

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
Τμήμα Γεωγραφίας

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ  
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

Πτυχιακή εργασία των Κεσκιλίδη Αλέξανδρου και Παπούλια Μαρίας

Αθήνα, Οκτώβριος 2007

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ  
Τμήμα Γεωγραφίας

**ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΧΑΡΤΩΝ ΜΑΚΡΟΣΕΙΣΜΙΚΩΝ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ  
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΩΝ**

Πτυχιακή εργασία των Κεσκιλίδη Αλέξανδρου και Παπούλια Μαρίας

Επιβλέπων: Καρύμπαλης Ευθύμιος  
Επίκουρος καθηγητής

Αθήνα, Οκτώβριος 2007

## Πίνακας περιεχομένων

	Σελ.
Πρόλογος.....	8
Περίληψη.....	9
Abstract.....	11
Μέρος 1 <sup>ο</sup> .....	13-115
1.Εισαγωγή.....	14-18
1.1 Σκοπός και δομή της εργασίας.....	14
1.2 Γεωγραφική θέση στις Ελλάδας.....	16
1.3 Γεωγραφική Θέση της Κρήτης.....	17
1.4 Γεωγραφική Θέση της Κεφαλονιάς.....	18
2.Δημογραφία.....	19-26
2.1 Πραγματικός Πληθυσμός.....	19
3.Οικονομικά Στοιχεία.....	27-32
3.1 Εργατικό Δυναμικό, απασχολούμενοι και άνεργοι.....	27
3.2 Οικονομικά στοιχεία για την Ελλάδα, τη Κρήτη και τη Κεφαλονιά.....	28
4.Χρήσεις γης.....	33-37
4.1 Οι Χρήσεις γης στη Κεφαλονιά.....	35
4.2 Οι χρήσεις γης στη Κρήτη.....	36
5.Σεισμικότητα της Ελλάδας.....	38-46
5.1 Η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών.....	38
5.1.1 Κίνηση των πλακών.....	39
5.1.2 Τύποι Σεισμικών Ζωνών.....	42
5.2 Η Σεισμικότητα της Ελλάδας.....	44
5.2.1 Το ελληνικό τόξο.....	44
5.2.2 Η ελληνική τάφρος.....	46
5.2.3 Η τάφρος του βορείου Αιγαίου.....	46
6. Η θέση της Ελλάδας στο παγκόσμιο γεωτεκτονικό σύστημα.....	47-63
6.1 Γεωλογική τοποθέτηση της Ελλάδας στον Ευρωπαϊκό χώρο.....	49
6.2 Γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας.....	51
6.2.1 Η γεωτεκτονική θέση και η λιθοστρωματογραφία της Ελλάδας.....	53
6.2.2 Η γεωτεκτονική θέση και η λιθοστρωματογραφία της Κεφαλονιάς.....	57
6.2.3 Η γεωτεκτονική θέση και η λιθοστρωματογραφία της Κρήτης.....	60
7. Ρήγματα.....	64-77
7.1 Τρόπος γένεσης σεισμών.....	64
7.2 Σεισμικά Κύματα.....	65
7.3 Ρήγματα.....	66
7.3.1 Γεωμετρία Ρήγματος.....	67
7.3.2 Ταξινόμηση Ρηγμάτων.....	68
7.3.3 Τα ρήγματα της Ελλάδας.....	73
7.3.4 Τα ρήγματα της Κρήτης.....	73
7.3.5 Τα ρήγματα της Κεφαλονιάς.....	74
7.4 Επικινδυνότητα σεισμικών ρηγμάτων.....	75

8. Σεισμική ένταση.....	78-86
8.1 Τι είναι σεισμική ένταση.....	78
8.2 Τι είναι Μακροσεισμικά αποτελέσματα.....	79
8.2.1 Αποτελέσματα των σεισμών στο έδαφος.....	79
8.2.2 Αποτελέσματα των σεισμών στο επιφανειακό και υπόγειο νερό.....	81
8.2.3 Αποτελέσματα των σεισμών στη θάλασσα.....	82
8.2.4 Αποτελέσματα των σεισμών σε κτίρια και διάφορες τεχνικές κατασκευές..	84
8.2.5 Αποτελέσματα των σεισμών στους ανθρώπους.....	84
8.2.5.1 Απώλειες σε ανθρώπινες ζωές. Που οφείλονται και από τι επηρεάζονται.	85
8.2.6 Αποτελέσματα των σεισμών στα ζώα.....	86
9. Εκτίμηση Μακροσεισμικών Αποτελεσμάτων.....	87-96
9.1 Συλλογή Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων.....	92
9.2 Ισόσειστες Καμπύλες.....	94
10. Αντισεισμικός Σχεδιασμός και Πρόγνωση Σεισμών.....	97-103
10.1 Αντισεισμικός σχεδιασμός και Σεισμική Επικινδυνότητα.....	97
10.2 Πρόγνωση Σεισμών.....	101
10.3 Χαρακτηριστικές Μεταβολές της σεισμικότητας στο χώρο και το χρόνο....	101
11.Μεγάλοι Σεισμοί στην Ελλάδα, τη περίοδο 1953- 2004 και οι Επιπτώσεις τους.....	104-115
11.1 Το ηφαίστειο της Σαντορίνης.....	104
11.1 Οι μεγάλοι Σεισμοί της Ελλάδας τη περίοδο 1953- 2004.....	106
Μέρος 2 <sup>ο</sup> .....	116-169
12. Μεθοδολογία.....	117-132
12.1 Ισχύουσες μέθοδοι ποσοτικής εκτίμησης των Μακροσεισμικών Αποτελεσμάτων.....	117
12.2 Μεθοδολογία εκτίμησης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων και κατασκευή χαρτών μακροσεισμικών αποτελεσμάτων μεγάλων σεισμών με χρήση των G.I.S. ....	120
12.2.1 Δεδομένα.....	121
12.2.2 Ορισμοί.....	126
12.2.3 Αυτοματισμός- κατασκευή χαρτών.....	127
13. Σχολιασμός χαρτών.....	133-169
13.1 Χάρτες Γεωγραφικής Κατανομής των Εντάσεων για την Ελλάδα, κατά τη χρονική περίοδο 1953 – 2004.....	133
13.2 Χάρτες Γεωγραφικής Κατανομής των Εντάσεων για την Κρήτη, κατά τη χρονική περίοδο 1953 – 2004.....	141
13.3 Χάρτες Γεωγραφικής Κατανομής των Εντάσεων για τη Κεφαλονιά, κατά τη χρονική περίοδο 1953- 2004.....	155
13.4 Σύγκριση χάρτη Μέγιστων Μακροσεισμικών Εντάσεων της Ελλάδας , με το χάρτη της Γεωγραφικής Κατανομής των Μέγιστων Μακροσεισμικών Εντάσεων στην Ελλάδα, με διάσταση ψηφίδας 1 μοίρα.....	167
Συμπεράσματα.....	170
Βιβλιογραφία.....	173
Παράρτημα 1.....	177
Παράρτημα 2.....	188



## Ευρετήριο Πινάκων

2.1 Πραγματικός πληθυσμός, σύμφωνα με της απογραφή του 2001.....	20
2.2 Πραγματικός πληθυσμός για τα έτη 1961,1971,1981,1991 και 2001.....	20
2.3 Αριθμοί γεννήσεων κατά τόπο μόνιμης κατοικίας της μητέρας και αριθμοί θανόντων κατά τόπο μόνιμης κατοικίας του θανόντος για τα έτη 1991 και 2001.....	22
7.1 Ενδεικτικές ταχύτητες εγκάρσιων και επιμηκών σεισμικών κυμάτων σε διάφορα πετρώματα.....	65
9.1 Μακροσεισμική κλίμακα Mercalli – Sieberg.....	88

