σε άλλους χώρους. Τα tsunamis είναι ιδιαίτερα επικίνδυνα όταν πλήττουν παραθαλάσσιες περιοχές προκαλώντας ζημιές σε λιμάνια, πλοία, κατασκευές αλλά και τραυματισμούς ή θανάτους στους κατοίκους των περιοχών αυτών. Στην ανοιχτή θάλασσα δεν είναι επικίνδυνα γιατί το ύψος τους συνήθως δεν ξεπερνά το 1 m.

Είναι γνωστό ότι οι χώρες γύρω από την Περιειρηνική ζώνη είναι αυτές που απειλούνται συχνότερα από τα θαλάσσια αυτά κύματα. περίπου 370 tsunamis έχουν πλήξει τη ζώνη αυτή από το 1900 - 1980. Το tsunami που δημιουργήθηκε μετά το σεισμό της Σουμάτρας (M=9,1), στις 26-12-2004, άφησε πίσω του εκατοντάδες νεκρούς (283.106 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους από το σεισμό και το τσουνάμι) και πολλές βλάβες στην Ινδονησία, τη Σρι-Λάνκα, την Ινδία, την Ταϊλάνδη, τη Σομαλία, τις Μαλδίβες, τη Μαλαισία, τη Μιανμάρ, την Τανζανία, τις Σεϋχέλλες, την Κένυα κ.ά. Προκάλεσε επίσης βλάβες στη Μαδαγασκάρη, στον Άγιο Μαυρίκιο και έγινε αισθητό στη Μοζαμβίκη, στη Νότια Αφρική, στην Αυστραλία και στην Ανταρκτική.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Στον Ελλαδικό χώρο ο κίνδυνος από τα tsunamis είναι σχετικά μικρός, έστω και αν κατ' επανάληψη έχουν σημειωθεί αντίστοιχα φαινόμενα. Στο σεισμό του 373π.Χ. το tsunami που έπληξε το Δυτ. Κορινθιακό κατέστρεψε δύο σημαντικές πόλεις, την Ελίκη (7km μακριά από το Αίγιο) και τη Βούρα, Το πιο ίσως σημαντικό κύμα βαρύτητας που έπληξε τον ελληνικό χώρο ήταν αυτό της Αμοργού (1956, σεισμός $M=7,5$). Το κύμα αυτό είχε ύψος 25m στις νοτιοανατολικές ακτές της Αμοργού, 20m στη βορειοδυτική ακτή της Αστυπάλαιας και είχε πολύ μικρότερο ύψος σε άλλες περιοχές του νοτίου Αιγαίου.



Στο νερό της ξηράς μπορεί να παρατηρηθούν ταλαντώσεις του επιφανειακού νερού (π.χ. σε πηγάδια, λίμνες, ποτάμια, λιμάνια) που οφείλονται στη διέλευση σεισμικών κυμάτων καθώς και διαταράξεις του επιφανειακού ή του υπόγειου νερού που προκαλούνται από παραμορφώσεις και μεταθέσεις των γειτονικών πετρωμάτων. Στη δεύτερη αυτή περίπτωση οι συνέπειες μπορεί να είναι: απομάκρυνση νερού και αποξήρανση ελών - λιμνών - ποταμών, μεταβολή της παροχής των πηγών (αύξηση ή ελάττωση της παροχής - στέρευση - δημιουργία νέων πηγών), δημιουργία πιδάκων, ακόμα και αλλαγή της κοίτης των ποταμών. Το 1959 σε σεισμό ($M=6,3$) που έπληξε το Ηράκλειο της Κρήτης παρατηρήθηκε αύξηση της παροχής των πηγών και άνοδος της στάθμης του νερού στα πηγάδια στο Αντισκάριο και στο Λίσταρο.

2.2 Αίτια γέννησης σεισμών

Οι σεισμοί αποτελούν ένα από τα διάφορα γεωδυναμικά φαινόμενα, τα οποία έχουν κοινά αίτια γένεσης. Τα φαινόμενα αυτά είναι η ηφαιστειακή δράση, τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά τεκτονικής προέλευσης (οροσειρές, ηπειρωτικές και ωκεάνιες λεκάνες, ωκεάνιες τάφροι), παραμορφώσεις και διαρρήξεις του φλοιού της Γης, γεωθερμικές εκδηλώσεις (θερμές πηγές, γεωθερμικά πεδία).

Πολλά από τα γεωδυναμικά φαινόμενα που παρατηρούνται σήμερα είναι αποτελέσματα παλιότερων γεωλογικών διαδικασιών και δε σχετίζονται άμεσα με τη σημερινή σεισμική δράση. Η σημερινή σεισμική δράση σε μια περιοχή και τα άλλα γεωδυναμικά φαινόμενα που άμεσα σχετίζονται με αυτή είναι αποτέλεσμα σχετικά πρόσφατης νεωλογικής διαδικασίας η οποία ονομάζεται συνήθως ενεργός τεκτονική της περιοχής αυτής. Η ηλικία της διαδικασίας αυτής είναι σχετικά μικρή (10 εκατομμύρια χρόνια) σε σχέση με την ηλικία της Γης (4,6 δισεκατομμύρια χρόνια) αλλά και σε σχέση με την ηλικία σχηματισμού του πρώτου ηπειρωτικού φλοιού της Γης (3,8 δισεκατομμύρια χρόνια).

Τα αίτια των γεωδυναμικών φαινομένων, συνεπώς και της σεισμικής δράσης, βρίσκονται στο εσωτερικό της Γης και ειδικά μέσα στο στερεό φλοιό, του οποίου το πάχος είναι περίπου 35km κάτω από τις ηπείρους και 7km κάτω από τους ωκεανούς, και κάτω από το φλοιό στον πάνω μανδύα της Γης ο οποίος βρίσκεται σε παχύρρευστη κατάσταση.

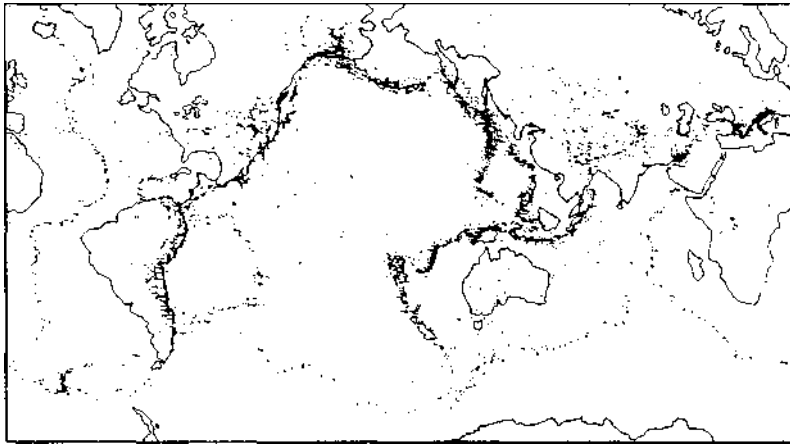
Η ένταση και η μορφή της ενεργού τεκτονικής δεν είναι η ίδια σ όλες τις περιοχές της Γης. Υπάρχουν περιοχές όπου η ένταση της τεκτονικής δράσης σήμερα είναι ισχυρή και άλλες όπου η δράση αυτή είναι σήμερα ασθενής αλλά μπορεί στο γεωλογικό παρελθόν να ήταν έντονη. Τα σπουδαιότερα γεωτεκτονικά φαινόμενα που παρατηρούνται στην επιφάνεια της Γης και είναι αποτέλεσμα της ενεργού τεκτονικής συμβαίνουν πάνω σ ορισμένες ζώνες της επιφάνειας της Γης οι οποίες κατατάσσονται χωρικά σε δύο συστήματα ζωνών διάρρηξης στο "ηπειρωτικό σύστημα διάρρηξης" και στο σύστημα των "μεσοωκεάνιων ράχων". Το ηπειρωτικό σύστημα ζωνών διάρρηξης αποτελείται από την Ευρασιατική "Μελανησιακή Ζώνη (Γιβραλτάρ - Άλπεις - Βαλκάνια - Περσία - Ιμαλάια -

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Βιρμανία - Ινδονησία) και από την Περιειρηνική Ζώνη (περιλαμβάνει τις περιειρηνικές παράκτιες περιοχές με εξαίρεση τις ακτές της βόρειας Αμερικής). Στο σύστημα αυτό βρίσκονται όλες οι νέες οροσειρές, τα νησιωτικά τόξα, που αποτελούν χαρακτηριστικό γνώρισμα του συστήματος, τα ανδευτικά ηφαίστεια, όλες σχεδόν οι εστίες των σεισμών βάθους ($h > 300\text{km}$) και οι περισσότερες εστίες των επιφανειακών σεισμών.

Οι μεσοωκεάνιες ράχες είναι εξάρσεις του ωκεάνιου φλοιού οι οποίες διασχίζουν τον Ατλαντικό ωκεανό από βορρά προς νότο και τον Ινδικό και Ειρηνικό κατά την νοτιοδυτική - βορειοανατολική διεύθυνση και σε ορισμένα μέρη τα "ύψη" τους υπερβαίνουν τα 3.000μετρα από τον πυθμένα της θάλασσας. Το σύστημα αυτό διάρρηξης διασχίζει και ηπειρωτικές περιοχές, όπως την ανατολική Αφρική και τη δυτική βόρεια Αμερική (Καλιφόρνια).

Στο σύστημα των μεσοωκεάνιων ράχων έχουν τις εστίες τους μόνο επιφανειακοί σεισμοί ($h < 60\text{km}$). Το παρακάτω σχήμα δείχνει τη γεωγραφική κατανομή των επικέντρων των σεισμών οι οποίοι έγιναν σε όλη τη Γη μεταξύ 1961 - 1967.

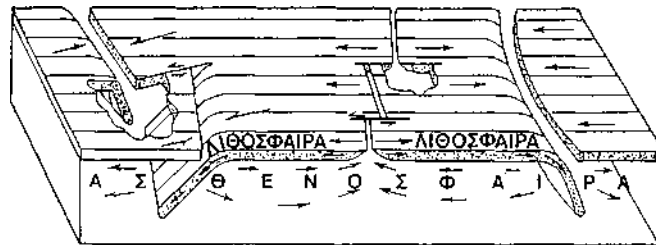


Διατυπώθηκαν, παλιότερα, διάφορες απόψεις για τα αίτια των γεωδυναμικών φαινομένων μεταξύ των οποίων είναι η "υπόθεση συστολής της Γης", η "υπόθεση διαστολής της Γης". Καμιά, όμως, από τις υποθέσεις αυτές δε μπορούσε να ερμηνεύσει παρά μόνο μικρό αριθμό γεωφυσικών (σεισμολογικών) παρατηρήσεων που συνδέονται με τα φαινόμενα αυτά. Όμως, κατά τα τελευταία 25 χρόνια, αναπτύχθηκε η θεωρία των λιθосφαιρικών πλακών, η οποία θεωρείται για τις γεωεπιστήμες ότι η θεωρία της εξέλιξης για τη Βιολογία, γιατί ερμηνεύει, με πολύ ικανοποιητικό τρόπο, το σύνολο σχεδόν των βασικών γεωφυσικών και γεωλογικών παρατηρήσεων που σχετίζονται με την ενεργό τεκτονική δράση και συνεπώς με τη σεισμική δράση. Λιθόσφαιρα είναι το δύσκαμπτο επιφανειακό στρώμα της Γης, το οποίο έχει μέσο πάχος περίπου 80Km, δηλαδή, περιλαμβάνει το φλοιό και μέρος του πάνω μανδύα της Γης.

Το στρώμα που βρίσκεται κάτω από τη λιθόσφαιρα αποτελείται από παχύρρευστο υλικό και για το λόγο αυτό το εύκαμπτο αυτό στρώμα ονομάζεται ασθενόσφαιρα. Η λιθόσφαιρα δεν είναι ενιαία αλλά είναι χωρισμένη σε διάφορα μεγάλα τμήματα τα οποία ονομάζονται λιθосφαιρικές πλάκες.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Οι δύσκαμπτες αυτές λιθοσφαιρικές πλάκες κινούνται πάνω στην παχύρρευστη ασθενόσφαιρα με σχετικές μεταξύ τους ταχύτητες οι οποίες για τα διάφορα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών κυμαίνονται από 1cm/yr μέχρι 20cm/yr (εκατοστά το χρόνο).



Σχήμα 4. Κίνηση λιθοσφαιρικών πλακών από μεσοωκεάνια ράχη (μέσο) προς περιοχές κατάδυσης μέσα στην ασθενόσφαιρα (άκρα) οι οποίες βρίσκονται στο ηπειρωτικό σύστημα διάρρηξης

Οι λιθοσφαιρικές πλάκες δημιουργούνται (γέννιούνται) στις μεσοωκεάνιες ράχεις από θερμό υλικό που βγαίνει εκεί συνεχώς από το εσωτερικό της Γης. Το υλικό αυτό ψύχεται, στερεοποιείται και σχηματίζει έτσι, και από τις δύο πλευρές κάθε ράχης τμήματα δύο λιθοσφαιρικών πλακών οι οποίες αποκλίνουν και απομακρύνονται από τη ράχη.

Η απομάκρυνση αυτή γίνεται με σχετικές οριζόντιες ολισθήσεις μεταξύ των πλακών πάνω σε κατακόρυφα ρήγματα τα οποία ονομάζονται ρήγματα μετασχηματισμού. Οι απομακρύνσεις αυτές των λιθοσφαιρικών πλακών γίνονται με κατεύθυνση προς το ηπειρωτικό σύστημα διάρρηξης (νησιωτικά τόξα, νέες οροσειρές, ωκεάνιες τάφροι) όπου συγκλίνουν ανά δύο τέτοιες πλάκες και η πυκνότερη από αυτές βυθίζεται πλάγια (καταδύεται) κάτω από την άλλη μέχρις ότου καταστραφεί (λιώσει) μέσα στο θερμό μανδύα της Γης.

Σε ορισμένες περιοχές του ηπειρωτικού συστήματος η κατάδυση αυτή μέσα στο μανδύα μπορεί να μέχρι τα 720km προτού λιώσει η λιθοσφαιρική πλάκα.

Οι κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών οφείλονται πιθανώς σε οριζόντιες επαπτομενικές δυνάμεις οι οποίες ασκούνται στον πυθμένα κάθε λιθοσφαιρικής πλάκας από θερμικά ρεύματα μεταφοράς υλικού που δημιουργούνται στην ασθενόσφαιρα αμέσως κάτω από τη λιθόσφαιρα. Τα ρεύματα αυτά έχουν ανοδική κίνηση κάτω από τις μεσοωκεάνιες ράχεις, στη συνέχεια κινούνται οριζόντια κάτω από τις λιθοσφαιρικές πλάκες με κατεύθυνση προς τις περιοχές σύγκλισης των πλακών όπου πραγματοποιούν καθοδική κίνηση.

Κατά την κίνηση τους οι λιθοσφαιρικές πλάκες παραμορφώνονται έντονα στις παρυφές τους, δηλαδή κοντά στις επιφάνειες επαφής τους που βρίσκονται στις περιοχές των μέσοωκεανίων ράχων και στις περιοχές του ηπειρωτικού συστήματος διάρρηξης. Αυτός είναι ο λόγος για τον οποίο η ενεργός τεκτονική δράση και συνεπώς και η σεισμική δράση παρατηρούνται κατά κύριο λόγο σ αυτές τις περιοχές. Οι σεισμοί γέννιούνται μόνο , μέσα στη λιθόσφαιρα και κατά κύριο λόγο στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών.

Έτσι εξηγείται, γιατί στις μεσοωκεάνιες ράχες, όπου η λιθόσφαιρα είναι οριζόντια, γέννιούνται μόνο επιφανειακοί σεισμοί, ενώ στο ηπειρωτικό σύστημα διάρρηξης, όπου οι λιθοσφαιρικές πλάκες βυθίζονται (καταδύονται) σε μεγάλα βάθη, γέννιούνται και σεισμοί βάθους (μέχρι 720Km).

Οι εστίες των σεισμών που ακολουθούν μια πλάκα η οποία βυθίζεται μέσα στη Γη (στο ηπειρωτικό σύστημα διάρρηξης) σχηματίζουν μια σεισμική ζώνη, κοντά στην πάνω επιφάνεια της καταδύομενης πλάκας. Η σεισμική αυτή ζώνη ονομάζεται ζώνη Benioff.

Μπορούμε, συμπερασματικά, να πούμε ότι οι σεισμοί γεννιούνται μέσα στη λιθόσφαιρα και κατά κύριο λόγο στις περιοχές κοντά στις επιφάνειες επαφής των λιθοσφαιρικών πλακών και ότι τα αίτια γένεσης των σεισμών είναι οι σχετικές κινήσεις των λιθοσφαιρικών πλακών οι οποίες προκαλούν παραμορφώσεις και διαρρήξεις των πετρωμάτων στις περιοχές αυτές.

2.3 Τρόπος Γέννησης 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 (ενέργεια παραμόρφωσης των πετρωμάτων) και αναπτύσσονται μεγάλες τάσεις (δυνάμεις). Οι τάσεις αυτές συνεχώς αυξάνουν αλλά όταν γίνουν αρκετά μεγάλες σ ένα σημείο, ώστε να μπορούν να υπερνικήσουν την αντοχή του πετρώματος στο σημείο αυτό, το πέτρωμα σπάει και δημιουργείται έτσι ένα σεισμικό ρήγμα, δηλαδή, μια επιφάνεια που χωρίζει το πέτρωμα σε δύο μέρη.

Κατά το σπάσιμο των πετρωμάτων της λιθόσφαιρας, οι δύο πλευρές του ρήγματος γλιστρούν (ολισθαίνουν) τι μια πάνω στην άλλη κατά αντίθετες κατευθύνσεις μέχρις ότου αποκτήσουν νέες θέσεις ισορροπίας. Επειδή οι επιφάνειες των ρηγμάτων δεν είναι ομαλές, αναπτύσσονται έντονες δυνάμεις τριβής και αντίστασης οι οποίες αναγκάζουν τα υλικά σημεία των πλευρών του ρήγματος να ταλαντώνονται. Δηλαδή, η δυναμική ενέργεια παραμόρφωσης των πετρωμάτων στην περιοχή γύρω από το ρήγμα μετατρέπεται σε κινητική ενέργεια ταλάντωσης των υλικών σημείων των επιφανειών του ρήγματος. Οι ταλαντώσεις αυτές μεταδίδονται στα γειτονικά σημεία, αυτά τις μεταδίδουν στα γειτονικά τους.

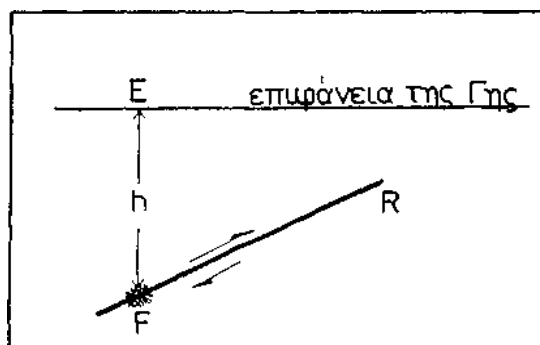
ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Έχουμε, έτσι, διάδοση των ταλαντώσεων αυτών μέσα στη Γη. Οι διαδιδόμενες αυτές ταλαντώσεις λέγονται σεισμικά κύματα. Τα κύματα αυτά φτάνουν στην επιφάνεια της Γης και αποτελούν το σεισμό.

Το τμήμα της λιθόσφαιρας γύρω από το ρήγμα, το οποίο παραμορφώνεται πριν από τη γένεση ενός σεισμού και περιέχει όλη την ενέργεια που απελευθερώνεται κατά τη γένεση του σεισμού, λέγεται σειсмоγόνοσ χώροσ και ο όγκοσ του χώροσ αυτού λέγεται "σειсмоγόνοσ όγκοσ". Όσο μεγαλύτεροσ είναι ο χώροσ αυτού τόσο μεγαλύτερη είναι η σεισμική ενεργεία που θα απελευθερωθεί, δηλαδή, τόσο μεγαλύτεροσ είναι ο σεισμόσ που θα γίνει.

Η διάρρηξη αρχίζει σε ορισμένο σημείο, F, του ρήγματοσ (σχ. 5) και προχωράει, πάνω στο ρήγμα προς ορισμένη κατεύθυνση και με ορισμένη ταχύτητα διάρρηξησ (~3, km/sec) μέχρις ότου φθάσει, σε ένα άλλο σημείο, R, του ρήγματοσ, όπου θα σταματήσει. Το σημείο F του ρήγματοσ όπου αρχίζει η διάρρηξη λέγεται, εστία του σεισμού. Έτσι, αν διαιρέσουμε το μήκοσ διάρρηξησ, FR, με την ταχύτητα διάρρηξησ βρίσκομε το χρόνο διάρρηξησ.

Έτσι, για μήκοσ διάρρηξησ ίσο με 30km η διάρκεια της διάρρηξησ είναι περίπου 10 sec. Η διάρρηξη μπορεί να προχωρήσει, από την εστία προς μία μόνο κατεύθυνση (μονακατευθυντική) , όπως στο σχήμα (5), προς δύο αντίθετεσ κατευθύνεισ (δικατευθυντική) ή προς διάφορεσ κατευθύνεισ (πολυκατευθυντική)



Σχήμα 5. Σχηματική παράσταση σειсмоγόνοσ ρήγματοσ, FK, της εστίασ, F, του σεισμού και του επικέντροσ του, E. h είναι το εστιακό βάθοσ του σεισμού.

Το σημείο, E, της επιφάνειασ της Γησ που βρίσκεται ακριβώς πάνω από την εστία (στην ίδια κατακόρυφο) λέγεται επίκεντρο του σεισμού, ενώ η απόσταση EF = h, μεταξύ του επικέντροσ και της εστίασ λέγεται εστιακό βάθοσ του σεισμού.

Όπωσ έχομε ήδη αναφέρει, οι εστίεσ των σεισμών βρίσκομαι μέχρι ένα μέγιστο βάθοσ 720Km μέσα στη Γη.

Οι σεισμοί λέγονται επιφανειακοί, όταν τα εστιακά τουσ βάθη είναι μικρότερα των 60km, ενδιαμέσου βάθοσ όταν τα εστιακά τουσ βάθη είναι μεταξύ 60km και 300km και βάθοσ όταν τα εστιακά τουσ βάθη είναι μεγαλύτερα των 300km. Οι ενδιαμέσου και μεγάλοσ βάθοσ σεισμοί ονομάζονται συνήθωσ πλουτώνιοι σεισμοί.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Λόγω της παραμόρφωσης των πετρωμάτων του σεισμογόνου χώρου πριν από το σεισμό, αναπτύσσονται έντονες τάσεις στο χώρο αυτό οι οποίες κατανέμονται κατά κύριο λόγο πάνω στην επιφάνεια του ρήγματος. Η τάση αυτή, η οποία οφείλεται σε τεκτονικά αίτια (κίνηση των λιθοσφαιρικών πλακών), ελαττώνεται κατά ορισμένη ποσότητα κατά τη γένεση του σεισμού. Η ελάττωση αυτή λέγεται πτώση τάσης και έχει συνήθως τιμή μερικών δεκάδων bar (π.χ. 30bar). Αυτή είναι ουσιαστικά η μέση πτώση τάσης στο ρήγμα. Το ρήγμα δεν είναι, ομαλή επιφάνεια αλλά τραχεία επιφάνεια. Δηλαδή υπάρχουν στο ρήγμα περιοχές οι οποίες προβάλλουν έντονη αντίσταση κατά τη διάδοση της διάρρηξης. Οι, περιοχές αυτές ονομάζονται εμπόδια (asperities) ή φράγματα (barriers). Για το λόγο αυτό, η πτώση τάσης δεν είναι, η ίδια (σταθερή) σ' όλο το ρήγμα. Στις δέσεις των μεγάλων εμποδίων η πτώση τάσης αποκτάει, τοπικά πολύ μεγάλες τιμές (π.χ. 1.000bar).

Μπορούμε, συμπερασματικά, να πούμε ότι οι σεισμοί, γέννιούνται στα σεισμικά ρήγματα κατά τη σχετική κίνηση (ολίσθηση) των δύο πλευρών κάθε ρήγματος. Η κυματική ενέργεια (κινητική ενέργεια) ενός σεισμού που απελευθερώνεται στην εστία του προέρχεται από την ενέργεια παραμόρφωσης (δυναμική ενέργεια) που συσσωρεύεται επί σημαντικό χρονικό διάστημα στο σεισμογόνο χώρο γύρω από το ρήγμα. Όσο μεγαλύτερος είναι ο σεισμογόνος χώρος τόσο μεγαλύτερη είναι η σεισμική ενέργεια που απελευθερώνεται, δηλαδή, τόσο μεγαλύτερος είναι ο σεισμός.

Σεισμική ακολουθία λέγεται το σύνολο των σεισμών που γέννιούνται 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 στ. ο 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 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 σημνοσεισμοί. Διακρίνουμε, 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 σμηνοσεισμοί. Η συχνότητα των σεισμών του σμήνους αρχικά αυξάνεται συνεχώς μέχρι να αποκτήσει μια μέγιστη τιμή και στη συνέχεια ελαττώνεται συνεχώς μέχρι να αποκτήσει πάλι την κανονική (συνηθισμένη) τιμή της. Σμηνοσεισμοί συμβαίνουν συνήθως σε ηφαιστειακές περιοχές και είναι γενικά μικροί.

Σε λίγες περιπτώσεις πλουτωνίων σεισμών, δηλαδή, σεισμών των οποίων το βάθος είναι σημαντικό ($h > 60\text{km}$), παρατηρήθηκαν μετασεισμοί (ή προσεισμοί). Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις οι μετασεισμοί είναι πολύ μικρότεροι του κυρίου σεισμού. Οι εστίες των μετασεισμών και των προσεισμών βρίσκονται πάνω ή κοντά στην επιφάνεια του σεισμογόνου ρήγματος.

Σε πολλές περιπτώσεις οι μετασεισμοί γέννιούνται κοντά στα δύο άκρα του ρήγματος. Συχνά ο κύριος σεισμός γεννιέται κοντά στο ένα άκρο του ρήγματος. Οι διαστάσεις του μετασεισμικού χώρου, δηλαδή, του χώρου όπου βρίσκονται οι εστίες των μετασεισμών ενός κύριου σεισμού αυξάνονται με το μέγεθος του κύριου σεισμού. Ο μετασεισμικός χώρος είναι συνήθως μεγαλύτερος από το σεισμογόνο χώρο ενός σεισμού, δηλαδή, από το χώρο όπου βρίσκεται συγκεντρωμένη η ενέργεια του κύριου σεισμού πριν από τη γένεση του. Έχει, όμως, παρατηρηθεί ότι οι εστίες των μετασεισμών οι οποίοι γίνονται τις πρώτες μέρες μετά τον κύριο σεισμό περιορίζονται μόνο μέσα στο σεισμογόνο χώρο και στη συνέχεια εξαπλώνονται, συνήθως, σε μεγαλύτερο χώρο. Έτσι, οι εστίες των μετασεισμών των πρώτων ημερών (π.χ. των πρώτων δύο ημερών) μετά τον κύριο σεισμό ορίζουν το σεισμογόνο χώρο του σεισμού.

2.4 Μέτρηση σεισμών

2.4.1 Υπολογισμός μεγέθους σεισμών

Για να υπάρχει κάποιο μέτρο σύγκρισης των σεισμών δημιουργήθηκε η ανάγκη υπολογισμού μίας ποσότητας που να τους χαρακτηρίζει. Έτσι ορίστηκε το μέγεθος (M) του σεισμού που είναι το μέτρο της ενέργειας που εκλύεται από την εστία κατά τη διάρκεια της σεισμικής δόνησης. Το μέγεθος προσδιορίζεται με μετρήσεις διαφόρων παραμέτρων των σεισμικών κυμάτων όπως το πλάτος, η περίοδος και η διάρκεια.

Για τον υπολογισμό του μεγέθους των σεισμών επινοήθηκαν διάφορες κλίμακες. Οι πιο γνωστές είναι:

- η κλίμακα τοπικού μεγέθους M_L (κλίμακα Richter - το όνομά της το πήρε από τον Ch. Richter το 1935)
- επιφανειακού μεγέθους M_s
- χωρικού μεγέθους m_b ,
- μεγέθους διάρκειας M_t , μεγέθους σεισμικής ροπής M_w (Στην Ελλάδα, συνήθως, οι αναφορές στο μέγεθος γίνονται σε M_s)

Οι σεισμοί που προκαλούν βλάβες έχουν τις περισσότερες φορές μέγεθος μεγαλύτερο από 5 βαθμούς της κλίμακας Richter. Θα πρέπει όμως να σημειωθεί ότι οι επιπτώσεις ενός σεισμού στους ανθρώπους και στις κατασκευές (βλάβες ή μη βλάβες) εξαρτώνται εκτός από το μέγεθος και από άλλους παράγοντες όπως: το βάθος της εστίας, τη θέση του επικέντρου, το είδος της κατασκευής, το έδαφος θεμελίωσης της κατασκευής, τη γειτνίαση με ενεργά ρήγματα. Το μεγαλύτερο μέγεθος σεισμού που έχει μετρηθεί έως σήμερα σε παγκόσμια κλίμακα είναι 9,5. Για να γίνει κατανοητή η αντιστοιχία των εννοιών μέγεθος - ενέργεια που εκλύεται από ένα σεισμό αρκεί να αναφερθεί ότι για μεγάλους σεισμούς (μέγεθος 8,7 - 8,9) η ενέργεια που εκλύεται είναι περίπου 900 φορές μεγαλύτερη από αυτήν της βόμβας στη Χιουσσίμα.

Μία άλλη ποσότητα που αποτελεί μέτρο των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων και πιο συγκεκριμένα μέτρο των βλαβών της σεισμικής δόνησης στους ανθρώπους και στις τεχνικές κατασκευές, είναι η ένταση του σεισμού.

Οι εμπειρικές κλίμακες που χρησιμοποιούνται για τον υπολογισμό της έντασης είναι:

- η τροποποιημένη 12βάθμια κλίμακα Mercalli (MM, 1931),
- η επίσης 12βάθμια MSK (1964) που προτάθηκε από τους Medvedev, Sponheuer, Karnik και
- η 8βάθμια JMA (Japanese Meteorological Agency) που χρησιμοποιείται από τους Ιάπωνες.

Το 1992 το Συμβούλιο της Ευρώπης υιοθέτησε μία νέα κλίμακα που αποτελεί εξέλιξη της MSK και έχει προσαρμοστεί σε ευρωπαϊκά δεδομένα. Η κλίμακα αυτή είναι η EMS (European Macroseismic Scale).

Η ένταση ενός σεισμού είναι διαφορετική από περιοχή σε περιοχή και εξαρτάται κυρίως από την απόσταση της περιοχής αυτής από την εστία του σεισμού και εδαφικούς παράγοντες. Ο προσδιορισμός της έντασης ενός σεισμού σε διάφορες περιοχές επιτρέπει τη χάραξη ισόσειστων καμπύλων, ώστε να εντοπιστούν οι περιοχές στις οποίες ο σεισμός προκάλεσε τις ίδιες βλάβες, είχε δηλαδή την ίδια ένταση. Ο μεγαλύτερος ίσως ελληνικός σεισμός ($M=8,3$) έπληξε την Κρήτη, έγινε στις 21 Ιουλίου του 365μ.Χ. και προκάλεσε μεγάλες καταστροφές σε περιοχές της Μεσογείου (Κρήτη, Πελοπόννησο, Αίγυπτο, Σικελία, Δαλματικές ακτές). Το συχνότερα παρατηρούμενο μέγιστο μέγεθος σεισμού -ετησίως- στη χώρα μας είναι το 6,3.

2.4.2 Σεισμικά όργανα

Για να περιγραφεί πλήρως η κίνηση των υλικών σημείων της Γης απαιτούνται τρία είδη σειсмоγραφικών οργάνων, αυτά που καταγράφουν την μετάθεση, αυτά που καταγράφουν την περιστροφή και αυτά που καταγράφουν την παραμόρφωση.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Μεγαλύτερο ενδιαφέρον για τη Σεισμολογία παρουσιάζουν τα σειсмоγραφικά όργανα που καταγράφουν την μετάθεση και τις παραγώγους της ως προς τον χρόνο, την ταχύτητα και την επιτάχυνση. Κατά σειρά ιστορικής εξέλιξης και επιστημονικής αξίας διακρίνουμε:

- τα σεισμοσκόπια,
- τους σεισμογράφους,
- τα σεισμόμετρα και
- τους επιταχυνσιογράφους

Σεισμοσκόπια είναι όργανα που απλώς σημειώνουν την γένεση των σεισμών ή αναγράφουν αυτούς πάνω σε ακίνητη αιθαλωμένη πλάκα δίνοντας έτσι πληροφορίες για την ένταση της σεισμικής κίνησης.



Σεισμογράφοι είναι όργανα με τα οποία επιτυγχάνεται αυτόματη αλλά όχι πιστή αναγραφή της σεισμικής κίνησης. Η αναγραφή αυτή, που λέγεται σεισμογράφημα, γίνεται με γραφίδα πάνω σε αιθαλωμένη ταινία ή με φωτεινή κηλίδα πάνω σε φωτογραφική ταινία.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Η μάζα του εκκρεμούς πρέπει να είναι σημαντική ώστε η δύναμη της αδράνειας να υπερνικήσει τις τριβές της γραφίδας και των αρθρώσεων των μοχλών. Ωστόσο επειδή οι σειсмоγράφοι δεν διέθεταν σύστημα απόσβεσης της κίνησης, το οποίο θα επανέφερε γρήγορα το εκκρεμές στη θέση ηρεμίας ώστε να ανταποκριθεί σε νέα δόνηση, οι καταγραφές τους ήταν αποτέλεσμα όχι μόνο της σεισμικής κίνησης αλλά και της αιώρησης του εκκρεμούς.

Για τον πλήρη καθορισμό της μετάθεσης σε ένα σταθμό πρέπει να υπάρχουν τρεις σειсмоγράφοι, ένας για την κατακόρυφη συνιστώσα και δυο για τις οριζόντιες συνιστώσες της εδαφικής κίνησης.

Τα βασικά στοιχεία ενός σειсмоγράφου είναι:

- η μονάδα ανίχνευσης των σεισμικών κυμάτων, η οποία ονομάζεται σεισμικός φωρατής ή σεισμόμετρο,
- το σύστημα ενίσχυσης της εδαφικής κίνησης, το οποίο μπορεί να είναι μηχανικό ενώ στα σύγχρονα όργανα είναι ηλεκτρονικό
- το κύκλωμα απόρριψης θορύβου (μονάδα φίλτρου)
- η μονάδα χρονισμού και
- το σύστημα καταγραφής.

Στον Ελληνικό χώρο, στην Αθήνα αλλά και στην περιφέρεια, υπάρχουν μόνιμα εγκατεστημένοι σειсмоγράφοι σε σεισμολογικούς σταθμούς για την καταγραφή των σεισμικών δονήσεων. Υπάρχει όμως και η δυνατότητα εγκατάστασης φορητών δικτύων σειсмоγράφων, για κάποιο χρονικό διάστημα, σε περιοχές με αυξημένη σεισμική δραστηριότητα. Αξίζει να αναφερθεί ότι οι ενόργανες καταγραφές των σεισμών στην Ελλάδα ξεκίνησαν στην αρχή του αιώνα (1911) με την εγκατάσταση του πρώτου σεισμόμέτρου στην Αθήνα.

Τα προγενέστερα του 1911 στοιχεία που αφορούν τη σεισμική δραστηριότητα βασίζονται σε περιγραφές κυρίως μακροσεισμικών αποτελεσμάτων.



Σεισμόμετρα είναι όργανα που γράφουν με σημαντική ακρίβεια τις σεισμικές κινήσεις. Η βασική διαφορά μεταξύ σεισμόμέτρου και σειсмоγράφου είναι ότι το σεισμόμετρο διαθέτει συσκευή με την οποία πετυχαίνεται απόσβεση της αιώρησης του εκκρεμούς και έτσι είναι δυνατή η πιστότερη αναγραφή της σεισμικής κίνησης.

Οι αναγραφές των σεισμομέτρων λέγονται σειсмоγράμματα. Η αναγραφή των σεισμικών κυμάτων στα σεισμόμετρα γίνεται με τρεις κυρίως τρόπους. Πρώτον, με μηχανική αναγραφή (σεισμόμετρα Mainka, Wiechert). Δεύτερον, με οπτική αναγραφή (σεισμόμετρα Milne - Show, Wood - Anderson). Τρίτον, με ηλεκτρομαγνητική αναγραφή (σεισμόμετρο κινούμενου πηνίου Galitzin και το σεισμόμετρο μεταβαλλόμενης μαγνητικής αντίστασης Benioff).

Οι επιταχυνσιογράφοι αποτελούν ειδική κατηγορία σεισμομέτρων. Τα σειсмоγράμματα των οργάνων αυτών δίνουν τη σεισμική επιτάχυνση σε συνάρτηση με τον χρόνο. Χρησιμοποιούνται σχεδόν αποκλειστικά από την Τεχνική Σεισμολογία.

Τοποθετούνται συνήθως μέσα στα κτίρια για την μέτρηση της επιτάχυνσης κατά την γένεση των σεισμών. Δεν βρίσκονται σε συνεχή λειτουργία, όπως συμβαίνει με τα άλλα σεισμόμετρα, αλλά μπαίνουν σε λειτουργία με κατάλληλη διέγερση στην αρχή του σεισμού και γράφουν την προκαλούμενη επιτάχυνση από το σεισμό. Ένας από τους πιο διαδεδομένους τύπους επιταχυνσιογράφων ήταν ο αναλογικός επιταχυνσιογράφος SMA-1, στον οποίο η καταγραφή της δόνησης γίνεται σε φωτογραφικό φιλμ. Ο επιταχυνσιογράφος αυτός σιγά-σιγά αντικαθίσταται από ψηφιακούς σύγχρονους επιταχυνσιογράφους.

2.4.3 Μηχανισμός γέννησης σεισμών

Μηχανισμός γένεσης ενός σεισμού είναι το είδος και ο προσανατολισμός του ρήγματος του και της διεύθυνσης κίνησης (ολίσθησης) της μίας πλευράς του ρήγματος πάνω στην άλλη καθώς και ο προσανατολισμός των διευθύνσεων των κυρίων συνιστωσών τάσης (ή δυνάμεων) που ενεργούν στην εστία του σεισμού.

Στοιχεία για το μηχανισμό γένεσης ενός σεισμού μπορούν να προκύψουν με διάφορες μεθόδους (μελέτη επιφανειακών εκδηλώσεων του ρήγματος, γεωδαιτικές μέθοδοι, γεωλογικές μέθοδοι, φασματική ανάλυση σεισμικών κυμάτων). Όμως, η πιο απλή και από τις πιο αποτελεσματικές μεθόδους καθορισμού του μηχανισμού γένεσης των σεισμών είναι αυτή που βασίζεται στις πρώτες αποκλίσεις των επιμηκών κυμάτων.

Η πρώτη κατακόρυφη σεισμική κίνηση όπως προκύπτει από το σεισμογράμμα ενός σεισμομέτρου το οποίο γράφει μόνο την κατακόρυφη συνιστώσα της εδαφικής κίνησης, μπορεί να κατευθύνεται από το εσωτερικό της Γης προς τα έξω, οπότε λέγεται συμπίεση C, ή να κατευθύνεται προς το εσωτερικό της Γης, οπότε λέγεται αραιώση D. Η κατανομή των συμπίεσεων και των αραιώσεων στο χώρο γύρω από την εστία ενός σεισμού είναι τέτοια ώστε ο χώρος αυτός να χωρίζεται από δύο επίπεδα, που περνάν από την εστία και είναι κάθετα μεταξύ τους, σε τέσσερες στερεές γωνίες, στις δύο (κατάκορυφήν) στις οποίες η πρώτη κίνηση είναι συμπίεση και στις δύο άλλες (κατακορυφήν) στις οποίες η πρώτη κίνηση είναι αραιώση.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Το ένα από τα επίπεδα αυτά είναι το επίπεδο του ρήγματος και το άλλο είναι κάθετο στη διεύθυνση του διανύσματος της μετάθεσης και λέγεται "βοηθητικό επίπεδο". Το διάνυσμα της μετάθεσης έχει διεύθυνση τη διεύθυνση της σχετικής κίνησης (ολίσθησης) των δύο πλευρών του ρήγματος, κατεύθυνση (φορά) την κατεύθυνση της πάνω πλευράς του ρήγματος και μέτρο τη σχετική μετάθεση, u , των δύο πλευρών του ρήγματος. Η μετάθεση είναι τόσο μεγαλύτερη όσο μεγαλύτερο είναι το μέγεθος του σεισμού.

Συνεπώς, αν χαρτογραφήσουμε τους σεισμολογικούς σταθμούς, που έγραψαν ένα σεισμό, στις θέσεις τους (π.χ. στην επιφάνεια μιας σφαίρας που παριστάνει τη Γη) με τα αντίστοιχα σύμβολα (C ή D ανάλογα με την πρώτη απόκλιση τους) και φέρουμε δύο επίπεδα τα οποία να χωρίζουν το χώρο έτσι ώστε οι δύο κατακορυφήν στερεές γωνίες να περιέχουν τους σεισμολογικούς σταθμούς που έγραψαν την πρώτη κίνηση ως συμπίεση, C, και οι άλλες δύο στερεές κατακορυφήν γωνίες να περιέχουν τους σταθμούς που έγραψαν την πρώτη κίνηση ως αραιώση, D, τότε, το ένα από τα δύο επίπεδα θα είναι το επίπεδο του ρήγματος και το άλλο το βοηθητικό επίπεδο. Δυστυχώς, με τη μέθοδο αυτή μόνο δε μπορούμε να διακρίνουμε ποιο από τα δύο επίπεδα είναι το επίπεδο του ρήγματος.

Με τη βοήθεια, όμως, ανεξάρτητων στοιχείων (π.χ. κατανομή των εστιών των μετασεισμών) μπορούμε να διακρίνουμε ποιο από τα δύο ορικά επίπεδα είναι το επίπεδο του ρήγματος, οπότε μπορούμε να ορίσουμε και τη διεύθυνση του διανύσματος της μετάθεσης, γιατί το διάνυσμα αυτό βρίσκεται στο επίπεδο του ρήγματος και είναι κάθετο στο βοηθητικό επίπεδο.

Με τη μέθοδο αυτή των πρώτων αποκλίσεων των επιμηκών κυμάτων μπορούμε να προσδιορίσουμε μονοσήμαντα τη διεύθυνση της μέγιστης συμπιεστικής τάσης, P, γιατί αυτή διχοτομεί τις κατακορυφήν γωνίες αραιώσεων (δημιουργεί συμπίεση στην εστία και αραιώση στους σταθμούς) και τη διεύθυνση της μέγιστης εφελκυστικής τάσης, T, γιατί αυτή διχοτομεί τις κατακορυφήν γωνίες των συμπίεσεων (δημιουργεί εφελκυσμό στην εστία και συμπίεση στους σταθμούς).

Το είδος του ρήγματος καθορίζεται από τη διεύθυνση και τη φορά (κατεύθυνση) της σχετικής κίνησης των δύο πλευρών του ρήγματος. Διεύθυνση (ή παράταξη) ενός ρήγματος είναι η τομή του ρήγματος με το οριζόντιο επίπεδο και ορίζεται από το αζιμούθιο του ρήγματος, δηλαδή, από τη γωνία, ξ , που σχηματίζει η διεύθυνση αυτή με τη διεύθυνση του βορρά, ενώ κλίση, δ , του ρήγματος είναι η γωνία που αυτό σχηματίζει με το οριζόντιο επίπεδο.

Ένα ρήγμα ονομάζεται ρήγμα διεύθυνσης (strike-slip) όταν η σχετική κίνηση των δύο πλευρών του είναι οριζόντια, δηλαδή, είναι παράλληλη προς τη διεύθυνση (παρατάξη) του ρήγματος. Ένα ρήγμα διεύθυνσης μπορεί να είναι δεξιόστροφο, αν η μια πλευρά του φαίνεται να κινείται από αριστερά προς τα δεξιά όταν παρατηρείται από την απέναντι πλευρά, ή αριστερόστροφο, αν η μια πλευρά του φαίνεται να κινείται από δεξιά προς τα αριστερά όταν παρατηρείται από την απέναντι πλευρά.

Τα κανονικά ρήγματα οφείλονται σε οριζόντιες τάσεις εφελκυσμού (Τ οριζόντια, Ρ κατακόρυφη)» ενώ τα ανάστροφα ρήγματα οφείλονται σε οριζόντιες τάσεις συμπίεσης (Ρ οριζόντια, Τ κατακόρυφη). Στην περίπτωση ρήγματος διεύθυνσης οι δύο κύριες συνιστώσες τάσης (Ρ, Τ) σχηματίζουν ίσες γωνίες με το οριζόντιο επίπεδο.

2.5 Σεισμική επικινδυνότητα και Σεισμικός κίνδυνος του Ελληνικού χώρου

Σεισμική επικινδυνότητα, Η, είναι η πιθανότητα να συμβεί μέσα σε καθορισμένη χρονική περίοδο σε μια ορισμένη θέση ένας καταστρεπτικός σεισμός. Σεισμικός κίνδυνος, R, είναι ο αναμενόμενος αριθμός θανάτων και τραυματισμών, οι ζημιές σε αγαθά και η διακοπή της οικονομικής ζωής, λόγω σεισμών.

Ο σεισμικός κίνδυνος εξαρτάται από τη σεισμική επικινδυνότητα της θέσης αυτής και από τις ιδιότητες της οικοδομής (ποιότητα της κατασκευής, ιδιοπερίοδος, απόσβεση, πλαστικότητα). Το μέτρο των ιδιοτήτων αυτών της κατασκευής ονομάζεται τρωτότητα, V, της τεχνικής κατασκευής. Ισχύει η σχέση $R=H*V$.

Επειδή η σεισμική επικινδυνότητα καθορίζεται από φυσικούς παράγοντες (σεισμικότητα, ιδιότητες της σεισμικής εστίας και του μέσου διάδοσης των σεισμικών κυμάτων, ιδιότητες του εδάφους θεμελίωσης), τους οποίους ο άνθρωπος αδυνατεί να μεταβάλλει προς το παρόν τουλάχιστον, γι' αυτό στην πράξη μόνο την τρωτότητα των κτιρίων μπορούμε να ελαττώσουμε. Επιδιώκεται συνήθως η εφαρμογή των ακολούθων δύο αρχών:

α) Η τεχνική κατασκευή να μην πάθει βλάβη ή να πάθει μικρή βλάβη (εύκολα επισκευάσιμη) από την πιθανότερη αναμενόμενη σεισμική κίνηση κατά τον χρόνο της ζωής της (π.χ. 60 χρόνια).

β) Η τεχνική κατασκευή να μην καταρρεύσει από την αναμενόμενη μέγιστη δυνατή σεισμική κίνηση στη θέση κατασκευής της.

Από την σχετική μελέτη προκύπτει ότι οι επιφανειακοί σεισμοί στον Ελληνικό χώρο μεγέθους 5,6,7 και 7,5 γίνονται αισθητοί μέχρι τις αποστάσεις 110km, 220km, 410km και 560km από την εστία τους αντίστοιχα. Οι επιφανειακοί σεισμοί αυτών των μεγεθών προκαλούν βλάβες με ένταση μεγαλύτερη των VI βαθμών μόνο όταν οι οικοδομές βρίσκονται σε αποστάσεις μικρότερες των 11km, 34km, 76km και 108km, αντίστοιχα, από τις εστίες των σεισμών αυτών.

Αντίθετα, οι σεισμοί ενδιαμέσου βάθους στο νότιο Αιγαίο με $M_s < 6.6$ γίνονται αισθητοί σε μικρότερες αποστάσεις σε σχέση με τους επιφανειακούς σεισμούς, ενώ αντίθετα οι μεγάλοι σεισμοί με $M_s > 6.6$ ενδιαμέσου βάθους γίνονται αισθητοί σε μεγαλύτερες αποστάσεις σε σχέση με τους επιφανειακούς σεισμούς του ίδιου μεγέθους. Οι σχετικά μικροί σεισμοί $M_s < 6.6$ ενδιαμέσου βάθους δεν προκαλούν συνήθως βλάβες, ενώ οι ισχυροί σεισμοί ενδιαμέσου βάθους με μεγέθη 7, 7.5 και 8.0 προκαλούν συνήθως βλάβες με ένταση μεγαλύτερη των VI βαθμών μόνον όταν οι οικοδομές βρίσκονται σε αποστάσεις μικρότερες των 60km, 120km και 210km αντίστοιχα.