## Ευρετήριο Διαγραμμάτων

2.1 Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το σύνολο της χώρας, το 2001.....	23
2.2 Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το νομό Κεφαλληνίας, το 2001.....	23
2.3 Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το νομό Ηρακλείου, το 2001.....	24
2.4 Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το νομό Λασιθίου, το 2001.....	24
2.5 Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το νομό Ρεθύμνης, το 2001.....	25
2.6 Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το νομό Χανίων, το 2001.....	25
3.1 Ποσοστά απασχολουμένων και ανέργων και για τα δύο φύλα, για την Ελλάδα, το 2001.....	28
3.2 Ποσοστά απασχολουμένων και ανέργων και για τα δύο φύλα, για τη Κεφαλονιά, το 2001.....	30
3.3 Ποσοστά απασχολουμένων και ανέργων και για τα δύο φύλα, για τη Κρήτη, το 2001.....	31
3.4 Απασχολούμενοι ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας αμφοτέρων των φύλων, για την Ελλάδα, τη Κρήτη και τη Κεφαλονιά, το 2001.....	32

## Ευρετήριο Σχημάτων

5.1 Όρια πλακών και ενεργές ζώνες στο φλοιό της γης.....	41
5.2 Το ελληνικό τόξο.....	45
7.1 Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός ρήγματος.....	68
7.2 Στερεοδιάγραμμα των δύο κατηγοριών οριζόντιων ρηγμάτων.....	69
7.3 Στερεοδιάγραμμα των δύο κατηγοριών κεκλιμένων ρηγμάτων.....	70
7.4 Τα ρήγματα στη περιοχή του Παρνασσού.....	71
8.1 Σημαντικά γεγονότα τσουνάμι στον ελλαδικό χώρο από την αρχαιότητα ως Σήμερα.....	83
11.1 Τρισδιάστατη σχηματική γεωλογική δομή του ηφαιστείου της Σαντορίνης...106	

## Ευρετήριο Εικόνων

6.1 Το βόρειο (Λαυρασία) και το νότιο (Γκοντβάνα) μέρος της Παγγαίας.....	47
7.1 Μέρος του ρήγματος στο Παρνασσό.....	71
7.2 Βλάβες στο εργοστάσιο της Ελληνική Βιομηχανίας Όπλων στο Αίγιο μετά το σεισμό του 1953.....	77

9.1 Εικόνα από το κτίριο της Ιονικής Τράπεζας στο Αργοστόλι Κεφαλληνίας.....	69
9.2 Οριζόντια μετατόπιση του πεζοδρομίου και έκλυση άμμου στη περιοχή της Προβλήτας.....	93
9.3 Κατολίσθηση στο δρόμο Άγιος Πέτρος- Καλαμίτσι.....	94
12.1 Χρωματική παλέτα τιμών σεισμικής έντασης.....	130

## Ευρετήριο Χαρτών

1.1 Δορυφορική Απεικόνιση της Ελλάδας.....	16
1.2 Δορυφορική Απεικόνιση της Κρήτης.....	17
1.3 Δορυφορική Απεικόνιση της Κεφαλονιάς.....	18
4.1 Οι χρήσεις γης στην Ελλάδα, σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine.....	33
4.2 Οι χρήσεις γης στη Κεφαλονιά, σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine.....	36
4.3 Οι χρήσεις γης στη Κρήτη, σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine.....	37
5.1 Χάρτης Απεικόνισης των Λιθοσφαιρικών Πλακών.....	40
5.2 Χάρτης Απεικόνισης των Μεσο-ωκεάνιων Ραχών.....	42
6.1 Γεωτεκτονικό Σκαρίφημα διαίρεσης της Ευρώπης κατά Stille.....	50
6.2 Οι γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδος.....	52
6.3 Γεωλογικός χάρτης της Κεφαλονιάς.....	58
6.4 Γεωλογικός χάρτης της Κρήτης.....	60
6.5 Το μορφοδόμημα των καλυμμάτων της Κρήτης.....	62
6.6 Απεικόνιση των μεγάλης κλίμακας ρηγμάτων της Κρήτης.....	63
7.1 Τα σεισμογόνα ρήγματα του ελληνικού χώρου.....	72
7.2 Κατανομή σεισμικών επικέντρων, 1951- 2003.....	73
7.3 Τα σεισμογόνα ρήγματα της Κρήτης.....	74
7.4 Τα σεισμογόνα ρήγματα της Κεφαλονιάς.....	75
9.1 Χάρτης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων από το σεισμό της Καλαμάτας.....	91
9.2 Οι ισόσειστες καμπύλες για το σεισμό του Αιγίου.....	95
10.1 Νέος χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας.....	99
12.1 Χάρτης Ισόσειστων καμπυλών για το σεισμό της Κοζάνης.....	117
12.2 Χάρτης Μακροσεισμικών Αποτελεσμάτων για το σεισμό της Κοζάνης.....	119
13.1 Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για την Ελλάδα (μέσες τιμές).....	134
13.2 Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών εντάσεων για την Ελλάδα (μέγιστες τιμές).....	138
13.3 Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κρήτη με διάσταση ψηφίδας, 0,2 μοίρες( μέσες τιμές).....	142
13.4 Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κρήτη, με διάσταση ψηφίδας, 0,2 μοίρες (μέγιστες τιμές).....	145
13.5 Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κρήτη, με διάσταση ψηφίδας, 0,1 μοίρα (μέσες τιμές).....	149
13.6 Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κρήτη, με διάσταση ψηφίδας, 0,1 μοίρα (μέγιστες τιμές).....	152
13.7 Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κεφαλονιά, με διάσταση ψηφίδας, 0,2 μοίρες (μέσες τιμές).....	156

13.8 Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κεφαλονιά, με διάσταση ψηφίδας, 0,2 μοίρες (μέγιστες τιμές).....	159
13.9 Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για της Κεφαλονιά, με διάσταση ψηφίδας, 0,1 μοίρα (μέσες τιμές).....	162
13.10 Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κεφαλονιά, με διάσταση ψηφίδας, 0,1 μοίρα (μέγιστες τιμές).....	164
13.11 Χάρτης Μέγιστων Μακροσεισμικών Εντάσεων (παλιότερης περιόδου).....	167

## Πρόλογος

Η πτυχιακή αυτή εργασία με τίτλο «Κατασκευή χαρτών Μακροσεισμικών Αποτελεσμάτων με χρήση Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών», μας ανετέθη από τον κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη, επίκουρο καθηγητή του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου, τον Οκτώβριο του 2006.

Έναυσμα για την πτυχιακή αυτή, αποτέλεσε η ενασχόλησή μας στα πλαίσια του κατ' επιλογήν μαθήματος της Πρακτικής Άσκησης, κατά τη διάρκεια της οποίας εργαστήκαμε στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών με το διευθυντή ερευνών Δρ. Δημήτριο Παπαναστασίου. Από τη θέση αυτή θα θέλαμε να τον ευχαριστήσουμε για τις πολύτιμες συμβουλές του και τις εύστοχες παρατηρήσεις του.

Θα θέλαμε επίσης, να ευχαριστήσουμε το κ. Εμμανουήλ Στεφανάκη, επίκουρο καθηγητή του Τμήματος Γεωγραφίας, για τη πολύτιμη βοήθειά του στη κατασκευή των χαρτών.