Σαν μέτρο του σεισμικού κινδύνου μπορούν να θεωρηθούν οι σεισμικές βλάβες στις τεχνικές κατασκευές, ο αριθμός των νεκρών και τραυματιών, οι επιπτώσεις των σεισμών στην εθνική κληρονομιά (ιστορικά μνημεία) και γενικά οι οικονομικές, πολιτιστικές, ψυχολογικές, περιβαλλοντικές και ανθρωπιστικές επιπτώσεις τους. Κατά την περίοδο 1950-1984 έγιναν στον ελληνικό χώρο 49 σεισμοί με 7 μέγιστη ένταση, 24 σεισμοί με VI+(=6.5) μέγιστη ένταση, 23 σεισμοί με 8 μέγιστη ένταση, 12 σεισμοί με VII+(=7.5) μέγιστη ένταση, 5 σεισμοί με IX μέγιστη ένταση, 4 σεισμοί με IX+(=9.5) μέγιστη ένταση, 1 σεισμός με X μέγιστη ένταση και 1 σεισμός με χ +(=10.5) μέγιστη ένταση.

Από τη σχετική στατιστική μελέτη των σεισμικών καταστροφών (κατάρρευση κτιρίων ή πολύ σοβαρή βλάβη) και των σεισμικών βλαβών (σοβαρή ή ελαφρύ βλάβη) προκύπτει, όπως έχουμε ήδη προαναφέρει, ότι έχουμε ετήσιο αριθμό καταστροφών κτιρίων 2000 και ετήσιο αριθμό βλαβών κτιρίων 5000 περίπου, με συνολικό κόστος (σε τιμές του 1989) 20 δισεκατομμυρίων δραχμών.

Πρέπει βέβαια στο ποσόν αυτό να προστεθεί η οικονομική ζημιά που οφείλεται στο ότι κατά την διάρκεια των σεισμικών εξάρσεων πολλοί άνθρωποι δεν εργάζονται, τα μέσα παραγωγής αδρανούν. Ο φονικότερος γνωστός σεισμός στην Ελλάδα είναι ίσως ο σεισμός που έγινε το 464 π.Χ. στη Σπάρτη με 20.000 νεκρούς, ενώ ο φονικότερος σεισμός κατά τους δύο τελευταίους αιώνες στη χώρα μας είναι ο σεισμός της 3 Απριλίου 1881 στη Χίο με 3650 νεκρούς και 7000 τραυματίες. Ο φονικότερος σεισμός κατά τον παρόντα αιώνα είναι ο σεισμός που έγινε στις 12 Αυγούστου 1953 στα Ιόνια νησιά με 476 νεκρούς και 2412 τραυματίες. Ο συνολικός αριθμός νεκρών κατά τον 19ο αιώνα (9.100 νεκροί) είναι σαφώς μεγαλύτερος των μέχρι σήμερα νεκρών (1180 νεκροί) κατά τον παρόντα αιώνα (1901 έως 1988). Η μείωση αυτή οφείλεται κυρίως στην αισθητή βελτίωση των τεχνικών κατασκευών, ιδίως μετά τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο. Από τις παρατηρήσεις της περιόδου 1950-1988 προκύπτει, όπως έχουμε ήδη προαναφέρει, ότι ο αναμενόμενος μέσος ετήσιος αριθμός νεκρών στη χώρα μας είναι περίπου 20 και ο αναμενόμενος μέσος ετήσιος αριθμός τραυματιών είναι περίπου 100, αριθμοί που μπορούν να ελαττωθούν όταν βελτιώνουν περισσότερο οι τεχνικές κατασκευές.

2.6 Το σεισμικό δυναμικό της Ελλάδας

Αν κανείς μελετήσει τους σεισμούς που συνέβησαν στον Ελληνικό χώρο, θα διαπιστώσει ότι πρακτικά δεν υπάρχει περιοχή του Ελληνικού χώρου που θα μπορούσε να χαρακτηριστεί σαν αντισεισμική. Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι όλοι οι οικισμοί της χώρας διατρέχουν τον ίδιο σεισμικό κίνδυνο.

Μόνο οι περιοχές που εκτείνονται κατά μήκος του Ελληνικού Τόξου υποφέρουν από συνεχή σεισμική δράση. Όλες οι άλλες περιοχές, και ιδίως όσες βρίσκονται γύρω και στο κέντρο της περιοχής του Αιγαίου, παρουσιάζουν σποραδική δράση. Οι περιοχές που παρουσιάζουν σποραδική δράση παρουσιάζουν τον κίνδυνο να δοκιμάσουν σεισμούς μεγέθους 7,5 και άνω.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Η περίοδος όμως επανάληψης αυτών υπερβαίνει τα 100 έτη. Αντίθετα, στις περιοχές που υποφέρουν από συνεχή σεισμική δράση, το μέγεθος των σεισμών δεν φαίνεται να υπερβαίνει το 7.3 με περίοδο επανάληψης που κυμαίνεται από 50 έως 100 έτη.

Ο σεισμικός κίνδυνος της χώρας αυξάνει, πάντως, με την πάροδο του χρόνου. Η αύξηση αυτή αποδίδεται στην αύξηση του πληθυσμού και στην επέκταση των οικισμών σε χαλαρά και ασταθή εδάφη, που είναι σεισμικώς επικίνδυνα. Οι οικισμοί που δοκιμάζουν την ίδια σεισμική επιβάρυνση δεν διατρέχουν τον ίδιο κίνδυνο. Ακόμη και υπό τις ίδιες γεωλογικές συνθήκες, ο σεισμικός κίνδυνος που διατρέχουν οι οικισμοί διαφοροποιείται όχι μόνο από τις κατά τόπους εδαφολογικές συνθήκες, αλλά και από τις οικοδομικές συνήθειες, την τεχνική των οικοδομών και την ευσυνειδησία των εργολάβων.

Ακόμα ο σεισμικός κίνδυνος θα ήταν μικρότερος, εάν οι μεγάλοι σεισμοί ήταν περισσότερο συχνοί, ώστε να μην αφήνουν τους ανθρώπους να λησμονούν πολύ γρήγορα τον κίνδυνο που διατρέχουν από την αμέλεια τους στη λήψη και εφαρμογή κατάλληλων αντισεισμικών μέτρων.

Οι διεργασίες που γίνονται στο εσωτερικό της Γης δεν φαίνονται να γίνονται τόσο απλά, όσο υποθέτει η θεωρία των τεκτονικών πλακών. Ο σεισμός της 19 Δεκεμβρίου 1981, με μέγεθος 7,2 που συνέβη στην περιοχή της Λέσβου (39.2°N, 25.2°E), ο μετασεισμός μεγέθους 6,5 της 27-12-1981 (38.9°N, 24.9°E) και ο νέος σεισμός 7 της 18-1-1982 (39.8°N, 24.4°E) στην περιοχή του Βορείου Αιγαίου, αποδεικνύουν για μια ακόμα φορά ότι:

- α) Οι ισχυροί σεισμοί μεγέθους 6,5 και άνω προκαλούνται και από θραύσεις κλείθρων σε θέσεις σεισμικά παρθένες.
- β) Οι σεισμοί μεγέθους 5.5 και άνω δεν είναι όλοι βλαβεροί.
- γ) Το μέγεθος και ο χρόνος γένεσης του ισχυρότερου μετασεισμού δεν μπορούν να προβλεφθούν από το μέγεθος του κύριου σεισμού.
- δ) Η σεισμική δράση σε ορισμένη περιοχή του Ελληνικού χώρου δεν φαίνεται να προδικάζει την περιοχή ή το χρόνο που θα εκδηλωθεί στην ίδια περίπου στάθμη η αμέσως επόμενη σεισμική δράση.

Τα γεωλογικά και ειδικότερα τα σεισμολογικά φαινόμενα εκτυλίσσονται υπό την επίδραση πολλών παραγόντων, ενδογενών και εξωγενών, κατά τρόπο εξαιρετικά πολύπλοκο. Έτσι κάθε σεισμική διατάραξη εξελίσσεται κατά ειδικό τρόπο και δεν υπόκειται σε ορισμένο κανόνα. Κάθε σεισμός έχει την δική του ιστορία, και στις αναγραφές εμφανίζεται με την δική του μορφή ή υπογραφή, όπως και κάθε άτομο της οικογένειας έχει τον δικό του χαρακτήρα και το δικό του δακτυλικό αποτύπωμα. Η ιδιομορφία των σεισμικών παραμέτρων εμφανίζεται όχι μόνο στη φάση του κύριου σεισμού, αλλά και στην προσεισμική και μετασεισμική του φάση. Η μετασεισμική εξέλιξη προηγούμενων σεισμών της περιοχής ή άλλων γειτονικών περιοχών δεν αποτελεί ασφαλή δείκτη του ρυθμού ή της χωροχρονικής διανομής της μετασεισμικής δράσης, που θα παρουσιάζει μια νέα διατάραξη των γεωλογικών στρωμάτων της περιοχής.

Έτσι π.χ. πρόδρομες μεταβολές στη σεισμικότητα περιοχών επικείμενων σεισμών με μέγεθος ίσο ή μεγαλύτερο του 5.8 παρατηρούνται μόνο σε 30% περίπου των κύριων σεισμών, και πάντως με ασθενή τάση ομοιομορφίας στη διαδικασία προετοιμασίας της εστιακής περιοχής.

Τα προειδοποιητικά σήματα (ηλεκτρικά, μαγνητικά, ηχητικά, ελαστικά, παλιρροϊκά, γεωδαιτικά) δύο σεισμών δεν είναι ποτέ ακριβώς όμοια και μερικά από αυτά μπορεί να είναι παραπλανητικά, όπως συμβαίνει και σε μερικά συμπτώματα ασθενειών. Τα ίδια συμπτώματα μπορεί να οφείλονται σε διαφορετικές ασθένειες. Έτσι γίνεται εξαιρετικά δύσκολη, αν όχι αδύνατη, η ακριβής και πλήρης (χρόνος, θέση, μέγεθος) σεισμική πρόβλεψη βραχείας διάρκειας.

Οι σεισμοί του βορείου Αιγαίου της 19 Δεκεμβρίου 1981 και 18 Ιανουαρίου 1982, μεγέθους περίπου 7, επέφεραν καίριο πλήγμα στην αξιοπιστία των χρόνων επανάληψης των μεγάλων σεισμών, που υπολογίζονται από στατιστικούς μαθηματικούς τύπους. Είναι γεγονός ότι η Φύση είναι πολύ φειδωλή στην αποκάλυψη των μυστικών της. Η σεισμική δράση οφείλεται σε άλματα και εκπλήξεις.

2.7 Σεισμικότητα του Ελληνικού χώρου

Με τον όρο σεισμικότητα μιας περιοχής εννοούμε μια ποσότητα, η οποία είναι τόσο μεγαλύτερη

- 1) όσο μεγαλύτερα είναι τα μεγέθη των σεισμών που γίνονται στην περιοχή αυτή
- 2) όσο μεγαλύτερη "είναι η συχνότητα των σεισμών κάθε μεγέθους (π.χ. ο ετήσιος αριθμός).

Η πρόγνωση των σεισμών, αν και είναι ένα από τα παλαιότερα προβλήματα της Σεισμολογίας, αποτελεί μέρος ενός γενικότερου προβλήματος, που αφορά την επινόηση και εφαρμογή μεθόδων προφύλαξης του ανθρώπου και των δημιουργημάτων του από τον σεισμικό κίνδυνο. Επειδή, και όταν ακόμα λυθεί το πρόβλημα της πρόγνωσης, ο σεισμικός κίνδυνος θα εξακολουθήσει να υπάρχει, οι σεισμολόγοι σήμερα προσπαθούν να συμβάλουν στην προστασία του ανθρώπου από τις σεισμικές καταστροφές με άλλο τρόπο. Αυτοί μελετούν την γεωγραφική και κατακόρυφη διανομή των σεισμικών εστιών, τον τρόπο ακτινοβολίας της σεισμικής ενέργειας στις εστίες αυτής, καθώς και την επίδραση στα σεισμικά κύματα του μέσου διάδοσης και του εδάφους θεμελίωσης των οικοδομών, ώστε να δώσουν χρήσιμες πληροφορίες στους μηχανικούς για την κατασκευή αντισεισμικών κτιρίων.

Επί τη βάση της θεωρίας των λιθοσφαιρικών πλακών ξέρουμε σήμερα ότι οι σεισμοί δεν κατανέμονται τυχαία στο χώρο αλλά γίνονται κατά μήκος των δύο παγκόσμιων ζωνών διάρρηξης της Γης, του ηπειρωτικού συστήματος διάρρηξης και του συστήματος των μεσο-ωκεάνιων ράχων. Η σεισμική δράση λοιπόν είναι συγκεντρωμένη κατά μήκος αυτών των δύο συστημάτων διάρρηξης.

Ο όρος σεισμική δράση εκφράζει κατά γενικό τρόπο την κατανομή των σεισμών στο χώρο, το χρόνο και κατά μέγεθος.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Ο ορισμός όμως αυτός δεν περιγράφει τον σεισμικό κίνδυνο ούτε δίνει ποσοτικά μέτρα αυτού, που είναι απαραίτητα στον τομέα των κατασκευών. Είναι π.χ. δυνατό, σε μια περιοχή το σύνολο σχεδόν της σεισμικής ενέργειας να απελευθερώνεται με λίγους μεγάλους σεισμούς, ενώ σε άλλη περιοχή η ίδια ποσότητα ενέργειας να απελευθερώνεται με σημαντικό αριθμό μικρότερων αλλά επίσης βλαβερών σεισμών που γίνονται κατά συχνότερα χρονικά διαστήματα. Είναι φανερό ότι ο σεισμικός κίνδυνος είναι μεγαλύτερος στη δεύτερη περιοχή.

Η ανάγκη για τον ποσοτικό προσδιορισμό της σεισμικής δράσης οδήγησε στον ορισμό της σεισμικότητας σαν μια αύξουσα συνάρτηση τόσο του μεγέθους όσο και της συχνότητας των σεισμών. Σαν μέτρα της σεισμικότητας έχουν οριστεί διάφορες ποσότητες, όπως 1) η ενέργεια E που εκλύεται ανά μονάδα χρόνου και ανά μονάδα επιφάνειας από τους σεισμούς 2) άλλα μέτρα, που είναι συναρτήσεις των παραμέτρων a και b της σχέσης μεταξύ της συχνότητας των σεισμών και του μεγέθους που όρισαν οι Gutenberg και Richter (1944).

Σήμερα σαν μέτρο σεισμικότητας χρησιμοποιείται επίσης ο ρυθμός σεισμικής ροπής, M_0 , δηλαδή, ο λόγος του αθροίσματος των σεισμικών ροπών όλων των σεισμών οι οποίοι έγιναν στην περιοχή σε ορισμένο χρόνο δια του χρόνου αυτού. Ένα, από τα σημαντικότερα προβλήματα που προκύπτουν κατά τον καθορισμό των μέτρων σεισμικότητας αποτελεί ο ακριβής υπολογισμός των παραμέτρων a, b της σχέσης (1). Τα στοιχεία που πρέπει να χρησιμοποιηθούν για τον υπολογισμό των παραμέτρων αυτών πρέπει να είναι πλήρη, δηλαδή, τα μεγέθη που θα χρησιμοποιηθούν να. αφορούν όλους τους σεισμούς που έχουν μέγεθος μεγαλύτερο από ορισμένη τιμή και έγιναν σε ορισμένη χρονική περίοδο στην υπό μελέτη περιοχή.

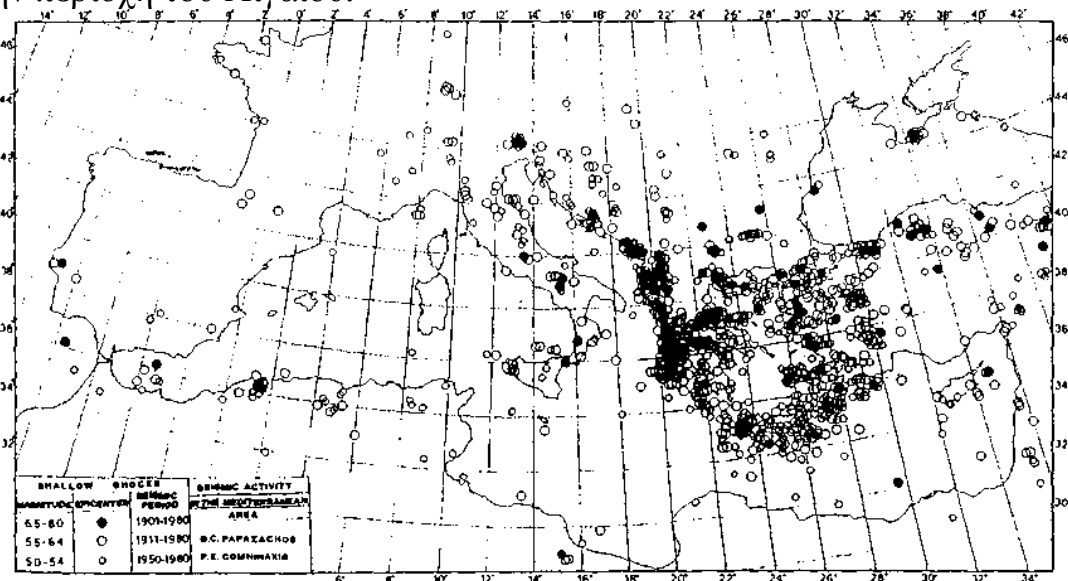
ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΤΗΣ ΤΕΛΕΥΤΑΙΑΣ ΕΙΚΟΣΑΕΤΙΑΣ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ				
20-06-78	6.5	Θεσσαλονίκη	45 νεκροί	Πολλές βλάβες
09-07-80	6.5	Μαγνησία	0 νεκροί	Πολλές βλάβες
24-02-81	6.7	Αλκονίδες	20 νεκροί	Πολλές βλάβες
13-09-86	6.2	Καλαμάτα	20 νεκροί	Πολλές βλάβες
16-10-88	5.8	Ηλεία	0 νεκροί	Αρκετές βλάβες
27-03-93	5.4	Πύργος	0 νεκροί	Πολλές βλάβες
13-05-95	6.6	Κοζάνη-Γρεβενά	0 νεκροί	Πολλές βλάβες
15-06-95	6.1	Αίγιο	23 νεκροί	Πολλές βλάβες
06-08-96	5.6	Κόνιτσα	0 νεκροί	Αρκετές βλάβες

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΙΚΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΤΟΥ ΕΙΚΟΣΤΟΥ ΑΙΩΝΑ ΣΤΗΝ ΕΛΛΑΔΑ		
Τοποθεσία		Νεκροί
1903 Κύθηρα	M=7.9	2
1912 Κεφαλλονιά	M=6.8	8
1926 Δωδεκάνησα	M=8.0	4
1932 Χαλκιδική	M=7.0	161
1953 Κεφαλλονιά - Ζάκυνθος	M=7.2	455
1968 Άγιος Ευστράτιος Νομού	M=7.0	20
1978 Λίμνη Βόλβη Θεσσαλονίκης	M=6.5	45
1981 Αλκονίδες	M=6.7	20
1986 Καλαμάτα	M=6.2	20
1995 Αίγιο	M=6.1	23

2.8 Ποιοτική σεισμικότητα του Αιγαίου και της γύρω περιοχής

Στο Σχήμα 6 φαίνεται η κατανομή των επικέντρων των επιφανειακών σεισμών ($h < 60\text{Km}$) στο χώρο της Μεσογείου με $M_s > 5.0$ και για την χρονική περίοδο 1901-1960. Βλέπουμε ότι η σεισμικότητα στον Ελλαδικό χώρο, ιδιαίτερα δε στο χώρο του Αιγαίου, είναι πολύ μεγαλύτερη από τη σεισμικότητα των άλλων περιοχών της Μεσογείου, που βρίσκονται στο όριο μεταξύ της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας και της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας. Συνεπώς υπάρχουν για τον Ελληνικό χώρο και άλλοι λόγοι, στους οποίους οφείλεται η αυξημένη σεισμικότητα στην περιοχή του Αιγαίου.



Σχήμα 6. Κατανομή των επικέντρων των επιφανειακών σεισμών ($h < 60\text{Km}$) με μέγεθος $M_s > 5.0$ στον χώρο της Μεσογείου (Παπαζάχος και Κομνηνάκης 1978)

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Από την στατιστική μελέτη των σεισμών του Ελληνικού χώρου και της γειτονικής του περιοχής (33°N-43°N, 18°E - 30°E) κατά το χρονικό διάστημα 1901-1985, για το οποίο υπάρχει πληρότητα στοιχείων για τους σεισμούς με μεγέθη $M > 5.5$, προκύπτει ότι το πιθανότερο μέγιστο ετήσιο μέγεθος σεισμών είναι $M = 6.3$ ή μεγαλύτερο.

Οι μέσες περίοδοι επανάληψης, T_m , σεισμών στον Ελληνικό χώρο και τις γύρω περιοχές με μεγέθη M ή μεγαλύτερα έχει ως ακολούθως:

M	T_m (έτη)
5.0	0,05
5.5	0,15
6.0	0,5
6.5	1,6
7.0	5
7.5	15
8.0	49

Η σεισμικότητα για τις 10 από τις περισσότερες σεισμογενείς χώρες του κόσμου, μεταξύ των οποίων κατατάσσεται και η Ελλάδα, υπολογίστηκε με την μέθοδο της μέσης περιόδου επανάληψης των σεισμών.

Από τη σύγκριση αυτή προέκυψε ότι η Ελλάδα κατέχει σταθερά την έκτη θέση από την άποψη σεισμικότητας για το διάστημα μεγεθών $5.5 < M < 6.8$. Μεγαλύτερη σεισμικότητα έχουν κατά σειρά η Ιαπωνία, τα νησιά Νέες Εβρίδες, το Περού, τα νησιά του Σολομώντα και η Χιλή. Δηλαδή χώρες που ανήκουν στην Περιειρηνική ζώνη, από όπου εκλύεται το 80% περίπου της σεισμικής ενέργειας της Γης. Από την άλλη μεριά παρατηρούμε ότι η Ελλάδα έχει μεγαλύτερη σεισμικότητα από διάφορες άλλες χώρες της Περιειρηνικής ζώνης (Καλιφόρνια, Καμτσάτκα, Αλάσκα και Αλεούτια νησιά), καθώς και από χώρες της Ευρασιατικής - Μελανησιακής ζώνης όπως π.χ. από την Κίνα.

Το σύνολο σχεδόν των επιφανειακών σεισμών του Ελληνικού χώρου έχει βάθος μικρότερο των 15km, με εξαίρεση τους σεισμούς στο κυρτό μέρος του Ελληνικού Τόξου, όπου το πάχος του σεισμογόνου στρώματος είναι περίπου 45km.

Με τη χρήση μηχανημάτων σύγχρονης τεχνολογίας διαπιστώθηκε ότι οι προσεισμοί και οι μετασεισμοί δεν κατανέμονται τυχαία στο χώρο αλλά οι εστίες τους βρίσκονται πάνω ή κοντά στο μέρος του ενεργού ρήγματος. Σε πολλές περιπτώσεις οι περισσότεροι μετασεισμοί γεννιούνται κοντά στα δύο άκρα του ρήγματος. Ο χώρος που ορίζουν οι εστίες των μετασεισμών ενός κύριου σεισμού καλείται μετασεισμικός χώρος και οι διαστάσεις του εξαρτώνται από το μέγεθος του κύριου σεισμού.

Η ενέργεια που απελευθερώνεται από ένα σεισμό συγκεντρώνεται, για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα πριν από τη γένεση του σεισμού, με την μορφή ελαστικής ενέργειας παραμόρφωσης, σε ένα χώρο που ονομάζεται σειсмоγόνο χώρο. Αυτός συμπίπτει ή είναι λίγο μικρότερος από τον μετασεισμικό χώρο.

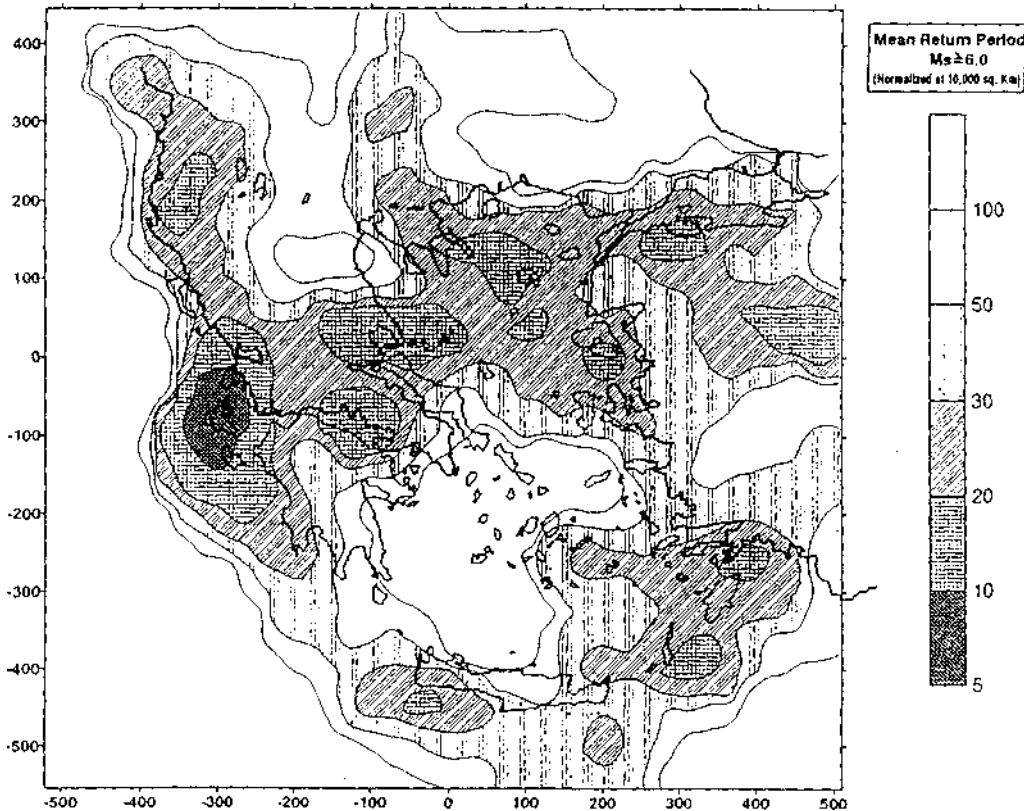
2.9 Ποσοτική σεισμικότητα στο Αιγαίο και την γύρω περιοχή

Η σεισμικότητα μιας περιοχής είναι συνάρτηση του μεγέθους των σεισμών και της συχνότητας εκδήλωσής τους. Η σεισμικότητα μιας περιοχής μπορεί να εκφραστεί με ένα "ποιοτικό" τρόπο με ειδικούς χάρτες που δείχνουν την χωρική κατανομή των εστιών των σεισμών. Έτσι ο χάρτης του Σχήματος 7, δείχνει την χωρική κατανομή των επικέντρων των επιφανειακών σεισμών για την περίοδο 1800-1992. Έχουν σχεδιαστεί μόνο τα πλήρη σεισμολογικά δεδομένα που μπορούν να χαρακτηριστούν σαν ακριβή: Για την περίοδο 1800-1992 με $M_s > 7.0$, 1845-1992 με $M_s > 6.5$, 1911-1992 με $M_s > 5.5$, 1950-1992 με $M_s > 5.0$ και 1965-1992 με $M_s > 4.5$

Τα επίκεντρα των σεισμών ενδιάμεσου βάθους βρίσκονται στο νότιο τμήμα αυτής της περιοχής. Σεισμοί με εστιακά βάθη μεταξύ 60 και 90km βρίσκονται κατά μήκος του ιζηματογενούς μέρους του τόξου και αυτοί με εστιακά βάθη μεγαλύτερα των 90km βρίσκονται στο ηφαιστειακό τμήμα του τόξου, σχηματίζοντας την πολύ γνωστή ζώνη Benioff.

Για "ποσοτικό" υπολογισμό της σεισμικότητας χρησιμοποιήθηκε η μέση χρονική περίοδος επανάληψης των σεισμών με επιφανειακό μέγεθος 6.0 και 7.0 ή περισσότερο, χρησιμοποιώντας τα πιο πρόσφατα σεισμικά δεδομένα. Τα δεδομένα αυτά καλύπτουν την χρονική περίοδο 1800-1992, για την οποία έχουμε πλήρη δεδομένα για τα μεγέθη και χρονικά διαστήματα που αναφέραμε προηγούμενα. (Σχήμα 7).

ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ



Σχήμα 7 . Χάρτης ποσοτικής σεισμικότητας τον Αιγαίον και της γύρω περιοχής (Παπαζάχος, 1994)

Στο Σχήμα αυτό φαίνεται ο χάρτης ποσοτικής σεισμικότητας του Αιγαίου και της γύρω περιοχής. Οι τιμές των μέσων χρονικών περιόδων επανάληψης των σεισμών με μέγεθος 6 ταξινομούνται σε 6 κλάσεις: $T_{60}=5-10$ έτη (αυτή είναι η κλάση με την μέγιστη σεισμικότητα), $T_{60}=10-20$ έτη, $T_{60}=20-30$ έτη, $T_{60}=30-60$ έτη, $T_{60}=50-100$ έτη και $T_{60}>100$ έτη.

Από τον χάρτη παρατηρούμε ότι τη μεγαλύτερη σεισμικότητα του Ελληνικού χώρου παρουσιάζει η περιοχή των Ιονίων, που καταλαμβάνεται από την Λευκάδα, και την Κεφαλλονιά ($M=6.3$). Περιοχές με αμέσως μικρότερη σεισμικότητα είναι η περιοχή των Ιονίων από τον Αμβρακικό Κόλπο μέχρι τη Ζάκυνθο, το ανατολικό τμήμα του Κορινθιακού κόλπου καθώς και ένα τμήμα της Ανατολικής Κεντρικής Ελλάδας, δυτικά του Βόλου ($6.0 < M < 6.2$). Στο επόμενο διάστημα μεγεθών ($5.5 < M < 5.9$) περιλαμβάνεται μια ευρεία περιοχή που αρχίζει από το κεντρικό και νότιο τμήμα της Αλβανίας, συνεχίζει κατά μήκος των δυτικών ακτών της Κεντρικής Ελλάδας, γύρω από τα νησιά του Ιονίου Πελάγους, το θαλάσσιο χώρο δυτικά της Πελοποννήσου, τον Πατραϊκό και Κορινθιακό Κόλπο και το νότιο τμήμα της Στερεάς Ελλάδας.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

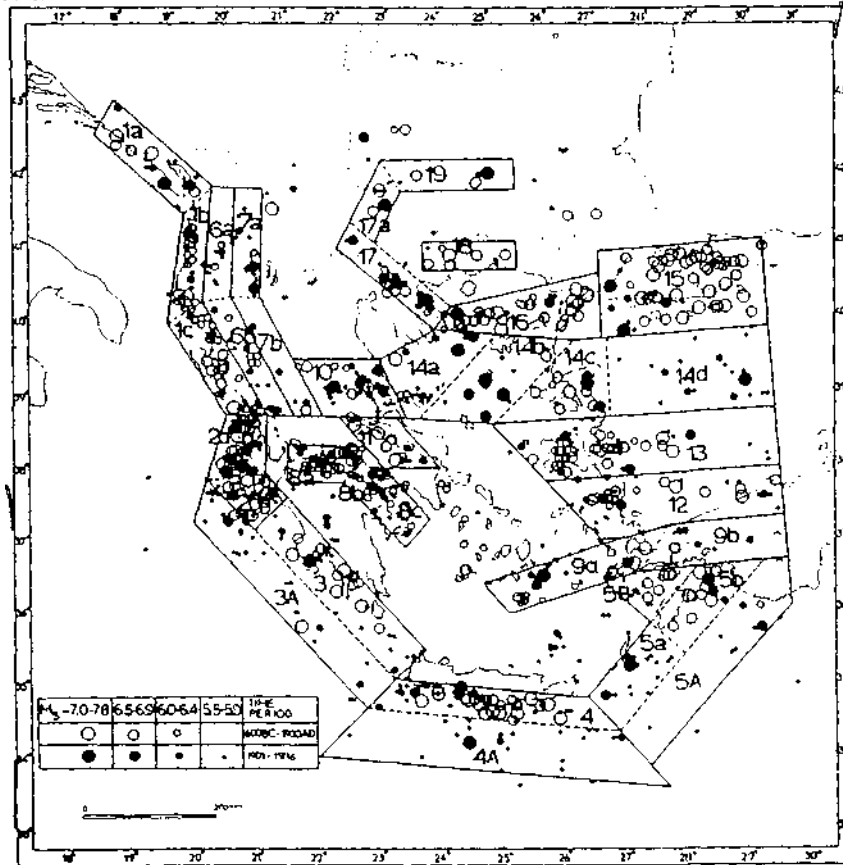
Άλλες περιοχές όπου εμφανίζονται τέτοιες τιμές είναι η περιοχή της Κρέσνας, η περιοχή γύρω από την Μυγδονία λεκάνη, στο βόρειο Αιγαίο νότια από την Χερσόνησο του Αθω και στην περιοχή της Σαμοθράκης, στη Βόρεια Τουρκία στην περιοχή της Ανατολίας, στο ανατολικό Αιγαίο και στα νησιά Λέσβος, Χίος και Σάμος καθώς και στην περιοχή των Δωδεκανήσων βόρεια της Ρόδου. Επίσης περιοχές με αυτή τη σεισμικότητα εμφανίζονται κατά μήκος του τόξου του νοτίου Αιγαίου (μεταξύ Κρήτης και Πελοποννήσου, νότια της Κρήτης και στην Κάρπαθο). Η ζώνη μεγεθών της επόμενης ομάδας ($5.0 < M < 5.4$) ακολουθεί και περικλείει τις προηγούμενες ζώνες σ' όλο το χώρο. Στο βόρειο-Ελλαδικό χώρο ακολουθεί την Σερβομακεδονική ζώνη και συνεχίζει κατά μήκος της Τάφρου του βορείου Αιγαίου, στο βόρειο τμήμα της Τουρκίας κατά μήκος του ρήγματος της Ανατολίας. Μια ζώνη σ' αυτό το διάστημα μεγεθών σχηματίζεται στο κεντρικό τμήμα του χάρτη, που αρχίζει από το δυτικό τμήμα της Κεντρικής Ελλάδας και συνεχίζει με διεύθυνση Α-Δ μέχρι τα νησιά Λέσβος και Χίος.

Πρέπει να τονιστεί ότι για τον σχεδιασμό της αντισεισμικής πολιτικής ο βασικός παράγοντας είναι η σεισμικότητα της συγκεκριμένης περιοχής, ενώ θα πρέπει να ληφθούν υπ' όψη ακόμα ο βαθμός παλαιότητας των κτιρίων, η πληθυσμιακή πυκνότητα και για τις οικονομικές συνέπειες το κατά κεφαλή Ακαθάριστο Εγχώριο Προϊόν. Από την άποψη αυτή ο σεισμικός κίνδυνος είναι πολύ μεγαλύτερος για την Αθήνα και Θεσσαλονίκη από ότι για τις άλλες περιοχές της χώρας π.χ. ο σεισμός με μέγεθος 7 στην Κεφαλλονιά το 1983 πέρασε απαρατήρητος, ενώ αν ο ίδιος σεισμός γινόταν στην Αθήνα θα είχαμε σοβαρές συνέπειες.

Συνοψίζοντας μπορούμε να πούμε ότι ιζήματα που προήλθαν μέσα σε σχετικά ρηχή θαλάσσια λεκάνη, υποβλήθηκαν σε συμπιεστικές δυνάμεις που προκάλεσαν παραμόρφωση, μεταμόρφωση και σημειώθηκαν από την πολύ καλή θέση πολλών και αλληλοσυγκρουόμενων γεγονότων. Κατά συνέπεια, η επέκταση του φλοιού δημιούργησε τεκτονικές τάφρους, που σχετίζονται κατά περιοχή με αριθμό θερμών πηγών και εξωτερικές ροές λάβας.

2.10 Σεισμικές ζώνες του Αιγαίου και της γύρω περιοχής.

Ένας αποτελεσματικός τρόπος μελέτης της γεωγραφικής κατανομής της σεισμικότητας μιας περιοχής και της εκτίμησης του σεισμικού κινδύνου είναι ο χωρισμός της σε σεισμικές ζώνες, δηλαδή σε κατά το δυνατόν ομογενή σεισμοτεκτονικά τμήματα (ίδιας σεισμικότητας, όμοιου τύπου ρηγμάτων), όπως δείχνει το Σχήμα 8.



Σχήμα 8 . Σεισμικές ζώνες της Ελλάδας (Παπαζάχος 1980)

Ο Ελλαδικός χώρος και οι γειτονικές του περιοχές έχει χωριστεί από τον Β. Παπαζάχο σε 19 ζώνες και 36 υποζώνες και έχουν χαρτογραφηθεί τα επίκεντρα όλων των γνωστών επιφανειακών σεισμών με μεγέθη $M > 6.0$ από το 550π.Χ. μέχρι σήμερα, καθώς και τα επίκεντρα όλων των επιφανειακών σεισμών, οι οποίοι έγιναν κατά τον παρόντα αιώνα και έχουν μεγέθη μεταξύ 5.5 και 5.9. Λευκοί κύκλοι παριστάνουν επίκεντρα ιστορικών σεισμών (550π.Χ. - 1900μ.Χ), ενώ μαύροι κύκλοι παριστάνουν επίκεντρα σεισμών του παρόντα αιώνα. Τέσσερα μεγέθη κύκλων παριστάνουν τέσσερα αντίστοιχα διαστήματα μεγεθών (7.0-7.8, 6.5-6.9, 6.0-6.4, 5.5-5.9).

Η υποζώνη 14b (με εμβαδόν 1.538.104Km²) περιέχει την Λήμνο Άγιο Ευστράτιο - Σκύρο.

Η υποζώνη 14c (με εμβαδόν 1.385.104Km²) περιέχει την Λέσβο και ένα τμήμα της απέναντι Μικρασιατικής ακτής.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Η υποζώνη 13 (με εμβαδόν 3.592. ICHKm²) περιέχει την Χίο - Οινούσες - Ψαρά και ένα μεγάλο τμήμα της απέναντι Μικρασιατικής ακτής.

Ο παρατιθέμενος πίνακας δίνει τις παραμέτρους σεισμικότητας των τριών παραπάνω υπο-ζωνών.

Πίνακας παραμέτρων σεισμικότητας των σεισμικών υποζωνών 14b, 14c και 13

		S	b	a	a*	M	R	T6. 3	M ₇ o	M _o *	M c
Λήμνος και Αγιος	14b	1.538	0.8	3.55	3.36	7.2	0.35	31	6.5	2.79	5.6
Λέσβος	14c	1.385	0.8	3.63	3.49	7.0	0.43	26	6.7	3.08	5.6
Χίος - Οινούσες - Ψαρά	13	3.592	0.90	3.72	3.16	7.1	0.52	21	6.3	1.61	5.4

Από τον Πίνακα προκύπτουν τα εξής:

1. Οι υποζώνες 14b, 14c και 13 έχουν αντίστοιχα εμβαδά 1.538, 1.385 και 3.592 (μονάδα εμβαδού IO.OOOkm²).

Και οι τρεις υποζώνες ανήκουν στην περιοχή B με $b=0.S$ (κατά νεότερα στοιχεία η Χίος έχει $b=0.9$). Μεγάλη τιμή της παραμέτρου b σημαίνει μεγάλο αριθμό μικρών σεισμών (σε σχέση με τον αριθμό των μεγάλων σεισμών), δηλαδή σχετικά μεγάλος αριθμός ρηγμάτων μικρού μήκους.

Η παράμετρος a έχει μεγαλύτερη τιμή για τη Χίο ($a=3.72$), άρα μεγαλύτερη σεισμικότητα σε σχέση με τη Λέσβο ($a=3.63$) και τη Λήμνο ($a=3.55$). Η παράμετρος a εξαρτάται από την σεισμικότητα και το εμβαδόν της ζώνης.

Η παράμετρος a^* έχει μεγαλύτερη τιμή για τη Λέσβο ($a^*=3.49$), μικρότερη για τη Λήμνο ($a^*=3.36$) και ακόμα μικρότερη για τη Χίο ($a^*=3.16$). Η παράμετρος a^* εξαρτάται μόνο από την σεισμικότητα.

Το μέγιστο μέγεθος M σεισμού που έχει παρατηρηθεί στη Λέσβο είναι $M=7.0$, στη Χίο $M=7.1$ και στη Λήμνο $M=7.2$. Οι τιμές αυτές μέγιστου μεγέθους μπορούμε να υποθέσουμε ότι είναι και οι αναμενόμενες μέγιστες τιμές για κάθε υποζώνη στο μέλλον.

Ο ετήσιος αριθμός σεισμών r για κάθε περιοχή με $M>5.0$ είναι μεγαλύτερος για τη Χίο ($r=0.52$), μικρότερος για την Λέσβο ($r=0.43$) και ακόμα μικρότερος για τη Λήμνο ($r=0.35$).

Η μέση περίοδος επανάληψης ενός σεισμού με $M=6.3$ είναι για τη Χίο 31 έτη, για την Λέσβο 26 έτη και για την Λήμνο 21 έτη.

Το πιθανότερο μέγιστο αναμενόμενο μέγεθος σεισμού $M=7.0$ ανά μονάδα επιφάνειας ($=10.000\text{km}^2$) και σε χρονικό διάστημα 70 ετών είναι για τη Λέσβο $M=6.7$, για τη Λήμνο $M=6.5$ και για τη Χίο $M=6.3$.

Η τιμή της ετήσιας σεισμικής ροπής M_o^* ανά 10.000km^2 είναι $M_o^*=3.08$ για τη Λέσβο, $M_o^*=2.79$ για τη Λήμνο και $M_o^*=1.61$ για την Χίο. (Κάθε αριθμός πολλαπλασιάζεται με $10^{24} \text{dyn}\cdot\text{cm}/\text{yr}$)

Η τελευταία στήλη δίνει το μέγεθος M_c που θα είχε ο σεισμός, του οποίου η σεισμική ροπή είναι ίση αριθμητικά με τον αντίστοιχο ρυθμό M_o^* της σεισμικής ροπής. Έτσι για τη Λέσβο και Λήμνο ισχύει $M_c=5.6$, ενώ για τη Χίο είναι $M_c=5.4$.

Το Σχήμα παριστάνει μια όχι λεπτομερή αλλά εξαιρετικά σαφή περιγραφή της γεωγραφικής κατανομής της επιφανειακής σεισμικότητας, στον Ελληνικό χώρο και τις γύρω περιοχές.

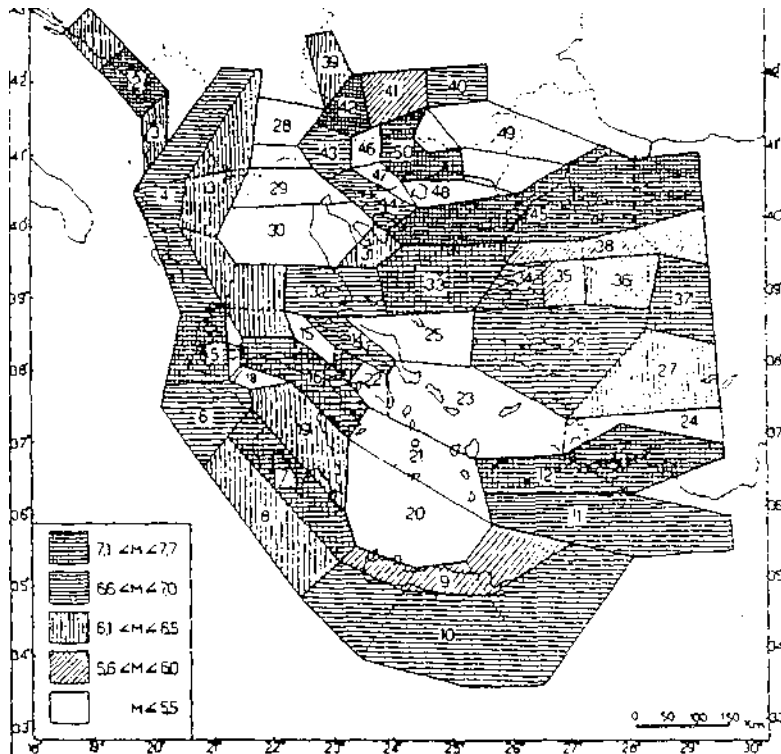
Η μεγαλύτερη επιφανειακή σεισμικότητα παρατηρείται σε τρεις περιοχές του Ελληνικού χώρου: α.) Κατά μήκος του κυρτού μέρους του Ελληνικού τόξου, αλλά κοντά στις ακτές (Ιόνια νησιά, νότια Πελοπόννησος, νότια Κρήτη, νότια Κάρπαθος) με εξαιρετικά μεγάλη τιμή στο βορειοδυτικότερο τμήμα του τόξου (Κεφαλλονιά - Λευκάδα) β) Κατά μήκος της δεύτερης τοξοειδούς περιοχής, η οποία περιλαμβάνει: το δυτικό τμήμα της ζώνης διάρρηξης της βόρειας Ανατολίας (σεισμική ζώνη 15), της προέκτασης της ζώνης αυτής στο βορειότερο μέρος του Αιγαίου (ζώνη 16) και στη γνωστή Σερβομακεδονική μάζα (σεισμική ζώνη 17) γ) Σε μια περιοχή της Κεντρικής Ελλάδας, που περιλαμβάνει: τον Πατραϊκό και Κορινθιακό Κόλπο (ζώνη 8a,b), την Θεσσαλία (ζώνη 10) και τον Μαλιακό και Ευβοϊκό Κόλπο (ζώνη 11). Οι άλλες ζώνες μπορούν να θεωρηθούν ότι έχουν την ίδια περίπου σεισμικότητα. Η σεισμικότητα του υπόλοιπου χώρου, ο οποίος δεν υπάγεται σε καμιά, από τις 19 σεισμικές ζώνες χαρακτηρίζεται από $M_c < 5.3$ ανά 10.000km.

2.11 Σεισμικές πηγές του Αιγαίου και της γύρω περιοχής

Σύμφωνα με τον Καθηγητή Σεισμολογίας κ. Παναγιώτη Χατζηδημητρίου μια επιφάνεια, μπορεί να χωριστεί σε σεισμικές πηγές, στις οποίες η τιμή της παραμέτρου b παραμένει σταθερή και η περιοχή χαρακτηρίζεται από κάποια γεωλογική ομοιογένεια.

Ο χωρισμός σε σεισμικές πηγές αποτελεί το τελικό στάδιο του καθορισμού των διαφόρων ζωνών της περιοχής που μελετάται. Λέγοντας σεισμική πηγή εννοούμε μια ορισμένη περιοχή, διαστάσεων της τάξης λίγων δεκάδων χιλιάδων km², μέσα στην οποία επικρατούν κοινά σεισμοτεκτονικά στοιχεία και η σεισμικότητα σε όλα τα τμήματα της έχει σταθερή τιμή.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Σχήμα 9 . Χάρτης των σεισμικών πηγών στον χώρο του Αιγαίου και των γύρω περιοχών

Η Λέσβος αντιστοιχεί στην σεισμική πηγή 34, η Χίος - Ψαρά - Οινούσες στην 26, η μισή (νότια) Λήμνος και Αϊ Στρατής στην 33 και η άλλη μισή (βόρεια) Λήμνος στην 45.

Με βάση το μέγιστο μέγεθος που χαρακτηρίζει κάθε σεισμική πηγή, η Λέσβος ανήκει στην ομάδα με $6.6 < M < 7.0$, η Χίος - Ψαρά - Οινούσες ομοίως $6.6 < M < 7.0$, η Λήμνος με $7.1 < M < 7.7$.

Τα συμπεράσματα που εξάγονται από την διαίρεση της χώρας σε σεισμικές πηγές είναι τα εξής:

A) Λέσβος: Η σεισμική πηγή 34 περιλαμβάνει την περιοχή της νήσου Λέσβου. Αποτελεί το δυτικό τμήμα της σεισμικής ζώνης 14, ανήκει στην σεισμική περιοχή B και έχει τιμή της παραμέτρου $b=0.84$. Η σεισμικότητα αυτής της σεισμικής πηγής είναι μεγάλη. Το μέγιστο μέγεθος σεισμού που την χαρακτηρίζει είναι $M=7.0$. Έγιναν δύο σεισμοί τέτοιου μεγέθους, στις 7 Μαρτίου 1867 και στις 18 Νοεμβρίου 1919.

B) Χίος: Η σεισμική πηγή 26 καλύπτει την περιοχή της νήσου Χίου και τμήμα της δυτικής Τουρκίας. Αποτελεί τμήμα των σεισμικών ζωνών 12 και 13. Ανήκει στην σεισμική περιοχή με $b=0.84$ (Σήμερα έχει τιμή $b=0.9$)

Το μέγιστο μέγεθος σεισμού κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων αιώνων είναι ίσο με $M=6.9$. Έγιναν δύο σεισμοί τέτοιου μεγέθους, στις 11 Αυγούστου 1904 και στις 16 Ιουλίου 1955.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Κατά τη διάρκεια του προηγούμενου αιώνα το μέγιστο μέγεθος ήταν 6.6 για δύο σεισμούς που έγιναν στις 13 Νοεμβρίου 1856 και στις 3 Νοεμβρίου 1862.

Στις 3 Απριλίου 1881 έγινε σεισμός με $M=6.5$, ο οποίος κατέστρεψε την πόλη της Χίου. Είναι ο φονικότερος σεισμός των δύο τελευταίων αιώνων στον Ελληνικό χώρο. Τα θύματα από τον σεισμό αυτόν ήταν 4181 άτομα (Karnik 1971).

Κατά την περίοδο πριν το 1800 ο μεγαλύτερος γνωστός ιστορικός σεισμός είχε μέγεθος $M=7.0$ και έγινε στις 10 Ιουλίου 1688.

Στην πηγή αυτή επικρατούν τάσεις εφελκυσμού και επομένως τα ρήγματα είναι κανονικά και έχουν διεύθυνση ΔΒΔ-ΑΝΑ.

Γ) Λήμνος- Αη Στράτης: Η σεισμική πηγή 33 καταλαμβάνει τον θαλάσσιο χώρο του Κεντρικού Αιγαίου, δυτικά της Λέσβου. Αποτελεί τμήμα της σεισμικής ζώνης 15 και ανήκει στη σημερινή περιοχή Β με $b=0.84$.

Ανήκει στην ομάδα των σεισμικών πηγών με τη μεγαλύτερη σεισμικότητα. Ο μέγιστος σεισμός κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων αιώνων είχε μέγεθος $M=7.3$ και έγινε στις 19 Δεκεμβρίου 1981. Κατά τη διάρκεια του προηγούμενου αιώνα ο μέγιστος γνωστός σεισμός είχε $M=6.8$ και έγινε στις 25 Οκτωβρίου 1889. Κατά τη διάρκεια του παρόντα αιώνα έγινε στις 19 Φεβρουαρίου 1968 σεισμός με $M=7.1$ και στις 18 Ιανουαρίου 1982 σεισμός με $M=7.0$. Τα σεισμικά ρήγματα της πηγής αυτής χαρακτηρίζονται σαν ρήγματα διεύθυνσης που έχουν όμως και σημαντική ανάστροφη συνιστώσα με διεύθυνση περίπου ΒΑ-ΝΔ.

Το βόρειο τμήμα της Λήμνου ανήκει στη σεισμική πηγή 45, η οποία αρχίζει από το δυτικό τμήμα του βόρειου Αιγαίου και με διεύθυνση Α-Δ εκτείνεται στη βόρεια Τουρκία. Περιλαμβάνει τη θάλασσα του Μαρμαρά και την περιοχή του ρήγματος της Ανατολίας. Καταλαμβάνει την περιοχή των σεισμικών ζωνών 17 και 20 και ανήκει στην σεισμική περιοχή C με $b=0.60$.

Το δυτικό τμήμα καλύπτει τη θαλάσσια περιοχή του βόρειου Αιγαίου. Στο τμήμα αυτό βρίσκεται η τάφος του Βόρειου Αιγαίου. Ο μέγιστος σεισμός, κατά τη διάρκεια των δύο τελευταίων αιώνων, είχε μέγεθος $M=7.5$ και έγινε στις 8 Νοεμβρίου 1905. Κατά τη διάρκεια του προηγούμενου αιώνα ο μέγιστος σεισμός είχε $M=7.0$ και έγινε στις 14 Ιανουαρίου 1864.

Το μέγιστο μέγεθος που χαρακτηρίζει αυτή τη σεισμική πηγή είχε $M=7.3\pm 0.3$. Αυτή η πηγή ανήκει στην ομάδα των σεισμικών πηγών με την μέγιστη σεισμικότητα. Στην πηγή αυτή βρίσκεται το ρήγμα της Ανατολίας, εξαιτίας του οποίου έχουν σχηματιστεί δεξιόστροφα ρήγματα διεύθυνσης μέχρι το δυτικότερο τμήμα της, δηλαδή στο Βόρειο Αιγαίο.

3. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Ελλάδα και σεισμοί

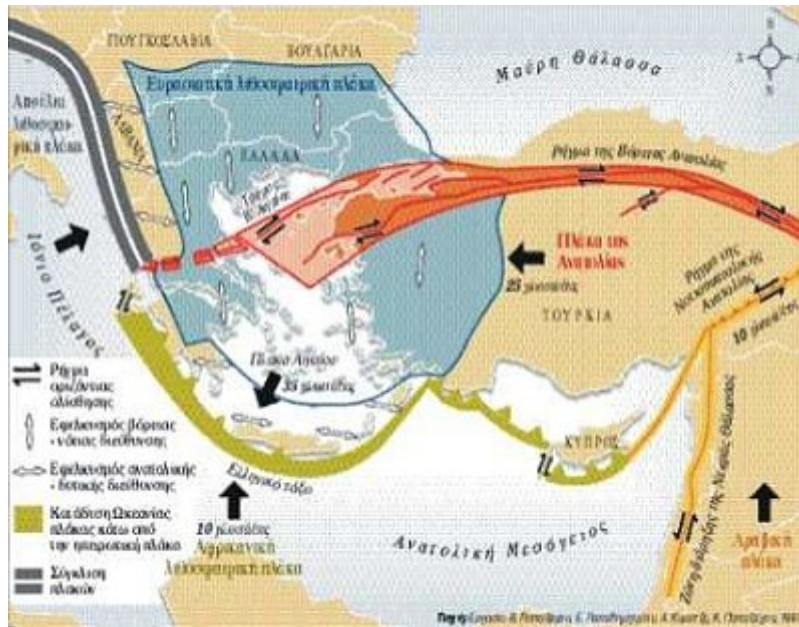
3.2 Το ελληνικό τόξο

Το ελληνικό τόξο ξεκινώντας από την Κεφαλονιά, διασχίζει το νότιο Ιόνιο ανατολικά της Πελοποννήσου και περνώντας νότια της Κρήτης καταλήγει στη Ρόδο. Εδώ τα Ρίχτερ χτυπούν με μεγέθη που φθάνουν ακόμη και τους 7,5 βαθμούς. Είναι το όριο επαφής και σύγκλισης της αφρικανικής με την ευρασιατική λιθοσφαιρική πλάκα, που η πρώτη βυθίζεται με ταχύτητα περίπου 4,5 εκατοστών τον χρόνο κάτω από τη δεύτερη, και είναι αυτή η τιτάνια «μάχη» των πλακών στο Νότιο Αιγαίο η κύρια αιτία εκδήλωσης των περισσότερων σεισμών στην Ελλάδα. Η μεγαλύτερη σεισμική δραστηριότητα παρουσιάζεται στο δυτικό τμήμα του Ελληνικού Τόξου, όπου και σημειώθηκαν οι πρόσφατες ισχυρές δονήσεις στον θαλάσσιο χώρο νοτίως της Καλαμάτας και μεταξύ Λευκάδας - Πρέβεζας. Στο δυτικότερο άκρο του Ελληνικού Τόξου, εντοπίζεται και το σεισμικό «τρίγωνο του διαβόλου», ένας χώρος με ιδιαίτερα τεκτονικά χαρακτηριστικά που τον κατατάσσουν στην πρώτη θέση της λίστας των περιοχών υψηλότερης σεισμικότητας στο Αιγαίο και στην Ευρώπη.

Κατά μήκος των ακτών της Δυτικής Ελλάδας από την Κέρκυρα ως τη Δυτική Κρήτη, η σεισμική δραστηριότητα μπορεί να διακριθεί γενικά σε τρεις περιοχές. Η πρώτη περιοχή βρίσκεται βορείως της Λευκάδας και η σεισμική δραστηριότητα εκεί οφείλεται σε συμπίεστικές δυνάμεις περίπου ανατολικής - δυτικής διεύθυνσης (κάθετες στη διεύθυνση των ακτών της Δυτικής Ελλάδας). Η δεύτερη περιοχή βρίσκεται νοτίως της Κεφαλονιάς και αποτελεί το δυτικό τμήμα του Ελληνικού Τόξου. Η σεισμική δραστηριότητα εκεί οφείλεται στη σύγκλιση μεταξύ της αφρικανικής πλάκας και του Αιγαίου και της κατάδυσης της πρώτης κάτω από τη δεύτερη. Αποτέλεσμα της κατάδυσης αυτής είναι και η εκδήλωση σεισμικής δραστηριότητας ενδιάμεσου βάθους (εστιακά βάθη σεισμών μεγαλύτερα των 60 χιλιομέτρων) κάτω από την Πελοπόννησο και ανατολικά αυτής περίπου ως τον χώρο των Κυκλάδων.

Η τρίτη περιοχή βρίσκεται μεταξύ των δύο προηγούμενων, στον ευρύτερο χώρο της Κεφαλονιάς, από τη Ζάκυνθο ως τη Λευκάδα. Η σεισμική δραστηριότητα εδώ εκδηλώνεται κυρίως κατά μήκος ενός ρήγματος, το οποίο έχει διεύθυνση βορειοανατολική - νοτιοδυτική. Με άλλα λόγια, η σεισμική δραστηριότητα στον χώρο αυτό εκδηλώνεται επειδή έχουμε μια οριζόντια κίνηση του χώρου νοτίως του ρήγματος προς τα νοτιοδυτικά (προς τη Μεσόγειο) και του χώρου βορείως του ρήγματος προς τα βορειοανατολικά (προς την Πίνδο). Η συνολική σχετική κίνηση κοντά στο ρήγμα αυτό είναι της τάξεως των 25 χιλιοστών ανά έτος.

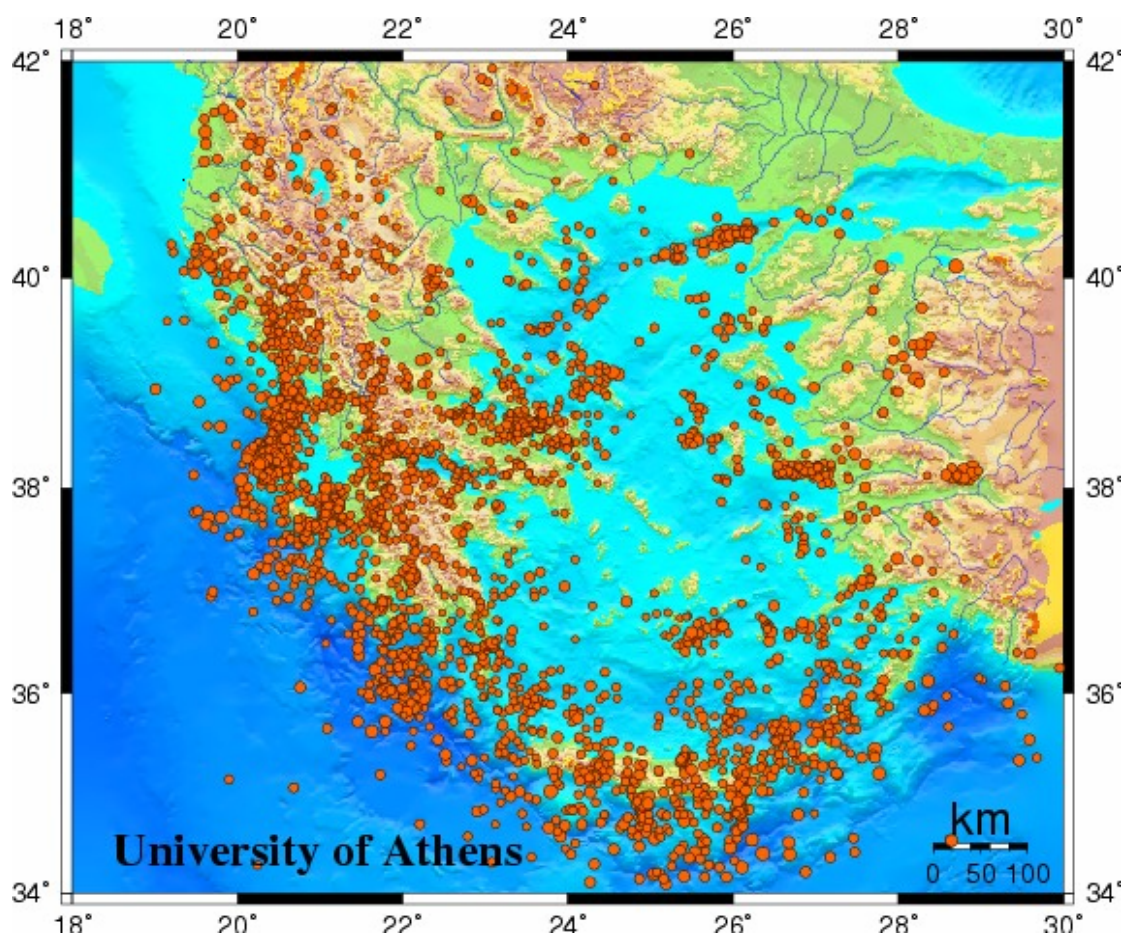
**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Χαρακτηριστικό της σεισμικής δραστηριότητας στη Δυτική Ελλάδα που οφείλεται στις τεκτονικές ιδιότητες της περιοχής, είναι ο μεγάλος αριθμός μικρών και ενδιαμέσου μεγέθους σεισμών αλλά και η μεγαλύτερη συχνότητα γένεσης ισχυρών, καταστρεπτικών σεισμών. Έτσι παρά το γεγονός ότι στον χώρο αυτό τα μεγέθη των μεγαλύτερων σεισμών είναι λίγο μικρότερα από ό,τι σε άλλες περιοχές του ελληνικού χώρου, ο σεισμικός κίνδυνος είναι σαφώς μεγαλύτερος εξαιτίας της συχνότητας γένεσης σεισμών ικανών να προκαλέσουν καταστροφές. Μετά τη γένεση του ισχυρού σεισμού στην Τουρκία είναι γεγονός ότι επηρεάστηκε η σεισμικότητα όλου του ελληνικού χώρου. Σε διάφορες περιοχές μάλιστα, συμπεριλαμβανομένης και της Δυτικής Ελλάδας, εκδηλώθηκε σεισμική δραστηριότητα αμέσως μετά την άφιξη των σεισμικών κυμάτων από την Τουρκία. Τέτοιες μεταβολές έχουν παρατηρηθεί αρκετές στο παρελθόν με βάση τόσο τις ενόργανες μετρήσεις όσο και τα ιστορικά δεδομένα. Έχει επίσης παρατηρηθεί ότι η σεισμική δραστηριότητα δεν εκδηλώνεται χρονικά πάντα με τον ίδιο τρόπο, αλλά διακρίνονται περίοδοι ύφεσης και έξαρσής της. Οι παρατηρήσεις αυτές αλλά και τα συμπεράσματα μελετών που αφορούν στη μεσοπρόθεσμη πρόγνωση σεισμών με τη χρήση σύγχρονων μεθοδολογιών μπορούν να δώσουν σημαντικά στοιχεία και να συμβάλουν αποτελεσματικά στη μείωση του σεισμικού κινδύνου. Η μεγάλη σεισμικότητα της Ελλάδας (η χώρα μας κατέχει την τρίτη θέση στην παγκόσμια κατάταξη και την πρώτη στην Ευρώπη) οφείλεται στα ιδιαίτερα γεωλογικά χαρακτηριστικά της, τα οποία έχουν διαμορφωθεί από τις κινήσεις των τεκτονικών πλακών στην περιοχή της Ανατολικής Μεσογείου. Η Τουρκία κινείται δυτικά προς το Αιγαίο με ταχύτητα 25 χιλιοστά τον χρόνο κατά μήκος του ρήγματος της Βόρειας Ανατολίας. Το Αιγαίο ακολουθεί την κίνηση αυτή και κινείται με την ίδια ταχύτητα σε σχέση με την Ευρώπη κατά μήκος της τάφρου του Βορείου Αιγαίου προς τα δυτικά.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

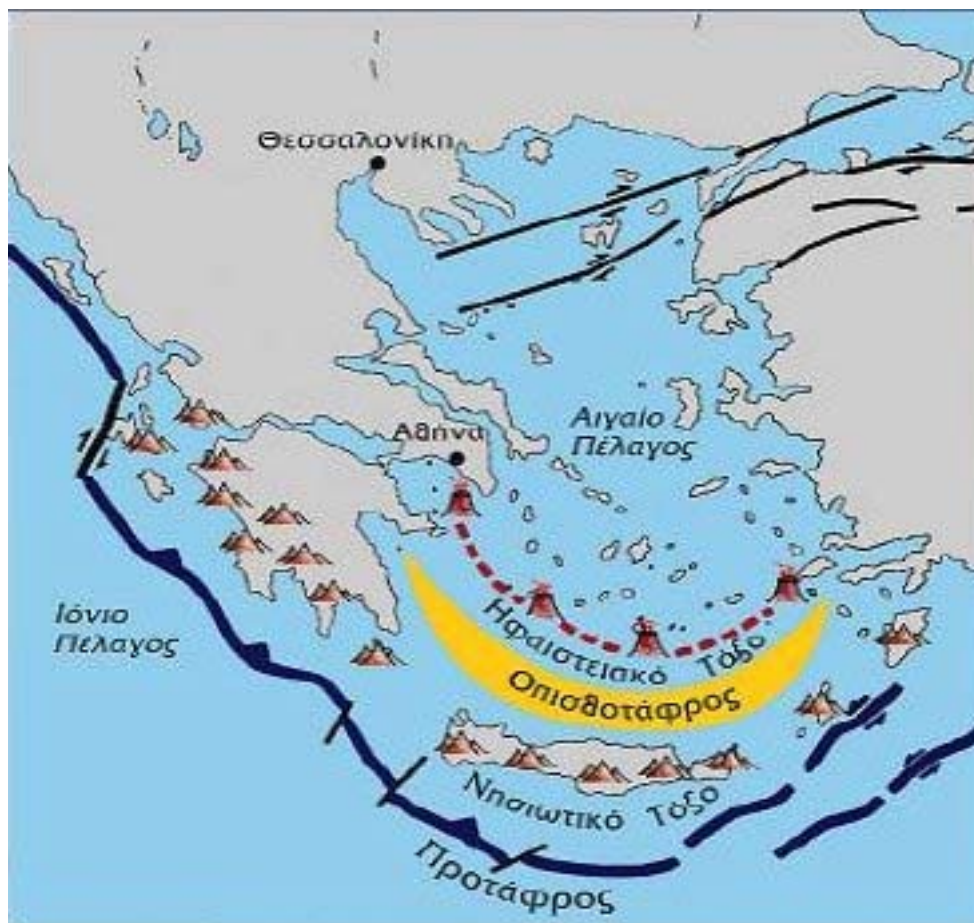
Ταυτόχρονα όμως το Αιγαίο, λόγω εσωτερικής παραμόρφωσης, επεκτείνεται προς τα νότια (με μια ταχύτητα η οποία φθάνει περίπου τα 10 χιλιοστά ανά έτος). Με τον τρόπο αυτό, ο ρυθμός ολίσθησης στο νότιο τμήμα του φθάνει ως τα 35 χιλιοστά το έτος, περίπου, με διεύθυνση βορειοανατολικά - νοτιοδυτικά. Επειδή και η Αφρική κινείται προς τα βόρεια (με ταχύτητα 10 χιλιοστά ανά έτος), ο ρυθμός σύγκλισης μεταξύ της αφρικανικής λιθосφαιρικής πλάκας με εκείνης του Αιγαίου είναι της τάξεως των 45 χιλιοστών το έτος, με αποτέλεσμα τη διαρκή επέκταση του Αιγαίου. Επιπλέον δυτικά του ελληνικού χώρου (στην περιοχή βόρεια της Κεφαλονιάς), η Απουλία μικροπλάκα (Βόρειο Ιόνιο - Αδριατική) εκτελεί μια αριστερόστροφη κίνηση και το ανατολικό της όριο συγκρούεται με την Πίνδο. Όλες αυτές οι παραπάνω κινήσεις των λιθосφαιρικών πλακών που σε γενικές γραμμές θα μπορούσαμε να πούμε ότι αποτελούν και την κύρια αιτία της σεισμικής δραστηριότητας που εκδηλώνεται στον ελληνικό χώρο «συναντώνται» στην περιοχή της Κεφαλονιάς, γεγονός που έχει αποτέλεσμα στον χώρο αυτό να παρουσιάζεται και η μεγαλύτερη σεισμικότητα της ευρύτερης περιοχής του Αιγαίου, ολόκληρης της Ελλάδας και κατ' επέκταση της Ευρώπης.



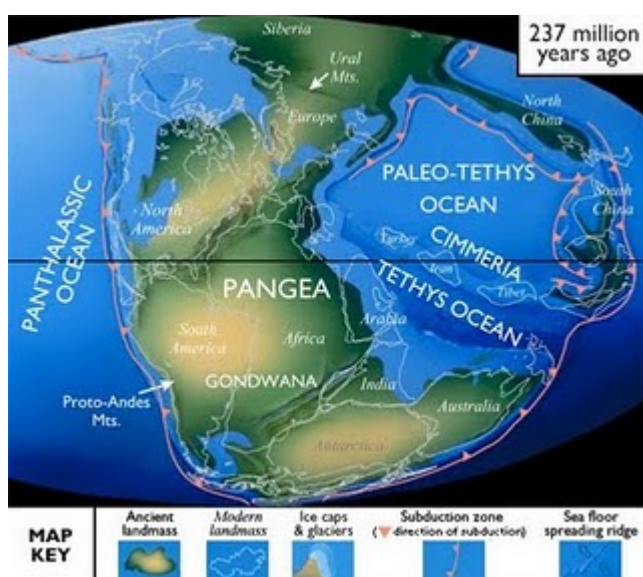
Σχήμα 10. Ελληνικό τόξο - περιοχές έντονης σεισμικής δραστηριότητας

3.3 Το νησιώτικο τόξο

Ένα νησιώτικο τόξο είναι γεωλογικός-γεωγραφικός σχηματισμός μεγάλης κλίμακας, που δημιουργείται λόγω της κίνησης των τεκτονικών πλακών, και πιο συγκεκριμένα στο σημείο επαφής μιας ωκεάνιας και μια ηπειρωτική πλάκα. Αποτελεί κοινό φαινόμενο σε αρκετά μέρη του κόσμου, ενώ συναντάται και στο νότιο Ελλαδικό χώρο, (Κρήτη, Δωδεκάνησα και νότια Πελοπόννησος)



**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



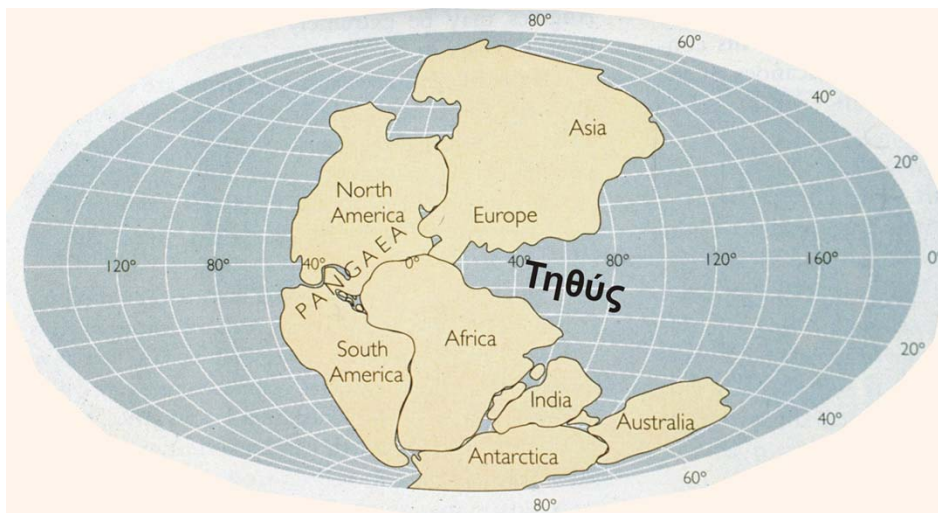
Το νησιωτικό τόξο της Ελλάδας (που κάποιες φορές αναφέρεται και σαν “τόξο του Αιγαίου”) είναι χαρακτηριστικό παράδειγμα νησιωτικού τόξου.

- Η πρόταφρος εκτείνεται από τη Ρόδο, περνά νότια της Κρήτης ΝΔ της Πελοποννήσου και φτάνει μέχρι τα Ιόνια νησιά. Το βάθος της είναι αρκετά μεγάλο, και περιλαμβάνει και το βαθύτερο σημείο της Μεσογείου (ανοιχτά της Μάνης, με βάθος περίπου 5.200 μέτρα).
- Το νησιωτικό τόξο περιλαμβάνει τα νότια Δωδεκάνησα, την Κρήτη, τμήματα της Νότιας και Δυτικής Πελοποννήσου και τα νότια Ιόνια Νησιά (Ζάκυνθος, Κεφαλονιά, Λευκάδα).
- Βόρεια της Κρήτης παρατηρείται αβαθής θάλασσα, το Κρητικό και Καρπάθιο πέλαγος.
- Τέλος, η εικόνα συμπληρώνεται από την ύπαρξη του ηφαιστειακού τόξου του νότιου Αιγαίου, που περιλαμβάνει τα νησιά Νίσυρος, Σαντορίνη, Μήλος, Κίμωλος, Κως, τα Μέθανα και το Σουσάκι Κορινθίας, όπου παρατηρείται ηφαιστειακή ή και γεωθερμική δραστηριότητα
- Μια περιοχή που δίνει επιφανειακούς σεισμούς βάθους 0-60 km και περιλαμβάνει την Κρήτη, τη Νότια Πελοπόννησο και τα Νότια Επτάνησα. Λόγω του μικρού βάθους τους, έχουν ιδιαίτερα μεγάλη ένταση και ανάλογα καταστροφικά αποτελέσματα. Οι σεισμοί στα Κύθηρα το 365 μ.Χ. (ο ισχυρότερος σεισμός που έγινε ποτέ στον ελλαδικό χώρο, με εκτιμώμενο μέγεθος 8,3 Ρίχτερ) και στις 11 Αυγούστου 1903, και αυτοί που ισοπέδωσαν την Κεφαλονιά τον Αύγουστο του 1953 προήλθαν από αυτή τη ζώνη. Το ίδιο και ο σεισμός της 8ης Ιανουαρίου 2006, που έγινε αισθητός σε ολόκληρη την Ελλάδα.

ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Λόγω της τοξοειδούς διάταξης των νησιών όπως συμβαίνει με τα Επτάνησα, την Κρήτη και τους ορεινούς όγκους αλλά και την τοξοειδή διάταξη των ηφαιστειών καθώς και των άλλων μορφοτεκτονικών δομών μιλάμε για το ελληνικό τόξο.

Το ελληνικό τόξο (τόξο του Αιγαίου) αποτελεί το όριο επαφής της Ευρασιατικής λιθосφαιρικής πλάκας, τμήμα της οποίας είναι το Αιγαίο και της Αφρικανικής πλάκας, τμήμα της οποίας είναι η λιθόσφαιρα της Ανατολικής Μεσογείου.



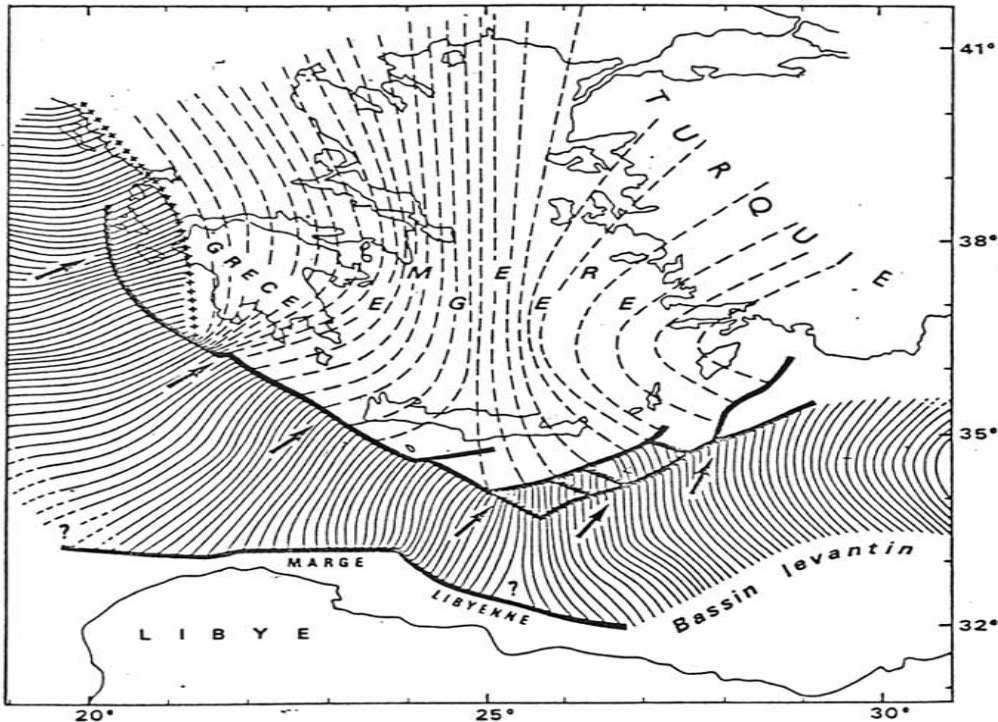
3.4 Το ρήγμα της Ανατολίας

Η περιοχή του βορείου ρήγματος της Ανατολίας έχει μήκος 1.400 χλμ. Το ρήγμα χωρίζει την πλάκα της Ανατολίας, η οποία κινείται προς τα δυτικά, από την ευρασιατική πλάκα. Η κίνηση της περιοχής του ρήγματος αυξάνει σταθερά: ήταν 6,5 χιλιοστά/έτος προ δεκαπενταετίας, έφθασε στα 17 χιλιοστά/έτος την προηγούμενη πενταετία και στα 20-30 χιλιοστά/έτος σήμερα, με κατεύθυνση τα νοτιοδυτικά.

Σύμφωνα με το GoNaf, η θάλασσα του Μαρμαρά έχει ένα σεισμικό κενό σε τμήμα μήκους 100 χλμ., το οποίο δεν έχει «σπάσει» από το 1766 και είναι ικανό να «δώσει» σεισμό της τάξης των 7,4 Ρίχτερ. Οι μεγαλύτεροι σεισμοί στο ρήγμα έγιναν στο Γκάνος το 1912 και στο Ιζμίτ το 1999 (7,4 Ρίχτερ έκαστος). Από το 2010 μέχρι το 2014 μπορεί να συμβεί μεγάλος σεισμός στη Κωνσταντινούπολη, προέβλεψε ο διακεκριμένος σεισμολόγος της Τουρκίας Αχμέτ Μετέ Ισίκκαρα. Ο καθηγητής σεισμολογίας Κ. Τσελέντης, αν και δηλώνει ότι δεν μπορεί να εκτιμήσει τις προβλέψεις του Τούρκου συναδέλφου του, θεωρεί πιθανό έναν μεγάλο σεισμό σε αυτή την περιοχή τα επόμενα χρόνια, αφού, όπως λέει, έχει συσσωρευτεί μεγάλο ποσό σεισμικής ενέργειας.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

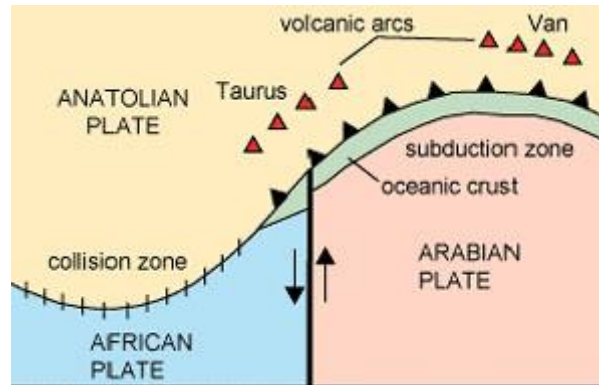
Η λιθοσφαιρική πλάκα της Ανατολίας, η οποία περιλαμβάνει το γνωστό ρήγμα της Ανατολίας, το οποίο έχει δύο κύρια τμήματα, το Βόρειο και το Νότιο τμήμα και που έδωσε το μεγάλο σεισμό στις 17 Αυγούστου 1999, κινείται με γρήγορο ρυθμό με δυτική κατεύθυνση επηρεάζοντας τον Ανατολικό Ελληνικό χώρο, ιδίως το Αιγαίο πέλαγος.



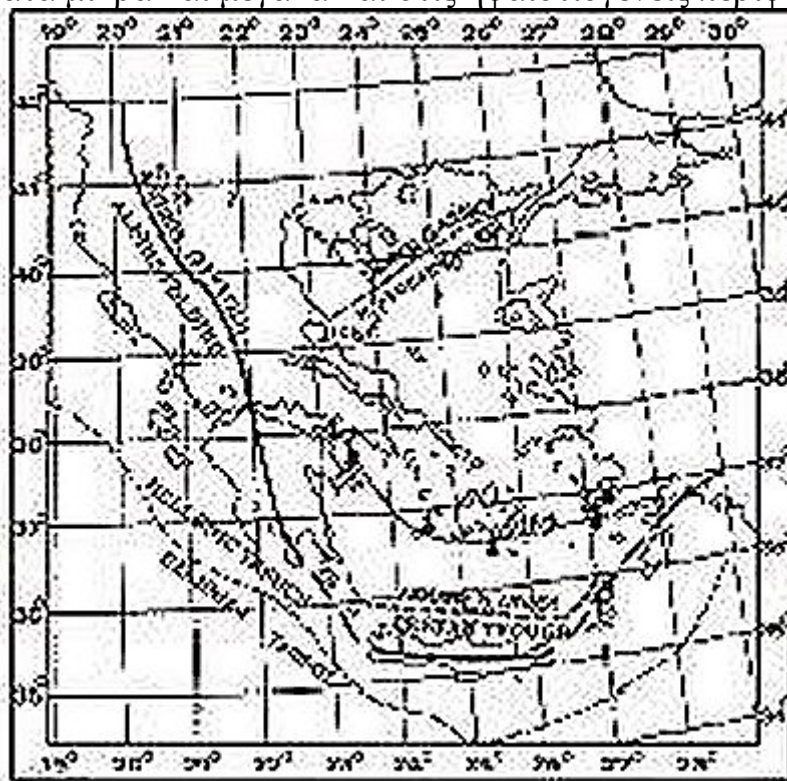
Οι δύο εικόνες που ακολουθούν δείχνουν, η πρώτη το χώρο της Ανατολικής Μεσογείου με τα ρήγματα και τις πλάκες και η δεύτερη, ένα χάρτη με χρονολογικά σεισμικά δεδομένα του ρήγματος της Ανατολίας. Η πλάκα της Αδριατικής κινείται με φορά από αριστερά προς τα δεξιά και επηρεάζει τη Δυτική Ελλάδα. Η Αφρικανική πλάκα κινείται προς τα βόρεια και επηρεάζει τη Νότια Ελλάδα.

Η Ελλάδα, σαν γεωγραφικός χώρος βρισκόμαστε στην ένωση της Ευρωπαϊκής και Αφρικανικής πλάκας. Αυτή είναι ουσιαστικά η αιτία της εμφάνισης των ηφαιστειών και της πληθώρας των καταστροφικών σεισμικών δονήσεων. Η τεκτονική πλάκα της χώρας περιλαμβάνει κάποιες θαλάσσιες λεκάνες που έχουν βάθος μέχρι 5 χμ (ελληνική τάφρος) και βρίσκεται στην πορεία ενός τόξου που ξεκινά από τις Άλπεις, περνά από τα ελληνικά βουνά, το Ιόνιο πέλαγος, την Κρήτη και Ρόδο και φθάνει στις Ταυρίδες, όρη που ανήκουν στην περιοχή της νότιας Τουρκίας που συνορεύει με την ανατολική Μεσόγειο θάλασσα, όπως φαίνεται στο χάρτη που ακολουθεί.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Παράλληλα, έχουμε το ηφαιστειακό τμήμα της Ελλάδας που απαρτίζεται από διάφορα ενεργά ηφαίστεια. Το τμήμα που παρουσιάζει μεγάλο ενδιαφέρον από τεκτονικής άποψης, είναι αυτό στο βόρειο Αιγαίο, το οποίο έχει βάθος περίπου 1500 μέτρα και η τάφρος του φθάνει μέχρι τη θάλασσα του Μαρμαρά. Οι περισσότεροι σεισμοί γίνονται εκεί που οι πλάκες της γης ενώνονται, όπου υπάρχουν ρήγματα μικρά και μεγάλα και στις ηφαιστιογενείς περιφέρειες.



Στην Ελλάδα η σεισμικότητα είναι αυξημένη και οι κάτοικοι αυτής της χώρας, έμαθαν να ζουν από τα πολύ παλιά χρόνια με τους σεισμούς. Σήμερα, στην Ελλάδα υπολογίζεται ότι υπάρχει πληθώρα ρηγμάτων. Προσπαθήσαμε να παρουσιάσουμε, σύμφωνα με τα δεδομένα των σεισμολόγων της Ελλάδας, ένα πλήρη χάρτη με αυτά. Στον χάρτη αυτόν, απουσιάζει το δυτικό τμήμα του βόρειου ρήγματος της Ανατολίας που φθάνει στη Θράκη και στο Αιγαίο.

3.5 Σεισμοί και Ηφαιστεια

Στη χώρα μας οι σεισμοί κοστίζουν, κατά μέσο όρο, κάθε χρόνο ένα δισεκατομμύριο ευρώ, ενώ προκαλούν περίπου 15 θανάτους και 900 καταρρεύσεις οικοδομών. Το γεγονός ότι οι περισσότεροι σεισμοί στη χώρα μας γίνονται στη θάλασσα συμβάλλει στο να είναι μικρός ο αριθμός ανθρώπινων θυμάτων σε σχέση με την έντονη σεισμική δραστηριότητα που εκδηλώνεται στον ελλαδικό χώρο. Οι σεισμοί και τα ηφαιστεια είναι δύο γεωλογικά φαινόμενα που έχουν κοινά αίτια δημιουργίας. Συνυπάρχουν στις περιοχές τις οποίες ονομάζουμε τεκτονικά ενεργές ζώνες. Για τους γεωλόγους ηφαιστειο είναι ένα φυσικό υπόγειο σύστημα μέσα από το οποίο το μάγμα, που προέρχεται από μεγάλα βάθη, μεταφέρεται στην επιφάνεια της γης. Με τις διαδοχικές εκρήξεις ενός ηφαιστείου συσσωρεύονται λάβα και στάχτη και στερεοποιούνται, σχηματίζοντας ένα λόφο ή και βουνό που ονομάζεται ηφαιστειακός κώνος. Για το ευρύ κοινό, ωστόσο, ηφαιστειο είναι ο ηφαιστειακός κώνος, ο οποίος όμως δεν είναι παρά η ορατή, επιφανειακή απόληξη του εκτεταμένου υπόγειου συστήματος. Μερικά ηφαιστεια εκτινάσσουν σύννεφα από στάχτη και αέρια όταν εκρήγνυνται. Από άλλα πάλι εκχύνονται διάπυρα ρεύματα λάβας, που κυλούν σαν ποταμοί στις πλαγιές. Ηφαιστεια σχηματίζονται τόσο στην ξηρά (χερσαία), όσο και στο θαλάσσιο πυθμένα (υποθαλάσσια). Ορισμένα υποθαλάσσια ηφαιστεια ψηλώνουν τόσο, ώστε φτάνουν να υπερβαίνουν την επιφάνεια της θάλασσας δημιουργώντας νησιά.

3.6 Η σημασία των ηφαιστειών

Η λέξη «ηφαιστειο» φέρνει αμέσως στο μυαλό καταστρεπτικούς ποταμούς λάβας που καίνε τα πάντα στο πέρασμά τους. Είναι γεγονός ότι τα ηφαιστεια είναι υπεύθυνα για μερικές από τις μεγαλύτερες καταστροφές στην ιστορία της ανθρωπότητας. Όμως μακροπρόθεσμα ο ρόλος τους υπήρξε ευεργετικός για τη ζωή στη γη και για τον άνθρωπο ειδικότερα. Σύμφωνα με ορισμένους επιστήμονες μάλιστα, χωρίς τα ηφαιστεια δε θα υπήρχε καν ζωή στη γη.

Στα ηφαιστεια οφείλεται πιθανότατα κατά μεγάλο ποσοστό η δημιουργία της γήινης ατμόσφαιρας και των επιφανειακών υδάτων. Ορισμένα από τα αέρια που απελευθερώνουν είναι δηλητηριώδη, άλλα όμως, όπως το διοξείδιο του άνθρακα, είναι απαραίτητα για τη ζωή. Τα ηφαιστεια επίσης παράγουν νερό με την ένωση υδρογόνου και οξυγόνου, ενώ έχουν δημιουργήσει και πολλά νησιά στα οποία εγκαταστάθηκε τελικά ο άνθρωπος.

Η σημαντικότερη ωστόσο ωφέλεια του ανθρώπου από την ηφαιστειακή δραστηριότητα είναι τα εύφορα εδάφη που δημιουργούνται από τη λάβα και τη στάχτη, γεγονός που εξηγεί και την ανάπτυξη μεγάλων γεωργικών κοινοτήτων στις πλαγιές σβησμένων ηφαιστειών. Μεγάλη όμως είναι η σημασία των ηφαιστειών για την επάρκεια του νερού, καθώς συμπυκνώνουν τους υδρατμούς και τις βροχοπτώσεις, ακόμα και σε ερήμους, και συγκρατούν το νερό στα πορώδη ηφαιστειακά εδάφη, που γίνονται πραγματικές υδατοδεξαμενές.

Αν προσθέσει κανείς την παραγωγή οικοδομικού υλικού, το σχηματισμό εκμεταλλεύσιμων μεταλλοφόρων στρωμάτων, την οικονομική εκμετάλλευση των θερμών πηγών και της γεωθερμικής ενέργειας (δηλαδή των υψηλών θερμοκρασιών κοντά στην επιφάνεια του εδάφους στις ηφαιστειακές περιοχές), καθώς και το τουριστικό ενδιαφέρον που παρουσιάζουν τα ηφαίστεια, εύκολα αντιλαμβάνεται κανείς τη σημασία τους για τον άνθρωπο.

3.7 Τα ηφαίστεια του Αιγαίου

Ο γεωγραφικός χώρος του Αιγαίου είναι μία από τις πιο σεισμογενείς περιοχές της γης, καθώς οι γεωλογικές μεταβολές που συμβαίνουν σε τακτά χρονικά διαστήματα είναι έντονες και συνεχείς. Η περιοχή του Αιγαίου διαμορφώθηκε τα τελευταία 23 εκατομμύρια χρόνια, δηλαδή της πιο πρόσφατης γεωλογικής περιόδου του ανώτερου Καινοζωικού.

Η γεωλογική κατάσταση στην περιοχή του Αιγαίου καθορίζεται από τη βύθιση της Αφρικανικής λιθοσφαιρικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική. Η λιθοσφαιρική πλάκα της Αφρικής βυθίζεται νότια της Κρήτης, κάτω από την περιοχή του Αιγαίου, καθώς αυτή μετατοπίζεται προς τα νοτιοδυτικά με ταχύτητες που εκτιμώνται σε 4 εκατομμύρια χρόνια, σε βάθη που κυμαίνονται μεταξύ 120 και 140 χιλιομέτρων. Στα βάθη αυτά η παρουσία της βυθισμένης λιθόσφαιρας μέσα στο μανδύα της γης δημιουργεί συνθήκες τέτοιες που επιτρέπουν τη γένεση του μάγματος. Όλη αυτή η γεωλογική διεργασία είχε ως αποτέλεσμα να δημιουργηθεί το ηφαιστειακό τόξο του Νοτίου Αιγαίου. Στο ηφαιστειακό τόξο του Νοτίου Αιγαίου ανήκουν τα ηφαίστεια στο Σουσάκι, στα Μέθανα, στον Πόρο, στη Μήλο, στη Νίσυρο και στη Σαντορίνη. Όλα αυτά τα ηφαιστειακά κέντρα βρίσκονται κατανεμημένα κατά μήκος μιας ζώνης πλάτους λίγων δεκάδων χιλιομέτρων και μήκους 450 χιλιομέτρων, η οποία αρχίζει από τον ισθμό της Κορίνθου και καταλήγει στη Νίσυρο. Κατά μήκος του τόξου μόνο τρία είναι τα ενεργά ηφαίστεια (Σαντορίνη, Νίσυρος, Μέθανα) από τα οποία αυτό των Μεθάνων βρίσκεται σε μεταηφαιστειακή δράση ενώ τα ηφαίστεια της Νισύρου και της Σαντορίνης παρουσιάζουν σημαντική ηφαιστειακή δραστηριότητα.



Ηφαίστειο Σαντορίνης

4. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

Τα νησιά του Βορείου Αιγαίου

4.1 Ιστορική αναδρομή

Το Αρχιπέλαγος γνώρισε μια ιδιαίτερη μορφή εκβιομηχάνισης από τα μέσα του 19ου αιώνα μέχρι το Β΄ Παγκόσμιο Πόλεμο.

Στα μικρά νησιά του νότιου Αιγαίου καταγράφονται κυρίως βιοτεχνικές μονάδες παραδοσιακής τεχνογνωσίας, όπως είναι η κεραμοποιία στη Σίφνο, ή μεταποίησης ενός τοπικού προϊόντος, όπως είναι η κονσερβοποιία τομάτας στη Σαντορίνη. Σημαντική παρουσία σε όλο το Αιγαίο είχε η ναυπηγική. Από τα μέσα του 19ου αιώνα αναπτύχθηκε έντονη μεταλλευτική δραστηριότητα από Έλληνες και ξένους που επένδυσαν στο πλούσιο υπέδαφος των νησιών. Χαρακτηριστικές περιπτώσεις αποτελούν τα θειωρυχεία της Μήλου, τα μεταλλεία σμύριδας στη Νάξο και σιδήρου στη Σέριφο.

Ιδιαίτερη περίπτωση καπιταλιστικής ανάπτυξης στον ελληνικό χώρο υπήρξε η Ερμούπολη, η οποία στα τέλη του 19ου αιώνα άκμασε χάρη στη βιομηχανία και την ατμοπλοία. Στη βιομηχανική ζώνη της πόλης κυριαρχούσαν τα κλωστοϋφαντουργεία και τα μηχανουργεία. Πρωταγωνιστικό ρόλο είχε το ιστορικό Νεώριο, ένα από τα παλιότερα μηχανουργεία της Ελλάδας. Την ίδια περίοδο (1880-1912), κάτω από τις ευνοϊκές συνθήκες που δημιούργησε μια κρατική πολιτική κινήτρων, συγκροτήθηκε το βασικό σώμα της βιομηχανίας στο τουρκοκρατούμενο ανατολικό Αιγαίο. Η Λέσβος, η Σάμος και η Χίος είχαν το κατάλληλο μέγεθος, τον πληθυσμό και τις πρώτες ύλες για να οργανώσουν συστηματικά την κατεργασία του δέρματος, την επεξεργασία της ελιάς, την καπνοβιομηχανία, τη σαπυνοποιία, την οινοποιία, και τη ναυπηγική. Επιπλέον, είχαν το πλεονέκτημα της άμεσης σύνδεσης με τις βιομηχανοποιημένες περιοχές της Μικράς Ασίας και με τις αγορές της Ανατολής και των Βαλκανίων. Το 1920 στο Καρλόβασι της Σάμου λειτουργούσαν 47 εργοστάσια βυρσοδεψίας, ενώ στη Λέσβο, που αποτελεί μοναδικό δείγμα εντατικής εκβιομηχάνισης στον τομέα της επεξεργασίας του ελαιοκάρπου, καταγράφονται 162 βιομηχανικά καταστήματα.

Μετά το Μεσοπόλεμο τα δεδομένα άλλαξαν δραματικά για τη βιομηχανία του Αρχιπελάγους. Πρώτα επλήγησαν τα νησιά του ανατολικού Αιγαίου, τα οποία, αποκομμένα από τη μικρασιατική τους ενδοχώρα, δεν μπόρεσαν να ανταγωνιστούν τις βιομηχανίες της Παλαιάς Ελλάδας. Σταδιακά, οι νησιώτες επιχειρηματίες μεταφέρθηκαν στον Πειραιά, που συγκέντρωνε τις προϋποθέσεις για νέα δυναμική βιομηχανική ανάπτυξη. Ο Β΄ Παγκόσμιος Πόλεμος και η μεγάλη εσωτερική μετανάστευση που ακολούθησε οδήγησαν στην παρακμή και την εγκατάλειψη το μεγαλύτερο μέρος των βιομηχανικών δραστηριοτήτων στο Αιγαίο.

4.2 Ιστορικά στοιχεία των νήσων του Β.Αιγαίου

Ιστορικά, ο χώρος του Βορείου Αιγαίου δεν μπορεί να διαχωριστεί από την ενότητα του Αρχιπελάγους του Αιγαίου που, και αυτή με τη σειρά της, αποτελεί τμήμα της Μεσογείου, ενός χώρου με ισχυρό ιστορικό υπόβαθρο αλλά ιδιαίτερα αδύναμο και κατακερματισμένο παρόν. Μέσα σε αυτό το πλαίσιο, τα νησιά του Βορείου Αιγαίου αποτέλεσαν, χωροταξικά, ιδιόμορφα μορφώματα που συγκρότησαν τον πληθυσμό και τις οικονομικές δραστηριότητές τους σε άλλες ιστορικές εποχές. Κάθε νησί διαμόρφωσε τη δική του ιδιαίτερη φυσιογνωμία, ανάλογη με τη γεωμορφολογία του και τους ιδιαίτερους προσανατολισμούς της μικρής τοπικής κοινωνίας του.