Θα ήταν παράλειψή μας, τέλος, να μην ευχαριστήσουμε το κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη, η συνεισφορά του οποίου ήταν καθοριστικής σημασίας για την επιτυχή ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας.

## Περίληψη

Σκοπός της παρούσας εργασίας είναι η επεξεργασία μακροσεισμικών δεδομένων και η κατασκευή Χαρτών γεωγραφικής κατανομής των Μακροσεισμικών εντάσεων στην Ελλάδα, για τη χρονική περίοδο 1953- 2004 με εναλλακτικές τεχνικές κατασκευής και απεικόνισης, χρησιμοποιώντας τεχνικές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Επιπλέον, κρίθηκε σκόπιμη η κατασκευή χαρτών για τις πλέον σειсмоγενείς περιοχές τις χώρας, τη περιοχή της Κεφαλονιάς και τη Κρήτη, προκειμένου να γίνει μια πιο λεπτομερής μελέτη των σεισμικών εντάσεων σε αυτές τις περιοχές οι οποίες βρίσκονται στα όρια του Ελληνικού Τόξου. Για την εργασία αυτή, τα δεδομένα από τους σεισμούς του 1953 ως το 2004 παραχωρήθηκαν από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Έγινε επεξεργασία των αρχικών δεδομένων και δημιουργήθηκε μια νέα βάση δεδομένων. Για τη κατασκευή των χαρτών επιχειρήθηκε η εφαρμογή μιας νέας μεθόδου απεικόνισης, η οποία βασίζεται στα Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών και διαφέρει από τους τρόπους κατασκευής χαρτών και απεικόνισης μακροσεισμικών αποτελεσμάτων για παλιότερες περιόδους. Η μέθοδος που εφαρμόστηκε βασίζεται στο ψηφιδωτό μοντέλο χωρικών δεδομένων. Για την κατασκευή των χαρτών επιλέχτηκε για την Ελλάδα η διάσταση της ψηφίδας να είναι 1 μοίρα και για τις περιοχές της Κρήτης και της Κεφαλονιάς να είναι 0,1 μοίρα και 0,2 μοίρες. Η επιλογή της διάστασης της ψηφίδας έγινε με σκοπό τη καλύτερη απεικόνιση των μακροσεισμικών εντάσεων. Για τη Κρήτη και τη Κεφαλονιά κατασκευάστηκαν χάρτες διαφορετικών κλιμάκων, προκειμένου να γίνει σύγκριση των αποτελεσμάτων με διαφορετικής διάστασης ψηφίδα. Επίσης, για τη κατασκευή των χαρτών επιλέχτηκε να απεικονιστούν οι μέσες τιμές σεισμικής έντασης καθώς και οι μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης. Σκοπός ήταν η μελέτη των μεταβολών που προκύπτουν ανάλογα με το αν απεικονίζεται η μέση τιμή ή η μέγιστη και η εξαγωγή συμπερασμάτων σχετικά με την χρησιμότητα και την ακρίβεια της απεικόνισης μακροσεισμικών εντάσεων με διαφορετικό τύπο έντασης. Έγινε σύγκριση των αποτελεσμάτων με τα λιθολογικά δεδομένα των περιοχών ενδιαφέροντος, τα γεωτεκτονικά χαρακτηριστικά, τον αντισεισμικό σχεδιασμό και την πρόγνωση των σεισμών.

Συνοπτικά, από τη παρατήρηση των χαρτών γεωγραφικής κατανομής των Μακροσεισμικών εντάσεων της Ελλάδας, οι μεγαλύτερες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν

στη νότια Κρήτη και στις ανατολικές Κυκλάδες και οι μεγαλύτερες μέγιστες τιμές παρατηρήθηκαν στα Επτάνησα (πλην της Κέρκυρας), στη δυτική Πελοπόννησο και στη δυτική Μακεδονία. Οι χαμηλότερες μέσες τιμές παρατηρήθηκαν στη Θράκη, στη Μακεδονία, στο ανατολικό τμήμα του νομού Λασιθίου, στις Κυκλάδες, στη Χίο και στη Κέρκυρα. Οι χαμηλότερες μέγιστες τιμές παρατηρήθηκαν στις Κυκλάδες, στο νομό Λασιθίου και Ροδόπης. Από τη παρατήρηση των χαρτών γεωγραφικής κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων στη Κρήτη, οι υψηλότερες μέσες τιμές παρατηρούνται στα Χανιά, στο Ρέθυμνο και βορειοδυτικά της πόλης του Ηρακλείου, οι υψηλότερες μέγιστες τιμές παρατηρούνται δυτικά του νομού Χανίων και νότια των νομών Λασιθίου και Ηρακλείου. Οι χαμηλότερες μέσες τιμές παρατηρούνται στο νομό Λασιθίου και στο ανατολικό τμήμα του νομού Ηρακλείου. Οι χαμηλότερες μέγιστες τιμές σημειώνονται στο νομό Λασιθίου. Από τη παρατήρηση των χαρτών γεωγραφικής κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων στη Κεφαλονιά, προκύπτει ότι οι υψηλότερες μέσες παρατηρούνται στη δυτική πλευρά της Κεφαλονιάς και στο Ληξούρι, ενώ οι μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης παρατηρούνται σε όλο το νησί. Οι χαμηλότερες μέσες τιμές παρατηρούνται στο ανατολικό τμήμα της Κεφαλονιάς και οι χαμηλότερες μέγιστες τιμές στο νοτιοανατολικό τμήμα του νησιού.

Συμπερασματικά, ανάλογα με το αν εξετάζεται η μέση τιμή ή η μέγιστη τιμή σεισμικής έντασης, υπάρχει διαφοροποίηση στην κατανομή των εντάσεων στον Ελληνικό χώρο, στη Κρήτη και τη Κεφαλονιά, που σε ορισμένες περιπτώσεις εξαρτάται από τη λιθοστρωματογραφία της περιοχής, τα γεωτεκτονικά χαρακτηριστικά, την πληθυσμιακή πυκνότητα και τα μέτρα που έχουν ληφθεί σχετικά με τον αντισεισμικό σχεδιασμό την αντισεισμική προστασία και φυσικά το εστιακό βάθος και το μέγεθος των σεισμών. Επιπλέον, υπάρχουν διαφορές ανάλογα και με τη διάσταση των ψηφίδων που χρησιμοποιούνται αφού όσο πιο μικρή είναι η διάσταση της ψηφίδας, τόσο πιο λεπτομερής είναι η κατανομή των εντάσεων στο χώρο.

## **Abstract**

The aim of this study is an effort of construction Isoseismal Maps for strong shallow earthquakes in Greece, for the time period of 1953 - 2004 with alternative techniques of construction and depiction. For the particular study maps have been constructed not only for Greece, but also for two Greek regions, which are the most tectonically active regions of the country, these of Cephalonia and Crete islands, in order to study seismic intensities in detail for these regions, which are located on the borders of the Hellenic Arc. All the data used in this study were provided by the Geodynamic Institute of National Observatory of Athens. These data include macroseismic observations from the earthquakes of the time period between 1953 and 2004. A new data base was created after the treatment of the data. For the construction of the maps the application of a new method of depiction, which is based on Geographic Information Systems was attempted. This method differs from previous method of isoseismal map construction. The applied method is based on the mosaic model of territorial data. For the construction of maps the cell size of was selected for Greece while for the regions of Crete and Cephalonia 0, 1 and 0, 2. The selection of degrees became aiming at the better depiction of isoseismal intensities. For Crete and Cephalonia maps of different scales were constructed in order to compare the results with different cell size. Additionally, maps portraying the medium values of seismic intensity as well as the biggest values of seismic intensity were constructed. The aim of this work was the study of changes that results depending on whether the medium or the biggest seismic intensity is portrayed and conclusions concerning the usefulness and the precision of depiction of isoseismal intensities with different intensity values. The results were compared with the lithological data of the studied regions, the geotectonics, the antiseismic planning and the forecast of earthquakes.