Η κατοίκηση στα νησιά του βορείου Αιγαίου πελάγους, επιβεβαιώνεται ήδη από την νεολιθική εποχή. Λίγο μετά το 3000 π.Χ. και κατά την πρώιμη εποχή του χαλκού, φαίνεται μεγάλη πολιτιστική ανάπτυξη στα νησιά αυτά με γνωστούς οικισμούς στην Πολιόχνη(Λήμνος), Θερμή(Λέσβος), Εμποριό(Χίος) και ίσως ανήκουν στο ίδιο πολιτιστικό σύνολο με την γειτονική Τροία (ΒΑ παράλια Μικράς Ασίας). Ειδικά η Πολιόχνη από το 2500 π.Χ. παίζει ένα πολύ σημαντικό ρόλο στην περιοχή και λόγω της γεωγραφικής θέσης της αναδεικνύεται σε μεγάλο μεταλλουργικό κέντρο, συνδετικό κρίκο ανάμεσα στα μεταλλεία της Μαύρης Θάλασσας και το Αιγαίο. Γνωρίζει ουσιαστικά αστική ανάπτυξη αποτελώντας ίσως την πρώτη πόλη στην Ευρώπη.

Οι οικισμοί του βορειανατολικού Αιγαίου και ο πολιτισμός τους καταστρέφονται σύμφωνα με τις εκτιμήσεις των ανασκαφών τους γύρω στα 2300-2200 π.Χ., από άγνωστη αιτία. Κατά την αρχαιότητα τα νησιά του Βορείου Αιγαίου έχουν άμεση σχέση με τα παράλια της Μικράς Ασίας και παρουσιάζονται σαν μια περιοχή.

Τον 1ο αιώνα π.Χ. τα νησιά –και οι περιοχές της Μικράς Ασίας- κατακτώνται από τους Έλληνες και το 500 π.Χ. από τους Πέρσες. Στους Περσικούς πολέμους πολεμούν μαζί με τις άλλες ελληνικές πόλεις-κράτη εναντίον των Περσών αλλά παίρνουν μέρος και στις άλλες ελληνικές ‘εμφύλιες’ διαμάχες. Αργότερα περνάνε διαδοχικά υπό την κατοχή των Ρωμαίων, των Βυζαντινών, των Γενουατών και πολύ αργότερα από αυτή των Τούρκων (1566) κατά την οποία είχαν ειδικά προνόμια λόγω γεωγραφικής θέσης και ιδιαίτερων προϊόντων.

4.3 Γεωγραφική θέση των νήσων του Β.Αιγαίου

Η περιφέρεια του Βόρειου Αιγαίου αποτελείται από τρεις νομούς: το νομό Λέσβου, Σάμου και Χίου. Σε αυτούς ανήκουν τα νησιά Λέσβος, Λήμνος, Σάμος, Ικαρία, Χίος και τα μικρότερα Οινούσες και Ψαρά αντίστοιχα.

Η γεωγραφική θέση και ο νησιωτικός χαρακτήρας της Περιφέρειας Βορείου Αιγαίου συντελούν στη δυσμενή χωροταξική ένταξή της στον Εθνικό και Ευρωπαϊκό χώρο. Η Περιφέρεια παραμένει εκτός των κύριων αξόνων διαπεριφερειακού χαρακτήρα.

ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Ο νησιωτικός χαρακτήρας της Περιφέρειας με τα απομακρυσμένα μεταξύ τους νησιά περιορίζει τις δυνατότητες λειτουργικής ενοποίησης του χώρου της Περιφέρειας. Η εμβέλεια της Περιφέρειας πέραν των συνόρων της Χώρας είναι περιορισμένη λόγω απουσίας του κατάλληλου δικτύου συνδυασμένων μεταφορών. Το ιστορικό-πολιτισμικό υπόβαθρο της Περιφέρειας, σε συνδυασμό με τις εκπαιδευτικές και ερευνητικές δραστηριότητες του Πανεπιστημίου Αιγαίου και με την τουριστική δραστηριότητα, δημιουργεί θετικές προοπτικές δυναμικότερης παρουσίας της στο διεθνή χώρο.



4.4 Μορφολογία

Από μορφολογική άποψη το Αιγαίο αποτελεί μια σχετικά ρηχή θάλασσα, καθώς προέρχεται από την καταβύθιση της Αιγηίδας γης. Ο βυθός του όμως αυλακώνεται από αρκετές τάφρους, ορισμένα σημεία των οποίων έχουν αρκετά μεγάλο βάθος. Τα νησιά του Αιγαίου πελάγους θα μπορούσαν να ομαδοποιηθούν σε επτά ομάδες: Τα νησιά του Θρακικού πελάγους, τα νησιά του Ανατολικού Αιγαίου, τις Βόρειες Σποράδες, τις Κυκλάδες, τα νησιά του Αργοσαρωνικού, τα Δωδεκάνησα και την Κρήτη. Πολλά από τα νησιά του Αιγαίου αποτελούν στην ουσία προέκταση των ορέων της ηπειρωτικής Ελλάδας, όπως για παράδειγμα οι Κυκλάδες που καταλαμβάνουν συνολική έκταση 2.528 τ.χλμ. και αποτελούν ουσιαστικά τις κορυφές από βουνά που έχουν υποβυθιστεί.

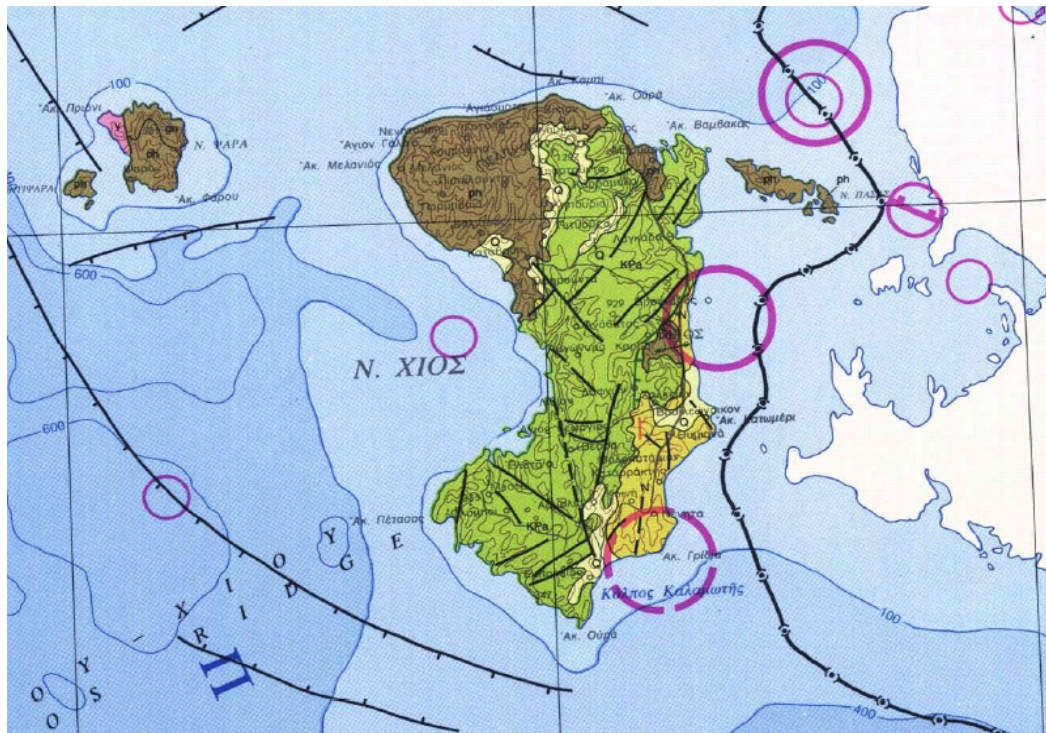
**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Το Αιγαίο εμφανίζει πλούσιο θαλάσσιο διαμελισμό με συνέπεια να δημιουργούνται πολλοί μικροί και μεγάλοι κόλποι, ακρωτήρια και φυσικά λιμάνια. Οι σημαντικότεροι κόλποι είναι ο Αργολικός, της Επιδαύρου Λιμηράς, η Ερμιονίδα θάλασσα (μεταξύ Αργολίδας και Σπετσών), ο Σαρωνικός στην Αττική, ο Μαλιακός στη Στερεά, ο Ευβοϊκός μεταξύ Εύβοιας και Στερεάς, ο Παγασητικός στη Θεσσαλία, οι Θερμαϊκός, Τορρωναίος, Σιγγιτικός, Στρυμονικός και Καβάλας στη Μακεδονία, οι Αδραμυττηνός, Σμυρναϊκός, Εφέσου, Ιασικός και Σύμης στη Μικρά Ασία, οι Αποκορώνου, Σούδας, Χανίων, Κισσάμου και Μιραμπέλου στην Κρήτη, οι Καλλονής και Γέρας στη Λέσβο.

Τα κυριότερα ακρωτήρια που σχηματίζονται είναι: Μαλέας (Κάβο Μαλιάς) στη χερσόνησο Επιδαύρου Λιμηράς της Πελοποννήσου, Σκύλλαιο (Κάβο Σκυλί) στην Αργολική χερσόνησο, Τρίκερι (Αιάντειον) στη χερσόνησο του Πηλίου, Παλιούρι στη χερσόνησο Παλλήνης Χαλκιδικής, Δρέπανο στη χερσόνησο Σιθωνίας Χαλκιδικής, Άγιος Γεώργιος ή Σταυρός ή Φονιάς (Νυμφαίον) στη χερσόνησο Αγίου Όρους (Άθως), Έλλη στη χερσόνησο Καλλιπόλης Θράκης, Μπαμπά (Λεκτόν) στην Τρωαδική χερσόνησο της Μικράς Ασίας. Στη Μικρά Ασία επίσης: Καραμπουρνού (Μέλαινα άκρα), Μπιάνκο, Καναπίτα (Τρωγύλιον) στη Μυκάλη, Αλούπο (Κυνός σήμα) στην Αλικαρνασσό.

Τα λιμάνια και τα επίνεια του Αιγαίου είναι δεκάδες, με πολλούς όρμους και αγκυροβόλια. Ιδιαίτερα σημαντικοί είναι επίσης και οι διέκπλοι και διάυλοι που σχηματίζονται. Άξια ιδιαίτερης μνείας είναι το στενό μεταξύ Πόρου και Τροιζηνίας, ο διέκπλος της Χαλκίδας, γνωστός ως πορθμός του Ευρίπου, η μοναδικότητα του οποίου κατέστησε το όνομα Εύριπος διεθνή όρο που χαρακτηρίζει καθετί ανάλογο, καθώς και ο εξαιρετικά τρικυμιώδης διέκπλος του Καφηρέως, μεταξύ της νοτιοανατολικής ακτής της Εύβοιας και της βορειοδυτικής ακτής της Άνδρου. Άλλα στενά που υπάρχουν είναι το στενό Μουζελίμ, μεταξύ της νότιας ακτής της Τρωάδας και της βόρειας ακτής της Λέσβου στον Αδραμυττηνό κόλπο, το στενό μεταξύ της Σάμου και της Μικρασιατικής ακτής της Μυκάλης, καθώς και τα δύο στενά που σχηματίζουν η Κως και η Σύμη με τα μικρασιατικά παράλια.

4.5 Χίος



Η Χίος είναι το πέμπτο κατά σειρά μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και το εμβαδόν του καλύπτει 904 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Βρίσκεται στο βορειοανατολικό Αιγαίο λίγα χιλιόμετρα μακριά από τα παράλια της Μικράς Ασίας και ανήκει στο σύμπλεγμα των νησιών που σχηματίζονται στο Ανατολικό Αιγαίο και στο οποίο συμπεριλαμβάνονται εκτός της Χίου, η Λέσβος, η Λήμνος, η Σάμος, η Ικαρία και ο Άγιος Ευστράτιος. Πρωτεύουσα είναι η πόλη της Χίου, γνωστή και σαν Χώρα. Εκεί βρίσκεται και το κύριο λιμάνι του νησιού. Η Περιφερειακή Ενότητα Χίου αποτελείται από τα νησιά Χίος, Ψαρά, Αντίψαρα και Οινούσες. Διαιρείται διοικητικά σε τρεις δήμους, αυτούς των Οινουσσών, Χίου και Ψαρών. Ο μεγαλύτερος από αυτούς είναι ο δήμος Χίου, ο οποίος καταλαμβάνει όλο το νησί της Χίου και πληθυσμιακά είναι ο μεγαλύτερος δήμος του νησιού. Η Χίος έχει συνολικά 52 χωριά. Το έδαφος της Χίου είναι κατά το κύριο μέρος του ορεινό, ενώ μόνο στα Νότια και Ανατολικά του νομού σχηματίζονται κάποιες πεδινές εκτάσεις. Στα βόρεια της Χίου βρίσκεται η οροσειρά Πελιναίο με ψηλότερη κορυφή τον Προφήτη Ηλία (1.297 μ.). Στη Χίο δεν υπάρχουν ποτάμια, ενώ το μήκος των ακτών της φτάνει τα 213 χλμ. Το νησί είναι γνωστό για τα γραφικά του τοπία, αλλά και για το εύκρατο μεσογειακό κλίμα με ήπιους χειμώνες και με σπάνιες βροχές το καλοκαίρι.

Οι άνεμοι συνήθως πνέουν βόρειοι-βορειοδυτικοί και η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 28-29 βαθμών κελσίου. Τα κύρια προϊόντα που εξάγει είναι η μαστίχα, το λάδι, τα σύκα και το κρασί, ενώ έχει διεθνή φήμη για το μέγεθος και την ποιότητα της ναυτιλίας της. Διοικητικά, μαζί με τα νησιά Οινούσες και Ψαρά, αποτελεί το νομό Χίου με πληθυσμό που φθάνει τους 53.817 κατοίκους (απογραφή 2005).

4.5.1 Ιστορία

Το όνομα της Χίου πιθανόν προέρχεται από την κόρη του Οينوπίοντα, Χίων, σύμφωνα όμως με μια άλλη εκδοχή πρώτοι άποικοι του νησιού ήταν οι Πελασγοί. Αυτό αποδεικνύει για πολλούς και τις πολλές περιοχές του νησιού που φέρουν το όνομα τους. Σύμφωνα με μια τελευταία εκδοχή, το όνομα του νησιού προέρχεται από τους Σύρους, στη γλώσσα των οποίων σημαίνει μαστίχα. Στο νησί κατά καιρούς δόθηκαν και άλλα ονόματα, όπως Πιτυούσα, Αιθαλία, Μακρίς και Μαυρονήσι. Οι ανασκαφές που έχουν πραγματοποιηθεί σε διάφορα μέρη του νησιού, όπως ο Εμπορείος και το Άγιο Γάλας από Βρετανούς αλλά και Έλληνες αρχαιολόγους, έχουν αποδείξει πως η Χίος ήταν κατοικήσιμη το λιγότερο από τη Νεολιθική περίοδο και την εποχή του χαλκού (6000-2000 π.Χ.). Σύμφωνα με την παράδοση, ο πρώτος κάτοικος και βασιλιάς του νησιού ήταν ο Οينوπίων, γιος του Διόνυσου και της Αριάδνης, ο οποίος ήρθε από την Κρήτη το 1500 π.Χ. στο νοτιότερο άκρο της Χίου και έμαθε στους κατοίκους του νησιού το εμπόριο, τη θάλασσα και το πώς να καλλιεργούν τα αμπέλια.



Τετράδραχμο της Χίου, c.420–350 π.Χ.

Ο πληθυσμός της Χίου αυξήθηκε πάνω από τους 120.000 κατοίκους κατά τον 5ο με 4ο αιώνα π.Χ., ενώ οι περισσότεροι έμεναν μάλλον στην κεντρική πόλη της Χίου. Ο Φοινικίδης γράφει ότι το νησί κατακτήθηκε από τους Λέλεγες, πρωτόγονους Έλληνες υπόδουλους των Μινών, οι οποίοι απελάθηκαν από το βασιλιά Έκτορα. Η έναρξη του ιωνικού αποικισμού συμπίπτει με την καταστροφή του μυκηναϊκού. Γύρω στο 1100-1000 π.Χ. το νησί κατακτάται από τους Ίωνες, οι οποίοι κατάγονταν από τη Βοιωτία, οπότε και η Χίος αρχίζει να διαδραματίζει σημαντικό ιστορικό ρόλο. Εκτός της Χίου, οι Ίωνες είχαν κατακτήσει τη Σάμο και άλλες δέκα 10 πόλεις της Μικράς Ασίας, ιδρύοντας έτσι τη Δωδεκάπολη των Ιώνων.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Σύντομα, οι πόλεις που είχαν κατακτηθεί από τους Ίωνες είχαν δημιουργήσει μια ομοσπονδία, ενώ έπαιξαν και σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη του Ελληνικού πολιτισμού. Η Χίος αναπτύχθηκε σε μια από τις σημαντικότερες πόλεις των αρχαίων χρόνων, με πληθυσμό 60-80.000 κατοίκους και ταυτόχρονα σε μια μεγάλη ναυτική δύναμη. Είναι χαρακτηριστικό πως έχουν βρεθεί χιώτικοι αμφορείς σε κάποια σημεία της Ρωσίας αλλά και της Βόρειας Αιγύπτου. Η Χίος εξελίχθηκε σε ένα από τα μεγαλύτερα σημεία εξαγωγής κρασιού, τον επονομαζόμενο Αριούσιο οίνο, ο οποίος ήταν γνωστός για την εξαιρετική του ποιότητα αλλά και για το ότι ήταν ένα από τα πιο ακριβά κρασιά της Ελλάδας εκείνη την εποχή. Το πολίτευμα που υπήρχε κατά την Ιωνική κυριαρχία θεωρείται δημοκρατία στα πρώτα βήματά της. Η περίοδος αυτή έφτασε στο τέλος της, όταν η Χίος κατακτήθηκε από τους Πέρσες το 493 π.Χ., μετά την αποτυχημένη αντίσταση που προέβαλαν οι Χιώτες. Οι Πέρσες κατέστρεψαν τους αμπελώνες του νησιού, έκαναν καταστροφές, ενώ έστειλαν και πολλούς αιχμαλώτους στον Πέρση βασιλιά. Το 479 π.Χ. οι Χιώτες επαναστάτησαν και μετά τη μάχη της Μυκάλης απέκτησαν την ανεξαρτησία τους, ενώ συμμετείχαν και στην Αθηναϊκή Συμμαχία.



Ειδυλλιακή άποψη της Χίου περί τα τέλη του 19ου αιώνα. Περιοδικό Εστία, 1894.



Οινούσες

4.5.2 Η Χίος και οι σεισμοί του 1881



Στις 3 Απριλίου 1881 έγινε ο τρομερός σεισμός, που έμεινε στο στόμα του Χιώτικου λαού σαν η Καταστροφή ή ο Χαλασμός. Το επίκεντρο του σεισμού ήταν στα Μαστιχοχώρια και είχε μέγεθος 6,5 μονάδες της κλίμακας Ρίχτερ. Ο κύριος σεισμός κατέστρεψε περίπου τα 3/4 του νησιού. Σκοτώθηκαν περίπου 3600 άνθρωποι και τραυματίστηκαν 7000. Στα βόρεια του νησιού δε σκοτώθηκε κανένας. Η μεγάλη καταστροφή αποδίδεται στους στενούς δρόμους. Περισσότερο υπέφεραν οι Τούρκοι, οι Έλληνες και οι Εβραίοι, ενώ οι Φράγκοι λιγότερο, γιατί είχαν μεγάλους κήπους τα σπίτια τους. Στην περιοχή του Τσεσμέ της Μικράς Ασίας σκοτώθηκαν συνολικά 55 άνθρωποι και τραυματίστηκαν 150. Στη Χίο καταστράφηκαν ολοσχερώς τα χωριά: Νένητα, Βουνό, Φλάτσια, Καλαμωτή, Κοινή, Καλλιμασιά, Διδύμα, Νεχώρι, Θυμιανά, Δαφνώνας, Καταρράκτης, Βερβεράτο και Θολοποτάμι. Στη Χώρα(πόλη της Χίου) σχεδόν όλα τα σπίτια καταστράφηκαν. Το κάστρο έπαθε σοβαρές ζημιές και το έδαφος της παραλίας βυθίστηκε κατά 80 εκατοστά. Επίσης μάλλον πρέπει να δημιουργήθηκε παλιρροιακή θαλασσοταραχή(Τσουνάμι), γιατί βρέθηκε άμμος σε τοίχο σπιτιού.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Χώρα. Η αγορά της πόλης (Απλωταριά)

Το 17 π.Χ., φοβερή σεισμική δόνηση κατέστρεψε το μέσο της Μικράς Ασίας και πιθανόν και τη Χίο. Το 1389, σεισμός και τσουνάμι στη Χίο. Μάλιστα σε αυτό ο σεισμός καταστρέφεται και ο θόλος της εκκλησίας του Αγίου Γαλακτίωνος. Το 1546, μεγάλος σεισμός κατέστρεψε ανεπανόρθωτα το δυτικό τμήμα των Μαστιχοχωριών. Το 1646, το 1738 και μεταξύ 1809 και 1852 σημειώνονται 52 δονήσεις.

Αλλά ο παράδεισος έμελλε να μετατραπεί σε κόλαση την Κυριακή 22 Μαρτίου (ή 3 Απριλίου με το νέο ημερολόγιο) ώρα 1.40 μετά μεσημβρία με ένα ισχυρό κλονισμό μετά βοής από Ανατολών προς Νότον ή δύο κλονισμούς με διακοπή λίγων δευτερολέπτων, που συγκλόνισαν το κεντρικό και νότιο τμήμα του νησιού. Την καταστροφή ολοκλήρωσε η μετασεισμική δόνηση της 30ης Μαρτίου, ώρα 7.30 το απόγευμα που ήταν λίγο μικρότερη από την πρώτη (60 προς 100 την αξιολόγησε «άνδρας νοήμων και λόγιος»). Και μέρες μετά, η γη διαρκώς εσειέτο προσθέτοντας νέες συμφορές. Από 22 Μαρτίου έως 7 Απριλίου, ο Γάλλος μηχανικός της Χίου σημείωσε 422 σεισμούς. Αυτό είναι ένα λαϊκό τετράστιχο που το τραγουδάνε οι Χιώτες κατά παράδοση το Μεγάλο Σάββατο.

<<Στην Κοινήν ανάστασιν το βουνό κατάστασιν εις τα Νένητα σεισμός κ'εις τ'Αρμόλια χαλασμός.>>

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Ο κύριος σεισμός κατέστρεψε περίπου τα 3Α του νησιού. Σκοτώθηκαν περίπου 3600 άνθρωποι και τραυματίστηκαν 7000. Στα βόρεια του νησιού δε σκοτώθηκε κανένας. Ο σεισμός που χτύπησε τη Χίο και την απέναντι χερσόνησο της Ερυθραίας στις 22 Μαρτίου 1881, απασχόλησε το σύνολο του τύπου της εποχής. Σε όλες τις εφημερίδες δημοσιεύονται τα τηλεγραφήματα του πρακτορείου Χάβα, όπως και ανταποκρίσεις από το λαβωμένο νησί. Η εφημερίδα «Νέα Σμύρνη», γράφει μεταξύ άλλων!

«... ο κλονισμός ήτο τοιούτος, ώστε σιδηροί σωλήνες μεγάλου βάρους εθεάθησαν εις το τελωνεϊόν ανατινασσόμενοι επί του μαινόμενου εδάφους... Οι κάτοικοι καταδιωκόμενοι απηνώς υπό του θανάτου, έτρεχον ζητούντες σωτηρίαν, εξ ενστίκτου πλέον και ουχί εκ συναισθήσεως... Της σωρείας των ερειπίων εξήρχοντο, δι'όλης της νυκτός της επιούσης, υπόκωφοι οι μωγαί και στεναγμοί...»

Προφορικές διηγήσεις αλλά και αυτοί που κατέγραψαν τα γεγονότα, μας έχουν διασώσει απίστευτες περιπτώσεις, που προκαλούν κατάπληξη.

- Βρέφος 32 μηνών έμεινε ζωντανό 60 ώρες κάτω από τα ερείπια.
- Άλλο νήπιο 35 μηνών ξεχώστηκε την 5η μέρα μισοπεθαμένο, αλλά συνήλθε μετά από δύο μέρες.
- Μετά από 100 ώρες οι σκαπανείς ξέθαψαν όρθιες γυναίκες ζωντανές.
- Κάποιος άνθρωπος που βρισκόταν σε στενό δωμάτιο, καλύφθηκε από τη στέγη και διέτρεχε τον έσχατο κίνδυνο. Αλλά μετά από λίγο - ούτε και αυτός ήξερε πώς - τον αποκάλυψε και τον ελευθέρωσε ο δεύτερος σεισμός.
- Ένας Τούρκος είδε τη γυναίκα και τα παιδιά του μισοχωμένα να επικαλούνται τη συνδρομή του. Προσπαθώντας να τα σώσει, ισχυρός σεισμός τον αναχαίτισε. Δυναμώνοντας τα θύματα τις φωνές πλησίαζε εκείνος, αλλά επέστρεψε πάλι για τον ίδιο λόγο. Όταν μπόρεσε να πλησιάσει ήταν νεκροί.
- Βρέφος 20 μηνών στο κρεβατάκι του σώθηκε σε κενό ενός μέτρου, που σχηματίστηκε ανάμεσα στα δύο πατώματα και βρέθηκε παίζοντας με τα χώματα.

Απολογισμός

Αν οι σεισμοί του 1881 έμειναν στην Ιστορία, δεν είναι για την ένταση και τη διάρκεια τους, ούτε για τις υλικές καταστροφές. Είναι προπάντων για τον τρομακτικό αριθμό αυτών που θάφτηκαν κάτω από τα ερείπια ή πέθαναν από τις φρικτές πληγές. Κοντά σ' αυτούς χιλιάδες τραυματίες, σακατεμένοι, ακρωτηριασμένοι, οικτροί μάρτυρες για δεκαετίες της θλιβερής καταστροφής. Μόλις μεταδόθηκε με τον τηλεγράφο η φοβερή είδηση, πρώτοι οι Χιώτες απ' τη Σμύρνη και την Ερμούπολη έσπευσαν να συμπαρασταθούν. Το συντομότερο δυνατό, με τα μέσα του 19ου αιώνα, συγκροτήθηκαν επιτροπές και μέσα σε λίγες μέρες από παντού κατέφθαναν βοηθήματα.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Το πολεμικό πλοίο «Σαλαμινία» έφερε την πρώτη βοήθεια της ελληνικής κυβέρνησης στις 27 Μαρτίου. Η ανάγκη της περίθαλψης των τραυματισμένων ήταν άμεση και για την αντιμετώπισή της κινήθηκαν όλοι δραστήρια. Το πρώτο ξύλινο νοσοκομείο της ελληνικής κυβέρνησης κατασκευάστηκε στα Μεζάρια· δύο μεγάλα παραπήγματα χωρητικότητας 40 κλινών το καθένα, ένα μικρό, κατοικία των γιατρών και 10 σκημές. Την ανάμνηση του σέβονται "πολλοί Χιώτες με νηστεία στις 22 Μαρτίου, λέγοντας -σήμερα είναι του Σεισμού-και μέχρι πρόσφατα γινόταν λιτανεία με γονυκλισία στους ναούς, τιμώντας τη μνήμη 5.000 νεκρών, το μεγαλύτερο αριθμό θυμάτων από σεισμούς στην Ελλάδα.

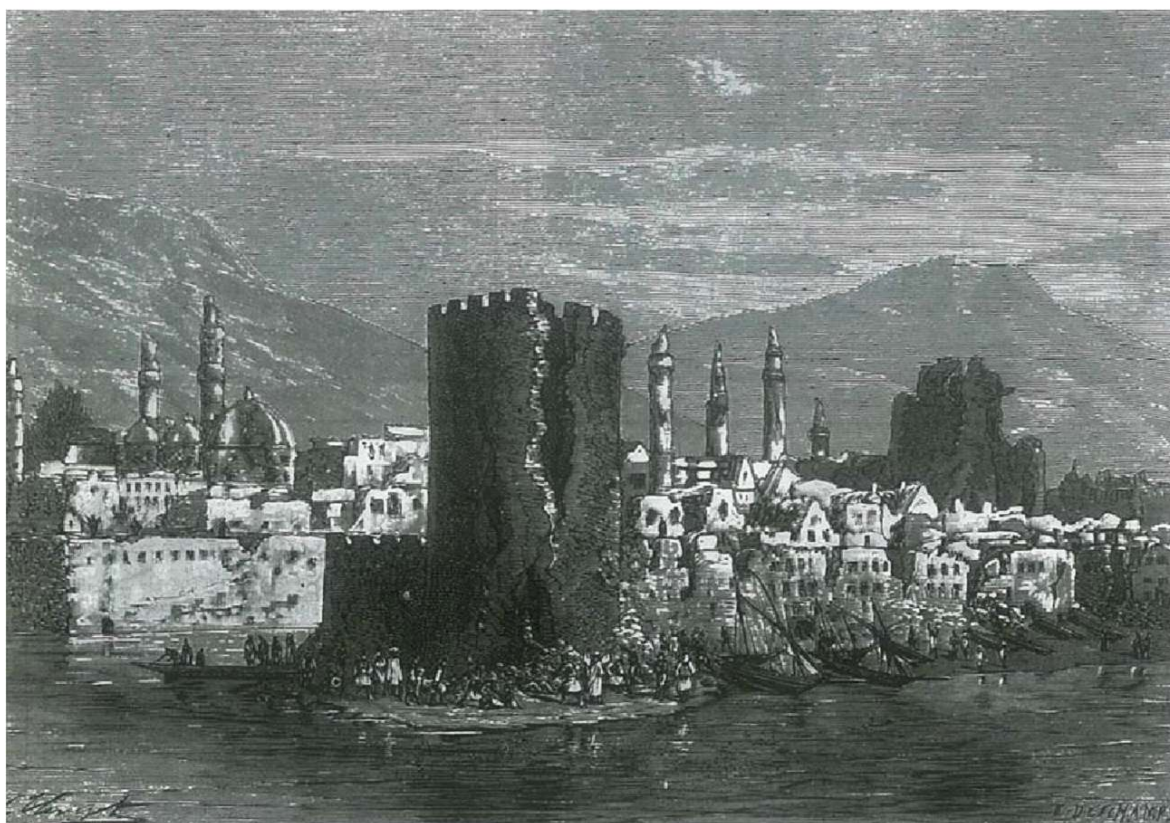


Αγορά της πόλης (Απλωταριά)

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Νέα Μονή



Πύργος του Κάστρου της πόλης

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Αρμόλια



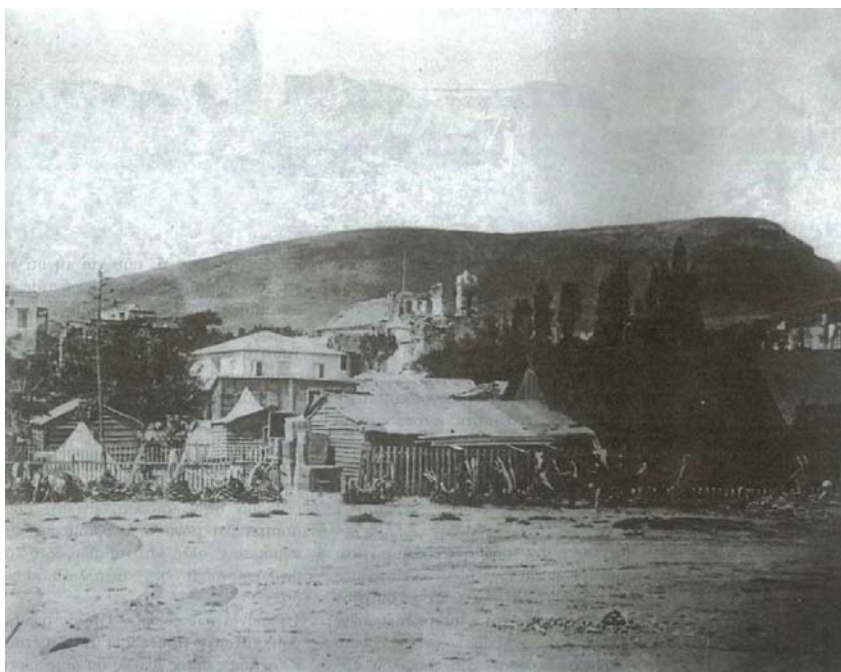
Οδός Εγκρεμού, Χίος

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Άποψη καταστροφής σπιτιών από σεισμούς στη Χίο



**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Πλατεία Βουνακίου

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΣΕ ΧΙΟ-ΟΙΝΟΥΣΣΕΣ, ΨΑΡΑ-ΑΝΤΙΨΑΡΑ		
		ΝΕΚΡΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ
496 π.Χ.	M=(6.2)	Τουλάχιστον 119
27	M=(7.5)	
142 μ.Χ	M=(7.8)	
1389	M=(6.8)	
1396	M=(;)	
1546	M=(6.3)	
1674	M=(6.3)	
1684	M=(6.0)	
1688	M=(6.7)	
1738	M=(6.0)	
1739	M=(6.8)	
1809	M=(;)	
1820	M=(6.0)	
1856	M=(6.3)	
1862	M=(6.8)	
1863	M=(6.2)	
1865	M=(6.1)	
1866	M=(6.4)	
1881	M=(6.5)	3550 7000
1883	M=(6.7)	
1890	M=6.2	
1919	M=7.0	
1921	M=5.1	
1928	M=6.5	
1930	M=5.1	
1930	M=4.9	
1933	M= 5.5	
1949	M= 6.7	3 50
1962	M=5.1	
1969	M=5.9	
1971	M=6.2	
1976	M=5.0	
1986	M=5.8	
1986	M=5.1	
1994	M=5.6	

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Ονόματα χωριών	Νεκροί	Τραυματίες	Επιζήσαντες
<i>ΜΑΣΤΙΧΟΧΩΡΙΑ</i>			
Καλλιμασιά	425	55	1102
Θολοποτάμι	165	92	668
Μυρμήγκι	51	17	281
Μέσα Διδύμα	29	37	321
Έξω Διδύμα	52	18	134
Παγίδα	9	11	220
Καταρράκτης	71	21	448
Νένητα	261	86	1140
Φλάτσια	39	25	230
Βουνό	38	14	383
Κοινή	140	35	312
Πατρικά	3	6	248
Καλαμωτή	30	12	1279

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Αρμόλια	30	16	445
Πυργί	0	4	1686
Ολόμποι	0	1	760
Μεστά	2	2	802
Ελάτα	0	1	745
Βέσσα	1	1	735
Λισί	21	7	592
Άγιος Γεώργιος	34	13	1523
ΣΥΝΟΛΟ	1471	463	14052

Ονόματα χωριών	Νεκροί	Τραυματίες	Επιζήσαντες
ΚΑΜΠΟΧΩΡΑ			
Θυμιανά	226	30	1319
Νεοχώρι	173	31	1024
Βαβύλοι	106	27	418
Βασιλεώνικο	63	14	636
Χαλκειός	22	19	844
Βερβεράτο	118	18	245
Ζυφιάς	89	10	253
Δαφνώνας	95	27	381
ΣΥΝΟΛΟ	892	176	5120

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

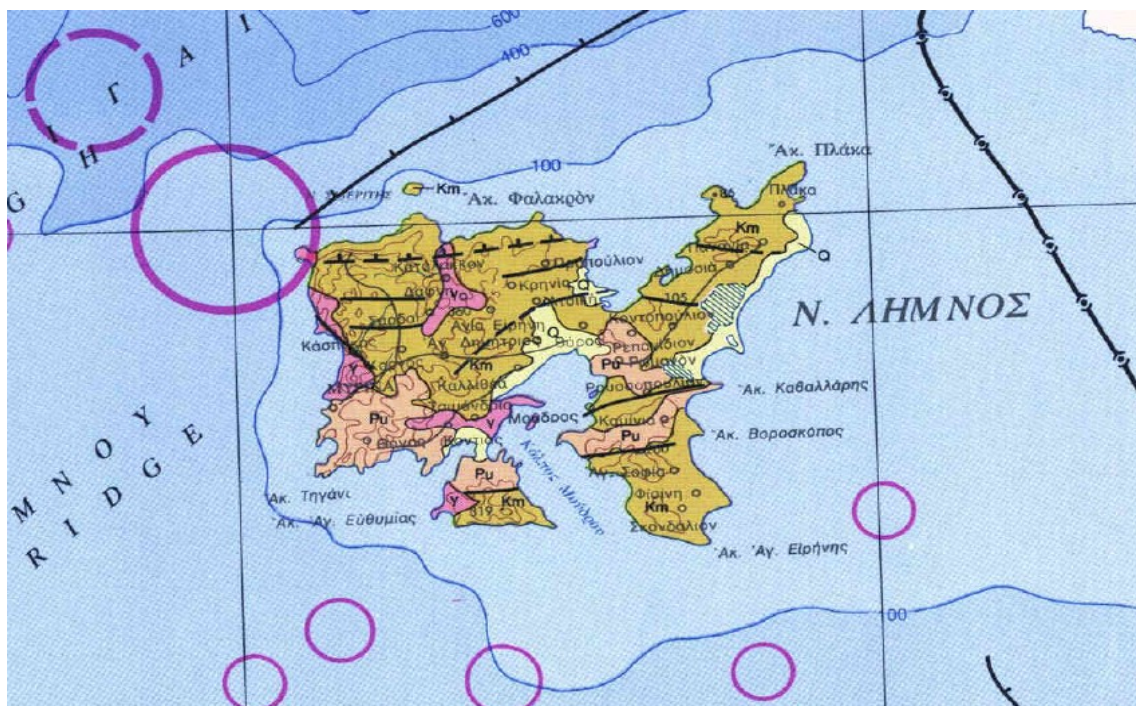
Ονόματα χωριών	Νεκροί	Τραυματίες	Επιζήσαντες
Νέα Μονή	6	6	125
Βροντάδος	80	238	7000
Χώρα, Λιβάδια, Κάμπος	897	339	25000
Φρούριο	174	40	1306
ΣΥΝΟΛΟ	1157	623	33431

Ονόματα χωριών	Νεκροί	Τραυματίες	Επιζήσαντες
<i>ΕΠΑΝΟΧΩΡΙΑ</i>			
Καρυές	36	11	500
Λαγκάδα- Συκιάδα	0	0	800
Λαγκάδα- Κυδιάντα	0	0	600
Καρδάμυλα	1	0	6000
Αμάδες	0	1	250
Βίκι	0	0	300
Καμπιά	0	0	400
Σπαρτούντα	0	0	135
Χαλάνδρα	0	0	80
Κέραμος	0	0	140
Λεπτόποδα	0	1	80
Κουρούνια	0	0	80
Νενητούρια	0	0	80
Αγιο Γάλας	2	1	200

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Βολισσός	0	0	2000
Πύραμα	3	1	100
Παρπαριά	0	0	300
Τρύπες	0	0	100
Πισπιλούντα	0	2	120
Φυτά	2	0	250
Διευχά	0	5	100
Μονή Διευχών (Μουνδών)	0	0	26
Κατάβαση	0	0	105
Σιδηρούντα	0	0	220
Ανάβατος	8	12	200
Αυγώνυμα	40	10	400
Πιτύς	0	0	330
Ποταμιά	0	0	150
ΣΥΝΟΛΟ	92	44	14046

4.6 Λήμνος



Η Λήμνος είναι το όγδοο μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας με έκταση 476 τετραγωνικά χιλιόμετρα και το τέταρτο σε μήκος ακτών (260 χιλιόμετρα). Βρίσκεται στο βόρειο Αιγαίο, στο Θρακικό πέλαγος, ανάμεσα στο Άγιον Όρος, τη Σαμοθράκη, την Ίμβρο και τη Λέσβο. Μαζί με τον Άγιο Ευστράτιο αποτελούν την επαρχία Λήμνου του νομού Λέσβου. Πρωτεύουσα και κύριο λιμάνι της Λήμνου είναι η Μύρινα, που πήρε το όνομα της γυναίκας του πρώτου βασιλιά του νησιού, του Θόαντα. Ως το 1955 η Μύρινα ονομαζόταν Κάστρο, ονομασία που επικράτησε κατά την ύστερη βυζαντινή περίοδο και άτυπα ακόμα έτσι αποκαλείται από τους παλιότερους Λημνιούς.

Η Λήμνος είναι ηφαιστειογενές νησί. Αν και δεν έχει δάση, έχει εκτεταμένες εύφορες πεδιάδες καλλιεργημένες με σιτηρά κι αμπέλια. Επίσης, έχει υπέροχες και καθαρές παραλίες και είναι ένα νησί ιδανικό για ήρεμες διακοπές. Οι βασικές ασχολίες των κατοίκων είναι η κτηνοτροφία, η γεωργία και η αλιεία.

Επίσης, ο τουρισμός, το εμπόριο και τα ναυτικά επαγγέλματα. Ο πληθυσμός του νησιού ανέρχεται σε περίπου 18.000 κατοίκους (2001).

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Μεγάλο και πεδινό νησί με ήρεμη φύση, η Λήμνος, έχει κατά κύριο λόγο μικρού μεγέθους οικισμούς με χαρακτήρα αγροτικό / κτηνοτροφικό. Η αρχιτεκτονική της ακολουθεί τις λαϊκές παραδοσιακές μορφές με την ποικιλία που αυτές διαμορφώνονται στο ανατολικό Αιγαίο, έχοντας ταυτόχρονα αναπτύξει μια αξιόλογη καθαρά τοπική παράδοση αγροτικής αρχιτεκτονικής.

Η Λήμνος αποτελεί τον πρώτο σταθμό μας στα νησιά του ανατολικού Αιγαίου. Οι αναφορές για τους οικισμούς της Λήμνου ξεκινάν από τα ομηρικά χρόνια. Αργότερα με το πέρασμα των αιώνων, όπως είναι φυσικό, η δημιουργία και η ύπαρξη οικισμών και πόλεων επηρεάστηκε σε μεγάλο βαθμό από τις κατακτήσεις και τις κτήσεις των λαών και εθνών που πέρασαν από το χώρο του ανατολικού Αιγαίου. Από το 13ο αιώνα και μετά οι πληροφορίες για τους οικισμούς του νησιού πληθαίνουν και οι πηγές τους είναι τρεις: οι ιστορικές μαρτυρίες, τα εκκλησιαστικά έγγραφα και οι αφηγήσεις ταξιδιωτών και γεωγράφων. Σαν γενική παρατήρηση πρέπει να τονιστεί, ότι παρ' όλες τις ασάφειες και ανακρίβειες που μεταφέρουν τα γεωγραφικά και ταξιδιωτικά κείμενα, η γενική εικόνα του νησιού, κρίνοντας από τον αριθμό των οικισμών του, παρουσιάζει μια φθίνουσα εξέλιξη.



Πολιόχνη - Το "Βουλευτήριο"

Οι αναφορές από τους αρχαίους μελετητές, συγγραφείς και περιηγητές μιλούσαν για δυο μεγάλες πόλεις, τη Μύριμνα και την Ηφαιστία. Εδώ πρέπει να σημειωθεί ότι η θέση της Μύριμνας ήταν πολύ πιο κατάλληλη για οχυρή οίκηση, απ' ότι η αντίστοιχη της Ηφαιστίας, πράγμα που ενισχύει την άποψη ότι είναι η αρχαιότερη από τις δύο. Η τρίτη μεγάλη πόλη της αρχαιότητας ήταν η Πολιόχνη η οποία με βάση τα κείμενα και τις μαρτυρίες διαδραμάτιζε σημαντικό ρόλο στην αρχαιότητα.

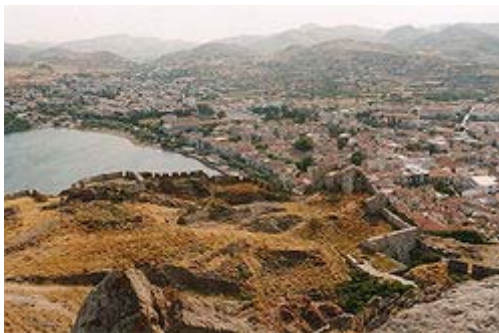
**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Ο ναυτικός προσανατολισμός των Λημνίων δεν φαίνεται καθαρά πριν από το 19ο αιώνα. Είναι γνωστό ότι στα βυζαντινά χρόνια διατηρούσε ναυπηγεία κατασκευής πολεμικών πλοίων, το ίδιο συνέβαινε και στα χρόνια της τουρκοκρατίας: εκεί ξαναφτιάχτηκε το μεγαλύτερο μέρος του τουρκικού στόλου μετά την καταστροφή του στη Ναύπακτο και μαρτυρίες για τη συνέχιση της λειτουργίας τους υπάρχουν τουλάχιστον μέχρι το 1801. Η ναυτιλία γνώρισε πραγματική άνθηση γύρω στο 1875 οπότε και όπως λέγεται το νησί διέθετε 300 πλοία .

Οι Λημνιοί είτε ως έμποροι, είτε ως ναυτικοί, είτε ως άλλου είδους μικροεπαγγελματίες παρέμειναν στενά δεμένοι με την αγροτική απασχόληση. Το νησί είναι και ήταν αρκετά άγονο, κυρίως πάνω στις πλαγιές των λόφων του, όπου δεν φυτρώνουν παρά μόνο βάτοι και αγκάθια. Δεν είχε καθόλου ξυλεία κατάλληλη για οικοδομική και οικιακή χρήση. Τα οποροφόρα δέντρα είναι σπάνια. Όσο αφορά τις επαφές με μέρη του εξωτερικού, πρέπει να σημειώσουμε τη σχέση με την Αίγυπτο η οποία είναι μακραίωνη και καλλιεργείται συστηματικά κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα.

Η μεγάλη πάντως μετακίνηση γίνεται με το ξεκίνημα της διάνιξης της διώρηγας του Σουέζ (1866), έργο για το οποίο απαιτήθηκαν χιλιάδες εργάτες. Πολλοί είναι οι κάτοικοι που μεταναστεύουν και ασχολούνται αργότερα με το εμπόριο, ενώ διοχετεύουν χρήματα στο νησί για την κατασκευή και ολοκλήρωση εκπαιδευτηρίων και άλλων έργων. Πληροφορίες για την ντόπια αρχιτεκτονική δεν υπάρχουν στις περιγραφές. Το κενό αυτό μπορεί να εξηγηθεί με πολλούς τρόπους: ήταν θέμα που δεν ενδιέφερε το μεγαλύτερο μέρος των επισκεπτών. Εκτός αυτού τα κτίσματα στο μεγαλύτερο μέρος τους δεν ήταν εντυπωσιακά και το ενδιαφέρον των αρχαιολόγων που πέρασαν από το νησί σταματούσε στην κλασική εποχή. Το θέμα της ντόπιας αρχιτεκτονικής θίγεται τον 19ο αιώνα. Ο Conze το 1858 μιλά για κακοφτιαγμένα σπίτια της υπαίθρου, κτισμένα σε μικρούς σχιστόλιθους, χωρίς ξύλινους συνδέσμους. Ο De Launay, σαν τεχνικός περιγράφει με μεγαλύτερη ακρίβεια τα σπίτια που είδε στη Μύρινα, που όπως φαίνεται είχαν καθαρά ηπειρωτικό χαρακτήρα (κεραμοσκεπείς, επικαλύψεις, σαχισιά και αντηρίδες), τα οποία πλησίαζαν σε ένα τύπο σπιτιού όμοιο με αυτό της Σμύρνης. Οι αστικές κατοικίες της Μύρινας και μερικών ακόμη οικισμών, τα πολλά σχολεία και οι μεγαλοπρεπείς εκκλησίες (δωρεές μεταναστών) εντυπωσιάζουν ακόμη και σήμερα, όταν προβάλλονται μέσα σε οικισμούς απόλυτα έρημους.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Άποψη της Μύρινας



Ηφαιστία: το αρχαίο θέατρο.

Λήμνος (Άγιος Δημήτριος) 1983 (M= 6.8)

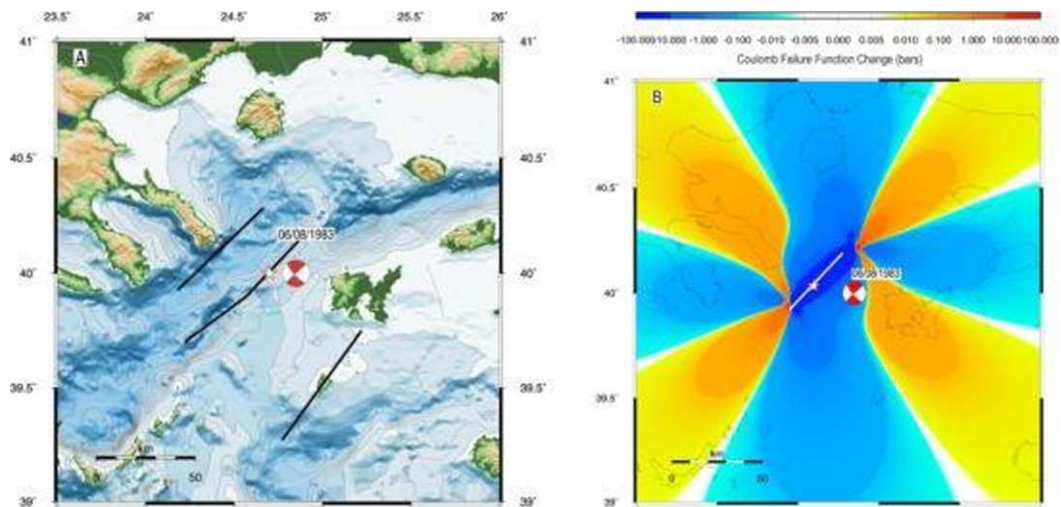
Πρόκειται για ισχυρό σεισμό του βόρειου Αιγαίου με έντονη μετασεισμική δραστηριότητα. Ο μηχανισμός γένεσης του σεισμού είναι παρόμοιος με αυτόν του σεισμού του 1982 και αντιστοιχεί σε ρήγμα δεξιόστροφο οριζόντιας μετατόπισης. Πολλοί ερευνητές προσπαθήσαν να βρουν πληροφορίες για το μηχανισμό γένεσης του συγκεκριμένου σεισμού και έτσι οι Nalbant et al. (1998) για τον υπολογισμό των μεταβολών των τάσεων Coulomb χρησιμοποίησαν μήκος ρήγματος 30km και μέση μετάθεση 2.25m, χρησιμοποιώντας τις εμπειρικές σχέσεις των Kanamori and Anderson (1975). Οι Papadimitriou et al. (2006) επέλεξαν για τον καθορισμό των παραμέτρων διάρρηξης το μηχανισμό γένεσης από τον κατάλογο Global CMT και υπολόγισαν τις μεταβολές των τάσεων που συνδέονται με το σεισμό του 1983.

Στη συγκεκριμένη μελέτη το μήκος ρήγματος που χρησιμοποιήθηκε είναι 45km. Για τον υπολογισμό αυτό λήφθηκε υπόψη η μορφολογία, η χωρική κατανομή των μετασεισμών και οι εμπειρικές σχέσεις (Papazachos et al., 2004).

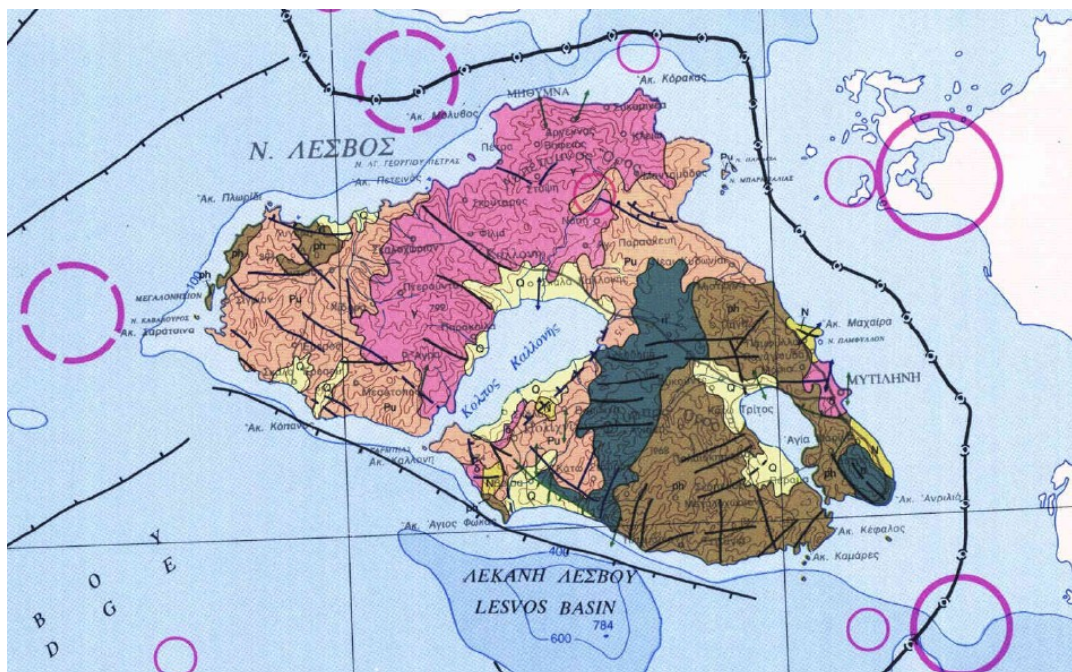
**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Η μέση ολίσθηση υπολογίσθηκε ίση με 0.74m από τη σχέση 2-28 όπου η εκλύομενη σεισμική ροπή είναι ίση με $M_0=1.2 \cdot 10^{28} \text{ dyn cm}$ (Pacheco and Sykes, 1992). Ο μηχανισμός γένεσης που χρησιμοποιήθηκε είναι από τον κατάλογο Global CMT.

Στο σχήμα που ακολουθεί παρουσιάζεται η μεταβολή της τάσης Coulomb που συνδέεται με το σεισμό του 1983 ο οποίος δημιούργησε μία ζώνη θετικών τάσεων με διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ και ΒΑ-ΝΔ. Ο σεισμός αυτός συνέβη σε μία περιοχή η οποία επιταχύνθηκε λόγω του σεισμού της 18 Ιανουαρίου 1982.



4.7 Λέσβος

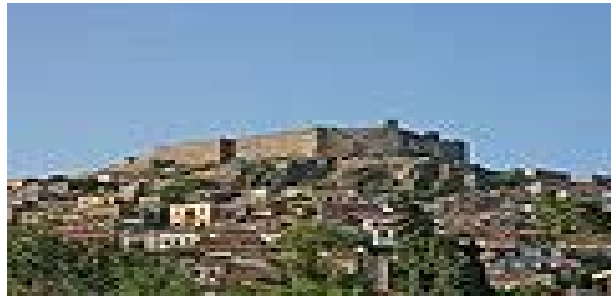


Η Λέσβος είναι Ελληνικό νησί στο βορειοανατολικό Αιγαίο. Είναι το τρίτο σε μέγεθος ελληνικό νησί μετά την Κρήτη και την Εύβοια, με έκταση 1.636 τ.χλμ. και ακτογραμμή 370 χλμ. Το νησί έχει πληθυσμό 90.634 κατοίκους. Διοικητικά ανήκει στην Περιφέρεια Βορείου Αιγαίου και στο Νομό Λέσβου. Πρωτεύουσα του νησιού, καθώς και του ομώνυμου Νομού Λέσβου, είναι η Μυτιλήνη, κτισμένη στο νοτιοανατολικό άκρο του νησιού. Σύγχρονη πόλη, διοικητικό, εμπορικό και πνευματικό κέντρο, με πληθυσμό 27.247 κατοίκων (απογραφή 2001). Είναι έδρα του Νομού και της Περιφέρειας, καθώς και του Υπουργείου Αιγαίου. Σημαντικές κομοπόλεις του νησιού είναι η Αγία Παρασκευή με 2.268 κατοίκους, η Αγιάσος με 2.498, η Καλλονή με 1.732, ο Πολιχνίτος με 2.763 και το Πλωμάρι με 3.377. Η Λέσβος θεωρείται πατρίδα του ούζου λόγω της εκτεταμένης ενασχόλησης των κατοίκων με την ποτοποιία. Αρκετές γνωστές μάρκες ούζου προέρχονται απ' το νησί.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Σκάλα Ερεσού



Μήθυμνα Λέσβου

Ο πληθυσμός της Λέσβου παρουσιάζει αυξομειώσεις κατά τη διάρκεια του 19ου αιώνα. Αυτό οφείλεται τόσο σε κοινωνικά όσο και σε φυσικά φαινόμενα. Συγκεκριμένα στις αρχές του αιώνα και ιδιαίτερα μετά την ελληνική επανάσταση έχουμε μια αύξηση του πληθυσμού από το μεταναστευτικό ρεύμα που δημιουργείται. Πριν την επανάσταση μπορούμε να παρατηρήσουμε μετακίνηση πληθυσμών από τον ελλαδικό χώρο προς το χώρο του ανατολικού Αιγαίου τόσο στα νησιά αλλά περισσότερο στα δυτικά παράλια της Μικρασίας. Οι λόγοι ήταν οικονομικοί καθώς το εμπόριο δεν είχε απελευθερωθεί και ο κύριος όγκος των μεταναστών που προέρχονταν από την Πελοπόννησο και τα νησιά του Αιγαίου (Κυκλάδες και Σποράδες) ασχολούνταν με τις τέχνες και τη βιοτεχνία και ήταν οργανωμένος σε σινάφια. Μετά λοιπόν, τη δεύτερη δεκαετία του 19ου αιώνα έχουμε μια μεγάλη μετακίνηση στο ανατολικό Αιγαίο. Το εμπόριο έχει αρχίσει να απελευθερώνεται και η διακίνηση προϊόντων αποκτά περισσότερες ελευθερίες. Το οθωμανικό κράτος χρησιμοποιούσε ως μέτρο μέτρησης του πληθυσμού τον χανέ, δηλαδή την εστία (η οποία μπορεί να περιείχε περισσότερες από μια οικογένειες).



Ο οικισμός Μόλυβος, της Λέσβου

4.7.1 Ιστορική γεωλογία της Λέσβου και της γύρω περιοχής

Μέχρι σήμερα στον Ελλαδικό χώρο δεν έγινε δυνατή η ανεύρεση στρωμάτων, που να ανήκουν με βεβαιότητα στον Αρχαϊκό και Προτεροζωϊκό αιώνα. Τούτο οφείλεται στο γεγονός ότι δεν βρέθηκαν ακόμα απολιθώματα αυτών των αιώνων ή ότι τα αντίστοιχα στρώματα έπαθαν τέτοια μεταμόρφωση και αλλοίωση, που δεν είναι δυνατή η αναγνώριση τους.

Τα αρχαιότερα μέχρι σήμερα πετρώματα της Ελλάδας είναι τα μεταμορφωμένα ή κρυσταλλοσχιστώδη, που εμφανίζονται στο ανατολικό μέρος της χώρας και κυρίως στα νησιά του Αιγαίου πελάγους. Από πλευράς κοινών χαρακτηριστικών που έχουν τα πετρώματα αυτά, η Ελλάδα χωρίζεται στις ακόλουθες κρυσταλλοσχιστώδεις μάζες (κατά PHILIPPSON και RENZ):

- Μάζα Ροδόπης (Ελληνική Θράκη - Θάσος - Σαμοθράκη - Κεντρική Μακεδονία - Χαλκιδική).
- Πελαγονική μάζα (Δυτική Μακεδονία και δια μέσου των βουνών Καμβούνια - Όλυμπος -Όσσα - Πήλιο καταλήγει στη Βόρεια Εύβοια).
- Αττικοκυκλαδική μάζα (Κεντρική και Βόρεια Εύβοια - Αττική - Νησιά του Αιγαίου).
- Λυδοκαρική μάζα (είναι προέκταση της Αττικοκυκλαδικής μάζας προς τα ανατολικά και καταλαμβάνει τα νησιά Ικαρία - Σάμο και τα κοντινά τους νησιά).
- Κρυσταλλοσχιστώδη μάζα Κεντρικής Πελοποννήσου και Κρήτης.

Καθώς γίνεται αντιληπτό, η Λέσβος μέχρι τα μέσα του Αρχαϊκού αιώνα (πριν από 1600 εκατομμύρια χρόνια) αποτελούσε τμήμα του πυθμένα της θάλασσας που εκτεινόταν στον Ελληνικό χώρο.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Την εποχή αυτή αναδύεται από τη θάλασσα, αποτελώντας τμήμα της χέρσου που ήδη έχει αναφερθεί σαν Ερκύνια χέρσος. Η ύπαρξη χέρσου στη θέση της σημερινής Λέσβου πιθανότατα συνεχίστηκε σε όλη τη διάρκεια του Παλαιοζωικού και Μεσοζωικού αιώνα.

Κατά τη διάρκεια του Καινοζωικού αιώνα η Λέσβος αποτελεί τμήμα της Αιγηίδας χέρσου, που σχηματίστηκε με την Αλπική ορογένεση. Τα Αλπικά ιζήματα που αποτέθηκαν μέσα στο Αλπικό γεωσύγκλινο κατατάχτηκαν, με βάση την από κάτω προς τα πάνω διαδοχική σειρά απόθεσης και του ιδιαίτερου χαρακτήρα κάθε μιας, σε ξεχωριστές ομάδες, που χώρισαν την Ελλάδα σε 9 γεωτεκτονικές ζώνες. Η Λέσβος ανήκει στη γεωτεκτονική ζώνη της Ροδόπης, που αρχίζει από τη κεντρική Βουλγαρία και δια μέσου των νησιών Σαμοθράκη, Λήμνο και Άγιο Ευστράτιο φτάνει μέχρι τη Λέσβο. Γι' αυτό το λόγο η Λέσβος έχει υποστεί τις Ερκύνιες πτυχώσεις, ίσως και τις Καληδονικές, ακόμα δε έλαβε μέρος και στις Αλπικές πτυχώσεις του Ελληνικού χώρου.

Επίσης η ύπαρξη σ' αυτή διάφορων μεταλπικών ιζημάτων, που είναι ελαφρά πτυχωμένα, δείχνει ότι ο επίλογος της Αλπικής ορογένεσης (Αττική - Ροδανική και Βαλλαχική - Πασαδενική) έγινε αισθητός και στη Λέσβο.

Συμπερασματικά για την Λέσβο, η παλαιογεωγραφική εξέλιξη παρουσιάζει την ακόλουθη εικόνα: Κατά τη προπαλαιοζωική εποχή αποτελούσε τμήμα της μεγάλης χέρσου, που περιλάμβανε τη Μικρά Ασία, το Αιγαίο Πέλαγος και ολόκληρη τη λοιπή Ελλάδα. Κατά τις αρχές του παλαιοζωικού αιώνα, οπότε έγινε ο κατακερματισμός της μεγάλης αυτής χέρσου, η Λέσβος έγινε νήσος, αλλά είχε πιθανώς μορφή διαφορετική απ' τη σημερινή.

Τη μορφή αυτή τη διατήρησε καθ' όλον τον Παλαιοζωικό αιώνα και έως τα μέσα του Μεσοζωικού, δηλαδή έως προ 150 εκατομμύρια χρόνια περίπου, οπότε ένα μεγάλο ρήγμα στο ύψος του κόλπου της Καλλονής δημιούργησε ένα τεράστιο βύθισμα, με αποτέλεσμα να εισχωρήσει η θάλασσα και να χωρίσει τη Λέσβο σε δύο μικρότερα νησιά, ένα ανατολικό και ένα δυτικό. Το μεταξύ των δύο αυτών νησιών έγκοιλο ήταν τόσο βαθύ, ώστε μεγάλες πυριγενείς μάζες ξεχύθηκαν απ' το εσωτερικό της γης και γέμισαν εν μέρει το κενό που δημιουργήθηκε. Κατά το τέλος του Μεσοζωικού αιώνα, δηλαδή εδώ και 80 εκατομμύρια χρόνια, ανοδικές κινήσεις του φλοιού στο σημείο του ρήγματος έφεραν το πυριγενές γέμισμα στην επιφάνεια, με αποτέλεσμα να ξαναενωθούν τα δύο νησιά σε ένα.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Περί τα μέσα της Τριτογενούς περιόδου του Καινοζωικού αιώνας, οι βραδείες ανοδικές κινήσεις του φλοιού που αναφέραμε παραπάνω και που είχαν σαν αποτέλεσμα την ανάδυση οροσειρών, αύξησαν την έκταση της Λέσβου και προκάλεσαν τη συνένωση της με γειτονικά τμήματα ξηράς, που προϋπήρχαν ή αναδύθηκαν κατά την εποχή εκείνη. Έτσι η Λέσβος παύει και πάλι να είναι νήσος, γιατί ενώνεται με την απέναντι Μικρά Ασία. Αλλά και προς το δυτικό και βορειοδυτικό της τμήμα φαίνεται ότι είχε έκταση πολύ μεγαλύτερη απ' τη σημερινή, γιατί κατά το τέλος της Τριτογενούς περιόδου υπήρχαν στη σημερινή παραλία της βορειοδυτικής άκρας της, καθώς και στ' ανατολικά της παράλια λίμνες γλυκού νερού.

Κατά τα μέσα της Πλειστόκαινης περιόδου, δηλαδή εδώ και 600 χιλιάδες χρόνια, συνέβησαν όπως είδαμε στην περιοχή αυτή νέες διαρρήξεις και κατακερματισμοί χερσαίων μαζών, είναι δε φυσικό ότι τα φαινόμενα αυτά είχαν απήχηση και στη Λέσβο. Πραγματικά μια μεγάλη διάρρηξη, που έγινε την εποχή εκείνη, προκάλεσε από τη μια μεριά τον χωρισμό της Λέσβου απ' τη Μικρά Ασία, από την άλλη δε την καταβύθιση ορισμένων τμημάτων της. Το τελικό αποτέλεσμα των παραπάνω μετακινήσεων του φλοιού της γης στην περιοχή αυτή ήταν η δημιουργία της σημερινής μορφής του νησιού μας.

Καθώς προκύπτει από την γεωλογική έρευνα των νησκον του Αιγαίου Πελάγους, αυτά μαζί με την Ελληνική Χερσόνησο και την Μικρά Ασία αποτελούσαν κάποτε μια στεριά, συνεχή και εκτεταμένη. Η στεριά αυτή άρχισε σιγά-σιγά να διαμελίζεται και κατά τα τέλη της Πλειόκαινης Εποχής εμφανίστηκε το Αιγαίο Πέλαγος με τα πολλά νησιά του. Αλλά και μετά τον διαμελισμό αυτόν ο φλοιός της λεκάνης αυτής δεν έπαυσε να κατακερματίζεται και να παθαίνει περαιτέρω εξαλλοιώσεις και κατά την διάρκεια του Τεταρτογενούς. Η συνεχής αυτή κίνηση έχει άμεσο αποτέλεσμα τους μεγάλους και καταστρεπτικούς επιφανειακούς τεκτονικούς σεισμούς, από τους οποίους ως επί το πλείστον ταραύεται η Μικρά Ασία και τα περισσότερα νησιά του Αιγαίου Πελάγους. Η δοξασία λοιπόν των αρχαίων Ελλήνων ότι η νήσος Λέσβος ήταν κάποτε ενωμένη με την Ίδη (Μικρά Ασία) επιβεβαιώνεται σήμερα από την επιστήμη. Πιστεύεται ότι πολλές από τις αλλαγές στο χώρο της Αιγηίδας σχετίζονται με τις κύριες αναδιοργανωτικές διαδικασίες των λιθοσφαιρικών πλακών.

4.7.2 Γεωλογία της Λέσβου και της γύρω περιοχής

Η πολυποίκιλη γεωλογία της Λέσβου, σύμφωνα με τον καθηγητή I. Novak, ίσως να οφείλεται περισσότερο σε γεγονότα που σχετίζονται με την προς τα δυτικά κίνηση της πλάκας της Ανατολίας (Τουρκίας) παρά σε γεγονότα της κυρίως Ελλάδας που έχουν μελετηθεί καλύτερα. Είναι πολύ πιθανό η γεωλογία του νησιού να αντανακλά τις πολλές τοπικές διεργασίες που αναφέρονται παραπάνω. Γι' αυτό τώρα αρχίζουμε να καταλαβαίνουμε ότι η Λέσβος τοποθετείται ευρύτερα στην γεωλογία της περιοχής του Αιγαίου.

Δύο διαφορετικές προσεγγίσεις έχουν χρησιμοποιηθεί για την περιγραφή της γεωλογικής ιστορίας της Λέσβου. Η μία θεωρεί ότι η Λέσβος συνδέεται με την Αλπική έξαρση. Σύμφωνα μ' αυτή τη θεώρηση μετακλαστικά πετρώματα μιας Αλπικής και προ-Αλπικής αυτόχθονης σειράς είχαν προωθηθεί από μια αλλόχθονη Αλπική σειρά, που αποτελείται από μια τεκτονική στρώση από ηφαιστειο-ιζηματογενείς σχηματισμούς και μια τεκτονική στρώση από οφιολιθικά πετρώματα. Προ-Αλπικά ηφαιστειακά, λιμναία, χαλαρές αποθέσεις και πλευρικά κορήματα καλύπτουν περισσότερο από το μισό του εδάφους του νησιού. Η δεύτερη άποψη τοποθετεί τους σχηματισμούς της Υστερο-Παλαιοζωικής και Τριασικής περιόδου σαν μεταμορφωμένα ρηχά αλλεπάλληλα στρώματα του δυτικού βραχίονα (Ανατολίδας/Γαυρίδας) της θάλασσας Νεο-Τηθύς. Ο Κεδρηνός ανα(ρέρει ότι ο σεισμός ήταν φρικώδης και έπαθαν διάφοροι τόποι της πόλης. Η Σμύρνη μετατράπηκε σε ελεεινό θέαμα, γιατί κατέπεσαν τα πιο αιραία οικοδομήματα της και σκοτώθηκαν πολλοί κάτοικοι.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

ΟΙ ΚΥΡΙΟΤΕΡΟΙ ΒΛΑΒΕΡΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΣΤΗ ΛΕΣΒΟ		
		ΝΕΚΡΟΙ ΤΡΑΥΜΑΤΙΕΣ
231 π.Χ.	M=(6.8)	
167	M=(;)	
37	M=(;)	
151/2	M=(6.8)	
160 μ.Χ.	M=(7.8)	
1383	M=(6.8)	Πολλές χιλιάδες
1547	M=(6.6)	
1554.	M=(6.6)	
1574	M=(6.6)	
1636	M=(6.2)	
1672	M=(7.0)	
1688	M=(6.7)	
1755	M=(7.0)	νεκροί
1762	M=(;)	
1766	M=(7.7)	
1768	M=(;)	
1772	M=(6.5)	
1775	M=(;)	
1802	M=(;)	
1827	M=(;)	
1845	M=6.8	1
1862	M=6.8	
1865	M=6.7	Πολλοί νεκροί
1867	M=6.8	550 816
1869	M=6.8	
1882	M=(;)	
1886	M=(;)	
1889	M=6.7	36
1912	M=7.6	
1919	M=7.0	
1920	M=5.1	
1928	M=6.2	
1944	M=6.9	
1950	M=4.9	
1953	M=7.4	
1953	M=5.6	
1956	M=5.3	
1959	M=5.3	
1961	M=5.3	

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

1966	M=5.3	
1967	M=6.6	
1968	M=7.1	
1968	M=5.0	
1969	M=5.9	
1969	M=5.0	
1971	M=5.5	
1971	M=6.2	
1972	M=5.1	
1976	M=5.0	
1976	M=6.3/4	
1977	M=5.3	
1979	M=5.9	
1981	M=7.2	
1982	M=5.0	
1984	M=5.8	
1984	M=5.7	
1985	M=5.3	
1987	M=4.5	
1989	M=5.2	
1992	M=6.2	
1992	M=5.1	
1995	M=5.0	

4.8 Οδοιπορικό Σεισμών στο Βόρειο Αιγαίο

1383 : Αύγουστος 6, Νύχτα, 39.3 N - 26.5°E, h=n, M=(6.8) - (Μυτιλήνη Λέσβου)

α) Ο σεισμός αυτός έγινε την εποχή που η Λέσβος βρισκόταν κάτω από την εξουσία των Ενετών Γατελούζων. Ο Π. Σαμαράς (Εφημερίδα ΕΞΕΛΙΞΗΣ Λέσβου, 27/5/1940) γράφει τα εξής για τον σεισμό αυτόν: "Η χρονολογία του σεισμού αυτού δεν είναι ακριβούς γνωστή. Άλλοι λένε ότι ο σεισμός έγινε στα 1384, όπως αναφέρει ιστορικό σημείωμα Λεσβίου χρονογράφου του 16ου αιώνα. Άλλοι πάλι υποστηρίζουν ότι έγινε το 1401. Πάντως πιθανότερη φαίνεται η πρώτη χρονολογία. (Όμως ο Παπαζάχος, όπως θα δούμε παρακάτω, τοποθετεί τον σεισμό στις 6 Αυγούστου 1383).

1389 : Μάρτιος 20, 38.4°N - 26.3°E, h=n, M= (6.8), (Χίος IX)

α) Σε σημειώματα δύο κωδίκων των βιβλιοθηκών Παλέρμου και Βατικανού αναφέρεται ότι ο σεισμός της 20 Μαρτίου 1389 χάλασε το μεγαλύτερο μέρος του κάστρου της Χίου και ρηγάτωσε και τσάκισε τα περισσότερα οικήματα. Έπεσαν εκτός του Κάστρου και πολλά άλλα σπίτια που είναι κοντά στην παραλία του Νέου Χωρίου. Σκοτώθηκαν 2 γυναίκες και βλάφτηκαν σοβαρά αρκετές εκκλησίες. Δημιουργήθηκε θαλάσσιο κύμα το οποίο έφθασε μέχρι τα μέσα της πλατείας του Εμπορίου και ανάγκασε τους ανθρώπους να φύγουν. Καταστράφηκαν επίσης η Σμύρνη, ο κουλάς (πύργος) στη Φώκαια και η Ικαρία. (Παπαζάχος και Παπαζάχου 1989).

1396: Χίος VIII

1471 : 40.0 N - 25.3»E, h=n, M = (7.0), (Λήμνος IX)

Σύμφωνα με τον Coriolano Ciprico, που ήταν επί κεφαλής της Ενετικής ναυτικής δράσης του 1472, ένας σεισμός κατέστρεψε ολοσχερούς το κάστρο Kotzino. Ένα μεγάλο μέρος επίσης των τειχών και των πύργων του Παλαιόκαστρου καταστράφηκε. (Parazachos and Parazachou 1997).

1546 : 38.2»N - 25.9°E, h=n, M=(6.3), Χίος, (Μαστιχοχώρια VIII)

Σε αφήγηση του περιηγητή Torelli αναφέρεται ότι το έτος 1546 έγινε σεισμός τόσο μεγάλος και φοβερός, κυρίως στην Κατωμεριά (Μαστιχώχωρα), ώστε μεγάλο τμήμα της, το δυτικό, έπαθε ανεπανόρθωτη βλάβη. (Parazachos and Parazachou 1997).

1547 : Λέσβος, M=(6.6)

Σύμφωνα με τον Γάλλο περιηγητή La Croix, το 1547 έγινε στη Λέσβο μεγάλος και καταστρεπτικός σεισμός, χωρίς να είναι γνωστές περισσότερες λεπτομέρειες. Θεωρείται του ίδιου μεγέθους με τον σεισμό του 1867.

1554 : Λέσβος, M=(6.6)

α) Ο σεισμός αυτός αναφέρεται από τον Παν. Σαμάρα σαν ένας από τους φοβερούς σεισμούς που έπληξαν την Λέσβο, χωρίς να είναι γνωστές περισσότερες λεπτομέρειες.

β) Μια ισχυρή μαρτυρία του παραπάνω σεισμού μας δίνει ο Σ.Γ. ΤΑΞΗΣ στο βιβλίο του: "Συνοπτική Ιστορία της Λέσβου και Τοπογραφία αυτής" - Κων/πολις 1874.

1574 : Λέσβος, M=(6.6)

"Πρωτότερα, το 1574, κατά την μαρτυρία Ιταλού περιηγητή, η Μυτιλήνη έγινε ερείπια και χαλάσματα από το σεισμό". (Γιώργος Βαλέτας, εφημερίδα ΔΗΜΟΚΡΑΤΗΣ Λέσβου).

1636 : Φεβρουάριος 17, 39.2°N - 26.2°E, h=n, M=(6.2), (Λέσβος VII)

α) Σε ενθύμηση καλόγερου της Μονής Λεμκονος Λέσβου αναφέρεται ότι στις 16 Φεβρουαρίου, ξημερώνοντας 17, τη νύχτα έγινε ένας σεισμός, που χάλασε σπίτια και τρόμαξε πολύ τους ανθρώπους. (Parazachos and Parazachou 1997).

1738 : Δεκέμβριος 12, 12h, 38.5°N - 26.3°E, h=n, M=(6.0), (Χίος VI)

1755 : Φεβρουάριος 24, 39.5°N - 25.6°E, h=n = M=(7.0), (Λέσβος VI)

α) Ένας σπουδαίος σεισμός έγινε στη Μυτιλήνη και στα άλλα νησιά του Αρχιπελάγους. Σε μια ενθύμηση της Μονής Ξηροποτάμου στο Άγιο Όρος αναγράφεται ότι στις 24 Φεβρουαρίου 1755, Παρασκευή, ο πύργος κατέρρευσε και σκότωσε τα παιδιά του Γιάκουμου και Τριαντάφυλλου. (Parazachos and Parazachou 1997).

1762 : Λέσβος

α) Ο σεισμός αυτός αναφέρεται από τον Παν. Σαμάρα σαν ένας από τους φοβερούς σεισμούς που έπληξαν τη Λέσβο, χωρίς να είναι γνωστές περισσότερες λεπτομέρειες.

1768 : Ιούνιος 10, Πλωμάρι Λέσβου

Από ένα "ομόλογο" που υπάρχει στην Εκκλησία του Αγίου Ιωάννου Μεγαλοχωρίου Λέσβου προκύπτει ότι έγινε ένας βλαβερός σεισμός στην περιοχή Πλωμαρίου την χρονική περίοδο γύρω στις 10 Ιουνίου 1768.

1775 : Λέσβος

α) Και ο σεισμός αυτός αναφέρεται από τον Παν. Σαμάρα σαν ένας από τους φοβερούς σεισμούς που έπληξαν το νησί, χωρίς να είναι γνωστές περισσότερες λεπτομέρειες.

β) "Ένα σεισμό γνωρίζουμε από τον περιηγητή Lacroix. Έγινε το 1775 στη Λέσβο. Είναι άγνωστες οι καταστροφές του". (Γιώργος Βαλέτας, Εφημερίδα "ΔΗΜΟΚΡΑΤΗΣ" Λέσβου).

1802 : Απρίλιος 1, (Πλωμάρι- Λέσβου)

1809 : Ιανουάριος 26 (παλαιό ημερολόγιο), - Χίος

1820 : Μάρτιος, 38.4°N - 26.2°E, h=n, M= (6.0), (Χίος VII)

Στη Χίο έγινε σεισμός κατά την διάρκεια μιας καταιγίδας, ο οποίος προκάλεσε πολλές βλάβες. (Parazachos and Parazachou 1997).

1827 : Λέσβος

Αναφέρεται από τον Παν. Σαμάρα σαν ένας από τους φοβερούς σεισμούς που έπληξαν το νησί, χωρίς να είναι γνωστές περισσότερες λεπτομέρειες.

1845 : Οκτώβριος 11, 02:., 39.1°N - 26.2°E, h=n, M=6.8, Λέσβος (Αισβόρι X)

α) Τα χαράματα της 9ης Οκτωβρίου έγιναν στη Μυτιλήνη δύο ελαφρές δονήσεις. Την ίδια και την επομένη μέρα οι δονήσεις συνεχίστηκαν. Στις 11 Οκτωβρίου, το βράδυ έγινε μια δόνηση αρκετά ισχυρή. Στις 02h έγινε μια ισχυρότερη που ακολουθήθηκε από μια τρίτη εξαιρετικά βίαιη. Κατά τη διάρκεια της μέρας και της νύχτας που ακολούθησε, οι δονήσεις επαναλαμβάνονταν σχεδόν κάθε μισή ώρα. Οι μετασεισμικές δονήσεις συνεχίστηκαν επί ένα χρόνο περίπου και οι ισχυρότερες ήταν αυτές που έγιναν στις 12 και 13 Οκτωβρίου και αυτή που έγινε στις 23 Οκτωβρίου το βράδυ.

1856 : Νοέμβριος 13, 38.4°N - 26.1°E, h=n, M= (6.3), (Χίος VIII)

Από την 1 Οκτωβρίου 1852 μέχρι την 1η Οκτωβρίου 1856 σημειώθηκαν συνολικά 53 δονήσεις ισχυρότερες ή ελαφρότερες. Οι περισσότερες έγιναν τα έτη 1853 και 1855 και λιγότερες τα έτη 1854 και 1856. Μια δόνηση έγινε στις 13 Νοεμβρίου 1856 που ήταν ισχυρότερη από τις προηγούμενες. Έσεισε όλη την πόλη, πολλά σπίτια έπεσαν, όλα δε σχεδόν ρηγματώθηκαν ή βλάφτηκαν κατά κάποιο τρόπο. Η θάλασσα ανέβηκε με ορμή στην ξηρά και χάθηκαν μερικοί άνθρωποι. (Parazachos and Parazachou 1997).

1863 : Αύγουστος 16, 38.3°N - 26.1°E, h=n, M=(6.2), (Χίος VIII)

Ο σεισμός ήταν καταστρεπτικός στη Χίο και την γύρω περιοχή. 30.000 άνθρωποι έμειναν άστεγοι και εμφανίστηκαν δύο νέες θερμές πηγές στο νησί. (Parazachos and Parazachou 1997).

1865: Ιούλιος 23, 21:30:, 39.4»N - 26.2"E, h=n, M=6.7 Λέσβος (Μόλυβος ΙΧ)

α) Κατέρρευσαν τα περισσότερα σπίτια στο Μόλυβο. Στα γειτονικά χωριά καταστράφηκαν περί τα 100 σπίτια και πολλά άτομα σκοτώθηκαν. Η περιοχή των καταστροφών εκτείνεται από το ακρωτήρι Μάμας μέχρι τον Αχυρώνα. Ήταν πολύ ισχυρός στα Δαρδανέλια, στην Καλλίπολη και σ' άλλα μέρη του Ελλήσποντου καθώς επίσης και της Ραιδεστού και της Κωνσταντινούπολης. Έγινε ακόμη αισθητός και στη Σμύρνη. (Parazachos and Parazachou 1997).

1865: Νοέμβριος 11, 38.3»N - 26.2°E, h=n, M=(6.1), (Χίος VIII)

Ο σεισμός κατέστρεψε πολλά σπίτια και άλλες οικοδομές στη Χίο, αλλά οι αποθήκες άντεξαν. Οι δονήσεις κράτησαν μέχρι το τέλος Νοεμβρίου, αλλά με πιο μικρή ένταση. (Parazachos and Parazachou 1997).

1866 : Φεβρουάριος 2, 38.4<»N - 26.0°E, h=n, M=(6.4), (Χίος VIII)

Ο σεισμός προκάλεσε καταστροφές στα σπίτια της Χίου και έγινε αισθητός μέχρι τη Ρόδο. Ακολούθησαν πολυάριθμοι μετασεισμοί μέχρι τις 20 Μαρτίου. Οι πιο ισχυροί από αυτούς έγιναν αισθητοί μέχρι και τη Ρόδο. Του σεισμού προηγήθηκε αρκετά δυνατή δόνηση με ζημιές στα σπίτια της Χίου στις 19 Ιανουαρίου. (Parazachos and Parazachou 1997).

1867 : Μάρτιος 7, 18:, 39.3«N - 26.3"E, h=n, M= 6.8, Λέσβος (Κουλουμιδάδος X)

Το επίκεντρο του νησιού ήταν επί της Λέσβου, στην περιοχή του χωριού Κουλουμιδάδος Λέσβου (σημερινή Νάπη).

1881 : Απρίλιος 3, 11:40, 38.2°N - 26.2<»E, h=n, M= 6.5, Χίος (Νένηχα X)

Το επίκεντρο του σεισμού ήταν στον υποθαλάσσιο χώρο πολύ κοντά στο ΝΑ άκρο του νησιού. α) Μικρές δονήσεις έγιναν στη Χίο το 1879 και 1880, που πολλές φορές έφτασαν τις 10 την ημέρα και γινόταν αισθητές στη Μυτιλήνη και τη Σμύρνη. Του κυρίου σεισμού προηγήθηκε ισχυρός προσεισμός που προκάλεσε βλάβες σε 30 ή 40 κωμοπόλεις και χωριά στο νότιο μέρος του νησιού. Ο κύριος σεισμός κατέστρεψε τα 3/4 του νησιού, σκότωσε στη Χίο 3.550 άτομα και τραυμάτισε 7.000. Στα βόρεια του νησιού δε σκοτώθηκε κανένας.

5. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

Η Επίδραση του σεισμού στις κατασκευές

5.1 Εισαγωγή

Η παρατήρηση της συμπεριφοράς των κατασκευών κατά την διάρκεια ενός ισχυρού σεισμού, είναι πρωταρχικής σημασίας για την εκπαίδευση των μηχανικών στη γνώση δόκιμων αντισεισμικών δομικών συστημάτων. Καλές και χρήσιμες όλες οι θεωρίες και τα πειράματα στα εργαστήρια, αλλά η μητέρα όλων των πειραμάτων είναι η ίδια η φύση. Σήμερα, οι μηχανικοί έχουν στη διάθεσή τους μια ευρεία βάση δεδομένων σε παρατηρήσεις βλαβών κτιρίων, που έχουν καταγραφεί συστηματικά μετά από πρόσφατους ισχυρούς σεισμούς. Από τέτοιες παρατηρήσεις, εξάγονται πολύ χρήσιμα συμπεράσματα ως προς το τι πρέπει να αποφεύγεται κατά το σχεδιασμό και την κατασκευή των κτιρίων. Παρατηρήσεις επί της «καλής συμπεριφοράς κτιρίων» είναι επίσης χρήσιμες, αφού υποδεικνύουν σωστές μορφές δομημάτων.

5.2 Διάκριση σεισμικών βλαβών

Οι σεισμικές βλάβες διακρίνονται σε: άμεσες βλάβες, οι οποίες οφείλονται στη διάδοση των σεισμικών κυμάτων από το έδαφος στα θεμέλια, στους τοίχους και στη στέγη των κτιρίων. Σε έμμεσες βλάβες, οι οποίες προκαλούνται από πυρκαγιές που δημιουργούνται κατά τη διάρκεια των μεγάλων σεισμών. Αυτές οφείλονται σε εστίες που υπάρχουν πριν από τους σεισμούς, σε γένεση ηλεκτρικών βραχυκυκλωμάτων, σε διάρρηξη αγωγών. Η κατακόρυφη συνιστώσα της σεισμικής κίνησης προκαλεί μικρότερες βλάβες από την οριζόντια συνιστώσα, και έχει ως άμεση συνέπεια την ελάττωση της κατακόρυφης αντίδρασης, με αποτέλεσμα την ελάττωση της τριβής και την ολίσθηση αντικειμένων που συγκρατούνται με την τριβή (κεραμίδια, καπνοδόχοι). Άλλο αποτέλεσμα της κατακόρυφης συνιστώσας είναι η γένεση τάσεων συμπίεσης στα κτίρια, με συνέπεια τη θραύση των πάνω γωνιών αυτών και την πτώση της στέγης.

Η οριζόντια συνιστώσα της σεισμικής κίνησης, έχει ως αποτέλεσμα τη διατμητική παραμόρφωση των διαφόρων στοιχείων ενός κτιρίου Αυτό έχει ως συνέπεια τη δημιουργία τάσεων συμπίεσης και τάσεων εφελκυσμού, που έχουν διευθύνσεις κάθετες μεταξύ τους. Για το λόγο αυτό παρατηρούνται πολλές φορές στα κτίρια διαρρήξεις, που σχηματίζουν ορθές γωνίες μεταξύ τους.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Κατάρρευση σπιτιού σε χωριό της περιοχής Κοζάνης-Γρεβενών από το σεισμό της 15ης Μαΐου 1995 (M=6.6)



Αστοχία κολώνας 5όρου οικοδομής στην περιοχή των Άνω Λιοσίων (έκτακτη κατασκευής 1997) η οποία προκλήθηκε από το σεισμό της 7ης Σεπτεμβρίου 1999 (M=5.9) (Anastasiadis et al., 1999).

5.3 Εκτίμηση Μακροσεισμικών Αποτελεσμάτων

Η σύγκριση των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων με βάση τη μέτρηση ενός φυσικού μεγέθους (όπως είναι η σεισμική επιτάχυνση) από το οποίο εξαρτώνται τα αποτελέσματα αυτά, παρουσιάζει σημαντικές δυσκολίες για δύο βασικούς λόγους. Πρώτον, τα μακροσεισμικά αποτελέσματα δεν εξαρτώνται από ένα μόνο φυσικό μέγεθος αλλά από περισσότερα.

Δεύτερον γιατί το μετρούμενο μέγεθος, αφορά μόνο το σημείο στο οποίο γίνεται η μέτρηση. Είναι δυνατόν, ακόμη και, όχι μακριά από το σημείο αυτό, η τιμή του μεγέθους αυτού να είναι πολύ διαφορετική λόγω διαφορετικών εδαφικών συνθηκών. Επειδή τα μακροσεισμικά αποτελέσματα εξαρτώνται από τη σεισμική επιτάχυνση, πίστευαν παλιότερα ότι μόνο η σεισμική επιτάχυνση περιγράφει τα αποτελέσματα αυτά καλύτερα από κάθε άλλο φυσικό μέγεθος.

Έτσι, έγινε προσπάθεια εκτίμησής της, βάσει διαφόρων παρατηρήσεων, όπως είναι η ανατροπή και εκσφενδόνιση αντικειμένων. Ακριβής μέτρηση της σεισμικής επιτάχυνσης με τη δυνατότητα σύγχρονου καθορισμού της ταχύτητας, της μετάθεσης, της συχνότητας και της διάρκειας της σεισμικής κίνησης πραγματοποιείται με τις αναγραφές των επιταχυνσιογράφων. Η εκτίμηση των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων γίνεται ακόμη και σήμερα, με βάση ορισμένες μακροσεισμικές κλίμακες που κάθε μια από αυτές αποτελείται από ορισμένους βαθμούς μακροσεισμικής έντασης. Οι βαθμοί αυτοί παριστάνονται με τους λατινικούς αριθμούς I, II.

Έτσι, γίνεται δυνατή η σύγκριση των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων σε έναν τόπο και η εξαγωγή συμπερασμάτων σε σχέση με το έδαφος θεμελίωσης των οικοδομών, αφού σε κάθε τόπο ο τρόπος οικοδομής είναι ο ίδιος.

5.4 Η Συμπεριφορά των Κατασκευών

Σήμερα είναι αποδεκτό, ότι είναι αντιοικονομικός ο σχεδιασμός μιας συνήθους κατασκευής για να αντέξει τον μεγαλύτερο πιθανό σεισμό (σεισμό σχεδιασμού) χωρίς βλάβες, δηλαδή να συμπεριφερθεί γραμμικά ελαστικά. Ο ΕΑΚ 2000, όπως όλοι οι σύγχρονοι αντισεισμικοί κανονισμοί, υιοθετεί την φιλοσοφία ότι βλάβες στον φέροντα οργανισμό είναι αποδεκτές κατά την διάρκεια του σεισμού σχεδιασμού, αλλά ότι η πιθανότητα κατάρρευσης πρέπει να είναι επαρκώς μικρή.

Έχει παρατηρηθεί επανειλημμένα, ότι η σωστή επιλογή του φέροντος οργανισμού είναι πρωταρχικής σημασίας για την καλή συμπεριφορά ενός κτιρίου υπό οποιαδήποτε δράση. Ένας σωστά επιλεγμένος φέροντας οργανισμός τείνει εν γένει να καλύπτει σχετικές ανακρίβειες στην ανάλυση, στη διαστασιολόγηση, στη διαμόρφωση λεπτομερειών και στην κατασκευή. Αντιθέτως, μεγάλη ακρίβεια στην ανάλυση και στην διαμόρφωση λεπτομερειών, δεν βελτιώνουν σημαντικά την συμπεριφορά ενός φέροντος οργανισμού με κακή εξαρχής μόρφωση (Moehle & Mahin). Πολύπλοκοι φέροντες οργανισμοί που εισάγουν αβεβαιότητες στην ανάλυση και τη διαστασιολόγηση, ή που δεν επιτρέπουν ανακατανομές της εντάσεως μπορεί να οδηγήσουν σε απρόβλεπτη και μη επιθυμητή συμπεριφορά. Εκτός όμως από τη γενικότερη συμπεριφορά του κτιρίου, έχει παρατηρηθεί ότι ο σωστός σχεδιασμός αντισεισμικών κατασκευών βασίζεται στην πλαστιμότητα των επιμέρους μελών του φορέα, τα οποία πρέπει να επιτρέπουν την ανακατανομή της εντάσεως και κατά συνέπεια την μείωση των εσωτερικών εντάσεων και την απορρόφηση της σεισμικής ενέργειας.

Παρατηρήσεις έχουν αποδείξει την σημασία που έχουν, αφενός μεν, η διαστασιολόγηση των μελών της κατασκευής, ώστε να εξασφαλίζεται η ανελαστική συμπεριφορά σε ορισμένες επιθυμητές θέσεις της κατασκευής, αφ' ετέρου δε, οι λεπτομέρειες όπλισης των μελών, έτσι ώστε να εξασφαλίζεται επαρκώς η πλαστιμότητα στις θέσεις αυτές όπου δημιουργούνται πλαστικές αρθρώσεις.

5.5 Αστοχία Αγκύρωσης Διαμήκων Οπλισμών

Ο διαμήκης οπλισμός ακραίων δοκών, πρέπει να αγκυρωθεί μέσα στον κόμβο δοκού - υποστυλώματος. Σε πολλές περιπτώσεις το πλάτος του υποστυλώματος, δεν επαρκεί για αυτή την αγκύρωση ακόμα και εάν χρησιμοποιηθεί άγκιστρο στο άκρο της ράβδου.



Συνήθης περίπτωση ανεπαρκούς αγκύρωσης, είναι οι κάτω ράβδοι δοκών που αγκυρώνονται σε μικρό βάθος μέσα στον κόμβο. Όταν το μήκος αγκύρωσης δεν επαρκεί, τότε οι ράβδοι ολισθαίνουν και δημιουργείται ρωγμή κάθετα προς τη διεύθυνση ολίσθησης. Εδώ, η σκυροδέτηση του υποστυλώματος έφτασε σε στάθμη πάνω από τη μασχάλη της δοκού, με αποτέλεσμα οι κάτω οπλισμοί της δοκού να μην μπορούν εύκολα να αγκυρωθούν μέσα στον κόμβο και να προκύψει κατά το σεισμό κατακόρυφη ρωγμή στη σύνδεση δοκού και κόμβου. (βλεπε εικόνα)

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Σε ακραίους κόμβους υποστυλωμάτων οι διαμήκεις οπλισμοί αγκυρώνονται μέσα στον κόμβο. Σε παλαιότερες κατασκευές, δεν τοποθετούνταν συνδετήρες μέσα στον κόμβο, οπότε οι οπλισμοί του υποστυλώματος αγκυρώνονταν σε ουσιαστικά άοπλο σκυρόδεμα. Υπό τη δράση κυκλικών ανελαστικών φορτο-αποφορτίσεων, αναπτύσσονται τάσεις διαρρήξεως στις ζώνες αγκύρωσης, οι οποίες μπορούν να δημιουργήσουν διάρρηξη του απερίσφιγκτου σκυροδέματος του κόμβου. Όλοι οι σύγχρονοι κανονισμοί απαιτούν την τοποθέτηση εγκάρσιων οπλισμών στις περιοχές των αγκυρώσεων και στους κόμβους.



Διάρρηξη απερίσφιγκτου
σκυροδέματος κόμβου (Fib Bulletin
24)

5.6 Διατμητικές Αστοχίες

Η πιο ψαθυρή μορφή αστοχίας μελών, είναι από διάτμηση και συμβαίνει στις θέσεις μέγιστης διάτμησης, δηλαδή στα άκρα των στοιχείων. Ένα ψαθυρό μέλος αστοχεί απότομα μόλις αναλάβει τη μέγιστη έντασή του, δηλαδή χωρίς προειδοποίηση της επικείμενης αστοχίας.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Ειδικά για τα υποστυλώματα, μια ψαθυρή αστοχία μπορεί να οδηγήσει σε τοπική απώλεια ευστάθειας και στη συνέχεια, σε πλήρη κατάρρευση ενός κτιρίου, χωρίς να δοθεί ο χρόνος για την εκκένωσή του. Επομένως, υπάρχει αυξημένος κίνδυνος απώλειας ζωής και αυξημένο οικονομικό κόστος.

Διατμητικές αστοχίες στα υποστυλώματα εμφανίζονται στις περιοχές μέγιστης διάτμησης, δηλαδή στα άκρα τους (κρίσιμες περιοχές). Διατμητική αστοχία σε ένα υποστυλώμα, μπορεί να εμφανισθεί στο πάνω ή στο κάτω άκρο ή, λιγότερο συχνά και στα δύο άκρα.