Intense macroseismic effects were observed in Ionian Islands (Cephalonia), Crete (on the prefecture of Chania), western Peloponnesus and western Macedonia.

In conclusion, depending on whether the medium or the biggest value of seismic intensity is examined, differences in the distribution of intensities in the Greek

area, in Crete and in Cephalonia, were observed depending on the lithology of the region, the geotectonic setting of the region, the demographic density and the antiseismic protection and of course the focal depth and the magnitude of earthquakes. Moreover, differences proportionally with the dimension of cells that were used were identified. The smaller the pixel size used, the most detailed the distribution of intensities in the each area.



## **Μέρος 1<sup>ο</sup>**

## 1. Εισαγωγή

### 1.1 : Σκοπός και δομή της παρούσας εργασίας

Κύριος στόχος της παρούσας εργασίας είναι η μελέτη των Μακροσεισμικών εντάσεων που σημειώθηκαν στην Ελλάδα, κατά τη χρονική περίοδο 1953 – 2004, με ιδιαίτερη έμφαση σε δύο σειсмоγενείς περιοχές, αυτές της Κρήτης και της Κεφαλονιάς. Για τη μελέτη της γεωγραφικής κατανομής των μακροσεισμικών παρατηρήσεων επεξεργάστηκε ένας σημαντικός αριθμός δεδομένων που αφορούν τη χρονική αυτή περίοδο, τα οποία παραχωρήθηκαν από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Για τη γεωγραφική απεικόνιση των εντάσεων, τα δεδομένα επεξεργάστηκαν και μορφοποιήθηκαν ώστε να μπορέσουν να απεικονιστούν με τη μορφή χαρτών, χρησιμοποιώντας ένα Σύστημα Γεωγραφικών Πληροφοριών. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, συγκρίθηκε με παλιότερες μεθόδους απεικόνισης μακροσεισμικών εντάσεων για παλιότερες περιόδους και εξήχθησαν χρήσιμα συμπεράσματα.

Η εργασία περιλαμβάνει δύο μέρη. Το πρώτο πραγματεύεται τα γενικά ανθρωπογεωγραφικά χαρακτηριστικά της Ελλάδος και των νησιών της Κρήτης και της Κεφαλονιάς και το δεύτερο μέρος αφορά τη μεθοδολογία που ακολουθήθηκε και το σχολιασμό των χαρτών που σχεδιάστηκαν.

Η διάρθρωση της εργασίας ακολουθεί τη παρακάτω δομή: Στο πρώτο μέρος γίνεται μια σύντομη αναφορά στη γεωγραφική θέση της Ελλάδας, της Κρήτης και της Κεφαλονιάς. Στη συνέχεια εξετάζονται τα δημογραφικά, τα οικονομικά χαρακτηριστικά ( χρησιμοποιώντας πρωτογενή δεδομένα κυρίως της Εθνικής Στατιστικής Υπηρεσίας) και οι χρήσεις γης στην Ελλάδα, τη Κρήτη και τη Κεφαλονιά (αντλώντας δεδομένα από την Υπηρεσία Περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Ένωσης). Στη συνέχεια, μετά τα γενικά ανθρωπογεωγραφικά στοιχεία, γίνεται αναφορά στη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών και τη σεισμικότητα του Ελληνικού χώρου, λαμβάνοντας υπόψη δεδομένα που συλλέχτηκαν από το διαδίκτυο και τη διεθνή και ελληνική βιβλιογραφία. Ακολουθεί μία λεπτομερής ανάλυση της γεωτεκτονικής θέσης της Ελλάδας, της Κεφαλονιάς και της Κρήτης καθώς και των λιθοστρωματογραφικών

χαρακτηριστικών των περιοχών αυτών με στοιχεία που συλλέχθηκαν κυρίως από την ελληνική και τη διεθνή βιβλιογραφία. Εν συνεχεία γίνεται αναφορά στο μηχανισμό γέννησης των σεισμών, στα σεισμικά κύματα και στη γεωγραφική κατανομή των ρηγμάτων της Ελλάδας, της Κρήτης και της Κεφαλονιάς. Εν συνεχεία γίνεται αναφορά στη σεισμική ένταση, στα μακροσεισμικά αποτελέσματα και στην εκτίμηση των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων. Έπειτα ακολουθεί μία σύντομη αναφορά στα σημαντικότερα σεισμικά γεγονότα που έπληξαν τον ελληνικό χώρο την περίοδο που αφορούν τα δεδομένα από το 1953 έως το 2004 και ακολουθεί η αναφορά στον αντισεισμικό σχεδιασμό και την πρόγνωση των σεισμών.

Στο δεύτερο μέρος της εργασίας, περιγράφεται η μεθοδολογία επεξεργασίας των δεδομένων και κατασκευής των χαρτών κατανομής των μακροσεισμικών εντάσεων, ο σχολιασμός των χαρτών που κατασκευάστηκαν χρησιμοποιώντας διαφορετικό μέγεθος ψηφίδας και τα συμπεράσματα.

## 1.2: Γεωγραφική θέση της Ελλάδας

Η Ελλάδα, βρίσκεται στη νοτιοανατολική Ευρώπη , στη χερσόνησο των Βαλκανίων (Εγκυκλοπαίδεια <<Ελλαδική>>, τόμος 5<sup>ος</sup>, 2000, σ.87). Συνορεύει βόρεια με την Αλβανία, τη Πρώην Γιουγκοσλαβική Δημοκρατία της Μακεδονίας και τη Βουλγαρία. Ανατολικά συνορεύει με τη Τουρκία. Δυτικά βρέχεται από το Ιόνιο Πέλαγος, ανατολικά από το Αιγαίο Πέλαγος και νότια από το Λυβικό Πέλαγος (χάρτης 1.1 ). Η συνολική της έκταση είναι 131.986km<sup>2</sup>, από τα οποία τα 106.778 km<sup>2</sup> αποτελούν το ηπειρωτικό τμήμα της και τα υπόλοιπα 25.778km<sup>2</sup> αποτελούν το νησιωτικό τμήμα της. Η πρωτεύουσά της είναι η Αθήνα και έχει 10.964.020 κατοίκους σύμφωνα με τη τελευταία απογραφή της Ε.Σ.Υ.Ε. που διενεργήθηκε το 2001, ενώ η πληθυσμιακή πυκνότητα είναι 83,1 κάτοικοι/ km<sup>2</sup>.

Το ανάγλυφό της είναι κυρίως ορεινό, ενώ έχει πλούσιο οριζόντιο εδαφικό διαμελισμό, με αποτέλεσμα την ύπαρξη αναρίθμητων νησιών (περισσότερα από 1500). Το κλίμα της είναι μεσογειακό, αλλά μεταβάλλεται κατά περιοχές ανάλογα με την απόσταση από τη θάλασσα, το έδαφος κτλ.