Οι διατμητικές αστοχίες οφείλονται σε ανεπάρκεια των συνδετήρων / εγκάρσιων συνδέσμων σε μέγεθος διαμέτρου, πυκνότητα και αντοχή

Το σκυρόδεμα και οι συνδετήρες σε αυτές τις περιπτώσεις, δεν επαρκούν για να αναλάβουν τις μεγάλες διατμητικές δυνάμεις από το σεισμό στα άκρα των υποστυλωμάτων και αυτό οδηγεί σε διαγώνια εφελκυστική αστοχία του σκυροδέματος. Σε όλες αυτές τις περιπτώσεις έχουμε και θραύση συνδετήρων.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Διατμητικές αστοχίες υποστυλωμάτων, οφειλόμενες χρήση συνδετήρων μικρής διαμέτρου σε μεγάλες αποστάσεις. (λυγισιράβδων και θραύση λεπτών αραιών συνδετήρων)

Για να αποφευχθεί ο λυγισμός των κατακόρυφων οπλισμών, όπως συνέβει παραπάνω, λόγω θλίψης από την εναλλασσόμενη ένταση του σεισμού, απαιτείται από τους σημερινούς κανονισμούς να συγκρατούνται οι οπλισμοί αυτοί από πυκνούς συνδετήρες ή εγκάρσιους συνδέσμους κατάλληλης διαμέτρου και να διατάσσονται κατά μήκος της περιμέτρου της διατομής, έτσι ώστε η απόσταση τους να μην ξεπερνά τα 200 mm.

Τέτοιες απαιτήσεις δεν υπήρχαν στους παλαιότερους κανονισμούς και είναι ένας από τους κύριους λόγους αστοχιών υποστυλωμάτων σε διάτμηση. Τα άκρα των συνδετήρων πρέπει να αγκυρώνονται στον πυρήνα διατομής καμπτόμενα κατά 135 τουλάχιστον ή να συγκολλούνται μεταξύ τους. Στις παλαιότερες κατασκευές, η κάμψη των άκρων γινόταν κατά 90°, δηλαδή μέσα στην επικάλυψη των οπλισμών, οπότε κατά την αποφλοιώση αυτής, που είναι σύνηθες φαινόμενο στα αρχικά στάδια του σεισμού, μειώνεται δραστικά η περίσφιγξη των συνδετήρων.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Διατμητική αστοχία πάνω άκρου υποστυλωμάτων λόγω απουσίας συνδετήρων. Ο μανδύας συνδετήρων έφτανε μέχρι 0.50 m κάτω από τις δοκούς

Στις παραπάνω εικόνες, φαίνεται η περίπτωση διατμητικής αστοχίας του πάνω άκρου υποστυλώματος οπλισμένου με μανδύα συνδετήρων, που έφθανε, λόγω κακής κατασκευής και άγνοιας, μέχρι 0.50 m περίπου κάτω από τη δοκό. Η κρίσιμη περιοχή, δεν είχε κανένα συνδετήρα σε όλα τα υποστυλώματα του ισογείου, με αποτέλεσμα την θεαματική αστοχία όλων των υποστυλωμάτων στην κεφαλή τους, ενώ στη βάση τους δεν εμφανίστηκε καμιά αστοχία.

Εκτίναξη γωνίας διατομής σκυροδέματος λόγω μη συγκράτησης του κατακόρυφου οπλισμού στη γωνία συνδετήρα.



Παραπάνω, ο κατακόρυφος οπλισμός δεν συγκρατείται στη γωνία του συνδετήρα, με αποτέλεσμα κατά το σεισμό να εκτιναχθεί η γωνία της διατομής του σκυροδέματος, λόγω της παραμόρφωσης του κατακόρυφου οπλισμού και σε επόμενα στάδια να κινδυνεύει να λυγίσει ο κατακόρυφος οπλισμός, να ανοίξουν οι συνδετήρες και να μειωθεί δραστικά η περίσφιγξη.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Η σωστή κατασκευή και τοποθέτηση πυκνών συνδετήρων, κατάλληλης διαμέτρου και αντοχής, συνεισφέρει στην εξασφάλιση επαρκούς διατμητικής αντοχής, στην περίσφιγξη του σκυροδέματος για να εξασφαλισθεί ικανοποιητική πλαστιμότητα, στην αποτροπή λυγισμού των διαμήκων ράβδων και στη βελτίωση της αγκύρωσής τους. Σε πολλές κατασκευές, χρησιμοποιούνται τοιχοποιίες μεταξύ υποστυλωμάτων από το επίπεδο της πλάκας του ορόφου μέχρι το κάτω μέρος του παραθύρου, αφήνοντας έτσι ελεύθερο ένα σχετικά μικρό τμήμα του υποστυλώματος στο πάνω μέρος του.



Αστοχία κοντού υποστυλώματος

Η διατμητική δύναμη που αναλαμβάνει το υποστυλώμα με ουσιαστικά μικρότερο ύψος, είναι μεγαλύτερη από αυτή που θα αναλάμβανε το αντίστοιχο υποστυλώμα με πλήρες ύψος. Εάν αυτό δεν ληφθεί υπόψη στους υπολογισμούς, και δεν τοποθετηθούν πολλοί και πυκνοί συνδετήρες, μπορεί να δημιουργηθεί διατμητική αστοχία στο «κοντό υποστυλώμα», που σε πολλές περιπτώσεις οδηγεί σε πλήρη αστοχία και κατάρρευση της κατασκευής.

Αστοχία σειράς κοντών υποστυλωμάτων



**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Εδώ φαίνεται η αποτελεσματικότητα επισκευής με τοπικό μανδύα κοντού υποστυλώματος με αστοχία από προηγούμενο σεισμό. Τα τοιχώματα είναι πιο ευάλωτα σε διατμητική αστοχία από τα υποστυλώματα, διότι αναλαμβάνουν ανάλογα με την ακαμψία τους, αυξημένο ποσοστό της συνολικής τέμνουσας ορόφου.



Στους παλαιότερους κανονισμούς δεν προβλεπόταν ουσιαστικά ιδιαίτερη όπλιση των τοιχωμάτων σε σχέση με τα υποστυλώματα. Για το λόγο αυτό τα τοιχώματα παλαιότερων κατασκευών αστοχούν σε διάτμηση με μεγάλες παραμορφώσεις.



Διατμητική αστοχία τοιχωμάτων με μεγάλες παραμορφώσεις

Στους σύγχρονους κανονισμούς προβλέπονται, εκτός των συνηθών οπλισμών κορμού, κρίσιμες περιοχές στο πάνω και κάτω άκρο με πολλούς και πυκνούς συνδετήρες, και στο δεξιό και αριστερό άκρο, διαμόρφωση και όπλιση σαν περισφιγμένα υποστυλώματα.

5.7 Αστοχίες διάσπασης από συνάφεια

Οι τάσεις συνάφειας που δρουν κατά μήκος των νευροχαλύβων, δημιουργούν περιμετρικές εφελκυστικές τάσεις στο γύρω σκυρόδεμα. Σε μέλη με έντονες μεταβολές ροπών κατά το μήκος τους, λόγω σεισμικών δράσεων, μπορούν να υπάρχουν υψηλές τάσεις συνάφειας. Εάν οι διαμήκεις οπλισμοί μιας δοκού ή ενός υποστυλώματος δεν περιβάλλονται από πυκνούς συνδετήρες ή εγκάρσιους συνδέσμους, μπορούν να δημιουργηθούν ρωγμές διάσπασης κατά μήκος των ράβδων, κυρίως όταν χρησιμοποιούνται νευροχάλυβες μεγάλης διαμέτρου, ή όταν το πάχος της επικάλυψης είναι μικρό. Αυτές οι ρωγμές διάσπασης μπορεί να οδηγήσουν σε αποφλοίωση του σκυροδέματος επικάλυψης και σε μείωση της συνάφειας, των διαμήκων και εγκάρσιων οπλισμών. Εάν στη ζώνη αποφλοίωσης βρίσκονται τα άκρα συνδετήρων, τότε υπάρχει κίνδυνος να ανοίξει ο συνδετήρας και να χαθεί η περίσφιξη, όπως περιγράφεται αναλυτικότερα παρακάτω. Επομένως, έχουμε εξασθένηση του υποστυλώματος και αυξημένες πιθανότητες δημιουργίας περαιτέρω αστοχιών κατά τη διάρκεια του σεισμού. Τα παραπάνω φαινόμενα επιδεινώνονται στην περίπτωση που προϋπάρχει διάβρωση του οπλισμού.

5.8 Αστοχίες Κόμβων

Οι κόμβοι δοκών - υποστυλωμάτων, δεν προβλεπόταν κατά τους παλαιότερους κανονισμούς να ελέγχονται για διατμητικές τάσεις και δεν τοποθετούνταν συνδετήρες μέσα σε αυτούς. Για το λόγο αυτό, σε εξωτερικούς κόμβους, όπου η δοκός και τα υποστυλώματα που συντρέχουν σε αυτούς δεν παρουσιάζουν αστοχία, μπορεί να εμφανιστεί διαγώνια εφελκυστική αστοχία.



Αστοχία εξωτερικού κόμβου και πρακτική απώλεια στήριξης δοκού

Αυτή η διαγώνια ρηγμάτωση, λόγω της απουσίας συνδετήρων, είναι ψαθυρής μορφής και μειώνει την ακαμψία της κατασκευής. Το εύρος της ρηγμάτωσης και οι επιπτώσεις της βλάβης του κόμβου, εξαρτώνται από πολλούς παράγοντες και σε μερικές περιπτώσεις μειώνεται πολύ η ακαμψία του κόμβου ή χάνεται η στήριξη της δοκού στο υποστυλώμα και ακολουθεί κατάρρευση της κατασκευής.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Σε όλους τους σύγχρονους κανονισμούς, απαιτείται, οι συνδετήρες που τοποθετούνται στις κρίσιμες περιοχές των υποστυλωμάτων πάνω και κάτω από τον κόμβο, να συνεχίζονται και μέσα σε αυτόν.

5.9 Άλλες Περιπτώσεις Αστοχιών

Η τοποθέτηση υδρορροών εντός των υποστυλωμάτων απαγορεύεται, διότι μπορεί να προκληθεί τοπική αστοχία και να μην μπορούν να λειτουργήσουν οι συνδετήρες δημιουργώντας περίσφιγξη. Όταν κατασκευάζονται κτίρια σε επαφή, ή πολύ κοντά μεταξύ τους, μπορεί να προκληθεί αστοχία από εμβολισμό. Αυτό συμβαίνει κυρίως όταν οι πλάκες των δύο γειτονικών κτιρίων δεν είναι στο ίδιο ύψος και η πάνω πλάκα του χαμηλότερου κτιρίου εμβολίζει τα υποστυλώματα του γειτονικού κτιρίου. Σε κτίρια με εκτεταμένη κάτοψη, όπου επιλέγεται η χρήση αρμών διαστολής, για περιορισμό των επιβαλλόμενων παραμορφώσεων από συστολή ξηράνσεως και θερμοκρασιακές μεταβολές, χρειάζεται ειδική διαμόρφωση και όπλιση των αρμών αυτών, ώστε τα μέλη που συντρέχουν σε αυτούς να μην κινδυνεύουν να χάσουν τη στήριξή τους, όταν δημιουργηθεί μεγάλο άνοιγμα των αρμών από τις οριζόντιες σεισμικές μετακινήσεις.



ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ: Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ

Στο ίδιο κτίριο, απώλεια στήριξης
δοκού αρμού διαστολής λόγω
μεγάλου ανοίγματος αρμού



5.10 Στρατηγικές και σχεδιασμός αντισεισμικής ενίσχυσης κτιρίων

Είναι αναμφισβήτητο ότι οι γνώσεις μας για την σεισμική συμπεριφορά των κατασκευών δοκιμάζονται κάθε φορά που συμβαίνει ένας ισχυρός σεισμός. Κάποιες παλαιότερες θεωρήσεις επιβεβαιώνονται και κάποιες άλλες αμφισβητούνται. Τα "μαθήματα" από κάθε σεισμό σε συνδυασμό με τις νέες τεχνολογίες και την συνεχή έρευνα στο αντίστοιχο επιστημονικό πεδίο έχουν οδηγήσει σε αλλαγές των Κανόνων Δόμησης και των Κανονισμών. Έτσι γίνεται φανερό ότι για κάθε νέα κατασκευή υπάρχει η δυνατότητα ενός ορθότερου και ασφαλέστερου σχεδιασμού.

Όμως την ίδια στιγμή εύλογα τίθεται το ερώτημα: Τι πρέπει να γίνει με τα κτίρια που έχουν σχεδιαστεί και κατασκευαστεί στο παρελθόν; Μελέτες εκτίμησης της αντοχής κτιρίων με φέροντα οργανισμό από οπλισμένο σκυρόδεμα, που μελετήθηκαν και κατασκευάστηκαν πριν από την εφαρμογή των πρόσθετων άρθρων του Αντισεισμικού Κανονισμού (1985), δείχνουν ότι ένα μεγάλο μέρος από τις παραπάνω κατασκευές κινδυνεύουν να πάθουν σοβαρές ζημιές σε ένα επόμενο ισχυρό σεισμό. Τα αποτελέσματα των καταστροφικών σεισμών των τελευταίων χρόνων στην Ελλάδα, επιβεβαιώνουν τις παραπάνω εκτιμήσεις. Αρκεί κανείς να αναλογιστεί ότι στα προ του 1995 (έστω 1985) κτίρια ισχύουν τα εξής:

α) Έχουν σχεδιαστεί για σεισμικές δράσεις που ανταποκρίνονται χοντρά-χοντρά στο 50% των αντιστοίχων δράσεων των νέων κτιρίων β) Η μόρφωση του φέροντος οργανισμού ακολουθούσε συχνά αρχιτεκτονικές υπερβολές χωρίς όρια, αδιαφορώντας για θέματα κανονικότητας (γεωμετρίας είτε αντοχής) σε επίπεδο ορόφου ή σε επίπεδο κτιρίου γ) Ο προσδιορισμός των εντατικών μεγεθών στα μέλη ακολουθούσε απλοποιητικές παραδοχές λόγω έλλειψης υπολογιστικών μέσων. Η χωρική ανάλυση ήταν αδύνατο να εφαρμοστεί, ενώ σπάνια λαμβάνονταν υπ' όψη η διδιάστατη πλαισιακή λειτουργία.

δ) Η διαστασιολόγηση των μελών του φορέα ακολουθούσε διαδικασίες που σήμερα έχουν στο μεγαλύτερο μέρος τους αναθεωρηθεί (ανακριβή προσομοιώματα, απουσία της λογικής του ικανοτικού σχεδιασμού και της έννοιας της πλαστιμότητας, ανεπαρκείς κατασκευαστικές διατάξεις για ελάχιστα και μέγιστα, κ.α.). Ως εκ τούτου, δεν είναι υπερβολική η θέση που, με βάση τα παραπάνω, διατυπώνεται (ΤΕΕ, 2001), ότι αποτελεί συνταγματική ανισότητα το γεγονός ότι από άποψη προσδόκιμου ζωής, οι Έλληνες πολίτες διαχωρίζονται σε 2 κατηγορίες, ανάλογα με το έτος κατασκευής του κτιρίου που διαμένουν, δεδομένου ότι η δυνητική δυσμένεια των προ του 1995 (έστω 1985) κτιρίων θα μπορούσε να εκτιμηθεί κατ' ελάχιστον σε 1 προς 2, και πιθανόν είναι 1 προς 3. Είναι λοιπόν προφανές, ότι ο προβληματισμός για την ενίσχυση των κατασκευών πρέπει να τεθεί έγκαιρα για το σύνολο των κατασκευών που έχουν σχεδιαστεί με παλαιότερους κώδικες και όχι, όπως συνήθως γίνεται, μόνο για τις κατασκευές που έπαθαν ζημιές σε μία συγκεκριμένη περιοχή μετά από έναν ισχυρό σεισμό. Όμως όσο εύκολη είναι η διαπίστωση του προβλήματος, τόσο δύσκολη είναι η αντιμετώπισή του. Και αν κανείς απαντήσει εύκολα ότι η αντισεισμική ενίσχυση όλων των προ του 1995 κτιρίων είναι ανέφικτη, οι απαντήσεις στα ερωτήματα που επιγραμματικά έπονται δεν είναι τόσο προφανείς.

- Ποιες κατασκευές έχουν προτεραιότητα να ενισχυθούν, και πώς θα προσδιοριστούν σε μεμονωμένη βάση;
- Μπορούν (ή αξίζει τον κόπο) να ενισχυθούν και μέχρι ποιο σημείο; Μήπως η λύση της κατεδάφισης και ανακατασκευής είναι προτιμότερη;
- Τι μέσα (υλικά, μέθοδοι, τεχνικές) διατίθενται για να επέμβει κανείς και κάτω από ποιες προδιαγραφές αυτά εφαρμόζονται;
- Ποια είναι η καταλληλότερη μέθοδος ενίσχυσης ενός δεδομένου κτιρίου;
- Ποιο είναι το υπολογιστικό υπόβαθρο που είναι απαραίτητο στο μηχανικό για να τεκμηριώσει τις επιλογές του, και ποιες οι διαδικασίες ποιοτικού ελέγχου των εργασιών;

Το θέμα είναι σύνθετο και προϋποθέτει ότι παράγοντες όπως η σπουδαιότητα και ο αριθμός χρηστών της κατασκευής, το κόστος επέμβασης, η ηλικία, καθώς και ο υπόλοιπος χρόνος ζωής της επισκευής πρέπει να λαμβάνονται υπόψη για τον καθορισμό των κριτηρίων αποδοχής στον ανασχεδιασμό μιας υφιστάμενης κατασκευής. Τα κριτήρια αυτά είναι λογικό να είναι χαμηλότερα από αυτά που ισχύουν για τις καινούργιες κατασκευές. Χαρακτηριστικά αναφέρεται ότι στις λίγες περιπτώσεις, που για τον ανασχεδιασμό των παλαιών κτιρίων θεσπίστηκαν κριτήρια αποδοχής ίδια με των νέων κτιρίων, υπήρξε σημαντικά μικρός αριθμός επεμβάσεων λόγω του αυξημένου κόστους και της δυσκολίας της επέμβασης, και κάποιες φορές σταμάτησε η όλη διαδικασία αναβάθμισης του δομημένου περιβάλλοντος.

Απαιτείται, λοιπόν, μία στρατηγική ευρείας κλίμακας για τον ανασχεδιασμό των κατασκευών, που θα συμπεριλαμβάνει όλες τις συνιστώσες του ζητήματος και θα καταλήγει σε προτεραιότητες για επεμβάσεις. Μέσα στο πλαίσιο αυτό, η τεχνο- επιστημονική διάσταση του ζητήματος, που αφορά τον σχεδιασμό των απαιτούμενων επεμβάσεων για επισκευή ή ενίσχυση είναι ένα θέμα δυσκολότερο και περισσότερο περίπλοκο απ' ότι ο σχεδιασμός νέων κατασκευών. Αποτελεί μοναδική πρόκληση για τον μηχανικό απαιτώντας υψηλό βαθμό κρίσης και σύνεσης δεδομένου ότι: (i) οι γνώσεις μας, για το αντικείμενο είναι λίγες και όχι επαρκώς τεκμηριωμένες, (ii) δεν υπάρχει Κανονισμός, (iii) η μόρφωση του υφιστάμενου φορέα μπορεί να είναι απαράδεκτη, είναι όμως εκεί, (iv) τα βασικά δεδομένα που εκτιμώνται στην αρχική φάση τεκμηρίωσης της υπάρχουσας κατάστασης αποδεικνύονται στην εξέλιξη της επέμβασης συχνά λανθασμένα, νέα υλικά προωθούνται στην αγορά η συμπεριφορά των οποίων είναι υπό διερεύνηση η εξειδίκευση και η εμπειρία συνεργείων για την εκτέλεση των εργασιών είναι μικρή και μερικές φορές αρνητική. Πάντως ανεξάρτητα από την έλλειψη θεσμοθετημένων κριτηρίων ανασχεδιασμού των κατασκευών στη χώρα μας, φαίνεται να είναι εντελώς απαραίτητη τουλάχιστον η έγκαιρη ενίσχυση των κτιρίων προσφοράς υπηρεσιών επείγουσας ανάγκης (όπως π.χ. τα νοσοκομεία και τα κτίρια τηλεπικοινωνιών) ή άλλων ειδικών χρήσεων (όπως π.χ. τα σχολεία), έτσι ώστε να παραμείνουν σε λειτουργία μετά από ένα ισχυρό σεισμό. Θα πρέπει μάλιστα ο ανασχεδιασμός να μην αποβλέπει απλώς στην αποφυγή κατάρρευσης αλλά και στον περιορισμό των μετακινήσεων, έτσι ώστε να αποφευχθούν οι βλάβες στα αρχιτεκτονικά και μηχανολογικά στοιχεία του κτιρίου που θα εμποδίσουν την προσφορά των αντίστοιχων υπηρεσιών.

5.11 Αποτίμηση αντοχής και πρόταση επέμβασης σε υφιστάμενες κατασκευές

Τρία κύρια στάδια μπορούν να διακριθούν στη συνολική διαδικασία που απαιτείται για τον ανασχεδιασμό μιας υφιστάμενης κατασκευής. Το πρώτο είναι η αποτίμηση, δηλαδή η εξέταση της υπάρχουσας κατάστασης, η τεκμηρίωση του υφιστάμενου φορέα και τελικά η αποτίμηση της σεισμικής ικανότητας της κατασκευής. Το δεύτερο αφορά τη διαδικασία για τη λήψη της απόφασης και περιλαμβάνει την εξέταση πιθανών σχημάτων επέμβασης και την επιλογή λύσης, συμπεριλαμβανόμενης και της κατεδάφισης. Το τρίτο αφορά τον σχεδιασμό της λύσης που επελέγη και περιλαμβάνει την διαστασιολόγηση των μελών του επισκευασμένου/ενισχυμένου φορέα, την τεχνική περιγραφή των προβλεπόμενων εργασιών και το κόστος της λύσης.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Στο πρώτο στάδιο περιλαμβάνεται η αποτύπωση του φέροντα οργανισμού, η καταγραφή των βλαβών, καθώς και η εκτίμηση των συνοριακών συνθηκών, των κατακόρυφων φορτίων και των μηχανικών χαρακτηριστικών των υλικών της κατασκευής. Η αξιολόγηση των βλαβών και των ατελειών σε μεμονωμένα στοιχεία, δεν θα ωφελήσει αν τελικά δεν εκτιμηθεί η πιθανότερη παθολογική εικόνα του συνόλου της κατασκευής, που θα πρέπει να επιβεβαιωθεί από τα αποτελέσματα μιας ανάλυσης που θα αποτιμά τη σεισμική της ικανότητα. Ανεξάρτητα από την ειδικότερη μέθοδο που θα επιλεγεί για την αποτίμηση της φέρουσας ικανότητας της κατασκευής, είτε επιλεγεί μια προσεγγιστική μέθοδος είτε χρησιμοποιηθούν προχωρημένες μέθοδοι ανελαστικών αναλύσεων, στις οποίες θα εκτιμηθεί η παραμορφωσιακή ικανότητα των μελών του φορέα, στο τέλος αυτού του σταδίου αποφασίζεται αν υπάρχει ανάγκη για ενίσχυση της κατασκευής.

Προφανώς για την απόφαση αυτή προαπαιτείται η επιλογή της "στάθμης επιτελεστικότητας", δηλαδή της επιθυμητής συμπεριφοράς της κατασκευής, σε συνάρτηση με τον(τους) σεισμό(ους) σχεδιασμού, που μπορεί να εκφραστεί μέσω της πιθανότητας υπέρβασης της σεισμικής δράσης εντός του συμβατικού χρόνου ζωής της κατασκευής που θεωρείται 50 έτη. Με βάση το σημερινό Κανονιστικό πλαίσιο, ως στάθμη επιτελεστικότητας υποχρεωτικά πρέπει να επιλεγεί τουλάχιστον "η προστασία ζωής και περιουσίας των ενοίκων" ενώ η πιθανότητα υπέρβασης της σεισμικής δράσης δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 10%. Όμως για τα υφιστάμενα κτίρια θα ήταν λογικό να μπορεί να ρυθμιστεί και διαφορετικά. Το ίδιο θα μπορούσε να ισχύει μετά από οποιαδήποτε επέμβαση, εξασφαλίζοντας κατελάχιστον την αρχική (προ της επέμβασης) ικανότητα του φορέα. Το δεύτερο στάδιο που αφορά την λήψη απόφασης για την επέμβαση, αποτελεί το δυσκολότερο ίσως τμήμα της όλης διαδικασίας, επειδή σ' αυτό το στάδιο εμπλέκεται ένα πλήθος παραγόντων που δεν είναι εύκολο να ποσοτικοποιηθούν. Κατ' αρχάς θα πρέπει να έχουν αξιολογηθεί όλες οι παράμετροι που μπορούν να επηρεάσουν την απόφαση προς κάθε μία από τις παρακάτω τρεις κρίσιμες δυνατές επιλογές:

- επισκευή της κατασκευής (αν υπάρχουν βλάβες) ή καμία επέμβαση
- ενίσχυση της κατασκευής
- κατεδάφιση της κατασκευής και ανέγερση νέας

Ως επισκευή ορίζεται η διαδικασία επέμβασης σε μία κατασκευή με βλάβες, η οποία αποκαθιστά τα προ της βλάβης χαρακτηριστικά των στοιχείων της και επαναφέρει την κατασκευή στην αρχική της κατάσταση.

Ως ενίσχυση ορίζεται η διαδικασία επέμβασης, σε μία κατασκευή, με ή χωρίς βλάβες, η οποία επαυξάνει τη φέρουσα ικανότητα του φορέα σε επίπεδο υψηλότερο από αυτό του αρχικού του σχεδιασμού.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Η απόφαση για την κρίσιμη επιλογή, μεταξύ επισκευής, ενίσχυσης και κατεδάφισης/ανακατασκευής καθώς και της ειδικότερης διαδικασίας επέμβασης που τελικά θα προταθεί, είναι προφανώς αποτέλεσμα μιας διαδικασίας επαναληπτικής εξέτασης εναλλακτικών σχημάτων επέμβασης, με στόχο την αποδεκτή σεισμική συμπεριφορά της κατασκευής ως σύνολο.

Αν επιλεγεί η λύση της ενίσχυσης, η αναζήτηση του σχήματος επέμβασης μπορεί να γίνει σε δύο κατευθύνσεις. Στην πρώτη κατεύθυνση θα αναζητηθεί η λύση με την οποία η κατασκευή ενισχύεται ως σύνολο έτσι ώστε να μειωθεί η ένταση στα αδύναμα στοιχεία της κατασκευής σε επίπεδα χαμηλότερα από τα ανεκτά όρια ικανότητας τους.

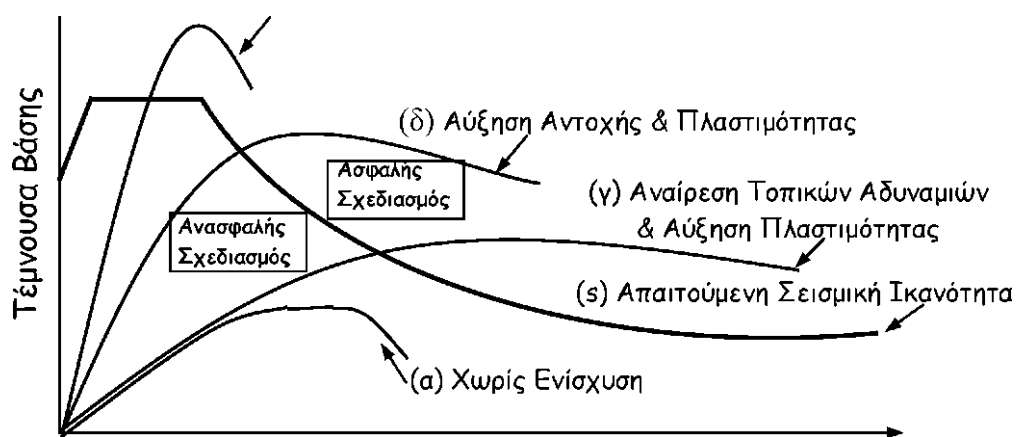
Στη δεύτερη κατεύθυνση θα αναζητηθεί η λύση με την οποία ενισχύονται τα αδύναμα στοιχεία της κατασκευής προσδίδοντας πρόσθετη ικανότητα (αντοχή, πλαστιμότητα) ή άλλα ελλείποντα χαρακτηριστικά σε μεμονωμένα στοιχεία. Η πρώτη κατεύθυνση ακολουθείται συνήθως όταν τα αδύναμα στοιχεία της κατασκευής είναι πολλά και επομένως χρειάζεται μία συνολική αντιμετώπιση του θέματος, ενώ η δεύτερη κατεύθυνση ακολουθείται όταν αξιολογείται ότι πρέπει να εξαλειφθούν μόνο κάποιες τοπικές αδυναμίες της κατασκευής. Πάντως, για κατασκευές που έχουν υποστεί βλάβες από έναν ισχυρό σεισμό, ανεξάρτητα από το παραπάνω αποτέλεσμα, η εικόνα των βλαβών αποτελεί αδιάψευστο στοιχείο της σεισμικής ικανότητας που επηρεάζει ιδιαίτερα την απόφαση. Έτσι σε κατασκευές με εκτεταμένες και βαριές βλάβες, η επέμβαση πρέπει να στοχεύει στην ενίσχυση της κατασκευής.

Το τρίτο στάδιο που αφορά τον σχεδιασμό της λύσης επέμβασης, περιλαμβάνει τη διαστασιολόγηση των επισκευασμένων/ενισχυμένων μελών του. Η χρήση νέων στοιχείων σε συνεργασία με τα παλαιά δημιουργεί νέα πολυφασικά, σύνθετα στοιχεία, η διαστασιολόγηση των οποίων ξεφεύγει συχνά από τις συνήθεις διαδικασίες διαστασιολόγησης μονολιθικών στοιχείων από οπλισμένο σκυρόδεμα. Εξάλλου η χρήση νέων υλικών (υφασμάτων ή ελασμάτων από ινοπλισμένα πολυμερή) για την ενίσχυση των υφιστάμενων στοιχείων, δημιουργεί ένα ενδιαφέρον πεδίο εφαρμογής που όμως απαιτεί ιδιαίτερη προσοχή λόγω έλλειψης εμπειρίας και του συχνά υπερβολικού ενθουσιασμού που πηγάζει από την ευκολία εφαρμογής στην πράξη. Η αναδιαστασιολόγηση του φορέα καταλήγει πάντα στα σχέδια λεπτομερειών της οριστικής μελέτης επέμβασης και κοστολόγηση των εργασιών. Η επιλογή πρέπει τελικά να κριθεί οικονομικά ωφέλιμη. Γιατί, δυστυχώς, έχει παρατηρηθεί συχνά να επιλέγονται λύσεις εξοργιστικά αντιοικονομικές χωρίς ουσιαστικό λόγο.

5.12 Αντισεισμική ενίσχυση κατασκευής ως συνόλου

Με βάση τις Κανονιστικές απαιτήσεις που καθορίζουν τις προβλεπόμενες σεισμικές δράσεις, με χρήση των φασμάτων απόκρισης και χρησιμοποιώντας απλές σχέσεις της Δυναμικής των κατασκευών, η απαιτούμενη σεισμική ικανότητα μιας κατασκευής, θεωρούμενης ως μονοβάθμιου ταλαντωτή, μπορεί να αναπαρασταθεί σε ένα διάγραμμα τέμνουσας βάσης-μετακινήσεων από μια καμπύλη ίδιας μορφής με αυτήν των φασμάτων όπως είναι η καμπύλη s στο Σχήμα 11. Η καμπύλη αυτή υποδηλώνει το όριο μεταξύ της ασφαλούς και της ανασφαλούς επιλογής της λύσης ενίσχυσης. Δηλαδή μία κατασκευή θεωρείται ασφαλής εφόσον η καμπύλη που αναπαριστά τη συμπεριφορά της επεκτείνεται στην περιοχή πάνω από την καμπύλη (s) που απεικονίζει τον ασφαλή σχεδιασμό. Διαφορετικά απαιτείται ενίσχυση της κατασκευής. Είναι ως εκ τούτου προφανές, ότι μπορούμε να επιλέξουμε μία ασφαλή λύση ενίσχυσης της κατασκευής είτε αυξάνοντας την αντοχή και τη δυσκαμψία της είτε αναιρώντας πρώιμους τρόπους αστοχίας και αυξάνοντας την ικανότητά της για μεγάλες ανελαστικές παραμορφώσεις. Εξάλλου ως ενίσχυση θα μπορούσε να θεωρηθεί και κάθε διαδικασία με την οποία μειώνεται η εισαγόμενη σεισμική δράση στην κατασκευή και επομένως μειώνεται η απαιτούμενη σεισμική της ικανότητα. Στο Σχήμα 11 παρουσιάζονται ποιοτικά διαγράμματα Τέμνουσας Βάσης-Μετακινήσεων, για τις τρεις βασικές στρατηγικές αντισεισμικής ενίσχυσης. Η καμπύλη (α) αναπαριστά τη συμπεριφορά της κατασκευής πριν την ενίσχυση. Η καμπύλη (β) αναπαριστά τη συμπεριφορά της κατασκευής μετά την ενίσχυση της, όταν επιτυγχάνεται η αύξηση της δυσκαμψίας και της αντοχής του φορέα. Η καμπύλη (γ) αναπαριστά τη συμπεριφορά της κατασκευής μετά την ενίσχυση της, όταν αναιρούνται πρώιμοι τρόποι αστοχίας και αυξάνεται η πλαστιμότητα του φορέα. Η καμπύλη (δ) αναπαριστά τη συμπεριφορά της κατασκευής μετά την ενίσχυση της, όταν συγχρόνως επιτυγχάνεται η αύξηση της αντοχής, της δυσκαμψίας και της πλαστιμότητας του φορέα. Η επιλογή της καταλληλότερης στρατηγικής ενίσχυσης καθώς και της μεθόδου (και των επιμέρους κατασκευαστικών τεχνικών) που θα ακολουθηθεί, δεν είναι πάντα εύκολη. Αρχικά χρειάζεται να αξιολογηθούν όλες οι εναλλακτικές διαδικασίες, λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές συνθήκες του έργου και ακόμη νομικούς, πολεοδομικούς, και άλλους τυχόν περιορισμούς. Στη συνέχεια θα πρέπει να αξιολογηθούν άλλοι σημαντικοί παράγοντες όπως το κόστος και η διάρκεια της επέμβασης, το μέγεθος της ενόχλησης των ενοίκων, και η διαθεσιμότητα κατάλληλου εξειδικευμένου προσωπικού.

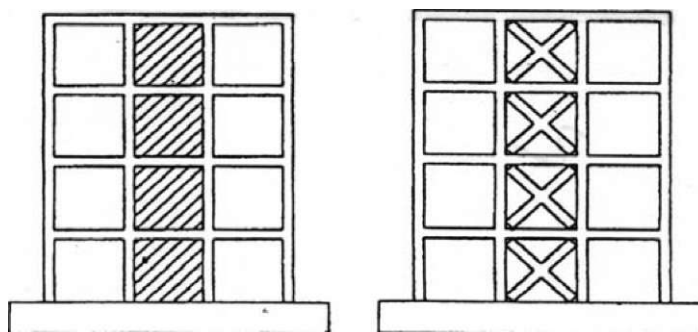
ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ



Σχήμα 11. Στρατηγικές ενίσχυσης

Διάφορες μέθοδοι και τεχνικές χρησιμοποιούνται σήμερα στην πράξη για την αντισεισμική ενίσχυση μίας κατασκευής ως σύνολο. Ειδικότερα όσον αφορά τις κατασκευές από οπλισμένο σκυρόδεμα, θα μπορούσε κανείς να διακρίνει έξι κύριες μεθόδους επέμβασης, ανάλογα με το είδος των πρόσθετων στοιχείων που χρησιμοποιείται σε κάθε μέθοδο. Ένα πλήθος εναλλακτικών τεχνικών μπορούν να χρησιμοποιηθούν στα πλαίσια κάθε μίας από αυτές τις μεθόδους, ενώ συχνά είναι σκόπιμο να χρησιμοποιηθεί ένας συνδυασμός μεθόδων ή επί μέρους τεχνικών έτσι ώστε να προκύψει η βέλτιστη τεχνο-οικονομική λύση. Οι μέθοδοι αυτές είναι: (α) Η κατασκευή τοιχωμάτων εντός των πλαισίων του φέροντα οργανισμού της κατασκευής (Σχ.12α) που στοχεύει σε μεγάλη αύξηση της δυσκαμψίας και της αντοχής της κατασκευής. Η μέθοδος εφαρμόζεται επίσης για να διορθωθούν σφάλματα σχεδιασμού που σχετίζονται με τη μόρφωση του φορέα και ειδικότερα όταν διαπιστώνεται έντονη ασυμμετρία κατανομής δυσκαμψίας ή αντοχής καθ' ύψος ή εκκεντρότητα δυσκαμψίας σε κάτοψη.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Σχήμα 12. (α) Τοιχώματα εντός πλαισίων (β) Δικτυωτά συστήματα

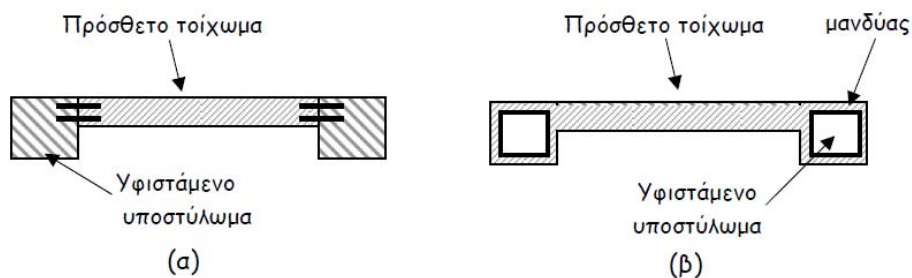
Συνήθως χρησιμοποιούνται τοιχώματα από οπλισμένο (έγχυτο ή εκτοξευόμενο) σκυρόδεμα κατασκευαζόμενα στον τόπο του έργου. Εναλλακτικά, για ηπιότερες επεμβάσεις, μπορούν να χρησιμοποιηθούν είτε προκατασκευασμένα τοιχώματα (panels), είτε τοιχοποιία από συμπαγείς οπτόπλινθους ή τσιμεντοπλίνθους.

Στις περιπτώσεις που επιδιώκεται μία περισσότερο πλάσטיμη συμπεριφορά της κατασκευής, η σύνδεση γίνεται μόνο στις δοκούς, δηλαδή στο πάνω και κάτω μέρος του τοιχώματος, ενώ στα πλάγια, μεταξύ του τοιχώματος και των υποστυλωμάτων δεν γίνεται σύνδεση και αφήνεται ένα μικρό κενό. Στη περίπτωση προσθήκης τοιχωμάτων από οπλισμένο σκυρόδεμα η θεμελίωση των νέων τοιχωμάτων συνδέεται πάντοτε με την υπάρχουσα θεμελίωση.

Επίσης επισημαίνεται ότι στη συνήθη περίπτωση σύνδεσης των νέων τοιχωμάτων με τα υποστυλώματα, τα τελευταία αποτελούν πλέον τα άκρα ενός νέου τοιχώματος όπου προφανώς αναμένεται αυξημένη ένταση. Ως εκ τούτου ιδιαίτερα συνίσταται όπως τα άκρα του νέου τοιχώματος επεκτείνονται σε ένα μανδύα γύρω από τα υποστυλώματα, ενισχύοντας έτσι και αυτήν την περιοχή (Σχ.13).

Κρίσιμο σημείο εφαρμογής της μεθόδου είναι η εξασφάλιση της μεταφοράς των οριζοντίων δράσεων στα νέα τοιχώματα. Απαιτείται δηλαδή έλεγχος στις στάθμες των ορόφων ότι οι δοκοί που συντρέχουν στο τοίχωμα (με διεύθυνση τον ισχυρό άξονα του τοιχώματος) έχουν επαρκή διαμήκη οπλισμό για τη μεταφορά των οριζοντίων δράσεων του ορόφου. Αν ο οπλισμός αυτός είναι ανεπαρκής η ενίσχυση περιλαμβάνει και την προσθήκη νέων οριζοντίων στοιχείων σύνδεσης.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Σχήμα 13: Τοιχωματοποίηση πλαισίου, (α) χωρίς ενίσχυση υποστυλωμάτων και (β) με σύγχρονη κατασκευή μανδύα στα ακραία υποστυλώματα (συνιστάται).

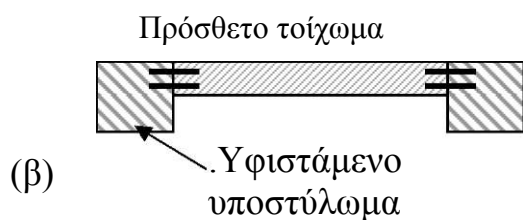
Δύο κατασκευαστικά θέματα που αφορούν τη σύνδεση των τοιχωμάτων με τα περιβάλλοντα πλαίσια απαιτούν ιδιαίτερη προσοχή.

Το πρώτο πρόβλημα οφείλεται στα αποτελέσματα της συστολής ξήρανσης του νέου σκυροδέματος, και εκδηλώνεται με ρηγμάτωση της διεπιφάνειας, εκεί όπου το υψηλότερο τμήμα του τοιχώματος εφάπτεται στον πυθμένα της δοκού του πλαισίου. Εδώ η συστολή ξήρανσης αντιμετωπίζεται συνήθως με σκυρόδεμα ειδικής σύνθεσης, όπου έχουν χρησιμοποιηθεί ειδικά πρόσμικτα.

Εναλλακτικά, πολλές φορές το τοίχωμα σκυροδετείται μέχρι ύψος 20cm περίπου χαμηλότερα από τον πυθμένα της δοκού και μετά πάροδο ικανού χρόνου από την ημέρα σκυροδέτησης, συμπληρώνεται το υπόλοιπο (δηλαδή το τμήμα του τοιχώματος κοντά στον πυθμένα της δοκού) με εποξειδικό ή πολυεστερικό κονίαμα. Μερικές φορές ανάλογα με τις ειδικές συνθήκες του έργου το τοίχωμα μπορεί να σκυροδετηθεί μέχρι ύψος 5-7 mm χαμηλότερα από τον πυθμένα της δοκού, οπότε πλέον το κενό συμπληρώνεται με ρητινοειδή κόλλα χρησιμοποιώντας την τεχνική των ρητινενέσεων.

Το δεύτερο πρόβλημα αφορά μόνο την περίπτωση των έγχυτων τοιχωμάτων και ειδικότερα τη δυσκολία σκυροδέτησης του υψηλότερου τμήματος του τοιχώματος λόγω ανεπαρκούς πρόσβασης από την κορυφή. Γι' αυτό η χρήση του εκτοξευόμενου σκυροδέματος, αποτελεί έναν πρόσθετο λόγο προτίμησης.

ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ



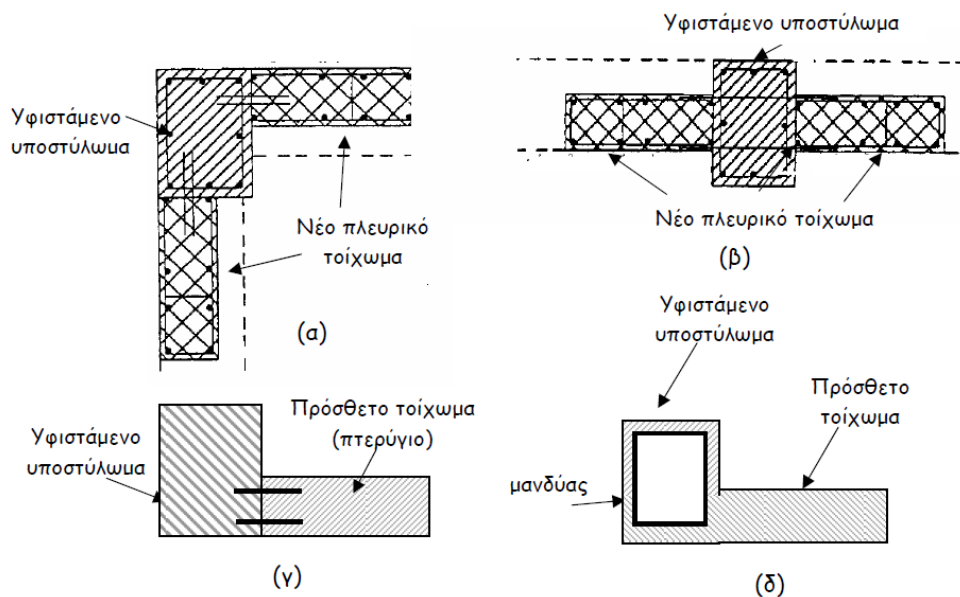
Η κατασκευή δικτυωτών συστημάτων εντός των πλαισίων του φέροντα οργανισμού της κατασκευής που στοχεύει σε μέτρια αύξηση της αντοχής και κυρίως σε αύξηση της δυσκαμψίας και της πλαστιμότητας της κατασκευής. Τα συστήματα αυτά συνήθως είναι μεταλλικά και σπανίως είναι από οπλισμένο σκυρόδεμα, δεδομένου ότι η δυνατότητα ανελαστικής παραμόρφωσης των μεταλλικών στοιχείων προσφέρει ένα σημαντικό παράγοντα απορρόφησης σεισμικής ενέργειας.

Χρησιμοποιείται με παρόμοιο τρόπο όπως στις μεταλλικές κατασκευές και εφαρμόζεται εύκολα σε βιομηχανικούς χώρους και σε ισόγειους μαλακούς ορόφους κτιρίων. Έχοντας το πλεονέκτημα του μικρού ιδίου βάρους και της ταχύτητας κατασκευής χωρίς να εμποδίζεται ο φωτισμός των χώρων, η τεχνική τυγχάνει ευρείας εφαρμογής σε χώρες υψηλής σεισμικότητας.

Συνίσταται όπως η επαφή στο φέροντα οργανισμό της κατασκευής γίνεται με συνεχή σύνδεση ενός μεταλλικού πλαισίου επί του οποίου συνδέονται οι ράβδοι του δικτύωματος. Εναλλακτικά και εφόσον η παραπάνω διαδικασία δεν είναι εύκολο να εφαρμοστεί, οι ράβδοι του δικτύωματος προσαρμόζονται με ειδικές διατάξεις, απευθείας επάνω στο φέροντα οργανισμό. Πολλές φορές η εφαρμογή γίνεται εξωτερικά των πλαισιωμάτων της κατασκευής για κατασκευαστική διευκόλυνση, ιδιαίτερα στις περιπτώσεις που προϋπάρχουν τοιχοπληρώσεις εντός των πλαισίων. Διάφορες διατάξεις δικτυωμάτων έχουν χρησιμοποιηθεί στην πράξη όπως π.χ. με σχήμα K, ρόμβου ή χιαστί διαγωνίων που είναι και η πλέον συνήθης και συχνά αποτελεσματικότερη διάταξη.

Ιδιαίτερη προσοχή απαιτείται στην αξιολόγηση της ανακατανομής της έντασης στο φορέα. Νέα εντατικά μεγέθη εισάγονται πλέον στο φορέα ιδιαίτερα στα στοιχεία του περιβάλλοντος πλαισίου. Επαρκής αντοχή των κόμβων (δοκών-υποστυλωμάτων) είναι απαραίτητη, επειδή αποτελούν τις περιοχές αλληλεπίδρασης του παλαιού φορέα με τα νέα στοιχεία. Πιθανή ανεπάρκεια των κόμβων συνεπάγεται την τροποποίηση της κατασκευαστικής διάταξης σύνδεσης των μεταλλικών στοιχείων στο φέροντα οργανισμό της κατασκευής, έτσι ώστε να περιλαμβάνονται στην ενίσχυση και οι κόμβοι.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Σχήμα 14: (α), (β), (γ) Προσθήκη τοιχωμάτων σε συνέχεια υποστυλωμάτων (δ) Προσθήκη τοιχωμάτων με σύγχρονη ενίσχυση υποστυλωμάτων

(γ) Η κατασκευή τοιχωμάτων-πτερυγίων από οπλισμένο σκυρόδεμα σε συνέχεια και σύνδεση με υπάρχοντα υποστυλώματα της κατασκευής, που στοχεύει σε μέτρια αύξηση της αντοχής και της δυσκαμψίας και σε βελτίωση της πλαστιμότητας της κατασκευής (Σχ.14).

(δ) Η προσθήκη νέων κατακόρυφων στοιχείων στην κατασκευή, που στοχεύει σε μεγάλη αύξηση της δυσκαμψίας, αντοχής και πλαστιμότητας της κατασκευής. (ε) Η επιλεκτική ενίσχυση αδύναμων στοιχείων του φορέα που στοχεύει στην αποφυγή πρόωρων αστοχιών και στην αύξηση της πλαστιμότητας της κατασκευής. Συχνά συνοδεύεται με κατασκευή μανδύων σε κατακόρυφα στοιχεία της κατασκευής, από ινοπλισμένα πολυμερή ή χαλύβδινα στοιχεία συχνά με την μορφή ενός μεταλλικού κλωβού. Η εφαρμογή μιας μορφής μεταλλικού κλωβού είναι ιδιαίτερα χρήσιμη και ως μέθοδος προσωρινής υποστύλωσης σε υποστυλώματα με βαριές διατμητικές βλάβες .

Αν απαιτείται και μικρή αύξηση της αντοχής της κατασκευής, η μέθοδος περιλαμβάνει και την κατασκευή μανδύων από οπλισμένο σκυρόδεμα .

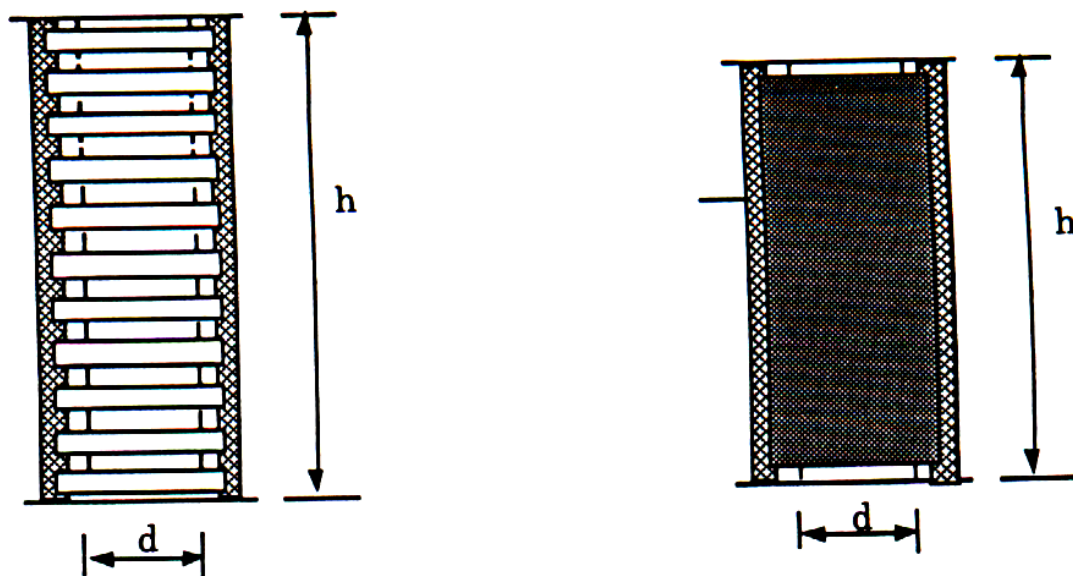
**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Τοποθέτηση υφασμάτων ινοπλισμένων πολυμερών σε υποστρώματα



Περίσφιγξη με μεταλλικό κλωβό ή μεταλλικό μανδύα

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



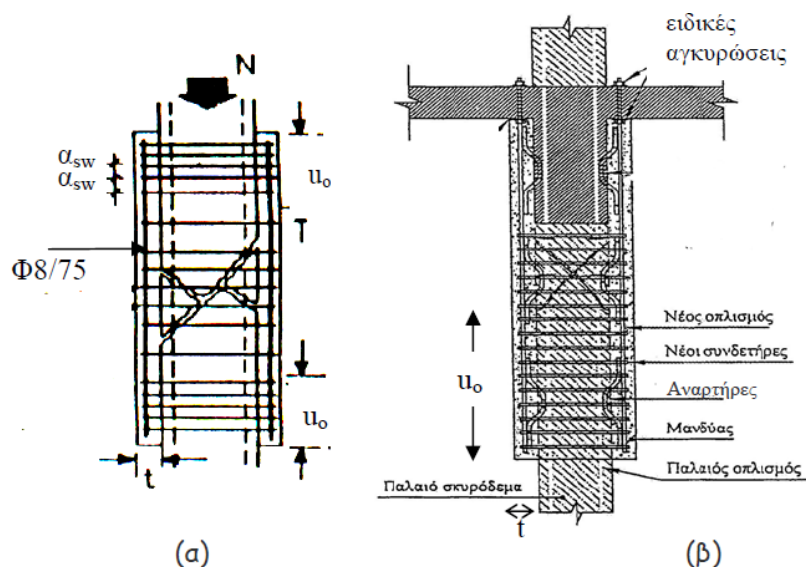
Ενίσχυση υποστυλώματος - Προσθήκη τοιχώματος (Αίγιο, 1995)

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



**Μεταλλικός μανδύας ως τεχνική προσωρινής υποστήλωσης (Πύργος,
1993)**

ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ



Ενδεικτική απεικόνιση άκρων μανδύα (Τάσιος, 2004) (α) Με επαρκές μήκος συναρμογής και στα δύο άκρα (β) Χωρίς επαρκές μήκος συναρμογής στο ένα άκρο

Η αξιολόγηση των κρίσιμων αδυναμιών του φορέα και η επιλογή της κατάλληλης τεχνικής επέμβασης είναι πρωταρχικής σημασίας για την επιτυχία της προσπάθειας. Συχνά η έλλειψη γνώσης του αντικειμένου οδηγεί σε ανεπιτυχείς επιλογές.

Εδώ απλώς επισημαίνονται, μερικά θέματα, πρακτικού ενδιαφέροντος, που μπορεί να βοηθήσουν στην αποτροπή εσφαλμένων επιλογών.

Η ενίσχυση υποστρωμάτων με περίσφιγξη (χρησιμοποιώντας ινοπλισμένα πολυμερή ή μεταλλικούς μανδύες) δεν προσφέρεται για εύκαμπτες κατασκευές όπου η αστοχία ελέγχεται από τις μετακινήσεις. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η ενίσχυση πρέπει να στοχεύει πρωταρχικά στην αύξηση της δυσκαμψίας.

Δεν προσφέρεται για αύξηση της αντοχής σε κάμψη, των κατακορύφων στοιχείων μιας κατασκευής, η χρήση της τεχνικής του μεταλλικού κλωβού ή ινοπλισμένων πολυμερών.

Η εφαρμογή περίσφιγξης (με ινοπλισμένα πολυμερή ή με χαλύβδινα στοιχεία), σε υποστρώματα κυκλικής ή ορθογωνικής διατομής, αυξάνει την πλαστιμότητα και την αντοχή σε τέμνουσα και περιορίζει την ολίσθηση ματισμένων ράβδων όταν το μήκος μάτισης τους είναι ανεπαρκές. Όμως δεν αναμένεται σημαντική προσφορά σε στοιχεία ορθογωνικής διατομής με μεγάλο λόγο πλευρών ή διατομής L .

Στην περίπτωση υποστρωμάτων με οξειδωμένους οπλισμούς, η ενίσχυση με μανδύες από ινοπλισμένα πολυμερή προφανώς προστατεύει τους οπλισμούς από παραπέρα οξείδωση (όπως άλλωστε και η επάλειψη του στοιχείου με εποξειδική κόλλα).

Όμως πιθανότατα δεν θα μπορέσει να παρεμποδίσει την πρόωρη αστοχία του στοιχείου, αν η οξείδωση των οπλισμών είναι σε προχωρημένο στάδιο.

Η κατασκευή μανδυών από ανοπλισμένα πολυμερή σε κατακόρυφα μέλη, ενισχύει το στοιχείο σε διάτμηση και πλαστιμότητα, συχνά όμως δεν μπορεί να προσφέρει ικανοποιητική αντίσταση στον λυγισμό των κατακορύφων ράβδων. Επομένως, αν σε ένα υφιστάμενο στοιχείο, οι συνδετήρες είναι αραιοί, η αστοχία πιθανότατα ελέγχεται από πρόωρο λυγισμό των διαμήκων ράβδων. Στην περίπτωση αυτή η τοπική συγκέντρωση τάσεων, που θα προέλθει από την θλιβόμενη ράβδο στο μεσοδιάστημα των συνδετήρων, θα οδηγήσει σε τοπική αστοχία του μανδύα. Ως εκ τούτου, αν ο λυγισμός των διαμήκων ράβδων αξιολογείται ως η κρισιμότερη πιθανή αιτία αστοχίας του υποστυλώματος, προτιμότερη επιλογή ενίσχυσης του στοιχείου είναι η κατασκευή μεταλλικού κλωβού, ή μανδύα από οπλισμένο σκυρόδεμα.

Σε περιπτώσεις μικρού μήκους αλληλοκάλυψης των ράβδων οπλισμού (σε περιοχές "ματισμάτων" με κοντές αναμονές), η περίσφιγξη του στοιχείου με υφάσματα από ανοπλισμένα πολυμερή ή με μεταλλικούς μανδύες βελτιώνει σημαντικά την αντοχή και την πλαστιμότητα της περιοχής. Όμως, σε αρκετές περιπτώσεις, έστω αν και βελτιώνεται η συμπεριφορά, είναι τελικά ανέφικτο να αποτραπεί η ολίσθηση των ράβδων. Ως εκ τούτου όταν το μήκος μάτισης των ράβδων είναι μικρότερο από το 30% του προβλεπόμενου από τον Κανονισμό, είναι προτιμότερο να επιλεγεί η λύση της ηλεκτροσυγκόλλησης των ράβδων. Επιπρόσθετα επισημαίνεται, ότι η περίσφιγξη, προφανώς, δεν μπορεί να προσφέρει σημαντικά στις ράβδους ορθογωνικών υποστυλωμάτων που δεν βρίσκονται κοντά σε γωνία της διατομής.

(7) Η εφαρμογή επικολλητών φύλλων από ανοπλισμένα πολυμερή (FRPs) για ενίσχυση ασθενών κόμβων (δοκών-υποστυλωμάτων), αποδεικνύεται πειραματικά ιδιαίτερα αποτελεσματική. Όμως, η τεχνική αυτή εφαρμόζεται δύσκολα στην πράξη λόγω της παρουσίας των πλακών και των εγκαρσίων δοκών. Το ίδιο ισχύει και για την περίπτωση εφαρμογής επικολλητών χαλύβδινων ελασμάτων. Άλλες τεχνικές, όπως η κατασκευή μανδυών από οπλισμένο σκυρόδεμα ή η ανακατασκευή του κόμβου με προσθήκη οπλισμών εντός του, δείχνουν κατασκευαστικά προσφορότερες. Πάντως για ελαφρές βλάβες σε κόμβους η επισκευή με την τεχνική των ρητινενέσεων φαίνεται να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική. (στ) Η ενσωμάτωση στην κατασκευή συστημάτων απορρόφησης ενέργειας, ιξώδους ή υστερητικής συμπεριφοράς, που στοχεύει στη μείωση της εισαγόμενης σεισμικής έντασης της κατασκευής.

Πρέπει πάντως να επισημανθεί, ότι ισχυρές επεμβάσεις (όπως είναι οι τέσσερις πρώτες περιπτώσεις στις οποίες προβλέπεται η προσθήκη νέων στοιχείων που προσαρμόζονται πάνω στην υφιστάμενη κατασκευή), αλλάζουν ριζικά το αρχικό στατικό σύστημα της κατασκευής και γι' αυτό θα πρέπει να αποφασίζονται με σύνεση. Απαιτείται πλέον ένας εξολοκλήρου νέος σχεδιασμός της κατασκευής που πιθανότατα θα απαιτήσει εκτεταμένες επεμβάσεις σε πολλές περιοχές της κατασκευής, όπως π.χ. στη θεμελίωση. Απαιτούνται ως εκ τούτου, ειδικοί έλεγχοι στις θέσεις αλληλεπίδρασης, που θα επιβεβαιώνουν τις ικανότητες των συνδέσεων για τη μεταφορά δυνάμεων μεταξύ των νέων στοιχείων και της υφισταμένης κατασκευής. Η διαδικασία εφαρμογής των παραπάνω μεθόδων καθώς και τα ειδικότερα προβλήματα που ανακύπτουν μπορούν να αναζητηθούν αλλού

5.13 Υλικά και τεχνολογίες επεμβάσεων

Η επιλογή της κατάλληλης λύσης για την επισκευή ή την ενίσχυση μιας κατασκευής από Ο.Σ. προϋποθέτει ότι ο μηχανικός γνωρίζει τα υλικά και τις τεχνικές που διατίθενται για τέτοιου είδους επεμβάσεις.

Στην πραγματικότητα, ο μηχανικός της πράξης, που δεν έχει ασχοληθεί με θέματα επεμβάσεων, θα αντιμετωπίσει το θέμα με δυσκολία, επειδή τα παραδοσιακά υλικά της οικοδομής (σκυρόδεμα και χάλυβας) είναι από μόνα τους ανεπαρκή να δώσουν τη λύση, έστω και αν εξακολουθούν να παίζουν πρωτεύοντα ρόλο στη διαδικασία.

Συχνά απαιτείται να χρησιμοποιηθούν νέα υλικά και νέες τεχνολογίες σε συνδυασμό με τροποποιημένα παραδοσιακά υλικά. Ειδικοί τύποι Σκυροδέματος, πολυμερικές κόλλες (εποξειδικές ρητίνες κ.λ.π.), επισκευαστικά κονιάματα, επικολλητά ελάσματα από χάλυβα ή ινοπλισμένα πολυμερή (FRPs), ινοπλισμένα υφάσματα, διατμητικοί σύνδεσμοι και αγκύρια, τεχνικές αγκυρώσεων, συνδέσεων και συγκολλήσεων νέων ράβδων οπλισμού, καθώς και άλλες ιδιοκατασκευές με χρήση μεταλλικών στοιχείων ή τενόντων, διατίθενται για επιλεκτική χρήση ανάλογα με τον σχεδιασμό της λύσης. Το εκτοξευόμενο σκυρόδεμα, οι ρητινενέσεις, οι μεταλλικοί σύνδεσμοι και τα ινοπλισμένα πολυμερή (FRPs) αποτελούν πλέον καθημερινή πρακτική στο πεδίο των επεμβάσεων.

Ο μηχανικός πρέπει να γνωρίζει καλά τι μπορεί να προσφέρει κάθε μία τεχνική, που μπορεί να εφαρμοστεί και που όχι, και να μπορεί να προδιαγράψει πλήρως τις απαιτούμενες εργασίες.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Δυστυχώς η έλλειψη επαρκούς γνώσης του αντικειμένου σε συνδυασμό με τις μαζικές κοινωνικές πιέσεις για γρήγορες λύσεις αποκατάστασης κτιρίων με βλάβες, μετά από ισχυρούς σεισμούς, έχουν οδηγήσει συχνά σε άστοχες επιλογές και κακότεχνες επεμβάσεις.

Δεν είναι του παρόντος μια εκτενής περιγραφή των υλικών και των τεχνολογιών που διατίθενται. Όμως εδώ, θα άξιζε τον κόπο μία επιλεκτική, επιγραμματική, επισήμανση μερικών θεμάτων ουσιώδους πρακτικής σημασίας για την αποτελεσματικότητα της επέμβασης, που από την εμπειρία μου γνωρίζω ότι συχνά προβληματίζουν τον μηχανικό της πράξης ή επιλύονται με λανθασμένο τρόπο.

(1) Η εκτόξευση και ακόμα περισσότερο η χύτευση νέου σκυροδέματος σε επαφή με υφιστάμενο στοιχείο Ο.Σ. προαπαιτεί εκτράχυνση της επιφάνειας του τελευταίου, σε βάθος της τάξης των 6mm με χρήση κατάλληλου μηχανικού εξοπλισμού (π.χ. με "ματσακόνι" και όχι απλά με σφυρί και καλέμι) ή με υδροβολή, έτσι ώστε να απομακρυνθεί εξωτερική επιδερμική στρώση τσιμεντοπολτού και να αποκαλυφθούν τα αδρανή.



Χρήση αεροματσάκονου για εκτράχυνση της διεπιφάνειας

(2) Αν το πάχος του μανδύα ενός κατακόρυφου στοιχείου είναι μικρό και δεν επαρκεί για την κατασκευή των προβλεπόμενων αγκίστρων στα άκρα των συνδετήρων υπό γωνία (επειδή εμποδίζει το υφιστάμενο στοιχείο), θα μπορούσε ίσως να γίνει αποδεκτό, ένα μικρότερο μήκος αγκίστρου της τάξεως των 5-6 Φ τηρώντας πάντως την απαιτούμενη γωνία των 45ο . Αν η γωνία είναι μικρότερη από 45ο υπάρχει κίνδυνος ανοίγματος των συνδετήρων με συνέπεια τον πρόωρο λυγισμό των διαμήκων ράβδων.

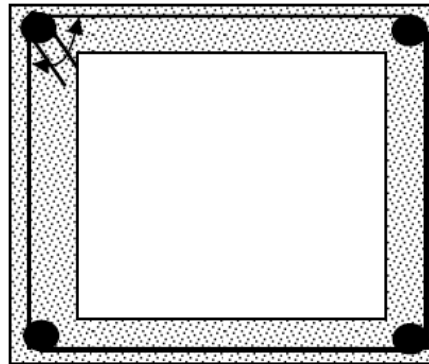
**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Διαφορετικά, τα άκρα των συνδετήρων είναι σκόπιμο να ηλεκτροσυγκολλούνται ή να συνδέονται μεταξύ τους με ειδικούς συνδέσμους (αρμοκλείδια), που εκτιμώ ότι σύντομα θα φροντίσει να καλύψει η αγορά.

Εξάλλου, αν η παρουσία των υφιστάμενων υποστυλωμάτων εμποδίζει την τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων, θα ήταν σκόπιμο να τοποθετηθούν περισσότεροι πλευρικοί οπλισμοί, έτσι ώστε να είναι κατασκευαστικά εφικτή η τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων. Στην περίπτωση στοιχείων με επιμήκη διατομή οι ενδιάμεσοι σύνδεσμοι τοποθετούνται μέσω οπών που στη συνέχεια γεμίζουν με ρητίνες (Σχήμα που ακολουθεί)

Άγκιστρα οπωσδήποτε υπό γωνία

$$l_{\text{αγκ}} \geq 5-6\Phi$$

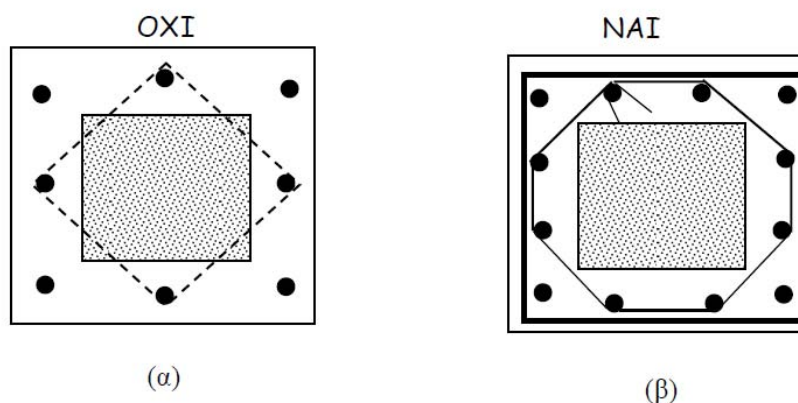


Άγκιστρα συνδετήρων μανδύα

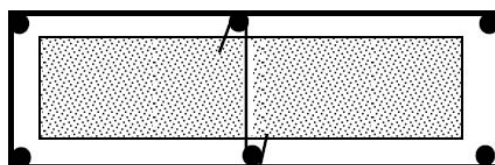


Σχήμα 12: Άνοιγμα συνδετήρων

ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ



Σχήμα 13: Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε τετραγωνικές διατομές



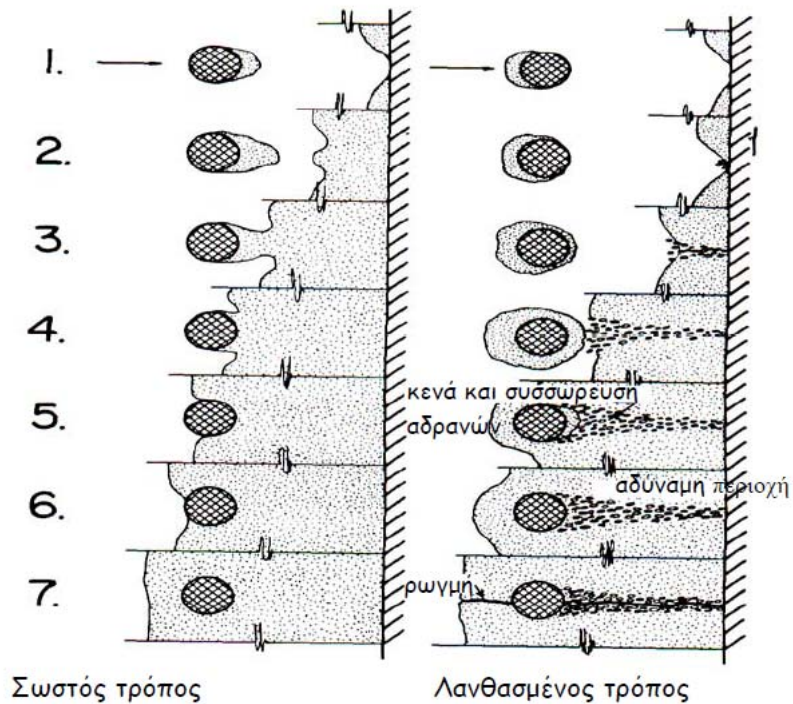
Σχήμα 14: Τοποθέτηση ενδιάμεσων συνδετήρων σε επιμήκεις διατομές

(3) Ηλεκτροσυγκολλήσεις ράβδων S220 (παλαιό StI) και S500s μπορούν να γίνονται χωρίς ειδικότερες προϋποθέσεις. Αν η ράβδος είναι S400 (παλαιό St III), η ολκιμότητά τους μειώνεται σημαντικά, λόγω δημιουργίας σκληρών μαρτενσιτικών συστατικών. Προθέρμανση των ράβδων σε θερμοκρασία μεγαλύτερη από 200ο - 250ο C εμποδίζει την δημιουργία των παραπάνω σκληρών συστατικών, διατηρώντας στην ράβδο, σχεδόν την ίδια αρχικής της ολκιμότητα.

(4) Η διάμετρος της οπής στον υφιστάμενο φορέα για την αγκύρωση νέων ράβδων οπλισμού, βλήτρων ή αγκυρίων, με χρήση εποξειδικής κόλλας, πρέπει να είναι 4mm περίπου μεγαλύτερη από της ράβδου. Ο καλλίτερος τρόπος απομάκρυνσης της σκόνης από το εσωτερικό της οπής είναι με απορρόφηση που θα ξεκινά από τον πυθμένα της οπής. Τα καλλίτερα αποτελέσματα (υψηλότερες δυνάμεις πρόσφυσης) επιτυγχάνονται όταν τα τοιχώματα της οπής εκτραχυνθούν ελαφρά με μία λεπτή συρμάτινη βούρτσα.

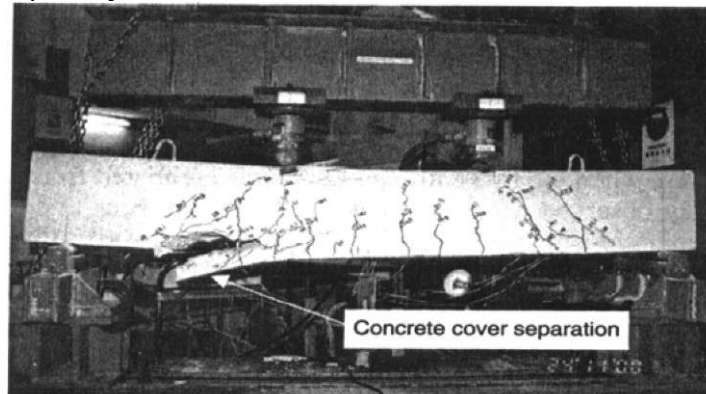
(5) Προσοχή απαιτείται στην εκτόξευση σκυροδέματος παρουσία οπλισμού. Υπάρχει κίνδυνος συσσώρευσης αδρανών πίσω από τις ράβδους (Σχ.15). Αυτό συνήθως οφείλεται σε επικόλληση υλικού εκτόξευσης στην έμπροσθεν όψη των ράβδων (πιθανόν μικρή ταχύτητα ή μεγάλη απόσταση εκτόξευσης, ή ανεπαρκής ικανότητα του αεροσυμπιεστή).

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**



Σχήμα 15: Εκτόξευση παρουσία οπλισμού (ACI Com.506, 1990)

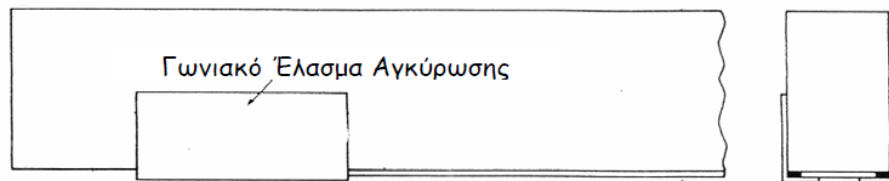
(6) Η εφαρμογή επικολλητών ελασμάτων από χάλυβα ή από ινοπλισμένα πολυμερή (FRPs) απαιτεί ειδική προετοιμασία της επιφάνειας του σκυροδέματος επί του οποίου θα επικολληθούν. Στην περίπτωση που χρησιμοποιούνται για καμπτική ενίσχυση εφιστάται η προσοχή του μελετητή ότι η πιθανότερη μορφή αστοχίας είναι η πρόωρη απόσχιση της επικάλυψης του σκυροδέματος μαζί με το επικολλημένο έλασμα στο άκρο του ελάσματος.



Εικόνα αστοχίας με απόσχιση της επικάλυψης οπλισμού (2001)

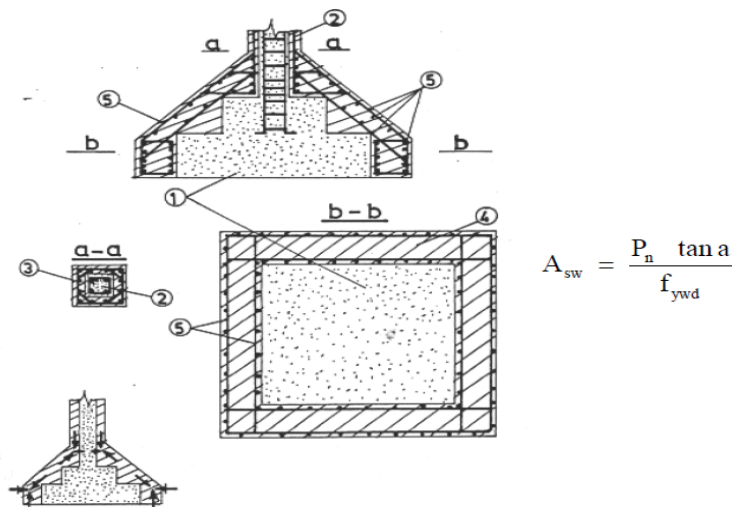
**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Όμως έχει αποδειχθεί ότι η ενεργοποίηση του ελάσματος γίνεται σε επίπεδα έντασης πολύ χαμηλότερα από αυτά που αντιστοιχούν στην αντοχή του υλικού, ειδικότερα όταν χρησιμοποιούνται ινοπλισμένα πολυμερή. Μία μορφή ενίσχυσης φαίνεται στο Σχήμα 17. Επίσης απαιτείται προσοχή όταν χρησιμοποιούνται υφάσματα από (ινοπλισμένα πολυμερή). Η στρογγύλευση γωνιών και η εξαφάνιση ανωμαλιών από την επιφάνεια επικόλλησης αποτελεί ελάχιστη προϋπόθεση έντεχνης εφαρμογής της τεχνικής



Σχήμα 17: Ειδικά επικολλητά γωνιακά αγκύρωσης

Στο Σχήμα 18 παρουσιάζεται μία τυπική μορφή ενίσχυσης στα πέδιλα θεμελίωσης, επισημαίνοντας ότι και σ' αυτήν την περίπτωση θα απαιτηθούν διατμητικοί σύνδεσμοι (βλήτρα) στις επιφάνειες επαφής του νέου σκυροδέματος με το παλαιό.



Σχήμα 18: Ενδεικτική ενίσχυση πεδίων με την τεχνική των μανδύων, όταν η επέμβαση περιλαμβάνει & ενίσχυση του φέροντος κατακόρυφου στοιχείου

Τέλος επισημαίνεται, ότι επειδή συχνά οι επεμβάσεις εφαρμόζονται κάτω από ειδικές (συχνά δύσκολες) συνθήκες, χρειάζεται να διασφαλιστεί ένα σύστημα ποιοτικού ελέγχου σε επίπεδο σημαντικά υψηλότερο από αυτό που εφαρμόζεται στις νέες κατασκευές. Επιπλέον πρέπει να αντιμετωπιστούν νέα κρίσιμα θέματα που ανακύπτουν, όπως αυτό της διασφάλισης της συνεργασίας των παλαιών και νέων υλικών καθώς και οι αγκυρώσεις των νέων προστιθέμενων στοιχείων.

6. ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

Οι επιπτώσεις των σεισμών

6.1 Τα αποτελέσματα του σεισμού στον ίδιο τον άνθρωπο

Είναι γνωστό ότι σεισμοί επιφανειακοί, μεγάλου μεγέθους, με το επίκεντρό τους κοντά σε κατοικημένες περιοχές προκαλούν συχνά σοβαρές και εκτεταμένες βλάβες σε κτίρια και τεχνικά έργα. Δυστυχώς οι καταστροφές αυτές μερικές φορές έχουν σαν συνέπεια τραυματισμούς ή και απώλειες ανθρώπινων ζωών.

Σύμφωνα με τα υπάρχοντα στοιχεία, στην Ελλάδα, από την αρχή του αιώνα μέχρι σήμερα έχουν χάσει τη ζωή τους, εξαιτίας των σεισμών, 1.400 άτομα περίπου. Αξίζει να σημειωθεί ότι στην Ελλάδα ο σεισμός με τις περισσότερες ανθρώπινες απώλειες (3.550 νεκροί, 7.000 τραυματίες) εκδηλώθηκε το 1881 στη Χίο (M=6,5). Ο μεγάλος αριθμός των νεκρών και των τραυματιών αποδίδεται στη συγκέντρωση των κατοίκων στους στενούς δρόμους του νησιού και επειδή λίγο πριν την κύρια δόνηση είχε εκδηλωθεί ισχυρός προσεισμός.



Σε παγκόσμιο επίπεδο τη δεκαετία 1994 - 2003 έχασαν τη ζωή του εξαιτίας των σεισμών 94.900 άνθρωποι και 38.452.000 επηρεάστηκαν από αυτούς.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Σεισμοί με τις μεγαλύτερες απώλειες σε όλο τον κόσμο			
A/A	Περιοχή	Ημερομηνία	Ανθρώπινες Απώλειες
1	Σουμάτρα (Νησιά Ανταμάν) M=9,1	26-12-2004	283.106
2	Κίνα (Τανγκσάν) M=7,5	27-07-1976	255.000
3	Κίνα (Τίνγκαι) M=7,8	16-12-1920	200.000
4	Ιαπωνία (Κάντο) M=7,9	01-09-1923	142.800
5	Σοβ. Ένωση (Τουρκμενιστάν) M=7,3	05-10-1948	110.000

Εκτός όμως από τον τραυματισμό ή ακόμα και το θάνατο ανθρώπων κατά τη διάρκεια μιας σεισμικής δόνησης, θέμα προβληματισμού αποτελεί και η στάση και η συμπεριφορά του πληθυσμού τόσο την ώρα του σεισμού όσο και κατά τη μετασεισμική περίοδο. Πολλοί άνθρωποι πανικοβάλλονται σε περίπτωση σεισμού και οδηγούνται σε εσφαλμένες επιλογές. Άνθρωποι πηδούν από μπαλκόνια, μπαίνουν σε ανελκυστήρες και εγκλωβίζονται μέσα σε αυτούς, συνωστιάζονται σε εξόδους κτιρίων. Τέτοιου είδους επιλογές έχουν δυσάρεστα, σε κάποιες περιπτώσεις αποτελέσματα, όπως τραυματισμούς ή θανάτους που θα μπορούσαν να αποφευχθούν έχοντας μία πιο πειθαρχημένη συμπεριφορά.

Στο σεισμό (M=6/6) του 1933 οι κάτοικοι της Κω βγήκαν έντρομοι στους δρόμους και συγκεντρώθηκαν συνωστιζόμενοι στους στενούς δρόμους του νησιού. Το τραγικό αποτέλεσμα ήταν 200 νεκροί και 600 τραυματίες. Κατά τη διάρκεια του κύριου σεισμού (M=7/6) αλλά και των μετασεισμών στο Izmit της Τουρκίας (17-8-1999), πολλοί άνθρωποι τραυματίστηκαν και κάποιοι έχασαν τη ζωή τους γιατί πήδηξαν πανικόβλητοι από τα μπαλκόνια των σπιτιών τους.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Κατά τη διάρκεια της μετασεισμικής περιόδου οι σεισμόπληκτοι νιώθουν ανασφάλεια κυρίως γιατί το σπίτι τους, που αποτελούσε το καταφύγιό τους, δεν μπορεί να τους προφυλάξει πια, ενώ πολλές φορές γίνεται χώρος εχθρικός αφού εγκυμονεί κινδύνους για τη ζωή και την ασφάλειά τους. Ο φόβος για το άγνωστο (επικείμενος μεγάλος σεισμός;), το αίσθημα του τρόμου, ο πανικός, η αναστάτωση, η νευρική υπερδιέγερση, η ανασφάλεια αλλά και η απογοήτευση, είναι συνήθη συναισθήματα για ανθρώπους που βίωσαν καταστρεπτικό σεισμό, ιδιαίτερα εάν οι ζημιές είναι εκτεταμένες και υπάρχει μεγάλη μετασεισμική ακολουθία. Συναισθήματα και προβληματισμοί που δύσκολα αποβάλλονται ακόμα και μετά την επαναφορά της καθημερινότητας. Συνήθως, περνά μεγάλο χρονικό διάστημα έως ότου τα άτομα αυτά να καταφέρουν να επανέλθουν στην προ του σεισμού ψυχική τους κατάσταση.



Επιπρόσθετα, η άγνοια δημιουργεί πρόσφορο έδαφος στην ανάπτυξη φημολογίας σχετικά με την εξέλιξη της κατάστασης (π.χ. επερχόμενος πιο ισχυρός σεισμός, φοβερές καταστροφές, κ.λπ.). Κάτι τέτοιο όχι μόνο δε βοηθά στην ανάπτυξη ήρεμου κλίματος και στην επαναφορά της καθημερινότητας, αντίθετα δημιουργεί ανασφάλεια και ψυχολογική πίεση.

Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελεί η περίπτωση του σεισμού της Πάρνηθας στις 7- 9-1999, όπου υπήρξε έξαρση φημολογιών για νέο ισχυρό σεισμό, προκαλώντας σύγχυση και πανικό στους πληγέντες. Απαραίτητη, για την όσο το δυνατόν πιο γρήγορη ομαλοποίηση της κατάστασης, είναι η πληροφόρηση από έγκυρες - αξιόπιστες πηγές (Πολιτεία - αρμόδιοι φορείς).

Στις επιπτώσεις του σεισμού περιλαμβάνεται και η εκδήλωση ασθενειών καθώς και η εξάπλωση επιδημιών (συνήθης κυρίως παλαιότερα) στις σεισμόπληκτες περιοχές.

Οι αιτίες μπορεί να είναι διάφορες:

- μη τήρηση κανόνων υγιεινής στις σκηνές και στους καταυλισμούς (αιτίες: έλλειψη τρεχούμενου νερού, μη δυνατότητα άμεσης αποκομιδής απορριμμάτων κ.λπ.) - κατανάλωση αλλοιωμένων τροφίμων (αιτίες: κακή συντήρηση, ακατάλληλες πρώτες ύλες)
- κατανάλωση ή χρήση μη πόσιμου νερού (αιτίες: βλάβες στο δίκτυο ύδρευσης, κ.ά.).

Το 1759 στη Θεσσαλονίκη προκλήθηκε φοβερή επιδημία μετά από ισχυρό σεισμό ($M=6,5$). Αντίστοιχη είναι και η περίπτωση της Μεσσηνίας μετά το σεισμό του 1846. Το 1999 μετά το σεισμό της Πάρνηθας ($M=5,9$), με πρωτοβουλία του Υπουργείου Υγείας, ξεκίνησε πρόγραμμα εμβολιασμού κατά της γρίπης σε σεισμόπληκτους άνω των 65 ετών καθώς και εμβολιαστική κάλυψη των παιδιών, για να προστατευτούν οι ευπαθείς ομάδες του πληθυσμού των καταυλισμών και να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τον επερχόμενο χειμώνα.

Μετά το σεισμό ($M=9,1$) και το τσουνάμι που έπληξε περιοχές του Ινδικού Ωκεανού στις 26-12-2004, οι τοπικοί φορείς και οι διεθνείς οργανισμοί έκαναν υπεράνθρωπες προσπάθειες για να προλάβουν την εκδήλωση ασθενειών ή την εξάπλωση επιδημιών και τα κατάφεραν. Πολλοί προσβλήθηκαν από τυφοειδή και δάγκειο πυρετό ενώ άλλοι είχαν γαστρεντερικά προβλήματα όμως δεν υπήρξε εξάπλωση επιδημιών παρόλο το μεγάλο μέγεθος της καταστροφής (283.106 άνθρωποι έχασαν τη ζωή τους).

Τέλος πρέπει να σημειωθεί ότι υπάρχουν περιπτώσεις, και στον ελληνικό χώρο, που ο φόβος μίας νέας καταστροφής είχε οδηγήσει τους κατοίκους σε "μετανάστευση". Το 1858 μετά από σεισμό μεγέθους 6,5 η Κόρινθος εγκαταλείφθηκε από τους κατοίκους της και μεταφέρθηκε στη σημερινή της θέση κοντά στη θάλασσα (στην αρχική της θέση υπήρχε από το 1438π.Χ.). Επίσης το 1863 μετά από σεισμό μεγέθους 7,5 που κατέστρεψε 13 χωριά στη Ρόδο αποφασίστηκε η μεταφορά του χωριού Μασάρι το οποίο και χτίστηκε από την αρχή 2km δυτικότερα. Και παλαιότερα όμως, τον 6ο μ.Χ. αιώνα περίπου/ μετά την ολοκληρωτική καταστροφή της Οιάνθης ή Διάνθειας από σεισμό/ οι κάτοικοι κατέβηκαν κοντά στη θάλασσα και δημιούργησαν το Γαλαξίδι.

6.2 Τα αποτελέσματα του σεισμού στα έργα του ανθρώπου

Τα αποτελέσματα και οι βλάβες που προκαλεί μία σεισμική δόνηση στις κατασκευές εξαρτώνται από διάφορες παραμέτρους όπως

- το μέγεθος του σεισμού,
- το βάθος της εστίας,
- τη θέση του επικέντρου,
- την απόσταση της εστίας από τον τόπο παρατήρησης,
- το μέσο διάδοσης των σεισμικών κυμάτων,
- το έδαφος θεμελίωσης αλλά και από
- τα ποιοτικά χαρακτηριστικά (τρωτότητα κατασκευής) και από
- τις ιδιότητες των ίδιων των κατασκευών.

Ενδεικτικά μπορούν να αναφερθούν κάποια παραδείγματα συσχέτισης των βλαβών με ορισμένες από τις παραπάνω παραμέτρους. Ο σεισμός ($M=6,2$), που έπληξε τη Μαγνησία το 1955, προξένησε πολλές βλάβες στην περιοχή του Βόλου (1 νεκρός, 41 τραυματίες, 459 κτίρια κατεστραμμένα εντελώς, 6.068 κτίρια με σοβαρές βλάβες) αφενός γιατί το έδαφος θεμελίωσης ήταν αλλούβιο διαποτισμένο με νερό και τεχνητές επιχωματώσεις, και αφετέρου γιατί είχε προηγηθεί ο σεισμός των Σοφάδων (1954) και είχαν εξασθενήσει οι κατασκευές. Στο σεισμό της Πάρνηθας (7-9-1999) βλάβες υπέστησαν κυρίως αυθαίρετα κτίρια, κατοικίες "καλής" κατασκευής με αστοχίες στο μπετόν και τα σίδερα, κτίρια που διέθεταν πιλοτές, κτίρια που κατασκευάστηκαν σε μη κατάλληλο έδαφος θεμελίωσης, κτίρια με ανεξέλεγκτες προσθήκες και κάθε είδους επεμβάσεις στο φέροντα οργανισμό τους.



**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Μετά από ένα σεισμό συχνά προκαλούνται βλάβες

- στα κτίρια,
- σε κατοικίες,
- στα ιστορικά μνημεία,
- σε δημόσια κτίρια
- σε χώρους συνάθροισης κοινού, όπως: εκκλησίες, σχολεία, γήπεδα, θέατρα, γυμναστήρια, στρατόπεδα, εργοστάσια.
- στο οδικό - σιδηροδρομικό δίκτυο καθώς και
- στα δίκτυα ύδρευσης - τηλεπικοινωνιών - ηλεκτρικού - φυσικού αερίου



Εάν κατά το χρόνο εκδήλωσης της σεισμικής δόνησης είναι συγκεντρωμένα πολλά άτομα στους χώρους αυτούς είναι πιθανό να προκληθούν τραυματισμοί ή και θάνατοι σε μεγάλη κλίμακα. Στην Αλβανία το 1851, 400 στρατιώτες σκοτώθηκαν κατά τη διάρκεια σεισμικής δόνησης ($M=6,7$).



Οι βλάβες στα δίκτυα τηλεπικοινωνιών, ηλεκτρικού, φυσικού αερίου και ύδρευσης δυσκολεύουν τη ζωή των σεισμόπληκτων και ταυτόχρονα δυσχεραίνουν τις ομάδες έκτακτης ανάγκης στη διάσωση και στην παροχή βοήθειας.

Πιο συγκεκριμένα, οι βλάβες στο δίκτυο τηλεπικοινωνιών απομονώνουν τη σεισμόπληκτη περιοχή από τις υπόλοιπες. Πρόβλημα δημιουργείται καταρχήν στις διασωστικές ομάδες που δεν μπορούν να έχουν άμεση επικοινωνία με τα κέντρα επιχειρήσεων ή τους αρμόδιους φορείς για το συντονισμό των ενεργειών τους. Παράλληλα οι σεισμόπληκτοι που είναι τραυματισμένοι ή εγκλωβισμένοι δεν μπορούν να επικοινωνήσουν με τις ομάδες παροχής βοήθειας. Οι κάτοικοι της πληγείσας περιοχής δεν μπορούν να επικοινωνήσουν με συγγενικά τους πρόσωπα ώστε να τα καθησυχάσουν και ταυτόχρονα να μάθουν για τη δική τους κατάσταση.

Οι βλάβες στο δίκτυο του ηλεκτρικού ρεύματος μπορεί να προκαλέσουν πυρκαγιές καθώς και τραυματισμούς ή θανάτους (ηλεκτροπληξίες από κομμένα καλώδια). Δυσχεραίνουν έτσι, τις εργασίες των ομάδων διάσωσης και ταυτόχρονα εντείνουν το αίσθημα ανασφάλειας, που έτσι και αλλιώς υπάρχει στους σεισμόπληκτους.

Οι βλάβες στο δίκτυο ύδρευσης οδηγούν τους πληγέντες σε καταστρατήγηση βασικών κανόνων υγιεινής με όλα τα συνεπακόλουθα προβλήματα (χρήση μη πόσιμο νερού ως πόσιμο και εξάπλωση επιδημιών).

Οι βλάβες ή οι καταστροφές οδικών αρτηριών, σιδηροδρομικών γραμμών, γεφυρών ή λιμανιών εκτός από τραυματισμούς και θανάτους προκαλούν και πολλά προβλήματα πρόσβασης στις πληγείσες περιοχές.

Πιο συγκεκριμένα, δημιουργούνται προβλήματα που σχετίζονται με δυσκολίες πρόσβασης και παροχής βοήθειας στους σεισμόπληκτους, αλλά και με επιπτώσεις στην οικονομία της πληγείσας περιοχής.

Σημαντικές είναι πολλές φορές οι βλάβες από σεισμό και στα ιστορικά μνημεία που αποτελούν άλλωστε την πολιτιστική κληρονομιά της κάθε χώρας ή της κάθε περιοχής. Στην Ελλάδα αλλά και σε ξένες χώρες έχουν αναφερθεί πολλές περιπτώσεις καταστροφής τέτοιων μνημείων, όπως αρχαίων πόλεων, εκκλησιών, αρχοντικών και αγαλμάτων.

Ο σεισμός ($M=7,5$) που έπληξε τη Ρόδο το 227π.Χ. προκάλεσε πολλές καταστροφές και γκρέμισε το γνωστό άγαλμα του Κολοσσού και το μεγαλύτερο μέρος των τειχών. Ο σεισμός ($M=7,0$) που χτύπησε τη Χαλκιδική το 1932 προξένησε πολλές βλάβες σε ιστορικές μονές του Αγίου Όρους όπως: στη μονή Κουτλουμουσίου, στη μονή Σταυρονικήτα και στη μονή Κωνσταμονίτου. Τέλος, στο σεισμό ($M=7,2$) που έπληξε τα νησιά του Ιονίου πελάγους το 1953, έπαθαν ανεπανόρθωτες καταστροφές πολλά από τα μνημεία των νησιών αυτών.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Στη Ζάκυνθο και στην Κεφαλλονιά καταστράφηκαν εκκλησίες, καμπαναριά και αρχοντικά νεοκλασσικά ή με ρυθμό ροκοκό.



Οι πυρκαγιές είναι σύνηθες επακόλουθο της σεισμικής δράσης και σε αρκετές περιπτώσεις προκαλούν πολύ περισσότερα προβλήματα και καταστροφές από τον ίδιο το σεισμό. Οφείλονται συνήθως σε διαρροές φυσικού αερίου - φωταερίου - υγραερίου, σε ανάφλεξη καυσίμων υλικών (π.χ. πετρέλαιο), καθώς και σε δημιουργία βραχυκυκλωμάτων. Στο σεισμό ($M=7,1$) που έπληξε τα Ιόνια νησιά το 1636 η πυρκαγιά που εκδηλώθηκε στη Ζάκυνθο (Κάστρο) συμπλήρωσε την καταστροφή που προκάλεσε ο σεισμός. Σε ξένες χώρες υπάρχουν πολλές περιπτώσεις εκδήλωσης πυρκαγιών μετά από σεισμό με καταστρεπτικές συνέπειες όπως π.χ. στο San Francisco το 1906, και στο Kobe το 1995. Οι πλημμύρες μπορεί να οφείλονται σε βλάβες στα δίκτυα ύδρευσης, σε καταστροφές φραγμάτων, σε αλλαγή κοίτης ποταμών, σε θαλάσσια κύματα βαρύτητας (tsunamis).

6.3 Οι οικονομικές συνέπειες

Οι οικονομικές συνέπειες των σεισμών σχετίζονται είτε με

- τις βλάβες στις κατασκευές είτε με
- τη διαφοροποίηση των συνθηκών διαβίωσης των πληγέντων.

Στην πρώτη περίπτωση εντάσσονται οι επιπτώσεις που αφορούν απώλειες κατοικιών - εργασιακών χώρων ή γενικότερα μέρους της ακίνητης και κινητής (οικιακός εξοπλισμός, αυτοκίνητο) περιουσίας των σεισμόπληκτων.

Μετά τον καταστροφικό σεισμό της Πάρνηθας στις 7-9-1999, 5.222 κτίρια χαρακτηρίστηκαν κόκκινα (ακατάλληλα για χρήση) και 38.165 κίτρινα (προσωρινά ακατάλληλα για χρήση). Οι δήμοι που επλήγησαν περισσότερο ήταν τα Άνω Λιόσια, οι Αχαρνές, οι Θρακομακεδόνες.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Στη δεύτερη περίπτωση εντάσσονται οι επιπτώσεις από την αποδιοργάνωση της καθημερινής ζωής. Μετά από ένα σεισμό δημιουργούνται νέες συνθήκες στην εργασία και γενικότερα στη διαβίωση με όλα τα συνεπακόλουθα προβλήματα. Οι κάτοικοι των περιοχών που έχουν πληγεί δεν μπορούν να εργαστούν τουλάχιστον το πρώτο χρονικό διάστημα είτε εξαιτίας τραυματισμών είτε λόγω αναστολής των επαγγελματικών τους δραστηριοτήτων λόγω του σεισμού. Συχνά, τα κτίρια στα οποία στεγάζονται επιχειρήσεις ή δημόσιες υπηρεσίες έχουν υποστεί βλάβες και δεν είναι δυνατόν να επαναλειτουργήσουν άμεσα. Επίσης, τις περισσότερες φορές υπάρχει, έστω και για μικρό χρονικό διάστημα, διακοπή των εκπαιδευτικών, πολιτιστικών και άλλων δραστηριοτήτων.