Χάρτης 1.1: Δορυφορική απεικόνιση της Ελλάδας (el.wikipedia.org)

### 1.2.1: Γεωγραφική θέση της Κρήτης

Η Κρήτη είναι το μεγαλύτερο νησί της Ελλάδας και το 5<sup>ο</sup> μεγαλύτερο της Μεσογείου (Εγκυκλοπαίδεια <<Ελλαδική>>, τόμος 8<sup>ος</sup>, 2000, σ.55). Βρίσκεται στο νοτιότερο άκρο της Ελλάδας και βρέχεται βόρεια από το Κρητικό Πέλαγος, δυτικά από το Ιόνιο, ανατολικά από το Καρπάθιο Πέλαγος και νότια από το Λιβυκό Πέλαγος (χάρτης 1.2 ). Η συνολική έκτασή του νησιού είναι 8.336km<sup>2</sup>. Σύμφωνα με τη τελευταία απογραφή που διενεργήθηκε το 2001 από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία ο πληθυσμός ανέρχεται σε 601.100 κατοίκους.

Το έδαφος είναι ιδιαίτερα ορεινό και καθορίζεται από μια σειρά υψηλών βουνών που διασχίζουν το νησί από τη δύση ως την ανατολή. Το κλίμα είναι εύκρατο μεσογειακό. Στις παράκτιες περιοχές, το κλίμα είναι υγρό, ενώ, στις ορεινές περιοχές είναι ψυχρό.



Χάρτης 1.2: Δορυφορική απεικόνιση της Κρήτης (el.wikipedia.org)

### 1.2.2: Γεωγραφική θέση της Κεφαλονιάς

Η Κεφαλονιά είναι το μεγαλύτερο νησί σε έκταση των Επτανήσων και το 6ο της Ελλάδας (Εγκυκλοπαίδεια <<Ελλαδική>>, τόμος 7<sup>ος</sup>, 2000, σ.204). Βρίσκεται απέναντι από την είσοδο του Πατραϊκού Κόλπου, βόρεια της Ζακύνθου και νότια της Λευκάδας ( χάρτης ). Έχει έκταση 688km<sup>2</sup> και πληθυσμό 39.488 κατοίκους, σύμφωνα με την απογραφή του 2001 που διενεργήθηκε από την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία.

Το έδαφός της είναι κυρίως ορεινό, όπου μεγάλο μέρος καταλαμβάνει η οροσειρά του Αίνου. Το κλίμα του νησιού είναι μεσογειακό και ήπιο.



Χάρτης 1.3: Δορυφορική απεικόνιση της Κεφαλονιάς (earth.google.com)

## 2. Δημογραφία

Ο πληθυσμός αποτελεί αντικείμενο μελέτης αλλά και πεδίο εφαρμογής στην επιστήμη της δημογραφίας. Με τον όρο πληθυσμό εννοούμε το σύνολο των ατόμων στα οποία αποδίδεται ένα κοινό χαρακτηριστικό . Επομένως θα μπορούσε να ειπωθεί ότι η δημογραφία είναι η στατιστική μελέτη ενός πληθυσμού (Χ. Μπαγκαβός, 2003, σ. 29). Τα δύο χαρακτηριστικά του πληθυσμού είναι το μέγεθος και η σύνθεση του πληθυσμού. Η φυσική ροή του πληθυσμού εξαρτάται από το ποσοστό γονιμότητας , το ποσοστό θνησιμότητας και η μεταναστευτική ροή. Ένας άλλος παράγοντας ο οποίος έμμεσα συνδέεται με τη ροή του πληθυσμού είναι η οικονομική κατάσταση του πληθυσμού.

Στις απογραφές του πληθυσμού οι οποίες διενεργούνται πανελλαδικά κάθε δέκα χρόνια ο πληθυσμός διακρίνεται σε δύο κατηγορίες: στο πραγματικό και το νόμιμο. Σχεδόν πάντα, ο πραγματικός πληθυσμός είναι κατά πολύ μεγαλύτερος του νόμιμου. Όταν επομένως αναφερόμαστε σε πληθυσμό ,πρέπει να διευκρινίζουμε για ποιο ακριβώς μιλάμε. Σύμφωνα με τον Ταπεινό (Γ. Ταπεινός, 1993, σ. 56), πραγματικός πληθυσμός είναι εκείνος που είναι φυσικά παρών κατά τη στιγμή της παρατήρησης. Αντίθετα, ο νόμιμος πληθυσμός είναι τα άτομα που έχουν τη συνήθη κατοικία τους στο τόπο της παρατήρησης ο νόμιμος πληθυσμός ισούται επομένως, εξ' ορισμού με το παρόντα πληθυσμό, αυξανόμενος από τα πρόσωπα που λείπουν προσωρινά από τη κατοικία τους και ελαττούμενος από τα περαστικά πρόσωπα.

### 2.1 :Πραγματικός πληθυσμός

Στο πίνακα που ακολουθεί φαίνεται ο πραγματικός πληθυσμός για την Ελλάδα , αλλά και για τους νομούς Κεφαλληνίας, Ρεθύμνης, Χανίων, Ηρακλείου και Λασιθίου, σύμφωνα με την απογραφή του 2001.

**Πίνακας 2.1. : Πραγματικός πληθυσμός, σύμφωνα με την απογραφή του 2001**

<b>Πραγματικός πληθυσμός</b>	
<b>Σύνολο χώρας</b>	10.964.020
<b>Κεφαλονιά</b>	39.488
<b>Κρήτη</b>	601.100
<b>Χανιά</b>	150.387
<b>Ρέθυμνο</b>	81.936
<b>Ηράκλειο</b>	292.489
<b>Λασιθί</b>	76.319

πηγή Ε.Σ.Υ.Ε και [www.economics.gr](http://www.economics.gr), επεξεργασία των συγγραφέων

Στο πίνακα που ακολουθεί φαίνεται ο πραγματικός πληθυσμός για τις εξεταζόμενες περιοχές από το 1961 ως το 2001, σύμφωνα με την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία.

**Πίνακας 2.2. : Πραγματικός πληθυσμός για τα έτη 1961, 1971, 1981, 1991 και 2001**

	<b>1961</b>	<b>1971</b>	<b>1981</b>	<b>1991</b>	<b>2001</b>
<b>Σύνολο χώρας</b>	8388553	8768641	9740417	10223392	10964020
<b>Κεφαλονιά</b>	46314	36742	31297	32352	39488
<b>Κρήτη</b>					
<b>Χανιά</b>	131061	119797	125856	131939	150387
<b>Ρέθυμνο</b>	69943	60949	62634	68905	81936
<b>Ηράκλειο</b>	208374	209670	243622	265336	292489
<b>Λασιθί</b>	73880	66226	70053	70253	76319

Πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων

Ο πληθυσμός το 2001 είναι αυξημένος σε σχέση με όλα τα προηγούμενα έτη για το σύνολο της χώρας. Το 1961 ο πληθυσμός ανερχόταν σε 8388553 και το 2001 σε 10.964.020. Υπάρχει αύξηση δηλαδή κατά 30%. Μεταξύ των 2 τελευταίων απογραφών η αύξηση του πληθυσμού είναι ίση με 7%. Αν και στο σύνολο της χώρας ο πληθυσμός ακολουθεί ανοδική πορεία όλα αυτά τα χρόνια, στις περιοχές της Κεφαλονιάς η εικόνα που παίρνουμε από τη Στατιστική Υπηρεσία είναι εντελώς διαφορετική. Στη Κεφαλονιά ο πληθυσμός έχει μειωθεί κατά 14,7 %, ενώ τη χρονική περίοδο 1991 – 2001



υπάρχει αύξηση του πληθυσμού της τάξης του 22% σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια (1981). Στη Κρήτη, αντίθετα, όλοι οι νομοί εμφανίζουν άνοδο στο πληθυσμό τους σε κάθε απογραφή. Στο Ηράκλειο, η συνολική αύξηση είναι 40% (τη περίοδο 1961- 2001), στο Ρέθυμνο 17.2% για την ίδια χρονική περίοδο, στο Λασιθί 3.3% και στα Χανιά 14.7%. Στο Λασιθί, τη περίοδο 1991- 2001 σημειώνεται αύξηση του πραγματικού πληθυσμού κατά 19%. Τη μικρότερη αύξηση τη περίοδο 1991-2001 εμφανίζει ο νομός Ηρακλείου, 10%.