Επιπρόσθετα, στην ευρύτερη πληγείσα περιοχή παρατηρείται μείωση των ευκαιριών απασχόλησης, αύξηση των απολύσεων, μείωση της αξίας της ακίνητης περιουσίας, έξαρση των εξώσεων καθώς και κατακόρυφη αύξηση των ενοικίων. Είναι φανερό λοιπόν, ότι οι βλάβες που προέρχονται από σεισμούς, είτε σχετίζονται με την απώλεια κινητής ή ακίνητης περιουσίας είτε με την αποδιοργάνωση της καθημερινότητας, συνεπάγονται ένα τεράστιο οικονομικό κόστος, σε ατομικό, οικογενειακό και εθνικό επίπεδο.

Στα πολεοδομικά συγκροτήματα, οι οικονομικές απώλειες λόγω ισχυρών σεισμών αποδίδονται σε παράγοντες όπως το κόστος αποκατάστασης (επισκευή - ενίσχυση) κτιρίων και άλλων τεχνικών έργων, η άρση ερειπίων, η αναζήτηση επιζώντων, η στέγαση, η διατροφή και η περίθαλψη σεισμοπλήκτων, και η μείωση της οικονομικής και εμπορικής δραστηριότητας.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τα δύο μεγαλύτερα πολεοδομικά συγκροτήματα της χώρας έχουν δεχθεί ισχυρούς σεισμούς τα τελευταία χρόνια (Θεσσαλονίκη 1978, Αθήνα 1981 και 1999). Για την επισκευή, ενίσχυση και ανακατασκευή των κτιρίων στα οποία εμφανίστηκαν βλάβες από αυτούς τους σεισμούς, συστάθηκαν δημόσιες υπηρεσίες (Υ.Α.Σ.Β.Ε.) ή ενεργοποιήθηκαν και επεκτάθηκαν υφιστάμενες (Τ.Α.Σ.) προκειμένου να ελεγχθεί η επιστημονική τεκμηρίωση των προτεινόμενων επεμβάσεων και να γίνει διαχείριση της κρατικής οικονομικής αρωγής (άτοκα ή χαμηλότοκα δάνεια). Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία αρχείων σε αυτές τις υπηρεσίες, από όπου ήταν δυνατό να αντληθούν αξιόπιστα και αξιοποιήσιμα στοιχεία.

Σύμφωνα με στατιστικά στοιχεία οι οικονομικές επιπτώσεις των σεισμών, για την Ελλάδα ανά δεκαετία, ανέρχονται σε 590 εκατ. ευρώ περίπου (200 δισεκ. δραχμές). Όμως ο ιδιαίτερα καταστροφικός σεισμός στην Αθήνα το 1999 έδειξε ότι μερικές φορές αναθεωρούνται τα δεδομένα.

Αμέσως μετά από κάθε καταστροφικό σεισμό ξεκινά η οργανωμένη προσπάθεια της Πολιτείας και των αρμόδιων φορέων για άμεση ανασυγκρότηση των σεισμόπληκτων περιοχών και για επαναφορά της καθημερινότητας. Κάτι τέτοιο μπορεί να επιτευχθεί με τη διανομή τροφίμων και νερού, την άμεση στέγαση (σκηνές - καταυλισμοί) ή την προσωρινή (μεταφερόμενοι οικισμοί, επιδότηση ενοικίου) στέγαση των σεισμόπληκτων, τη χορήγηση δανείων για απόκτηση νέας κατοικίας με όσο το δυνατόν πιο ευνοϊκούς όρους, την προσφορά εργασίας στους σεισμόπληκτους, τη συνέχιση της εκπαιδευτικής δραστηριότητας, την άμεση επαναλειτουργία δημοσίων υπηρεσιών ακόμα και σε σκηνές.

Τόσο τεχνικά όσο και οικονομικά στοιχεία βλαβών, που προκαλούνται από σεισμούς

του Ελληνικού χώρου, μπορούν να αντληθούν εκτός από τα αρχεία της Υ.Α.Σ., και από τους φακέλους ζημιών των Ασφαλιστικών Εταιριών. Η Εθνική Ασφαλιστική, έχει ένα πλούσιο χαρτοφυλάκιο ασφαλιστικών καλύψεων έναντι του κινδύνου σεισμού και συνεπώς εξίσου πλούσιο αρχείο φακέλων ζημιών από τον σεισμό. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα στοιχεία που προκύπτουν από την επεξεργασία των ως άνω φακέλων είναι αντιπροσωπευτικά αφού αφορούν, το σύνολο των ζημιωθέντων κτιρίων τα οποία είχαν ασφαλιστική κάλυψη, από την παραπάνω εταιρία στην πληγείσα περιοχή.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Πίνακας 2 : Φυσικές καταστροφές με τις μεγαλύτερες οικονομικές επιπτώσεις

Έτος	Είδος Καταστροφής	Χώρα	Οικονομική Καταστροφή (εκατ. US \$)
1995	Σεισμός	Ιαπωνία (Kobe)	100000
1994	Σεισμός	Η.Π.Α. (Northridge)	40000
1992	Θύελλα	Η.Π.Α. (Florida)	30000
1996	Πλημμύρα	Κίνα	20000
1995	Πλημμύρα	Βόρεια Κίνα	15000
1990	Χειμερινή Θύελλα	Ευρώπη	15000
1991	Πλημμύρα	Κίνα	15000
1988	Σεισμός	Αρμενία (Spitak)	14000
1993	Πλημμύρα	Η.Π.Α. (Mississippi)	12000
1993	Πλημμύρα	Ιράν	10000

Πίνακας 3 : Σημαντικές Πρόσφατες Φυσικές Καταστροφές

Έτος	Είδος Καταστροφής	Περιοχή	Αρ. Θυμάτων	Οικονομική Καταστροφή (εκατ. US \$)
1953	Σεισμός	Κεφαλληνία-Ζάκυνθος	476	100
1977	Πλημμύρα	Αθήνα	25	30
1978	Σεισμός	Θεσσαλονίκη	45	160
1981	Σεισμός	Κορινθία	20	900
1986	Σεισμός	Καλαμάτα	20	745
1987	Καύσωνας	Όλη η χώρα	700	?
1995	Σεισμός	Κοζάνη-Γρεβενά	0	450
1995	Σεισμός	Αίγιο	26	300
1997	Πλημμύρα	Αθήνα-Πάτρα-Λάρισα	9	160
1999	Σεισμός	Αθήνα	143	3300

6.4 Μέτρα αυτοπροστασίας

Οι καταστροφικές συνέπειες μιας σεισμικής δόνησης, όπως: οι απώλειες ανθρώπινων ζώων, οι τραυματισμοί, οι βλάβες σε κατασκευές και οι φθορές στον εξοπλισμό των κτιρίων, μπορούν να μειωθούν ή και να ελαχιστοποιηθούν εάν ο καθένας ατομικά ή σε επίπεδο οικογένειας, γειτονιάς, εργασίας, πολιτείας φροντίσει να λάβει κάποια στοιχειώδη μέτρα προστασίας, τα οποία θα εφαρμόσει σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Στη συνέχεια θα αναφερθούν κάποια μέτρα αυτοπροστασίας σε ατομικό και οικογενειακό επίπεδο.

Αντίστοιχα μέτρα μπορούν να ληφθούν και στον εργασιακό χώρο καθώς και στη γειτονιά. Πολλές φορές σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης είναι πολύτιμη η βοήθεια και η συμπαράσταση των συναδέλφων ή των γειτόνων.

Γι' αυτό πρέπει να μάθουμε να ζούμε με τους σεισμούς, να είμαστε κατάλληλα προετοιμασμένοι ψυχολογικά και να εντείνουμε τις προσπάθειες για την αρτιότητα των κτιριακών κατασκευών. Σε περίπτωση σεισμού καλό είναι να τηρηθούν ορισμένα μέτρα προστασίας, τόσο πριν και μετά, όσο και κατά τη διάρκεια των σεισμών.

Σε κάθε σπίτι πρέπει να υπάρχει ένα ραδιόφωνο μπαταρίας, ένα κουτί φάρμακα και ένας φακός. Όλα τα μέλη της οικογένειας πρέπει να ξέρουν που βρίσκεται το καθένα από αυτά, καθώς επίσης πρέπει να μάθει να προσφέρει τις πρώτες βοήθειες. Θα πρέπει να γνωρίζουν που βρίσκονται οι διακόπτες του νερού, του γκαζιού και ο γενικός διακόπτης του ρεύματος. Τα βαριά αντικείμενα δεν πρέπει να είναι τοποθετημένα σε ψηλά ράφια. Αν ο σεισμός σας βρει μέσα στο σπίτι τρέξτε να καλυφτείτε στο χώρο που έχει τις περισσότερες κολόνες ή πηγαίνετε κάτω από ένα κούφωμα εσωτερικής πόρτας ή κάτω από ένα γραφείο ή τραπέζι ή γενικά κάτω από ένα γερό αντικείμενο του σπιτιού.

Να μη στέκεστε κάτω από κρεμασμένα αντικείμενα, κάτω από μεγάλες πλάκες ή πατάρια ή κάτω από μακριά δοκάρια και να μη βγαίνετε στα μπαλκόνια. Μη χρησιμοποιήσετε σπέρτα, αναπτήρες, κεριά ή οτιδήποτε άλλο αντικείμενο που μπορεί να προκαλέσει φωτιά, παρά μόνο φακό. Αν ο σεισμός, σας βρει έξω από το σπίτι, μείνετε σε ανοικτούς χώρους μακριά από μαντρότοιχους, πολυκατοικίες, στύλους και εναέρια ηλεκτρικά καλώδια.

Στο σχολείο, θα πρέπει να καθίσετε κάτω από τα θρανία που βρίσκονται μακριά από τα τζάμια. Εφόσον βρισκόσαστε στο προαύλιο, μείνετε μακριά από το κτίριο ή από καθετί που μπορεί να πέσει να σας κτυπήσει. Αν σας ζητηθεί να εγκαταλείψετε το κτίριο, κάντε το όσο πιο γρήγορα μπορείτε, χωρίς πανικό, χωρίς να χρησιμοποιήσετε το ασανσέρ. Να φορέσετε παπούτσια για να προστατευτείτε από τα γυαλιά και τα συντρίμια. Σε κάθε περίπτωση πρέπει να υπακούτε στις υποδείξεις των επιστημόνων και των αρχών και όχι στις θεωρίες των ανεύθυνων. Και πάνω από όλα να κρατάτε την ψυχραιμία σας.

6.5 Μέτρα κατά του Σεισμού

Η αντισεισμική δόμηση των κτιρίων αποτελεί αναμφισβήτητα τον κύριο και καθοριστικό παράγοντα για την αντιμετώπιση του σεισμικού κινδύνου. Στη χώρα μας, η οποία παρουσιάζει την υψηλότερη σεισμική επικινδυνότητα στην Ευρώπη, ο σχεδιασμός και η κατασκευή κτιρίων ικανών να δέχονται με ασφάλεια τις σεισμικές καταπονήσεις, αποτελούσε και αποτελεί βασική προτεραιότητα της Πολιτείας.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Προς την κατεύθυνση αυτή έχουν γίνει τα τελευταία χρόνια πολλά και σημαντικά βήματα, κυρίως με τη θεσμοθέτηση αυστηρών Αντισεισμικών Κανονισμών, που παρέχουν στα σύγχρονα κτίρια υψηλό επίπεδο αντισεισμικής ασφάλειας.

Δεδομένου όμως ότι ο πρώτος Αντισεισμικός Κανονισμός εφαρμόστηκε στην Ελλάδα το 1959 και η πρώτη σημαντική βελτίωσή του έγινε το 1985, δημιουργείται εύλογα το ερώτημα για το πόσο ασφαλή μπορεί να είναι τα κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν το 1959 ή ακόμα και πριν το 1985. Το ερώτημα αυτό αποκτά ιδιαίτερη σημασία όταν αφορά κτίρια συνάθροισης κοινού ή κρίσιμων λειτουργιών, όπως κατά κανόνα είναι τα κτίρια Δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης, και κυρίως τα νοσοκομεία, σχολεία, κτίρια διοίκησης, τηλεπικοινωνίας, παραγωγής και μεταφοράς ενέργειας, πυροσβεστικοί σταθμοί, κ.ά.

Είναι προφανές ότι η χρονική περίοδος που μελετήθηκε και κατασκευάστηκε ένα κτίριο, μολονότι αποτελεί κρίσιμο στοιχείο (γιατί παραπέμπει άμεσα στον ισχύοντα τότε αντισεισμικό κανονισμό, στην ποιότητα των υλικών και στην τεχνολογία που χρησιμοποιήθηκε), δεν αρκεί για την εκτίμηση της αντισεισμικής του επάρκειας. Υπάρχουν πάρα πολλοί παράγοντες που επηρεάζουν την σεισμική συμπεριφορά των κτιρίων που έχουν κατασκευαστεί στην ίδια χρονική περίοδο, η αναζήτηση και ο εντοπισμός των οποίων, αποτελεί μια εξαιρετικά δύσκολη και δαπανηρή εργασία.

Και αυτό, διότι σε πολλές περιπτώσεις οι μελέτες των κτιρίων έχουν χαθεί ή είναι δύσκολο να ευρεθούν, άλλα στην περίπτωση που είναι διαθέσιμες, είναι δύσκολο να διαπιστωθεί η ακριβής εφαρμογή τους.

Αυτό σημαίνει ότι πολλά κατασκευαστικά στοιχεία, που είναι καθοριστικά για τη σεισμική συμπεριφορά ενός κτιρίου, όπως για παράδειγμα οι οπλισμοί, οι διατομές στοιχείων που έχουν επενδυθεί, η ποιότητα των υλικών, η θεμελίωση, κ.α., είναι αδύνατο να ελεγχθούν οπτικά, οπότε απαιτείται η χρήση δαπανηρών μεθόδων και προϋποθέτουν τη μερική ή ολική διακοπή της λειτουργίας του κτιρίου.

Ένας άλλος κρίσιμος παράγοντας για την σεισμική ασφάλεια των κτιρίων είναι και το αναμενόμενο μέγεθος του σεισμικού κινδύνου που τα απειλεί. Η σεισμική επικινδυνότητα μιας περιοχής μόνον πιθανολογικά μπορεί να εκτιμηθεί και η μέγιστη αναμενόμενη σεισμική δράση σε ένα συγκεκριμένο σημείο αλλά και η σφοδρότητα με την οποία θα καταπονήσει ένα συγκεκριμένο κτίριο, ενέχει πολλές αβεβαιότητες, όπως έχει αποδειχτεί και από τους πρόσφατους σεισμούς στην Ελλάδα αλλά και διεθνώς.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Η αβεβαιότητα αυτή καθιστά το εγχείρημα της εκτίμησης της σεισμικής ασφάλειας ενός κτιρίου ακόμα πιο δύσκολο. Στις παραπάνω δυσκολίες και αβεβαιότητες οφείλεται το γεγονός ότι σε καμία χώρα του κόσμου δεν υφίσταται μέχρι σήμερα κανονιστικό πλαίσιο υποχρεωτικής εφαρμογής προσεισμικού ελέγχου του συνόλου των κτιρίων. Αλλά και για τα Δημόσια κτίρια ο προσεισμικός έλεγχος έτυχε μέχρι σήμερα πολύ περιορισμένης εφαρμογής διεθνώς.

Η μόνη σοβαρή και (σχετικά) ευρείας κλίμακας επιχείρηση προσεισμικού ελέγχου Δημοσίων κτιρίων είναι αυτή που καθιερώθηκε στις ΗΠΑ το 1994. Στην Ελλάδα, το θέμα του προσεισμικού ελέγχου των κτιρίων Δημόσιας και κοινωφελούς χρήσης τέθηκε το 1997 (λίγο μετά την εφαρμογή του Νέου Ελληνικού Αντισεισμικού Κανονισμού) με την Εγκύκλιο 53 του ΥΠΕΧΩΔΕ με θέμα "Σχεδιασμός Έκτακτης Ανάγκης για κοινωφελή κτίρια σε επίπεδο Νομού". Παράλληλα, τον ίδιο χρόνο, το ΥΠΕΧΩΔΕ ανέθεσε στον ΟΑΣΠ την επεξεργασία σχετικού κανονιστικού πλαισίου.

Η εργασία της διαμόρφωσης μιας εφικτής, προσαρμοσμένης στις Ελληνικές συνθήκες και επιστημονικά τεκμηριωμένης πρότασης για τον Προσεισμικό Έλεγχο των Δημοσίων Κτιρίων ανατέθηκε από τον ΟΑΣΠ σε επιστημονική ομάδα, στην οποία συμμετείχαν επιστήμονες από τα μεγαλύτερα πανεπιστημιακά ιδρύματα της χώρας. Η επιστημονική ομάδα που συγκροτήθηκε από τον ΟΑΣΠ, αξιοποιώντας την εμπειρία από την εφαρμογή μεθόδων προσεισμικού ελέγχου σε άλλες χώρες, κυρίως στις ΗΠΑ και λαμβάνοντας υπ' όψη τις συνθήκες δόμησης κτιρίων στη χώρα μας, επεξεργάστηκε και διαμόρφωσε ένα κανονιστικό πλαίσιο αναφοράς για τον προσεισμικό έλεγχο, το οποίο περιλαμβάνει τρία στάδια ελέγχου: Οι κύριες Οριζόντιες δράσεις σε επίπεδο Πολιτείας πρέπει, κατά σειρά να είναι: Πρόληψη, Ετοιμότητα, Αντιμετώπιση και τέλος Αποκατάσταση. Σ' αυτή την κατεύθυνση η πολιτική πρέπει να εστιάζεται στους ακόλουθους τρεις άξονες:

Α. Διοικητική Οργάνωση - Συντονισμός - Διαλειτουργικότητα. Η δράση αυτή με έντονο αποκεντρωτικό χαρακτήρα θα πρέπει να διατρέχει αμφίδρομα όλο τον διοικητικό ιστό μέχρι και το Δήμο ή την Κοινότητα και ακόμα πιο κάτω μέσω του εθελοντισμού.

Β. Η επιστημονική γνώση και εμπειρία τόσο σε διεθνές όσο και σε Ελληνικό επίπεδο. Αυτή υπάρχει και είναι πλούσια και διαθέσιμη. Αυτά που απουσιάζουν συνήθως και μπορούν να επιτευχθούν μόνο με τη βοήθεια της πολιτείας, είναι ο συντονισμός και ο στρατηγικός σχεδιασμός.

Γ. Οι ειδικές δράσεις προστασίας ιδιώτη. Είναι απαραίτητη η δημιουργία Μητρώου Κατασκευαστών Ιδιωτικών έργων, καθώς και η ανάπτυξη μηχανισμού ελέγχου ποιότητας δομικών υλικών για ιδιώτες.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Η Ελλάδα είναι η μόνη χώρα στην Ευρώπη που μέχρι σήμερα δεν έχει ένα τέτοιο μητρώο, παρά τις κατά καιρούς προσπάθειες και το γεγονός ότι η δημιουργία του είναι μόνιμο αίτημα του Τ. Ε. Ε.

Ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες μείωσης του σεισμικού κινδύνου είναι η σωστή εκπαίδευση. Η εκπαίδευση πρέπει να ξεκινά από τις πρώτες βαθμίδες και να γίνεται σε μόνιμη βάση και όχι περιστασιακά και αποσπασματικά. Το πρόβλημα «σεισμός» και η αντιμετώπισή του πρέπει να καθιερωθούν ως μάθημα, από το Νηπιαγωγείο μέχρι το Πανεπιστήμιο με αντίστοιχα επιλεγμένο εκπαιδευτικό υλικό.

Πρέπει να μάθουμε όσο πιο πολλά γίνεται για το φαινόμενο «σεισμός», μια και η πλατιά ενημέρωσή μας καθώς και η γνώση πρακτικών τρόπων προφύλαξης πριν - κατά τη διάρκεια του σεισμού και μετά το σεισμό, είναι αποφασιστικοί παράγοντες μείωσης των εμμέσων αποτελεσμάτων που πολλές φορές είναι χειρότερα από τις καταστροφές που προκαλεί ο ίδιος ο σεισμός.

Τέτοιοι πρακτικοί τρόποι προφύλαξης που έχουν προέλθει από τη διεθνή και Ελληνική εμπειρία, είναι και αυτοί που αναφέρονται παραπέρα στις οδηγίες 1, 2 και 3. Είναι από τα πιο σημαντικά στοιχεία ώστε να αποφύγουμε τις δευτερογενείς επιπτώσεις και τον πανικό που είναι ο χειρότερος σύμβουλος. Αυτή είναι η έννοια του να μάθουμε να ζούμε με τους σεισμούς. Δεν είναι μοιρολατρία, το αντίθετο μάλιστα, είναι επαγρύπνηση και φροντίδα για τη περιουσία μας αλλά και κυρίως για τους ανθρώπους μας, για την οικογένειά μας.

Είναι τελικά και αυτό θέμα εκπαίδευσης. Πρέπει πρώτα οι εκπαιδευτικοί όλων των βαθμίδων να δώσουν στους μαθητές και φοιτητές με απλά λόγια να καταλάβουν τι είναι σεισμός και πως πρέπει να αντιδράσουν όταν συμβεί. Σε αυτούς εναπόκειται να τα μεταδώσουν σωστά και στη πραγματική τους διάσταση, απλά, χωρίς κενά, αλλά και χωρίς υπερβολές. Είναι το ελάχιστο που μπορούν να προσφέρουν στο κοινωνικό σύνολο ως σεισμολόγοι και δάσκαλοι σε μια χώρα με τη μεγαλύτερη σεισμικότητα στην Ευρώπη.

Στην πολιτεία εναπόκειται η αξιοποίηση της υπάρχουσας αλλά και της διαρκώς εξελισσόμενης επιστημονικής γνώσης, η σωστή οργάνωση της διοικητικής μηχανής της, και η βέλτιστη ενεργοποίηση των ελεγκτικών μηχανισμών, ώστε σε κάθε κρίση να είναι σε θέση να προστατεύει τη ζωή και την περιουσία του Έλληνα πολίτη.

6.6 Τεχνικά Θέματα Αντιμετώπισης του Σεισμού

Δεδομένου ότι ο πρώτος Αντισεισμικός Κανονισμός εφαρμόστηκε στην Ελλάδα το 1959 και η πρώτη σημαντική βελτίωσή του έγινε το 1985, δημιουργείται εύλογα το ερώτημα για το πόσο ασφαλή μπορεί να είναι τα κτίρια που κατασκευάστηκαν πριν το 1959 ή ακόμα και πριν το 1985. Γι'αυτό θα λέγαμε πως η τεχνική και τεχνολογική αντισεισμική προστασία είναι πολύ σημαντική όχι μόνο σε κτίρια που έχουν υποστεί ζημιές αλλά και σε κτίρια που χρειάζονται ενίσχυση.

Από τα παραπάνω προκύπτει ότι η προσθήκη τοιχωμάτων οπλισμένου σκυροδέματος είναι μια τεχνική που επηρεάζει ριζικά την συμπεριφορά του συνόλου της κατασκευής. Αλλάζει σημαντικά τον τρόπο μεταφοράς των δυνάμεων και τον τρόπο μεταβίβασης τους στη θεμελίωση. Συνίσταται λοιπόν να χρησιμοποιείται όταν υπάρχουν σοβαρές βλάβες στο κτίριο και όταν η δυσκαμψία και η αντοχή της κατασκευής δεν είναι επαρκής. Άλλωστε, η μέθοδος αυτή είναι η αποτελεσματικότερη για την αύξηση αυτών των δύο παραμέτρων.

Σε αντίθετη περίπτωση είναι προτιμότερο να ενισχύονται τα επιμέρους μέλη ανάλογα με την βλάβη που έχουν αυτά ή και με τον τύπο ενίσχυσης που έχουμε επιλέξει (κάμψη, διάτμηση κτλ). Για τη σωστή εφαρμογή της μεθόδου πρέπει να διασφαλίζεται η όσο το δυνατόν παρόμοια συμπεριφορά του τοιχώματος-πλαισίου με το αντίστοιχο μονολιθικό. Έτσι, επιβάλλεται να δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στον τρόπο σύνδεσης και στον τρόπο της μεταφοράς των δυνάμεων από τις δοκούς και τα υποστυλώματα τόσο υπολογιστικά όσο και κατά την διάρκεια της κατασκευής.

Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην τοποθέτηση των τοιχωμάτων με τέτοιο τρόπο στην κάτοψη έτσι ώστε να μην δημιουργούνται εκκεντρότητες και κατά συνέπεια πρόσθετες δυνάμεις στα υπόλοιπα μέλη. Επιπλέον, τα τοιχώματα πρέπει να συνεχίζονται καθ' ύψος για να μην έχουμε απότομη μεταβολή της δυσκαμψίας. Κάτι τέτοιο θα δημιουργήσει προβλήματα στον πιο εύκαμπτο όροφο.

Βασικό μειονέκτημα αυτής της τεχνικής αποτελεί η αναγκαία θεμελίωση του νέου τοιχώματος ή η ενίσχυση της θεμελίωσης. Το γεγονός αυτό καθιστά την μέθοδο ιδιαίτερα δύσκολη και απαγορευτική για κτίρια που δεν έχουν ήδη αξιόπιστο σύστημα θεμελίωσης. Όσον αφορά την υπάρχουσα γνώση, αυτή είναι περιορισμένη και είναι απαραίτητο να υπάρξουν περισσότερα πειραματικά δεδομένα καθώς επίσης και παρατηρήσεις συμπεριφοράς ήδη ενισχυμένων κτιρίων σε σεισμό.

Τέλος, πρέπει να αναφερθεί ότι υπάρχει και η δυνατότητα συνδυασμού των τοιχωμάτων με άλλες τεχνικές ενίσχυσης, εφόσον όμως διασφαλίζεται πάντα η σωστή συνεργασία τους. Για παράδειγμα, σε ένα κτίριο μπορεί να αυξηθεί η δυσκαμψία και η αντοχή του τοποθετώντας κατάλληλα περιμετρικά τοιχώματα και η πλαστιμότητά του χρησιμοποιώντας φύλλα FRP σε εσωτερικά υποστυλώματα.

Η σεισμική μόνωση παρά το ότι εμφανίζεται σα μια σχεδόν ιδεώδης λύση, ενέχει αρκετές αβεβαιότητες οι περισσότερες από τις οποίες δεν είναι από την πλευρά της ασφάλειας. Για το λόγο αυτό απαιτείται αυξημένη ακρίβεια στον προσδιορισμό των δυναμικών χαρακτηριστικών του κτιρίου, στην πιστοποίηση των συστημάτων μόνωσης και στην ανάλυση καθώς και η χρήση αυξημένων συντελεστών ασφαλείας.

Οι αυξημένες απαιτήσεις ανάλυσης και προκαταρκτικών δοκιμών, οι σημαντικές τροποποιήσεις που πρέπει να γίνουν στις προσβάσεις του κτιρίου και στις συνδέσεις των παροχών, και το κόστος των ίδιων των συστημάτων είναι οι κύριοι παράγοντες που συμβάλλουν στο κόστος της ενίσχυσης με σεισμική μόνωση. Από την άλλη πλευρά ελαχιστοποιούνται οι οικονομικές απώλειες λόγω διακοπής λειτουργίας του κτιρίου κατά τις εργασίες ενίσχυσης. Οι εργασίες μπορούν να πραγματοποιηθούν με το κτίριο σε πλήρη λειτουργία. Τελικά το κόστος της μόνωσης

για μεγάλα κτίρια προκύπτει οριακά υψηλότερο (2%) από το κόστος μιας αντίστοιχης συμβατικής ενίσχυσης η οποία όμως δε θα εξασφάλιζε το ίδιο επίπεδο μετασεισμικής λειτουργικότητας. Η διαφορά αντισταθμίζεται συνήθως από μειωμένα ασφάλιστρα. Το εκκρεμές τριβής εμφανίζεται πλεονεκτικότερο έναντι των ελαστομεταλλικών εφεδράνων για τους ακόλουθους κυρίως λόγους. α) Τα μηχανικά του χαρακτηριστικά μεταβάλλονται ελάχιστα στο χρόνο και σε ακραίες θερμοκρασίες. β) Η δύναμη που αντιτάσσει παραμένει σχεδόν σταθερή από κύκλο σε κύκλο φόρτισης, ενώ παράλληλα διατηρεί μια πολύ ικανοποιητική υστεριτική συμπεριφορά που εξασφαλίζει απορρόφηση μεγάλων ποσών ενέργειας. γ) Επιτρέπει μεγάλη ευελιξία στην επιλογή ιδιοπεριόδου καθώς το ύψος του εφεδράνου διατηρείται σταθερό. δ) Μεγαλύτερη ευελιξία επιτρέπει επίσης στην κατανομή των συσκευών στη βάση του κτιρίου αφού έχει την ιδιότητα να αναιρεί την επίδραση της εκκεντρότητας της κατανομής των εφεδράνων και της μάζας του κτιρίου. Το μέγεθος της σεισμικής επικινδυνότητας δεν μπορεί να προβλεφθεί με ακρίβεια. Μπορεί όμως, με την έγκαιρη προειδοποίηση και το σωστό σχεδιασμό να ελαχιστοποιηθούν οι απώλειες [Dheri, 2002]. Με την κατάλληλη πληροφορία και τη σωστή χρήση της, μπορούμε θεωρητικά, να επιτύχουμε ένα βέλτιστο επίπεδο διαχείρισης της σεισμικής επικινδυνότητας, εξισορροπώντας σε μεγάλο βαθμό το κόστος αντιμετώπισής της με τις πιθανές απώλειες.

Το παρόν σύστημα μπορεί να αποτελέσει μέρος ενός μεγαλύτερου και πιο ολοκληρωμένου συστήματος, με όλους τους νομούς ή τους δήμους της Ελλάδας. Λόγω του ότι το σύστημα θα παραμείνει ανοιχτό, μπορεί κάθε χρήστης του (κρατικός ή ιδιωτικός φορέας) να το προσαρμόσει ανάλογα με τις ανάγκες του, επεμβαίνοντας στη βάση δεδομένων, προσθέτοντας και εμπλουτίζοντάς την με επιπλέον πληροφορίες.

Επίσης, το σύστημα μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως βάση για την εκπόνηση μικροζωνικών μελετών τοπικής κλίμακας σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης οι οποίες παρέχουν όλα τα απαραίτητα σεισμικά χαρακτηριστικά του εδάφους για τον καλύτερο αντισεισμικό σχεδιασμό. Είναι προφανές ότι, ένα τέτοιο σύστημα είναι αξιόπιστο εργαλείο, στο βαθμό που εμείς από πριν έχουμε αξιολογήσει σωστά τα κριτήρια που υπεισέρχονται σε αυτό κι έχουμε καθορίσει επακριβώς τους στόχους μας. Ιδιαίτερο ρόλο διαδραματίζει το ευρύτερο χωροταξικό, πολεοδομικό και οικιστικό πλαίσιο του υπό μελέτη αστικού χώρου, κυρίως με την έννοια της κατάστασης στην οποία βρίσκεται σήμερα, αλλά και των επεμβάσεων που θα μπορούσαν να γίνουν σε αυτό, είτε αυτές αφορούν στον ήδη υπάρχοντα πολεοδομικό ιστό, είτε σε επίπεδο κατάρτισης νέων κανονισμών και προδιαγραφών για περαιτέρω μελλοντική ανάπτυξη.

6.7 Πρόγνωση σεισμών

Η πρόγνωση των σεισμών από πολύ νωρίς αποτέλεσε προσδοκία και επιδίωξη του ανθρώπου ώστε να εξαλειφθεί ο παράγοντας του "ξαφνικού" και "απρόβλεπτου". Ακόμα και σήμερα συνεχίζει να αποτελεί θέμα συζήτησης και συχνά διαφωνίας μεταξύ των επιστημόνων.

Η πρόγνωση διακρίνεται σε:

- μακροπρόθεση όταν ο χρόνος γένεσης του σεισμού ορίζεται σε δεκάδες έτη,
- μεσοπρόθεση όταν ο χρόνος γένεσης του σεισμού ορίζεται σε λίγα χρόνια και σε
- βραχείας διάρκειας όταν ο χρόνος γένεσης ορίζεται μέσα στις επόμενες ημέρες, εβδομάδες ή μήνες.

Οι μακροπρόθεσμες προγνώσεις παίζουν σημαντικό ρόλο στη σύνταξη του Χάρτη Ζωνών Σεισμικής Επικινδυνότητας του Αντισεισμικού Κανονισμού. Η θέσπιση και η εφαρμογή ασφαλών - επικαιροποιημένων αντισεισμικών κανονισμών οδηγεί στη μείωση των επιπτώσεων του σεισμού και στην προστασία του πληθυσμού από τις σεισμικές καταστροφές. Στην περίπτωση της μεσοπρόθεσμης πρόγνωσης παρέχεται η δυνατότητα καλύτερης προετοιμασίας της Πολιτείας και των μηχανισμών που εμπλέκονται σε καταστάσεις έκτακτης ανάγκης - παροχής βοήθειας, σύνταξης και εφαρμογής σχεδίων έκτακτης ανάγκης καθώς και εκπαίδευσης του πληθυσμού.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Τέλος, στην περίπτωση της βραχείας διάρκειας πρόγνωσης μπορεί να ληφθούν άμεσα μέτρα προστασίας του πληθυσμού όπως: προσωρινή διακοπή της λειτουργίας βιομηχανιών που μπορεί να είναι επικίνδυνες μετά τον επικείμενο σεισμό (π.χ. πυρηνικά εργοστάσια), ή ακόμα και εκκένωση περιοχών - πόλεων εάν αυτό κριθεί αναγκαίο.

Οι σεισμολόγοι στην προσπάθειά τους για πρόβλεψη των σεισμών στηρίζονται σε παρατηρήσεις και ερμηνείες διαφορετικών πρόδρομων φαινομένων, σε μελέτη μεταβολών δηλαδή διαφόρων παραμέτρων όπως:

1. η σεισμικότητα και οι ιδιομορφίες στη χωροχρονική κατανομή της
2. οι παραμορφώσεις του φλοιού της γης (επιμηκύνσεις, ανυψώσεις, καθιζήσεις, μεταβολές κλίσης εδάφους)
3. διάφορες γεωφυσικές - γεωχημικές - υδρογεωλογικές παράμετροι όπως π.χ. μεταβολή:
 - της ταχύτητας των σεισμικών κυμάτων
 - της εδαφικής στάθμης
 - του ύψους και της θερμοκρασίας του υπόγειου νερού
 - του μηχανισμού γένεσης των μικρών σεισμών
 - της έντασης του γεωμαγνητικού πεδίου
 - της έντασης του γεωηλεκτρικού πεδίου
 - της έντασης του πεδίου βαρύτητας
 - της ειδικής ηλεκτρικής αντίστασης των πετρωμάτων
 - της περιεκτικότητας του υπόγειου νερού σε ραδόνιο, μεθάνιο, κ.α..

Πολλές φορές τα πρόδρομα των σεισμών φαινόμενα επηρεάζουν και τα ζώα. Αποτελέσματα ερευνών συσχετίζουν τη σεισμική δράση με την εξαφάνιση διαφόρων κατοικίδιων ζώων ή με τη μεταβολή της συμπεριφοράς τους.

7. ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Οι ονομαζόμενες φυσικές καταστροφές αποτελούσαν πάντα μέρος της ανθρώπινης ιστορίας. Απ' την αρχή της παρουσίας του στον πλανήτη Γη, ο άνθρωπος βρισκόταν εκτεθειμένος σε ποικίλους φυσικούς κινδύνους. Και ενώ η συνεχής πρόοδος της επιστήμης και της ιατρικής καθιστούν την ανθρώπινη διαβίωση ασφαλέστερη, ο αριθμός των θανάτων και των ζημιών από ακραία φυσικά φαινόμενα αυξάνεται σε παγκόσμια κλίμακα. Ολοένα και πιο συχνά προβάλλονται στα μέσα μαζικής ενημέρωσης θέματα σχετικά με σεισμούς, τυφώνες, πλημμύρες, εκρήξεις ηφαιστείων. Δεν παύουν, όμως, να είναι φυσικές γεωλογικές διεργασίες, που λειτουργούν στη Γη εδώ και δισεκατομμύρια χρόνια. Το κατά πόσο μια φυσική διεργασία μπορεί να προκαλέσει καταστροφές στον άνθρωπο εξαρτάται από πολλούς παράγοντες.

Ένας σεισμός είναι ένα φυσικό γεγονός που αναλογα με το μέγεθος του έχει πιθανότητα να προκαλέσει μικρή καταστροφή ή ακόμα και σοβαρές επιπτώσεις στο ανθρώπινο περιβάλλον, καθιστώντας τον σε φυσικό κίνδυνο. Γενικότερα, ο άνθρωπος είναι πολύ ευάλωτος στα φυσικά φαινόμενα. Η συνεχής αύξηση του πληθυσμού σε συνδυασμό με την αυστηρώς ορισμένη γεωγραφική κατανομή των φυσικών φαινομένων φέρνει συχνά τον άνθρωπο αντιμέτωπο με φυσικές καταστροφές.

Η Ελλάδα κατατάσσεται στην κατηγορία των χωρών με την υψηλότερη σεισμικότητα στον πλανήτη, και ως εκ τούτου οφείλουμε να μάθουμε να ζούμε με ένα δυσάρεστο και πολλές φορές απρόβλεπτο φυσικό φαινόμενο. Από τα φονικά ρίχτερ πολλοί συνάνθρωποί μας έχασαν τα αγαπημένα τους πρόσωπα. Άλλοι είδαν την περιουσία τους να χάνεται από τη μια στιγμή στην άλλη. Είναι γνωστό ότι ζούμε σε μία χώρα με υψηλή σεισμικότητα. Καθημερινά, οι σεισμολόγοι παρακολουθούν τη σεισμική δραστηριότητα και καταγράφουν δεκάδες σεισμούς -άλλους μικρής έντασης, κι άλλους μεσαίας ή μεγαλύτερης έντασης. Σχεδόν κάθε χρόνο έχουμε έναν σεισμό της τάξης των 6 Ρίχτερ και για αυτό το λόγο είμαστε η χώρα με την υψηλότερη σεισμικότητα στην Ευρώπη. Πολλές φορές ακόμη και με τον μικρότερο σεισμό, ορισμένοι πανικοβάλλονται. Αυτή η ανασφάλεια δείχνει έλλειψη γνώσης.

Τα κτίρια σκοτώνουν, όχι ο σεισμός.

Στις τεχνολογικά πιο προηγμένες χώρες, όπως στην Ιαπωνία, η πρόληψη είναι το «φάρμακο» για την καταπολέμηση των φυσικών καταστροφών, όπως επίσης η γνώση μέσα από την ιστορία, τις παρατηρήσεις και τα αποτελέσματά του. Πιο σημαντικό απ' όλα, βέβαια, τα μέτρα πρόληψης και προστασίας. Εξάλλου μην ξεχνάμε ότι.....

Η Πρόληψη Σώζει Ζωές!!!!

8. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία

- Brian J. Skinner, Stephen C. Porter, Jeffrey Park, 2004, Dynamic Earth, an introduction to Physical Geology, USA: Wiley
- Bruce A. Bolt, 1991, Σεισμοί [μτφρ.Ε. Ιωαννίδου], Αθήνα: Τροχαλία.
- Gutenberg B., Richter C. (1948) "Deep - focus earthquakes in the Mediterranean region", Geof. Pura e Appl., vol.12, p.1-4
- Haroun Tazief, 1996, Πρόγνωση σεισμών, Προστασία από τους σεισμούς - Η μέθοδος Βαν, Αθήνα: Σαββάλας.

Ελληνική βιβλιογραφία

- Παπαζαχος Β, Παπαζάχου Κ., 1999, Οι σεισμοί της Ελλάδας, Θεσσαλονίκη: ΖΗΤΗ.
- Παπαζάχος Β., Παπαζάχου Κ., 2003, Οι σεισμοί της Ελλάδας, Γ' έκδοση Θεσσαλονίκη: ΖΗΤΗ.
- ΑΠΘ, Επισκευή ζημιών από σεισμό σε κτίρια - Οδηγίες , Θεσσαλονίκη, 1978.
- Δρίτσος Σ. Η., Ενισχύσεις / Επισκευές Κατασκευών από Οπλισμένο Σκυρόδεμα, Πάτρα 2004.
- ΕΜΠ, Συστάσεις για τις επισκευές κτιρίων βλαμμένων από σεισμό, Αθήνα 1988.
- Ελληνικός Αντισεισμικός Κανονισμός 2000, ΟΑΣΠ & ΣΠΜΕ.
- Πενέλης - Κάππος, Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα, Θεσσαλονίκη, 1990, και στο Πρακτικά Πανελληνίου Συνεδρείου Πολιτικών Μηχανικών, 1992.
- Πενέλης - Κάππος, Αντισεισμικές κατασκευές από σκυρόδεμα, Θεσσαλονίκη, 1990, και στο Ελληνικός Κανονισμός Ωπλισμένου Σκυροδέματος 2000, ΟΑΣΠ & ΣΠΜΕ.
- Rybicki, Βλάβες δομικών έργων, ανάλυση και βελτίωση, Τόμ. Α', Duesseldorf, 1978.
- Στυλιανίδης Κ. Χ., Π. Πρίντζης, Α. Σερταρίδης, Η Σεισμική Απομόνωση Βάσης ως Μέθοδος Προστασίας Ιστορικών Κτιρίων., σελ. 491 -502

Διαδικτυακές Πηγές

- <http://www.chioshistory.gr/gr/itx/itx263.html>
- www.earthquakenet.gr
- <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A7%CE%AF%CE%BF%CF%82>
- <http://www.scribd.com/doc/33903510/seismos-sti-xio>
- <http://earthquake.usgs.gov>
- www.earthquakenet.gr
- www.seismos.gr
- www.gein.noa.gr
- www.physics4u.gr
- www.geo.suth.gr
- <http://www.lesvos.gr/web/guest/home>
- <http://www.chioshistory.gr/gr/itx/itx263.html>
- http://asesteam.blogspot.com/2009/12/blog-post_2545.html
- <http://www.oasp.gr/entypa>
- <http://www2.egeonet.gr/forms/fLemmaBodyExtended.aspx?lemmaID=6980>
- <http://courses.arch.ntua.gr/109598.html>
- <http://www.diktyoseismos.gr/info/school-papers.php>
- <http://www.diktyoseismos.gr/members/map.php#>
- http://www.skyrodemanet.gr/index.php?option=com_content&view=article&id=174%3A-90r-t-26-2004-17&catid=63&Itemid=66
- <http://www.spitia.gr/greek/ipiresies/government/paradosiakiikismi21.htm#%CE%9B%CE%B5%CF%85%CE%BA%CE%AC%CE%B4%CE%B1%CF%82>
- <http://www.earthquakenet.gr/torhgmathsAnatolias.htm>
- http://asesteam.blogspot.com/2009/12/blog-post_2545.html
- <http://estia.hua.gr:8080/dspace/bitstream/123456789/776/1/%CE%9C%CF%80%CE%AC%CE%BA%CE%B1%CF%82>

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

9. ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Πίνακας 4 : Κλίμακα μικροσεισμικών εντάσεων Mercalli-Sieberg

Βαθμός	Ορισμός	Αποτελέσματα
I	Όχι αισθητός	Ο σεισμός δε γίνεται αισθητός
II	Σποραδικά αισθητός	Γίνεται αισθητός μόνο από λίγους ανθρώπους που βρίσκονται σε στιγμή ανάπαυσης, συνήθως στους τελευταίους ορόφους κτιρίων
III	Ασθενής	Αρκετά αισθητός μέσα σε κτίρια, κυρίως στους ψηλότερους ορόφους, αν και πολλοί δεν τον αναγνωρίζουν σαν σεισμό
IV	Γενικά αισθητός	Ιδιαίτερα αισθητός σε ανθρώπους μέσα σε κτίρια και σε λίγους στον δρόμο. Μικροζημιές παρατηρούνται, ενώ σταθμευμένα οχήματα μπορεί να μετακινηθούν αρκετά
V	Ισχυρός	Γίνεται αισθητός από όλους τους ανθρώπους. Μικροζημιές, καθώς και πτώσεις δέντρων, παρατηρούνται
VI	Ελαφρός βλαβερός	Όλοι τον καταλαβαίνουν, ενώ πολλοί πανικοβάλλονται. Μερικά σπίτια υφίστανται ελαφρές βλάβες.
VII	Βλαβερός	Οι περισσότεροι φοβούνται. Ασήμαντες οι ζημιές σε κτίρια με καλό σχεδιασμό και ελαφρές έως μέτριες σε κοινά κτίρια. Κακές κατασκευές υφίστανται σημαντικές βλάβες. Ο σεισμός γίνεται αισθητός, επίσης, σε ανθρώπους που οδηγούν.
VIII	Πολύ βλαβερός	Πολλοί στέκονται με δυσκολία. Λίγα καλά χτισμένα κτίρια εμφανίζουν σοβαρές ζημιές, ενώ μερικά παλιά κτίρια καταρρέουν.

IX	Καταστροφικός	Γενικός πανικός. Πολλά παλιά κτίρια καταρρέουν. Πολλά καλά κατασκευασμένα κτίρια παρουσιάζουν σημαντικές βλάβες ακόμα και στο σκελετό. Εδαφικές ρωγμές δημιουργούνται.
X	Πολύ καταστροφικός	Καταρρέουν πολλά καλά κατασκευασμένα κτίρια. Μεγάλες εδαφικές ρωγμές εμφανίζονται. Σημαντικές κατολισθήσεις παρατηρούνται.
XI	Σαρωτικός	Τα περισσότερα καλά κατασκευασμένα κτίρια καταρρέουν, ενώ μερικά που έχουν καλό αντισεισμικό σχεδιασμό καταστρέφονται.
XII	Πλήρως σαρωτικός	Η καταστροφή είναι ολική. Σχεδόν όλα τα κτίρια καταρρέουν.

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Πίνακας 5 : Δείκτης ηφαιστειακής δραστηριότητας VEI (Newhall-Self)

VEI	Περιγραφή έκρηξης	Όγκος εκτοξευόμενων υλικών (m ³)	Ύψος εκρηκτικής στήλης (km)	Διαρκείες συνεχούς έκρηξης (h)
0	Μη εκρηκτική δράση	< 104	0.8 - 1.5	< 1
1	Μικρή	104 - 106	1.5 - 2.8	< 1
2	Μέτρια	106 - 107	2.8 - 5.5	1 - 6.
3	Σχετικά μεγάλη	107 - 108	5.5 - 10.5	1 - 12.
4	Μεγάλη	108 - 109	10.5 - 17	< 12
5	Πολύ μεγάλη	109 - 1010	17 - 28	>6 και <12
6	Πολύ μεγάλη	1010 - 1011	28 - 47	> 12
7	Πολύ μεγάλη	1011 - 1012	> 47	>12
8	Πολύ μεγάλη	> 1012	> 47	>12

Πίνακας 1 : Φυσικές καταστροφές με τον μεγαλύτερο αριθμό θυμάτων

Έτος	Είδος Καταστροφής	Χώρα	Αρ. Θυμάτων
1976	Σεισμός	Κίνα	242000
1991	Κυκλώνας	Μπαγκλαντές	140000
1990	Σεισμός	Ιράν	36000
1985	Ηφαιστειακή Έκρηξη	Κολομβία	23000
1976	Σεισμός	Γουατεμάλα	22778
1978	Σεισμός	Ιράν	20000
1977	Κυκλώνας	Ινδία	20000
1985	Κυκλώνας	Μπαγκλαντές	11000
1993	Σεισμός	Ινδία	10000
1985	Σεισμός	Μεξικό	10000

**ΟΙ ΣΕΙΣΜΟΙ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΠΤΩΣΕΙΣ ΤΟΥΣ ΣΤΙΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ:
Η ΠΕΡΙΠΤΩΣΗ ΤΩΝ ΝΗΣΩΝ ΤΟΥ ΒΟΡΕΙΟΑΝΑΤΟΛΙΚΟΥ ΑΙΓΑΙΟΥ**

Πίνακας 13 : Συνοπτική έκθεση προβλημάτων & πιθανών απειλών στην αντιμετώπιση κρίσεων

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ	ΑΠΕΙΛΕΣ
Απουσία οργανωμένης βάσης δεδομένων των πόρων	Άγνοια του μεγέθους των δυνάμεων καταστολής
Ελλιπή συντήρηση	Υπερεκτίμηση των διατιθέμενων πόρων
Μη αξιοποίηση των διατιθέμενων δορυφορικών πληροφοριών	Σημαντικές καθυστερήσεις στο χρόνο απόκρισης
Ασυνεννοησία μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων	Κατακερματισμός των πληροφοριών που επιφέρει καθυστέρηση της επιχείρησης
Μη χρήση συστημάτων γεωγραφικών πληροφοριών (G.I.S.)	Λάθος εκτίμηση της αρχικής κατάστασης της κρίσης και της πιθανής εξέλιξή της
Έλλειψη οργανωμένης εκπαίδευσης & κοινών ασκήσεων συντονισμού	Διασταύρωση των ενεργειών των φορέων που οδηγεί σε λάθος καταμερισμό των δυνάμεων