Για να ερμηνευτεί η αύξηση και η μείωση του πληθυσμού πρέπει να εξεταστεί η γονιμότητα, η θνησιμότητα και η εισροή/εκροή μεταναστών.

Το 2001 ο αριθμός των γεννήσεων κατά τόπο μόνιμης κατοικίας της μητέρας ήταν 102282 για το σύνολο της χώρας και 3345 για το νομό Ηρακλείου, 754 για το νομό Λασιθίου, 971 για το νομό Ρεθύμνης, 1497 για το νομό Χανίων και για το νομό Κεφαλληνίας 345 (πίνακας 2.3).

Το ίδιο έτος η θνησιμότητα, σύμφωνα με το τόπο μόνιμης κατοικίας του θανόντος ήταν για το σύνολο της χώρας, 102559. Για τη Κρήτη καταγράφηκαν 1358 θάνατοι στο νομό Χανίων, 738 στο Ρέθυμνο, 2419 στο Ηράκλειο και 831 στο Λασιθί. Στο νομό Κεφαλληνίας οι θάνατοι ήταν 441 (πίνακας 1.3). Σε σχέση με το 2001, το 1991 οι γεννήσεις και οι θάνατοι κατανέμονταν διαφορετικά μεταξύ των περιοχών. Οι γεννήσεις είναι αυξημένες το 2001 έναντι του 1991 σε όλες τις περιοχές εκτός από το Λασιθί και το σύνολο της χώρας. Αντίθετα οι θάνατοι, είναι αυξημένοι το 2001 σε σχέση με το 1991, στο σύνολο της χώρας, τα Χανιά και το Ρέθυμνο.

**Πίνακας 2.3 : Αριθμοί γεννήσεων κατά τόπο μόνιμης κατοικίας της μητέρας και αριθμοί θανόντων κατά τόπο μόνιμης κατοικίας θανόντος, για τα έτη 1991 και 2001**

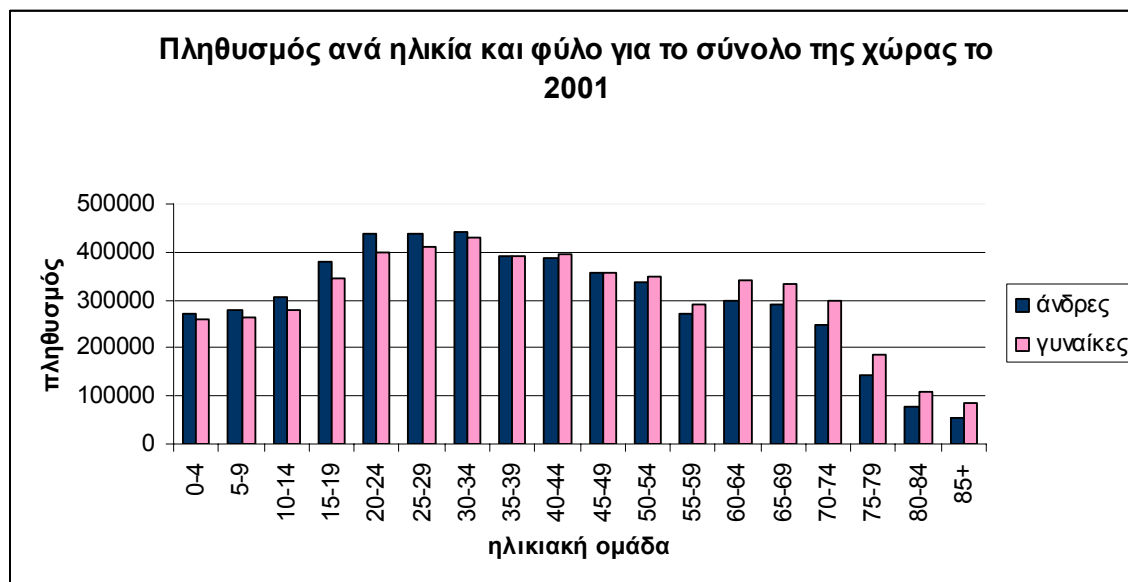
	Γονιμότητα		Θνησιμότητα	
	1991	2001	1991	2001
<b>Σύνολο χώρας</b>	102462	102282	95004	102559
<b>Κεφαλονιά</b>	280	345	474	441
<b>Κρήτη</b>				
<b>Χανιά</b>	1454	1497	1245	1358
<b>Ρέθυμνο</b>	808	971	721	738
<b>Ηράκλειο</b>	3207	3345	2040	2419
<b>Λασιθι</b>	756	754	844	831

πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων

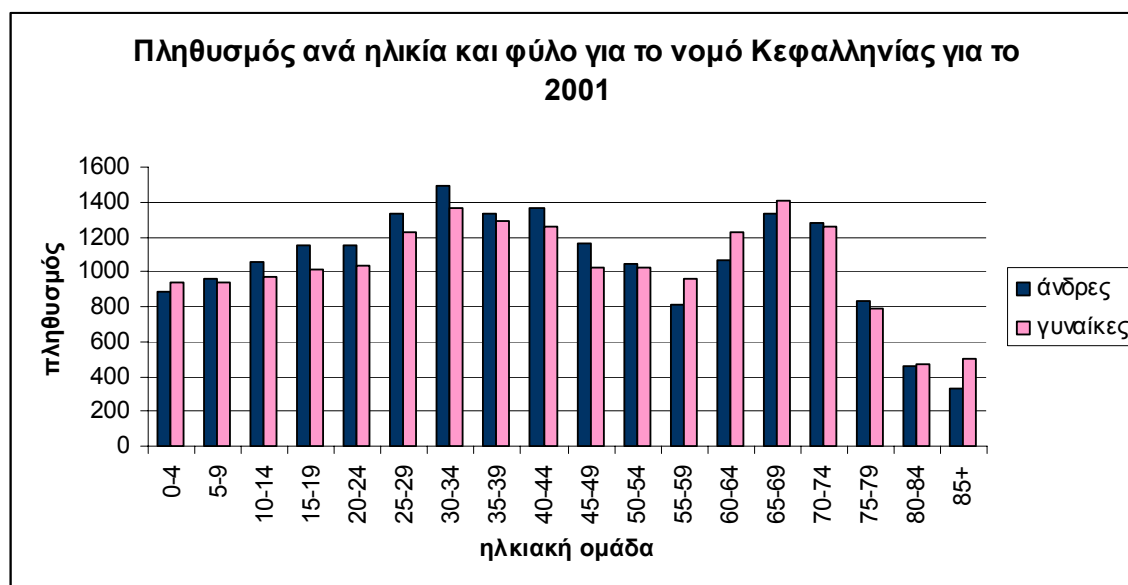
Από τα παραπάνω μπορεί κάποιος να καταλάβει ότι η μεταβολή του πληθυσμού των περιοχών που εξετάζονται δεν οφείλεται μόνο στη γονιμότητα/ θνησιμότητα αλλά και στην εισροή / εκροή μεταναστών.

Όσον αφορά τη κατανομή του πληθυσμού ανά ηλικία και φύλο αυτή διαφέρει από περιοχή σε περιοχή.

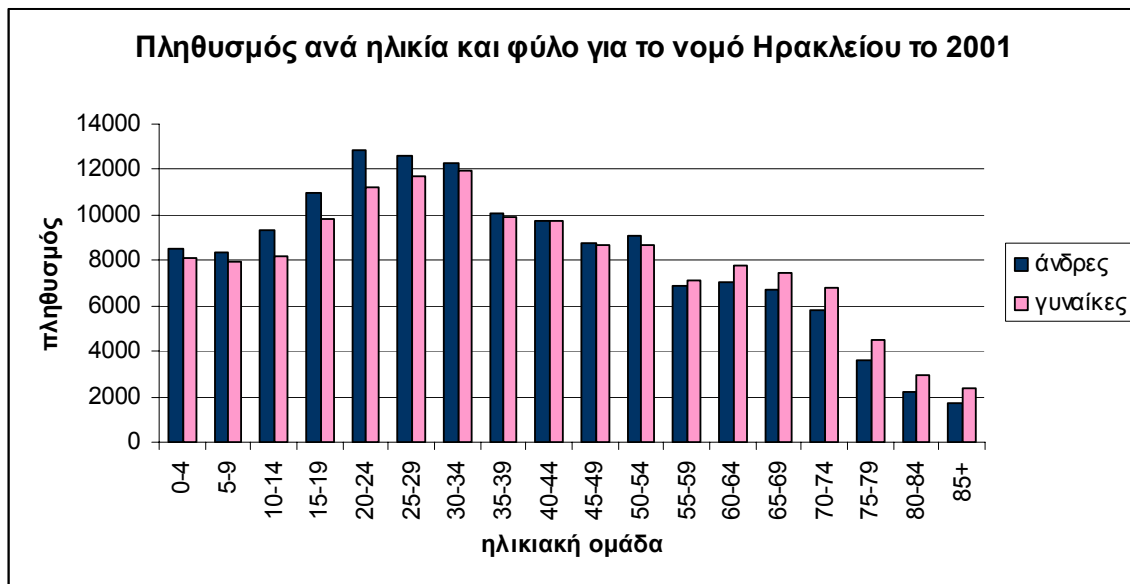
**Διάγραμμα 2.1 : Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το σύνολο της χώρας το 2001 (πηγή Ε.Σ.Υ.Ε. επεξεργασία των συγγραφέων)**



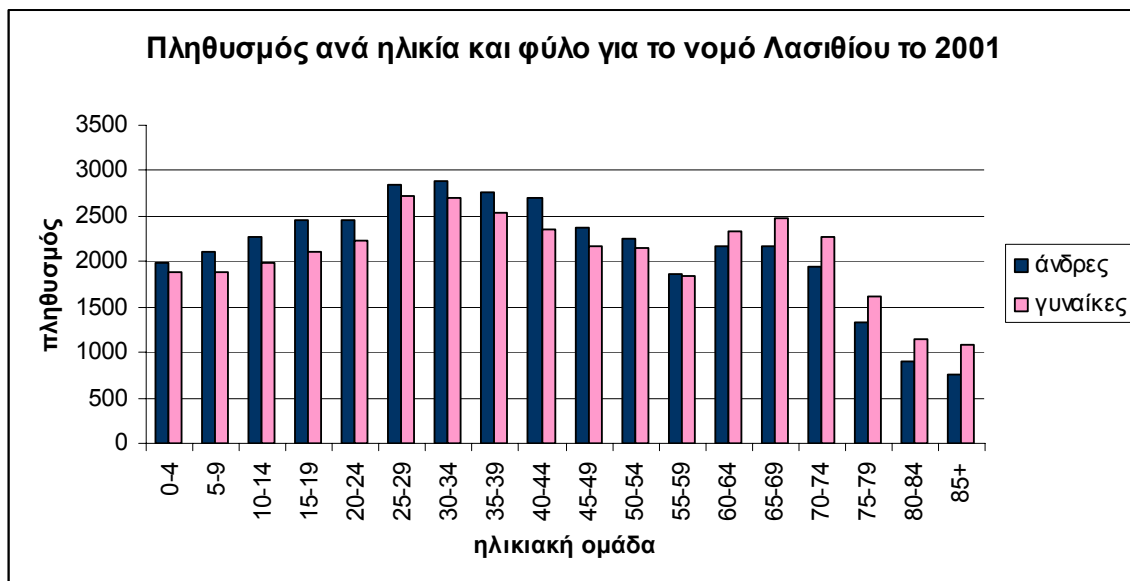
**Διάγραμμα 2.2 : Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το νομό Κεφαλληνίας το 2001 (πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων)**



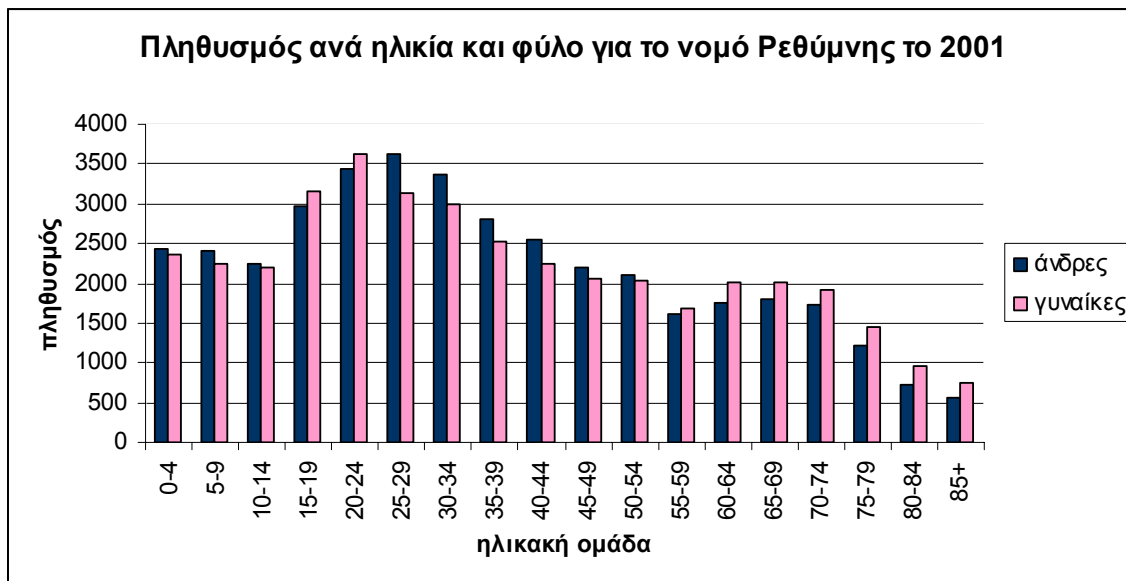
**Διάγραμμα 2.3: Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το νομό Ηρακλείου το 2001 (πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων)**



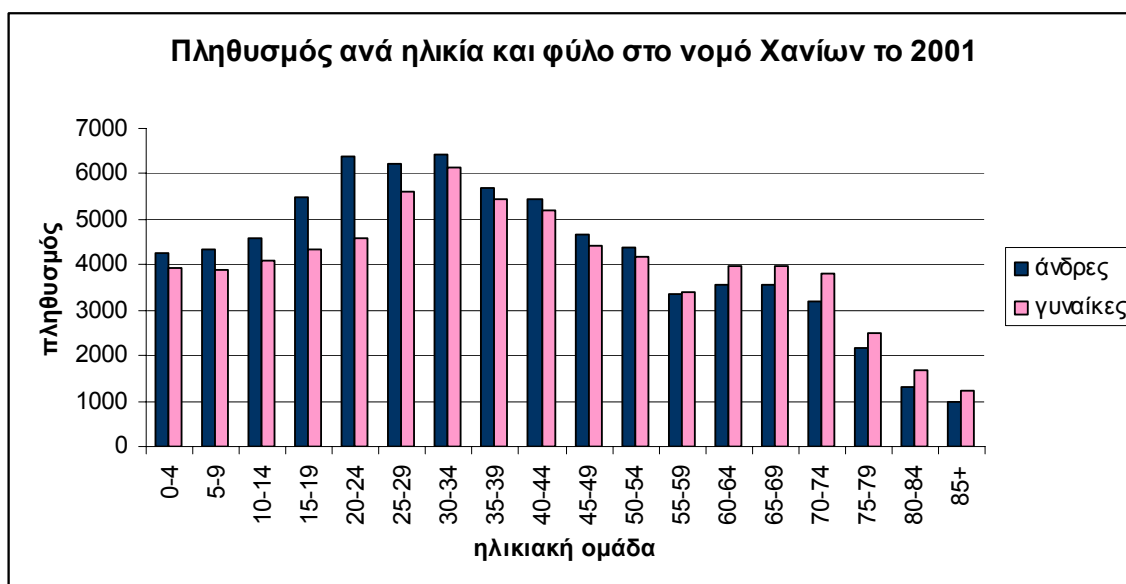
**Διάγραμμα 2.4. : Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το νομό Λασιθίου το 2001 (πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων)**



**Διάγραμμα 2.5: Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το νομό Ρεθύμνης το 2001 (πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων)**



**Διάγραμμα 2.6. : Πληθυσμός ανά ηλικία και φύλο για το νομό Χανίων το 2001( πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων)**



Παρατηρώντας τα προηγούμενα διαγράμματα παρατηρεί κανείς ότι η κατανομή του πληθυσμού διαφέρει από νομό σε νομό, επιβεβαιώνοντας την αρχική άποψη μας. Για το σύνολο της χώρας, ο πληθυσμός είναι υψηλότερος στις ηλικιακές ομάδες 20-24, 25-29 και 30-34. Σε αυτές τις ηλικίες ο πληθυσμός είναι μεγαλύτερος από 400.000 για κάθε μια χωριστά ομάδα. Αντίθετα, ο μικρότερος πληθυσμός σημειώνεται στις ηλικίες 80 και άνω όπου ο πληθυσμός και για τις δύο τελευταίες ομάδες δε ξεπερνά τα 658970 άτομα. Παρατηρούμε επίσης ότι ο πληθυσμός ηλικίας 0-4 ετών είναι μικρότερος αυτού της ηλικίας 5-9 και αντίστοιχα μικρότερος αυτού της ηλικίας 10-14.

Αυτό δείχνει, ότι ο νέος πληθυσμός μειώνεται. Τα ποσοστά γονιμότητας ελαττώνονται με τα χρόνια. Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα ο πληθυσμός στις παραγωγικής ηλικίες (15-64) να μειωθεί μελλοντικά, πράγμα που θα δυσχεράνει την οικονομία και τη πρόοδο της χώρας.

Στους νομούς Κεφαλληνίας, Ηρακλείου, Χανίων και Λασιθίου, η κατανομή του πληθυσμού ακολουθεί την ίδια πορεία με αυτή του γενικού πληθυσμού της χώρας.

Αντίθετα στο νομό Ρεθύμνης η κατανομή είναι λίγο διαφορετική. Ο πληθυσμός έως 34 ετών είναι αρκετά υψηλός, ενώ μετά μειώνεται σημαντικά έως την ηλικία των 50. Αυτό σχετίζεται με την εκροή μεταναστών. Οι άνθρωποι δηλαδή των ηλικιών 35-50 μεταναστεύει προς το εσωτερικό της χώρας, με αποτέλεσμα να μειώνεται ο πληθυσμός του νομού σε αυτές τις ηλικίες.

Στους περισσότερους νομούς, αλλά και συνολικά στη χώρα, οι γυναίκες είναι λιγότερες από τους άντρες έως την ηλικία των 50 ενώ μετά συμβαίνει το αντίστροφο.

### 3. Οικονομικά στοιχεία

Το μέγεθος του πληθυσμού αποτέλεσε ιστορικά το βασικό χαρακτηριστικό στο οποίο προσδόθηκε μια οικονομική διάσταση (Χ. Μπαγκαβός, 2003, σ. 183). Πιο συγκεκριμένα μελετήθηκε σύμφωνα με το Μπαγκαβό,

*<<... η επίπτωση του μεγέθους του πληθυσμού σε μία σειρά οικονομικών μεταβλητών, μεταξύ άλλων η προσφορά εργασίας, η κατανάλωση, η αποταμίευση, η ζήτηση και ο ρυθμός συσσώρευσης κεφαλαίου>> (2003:183).*

Πέραν του παράγοντα, μέγεθος πληθυσμού, σημαντικό ρόλο παίζει και η κατά ηλικία και φύλο δομή του πληθυσμού. Οι δημογραφικές μεταβολές που αφορούν στο πληθυσμό των παραγωγικών ηλικιών - 14-64 ετών - αποκτούν ιδιαίτερη σημασία, σύμφωνα με το Μπαγκαβό (Χ. Μπαγκαβός, 2003, σ.185), για τη λειτουργία της αγοράς. Η ανάγκη για αύξηση της απασχόλησης σχετίζεται με το συνταξιοδοτικό, αφού ο πληθυσμός ηλικίας άνω των 65 αυξάνεται, ενώ μειώνεται ο νέος πληθυσμός (προσδόκιμο ζωής στην Ελλάδα είναι τα 78.3 έτη σύμφωνα με τον Ο.Η.Ε. για το 2004).

Γενικά , μετά την είσοδο της Ελλάδας στην Ε.Ε. το 1981, η ελληνική οικονομία έχει βελτιωθεί με αποτέλεσμα τις ευνοϊκότερες συνθήκες διαβίωσης για τους έλληνες πολίτες, τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, την αύξηση του προσδόκιμου ζωής και την αύξηση του δείκτη ανθρώπινης ανάπτυξης στη χώρα.

#### 3.1: Εργατικό δυναμικό, απασχολούμενοι και άνεργοι

Με τον όρο Εργατικό Δυναμικό ( ή Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός), εννοείται ο αριθμός των ατόμων ,που σε μία συγκεκριμένη χρονική περίοδο είτε απασχολούνται είτε είναι άνεργοι, δηλαδή συμμετέχουν στο εργατικό δυναμικό. Το εργατικό δυναμικό αποτελεί σύμφωνα με το Μπαγκαβό ( Χ. Μπαγκαβός, 2003,σ. 187), ένα υποσύνολο του πληθυσμού σε ηλικία εργασίας, όπου ο πληθυσμός σε ηλικία εργασίας ορίζεται ως το σύνολο των ατόμων που ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα 15-64 ετών.

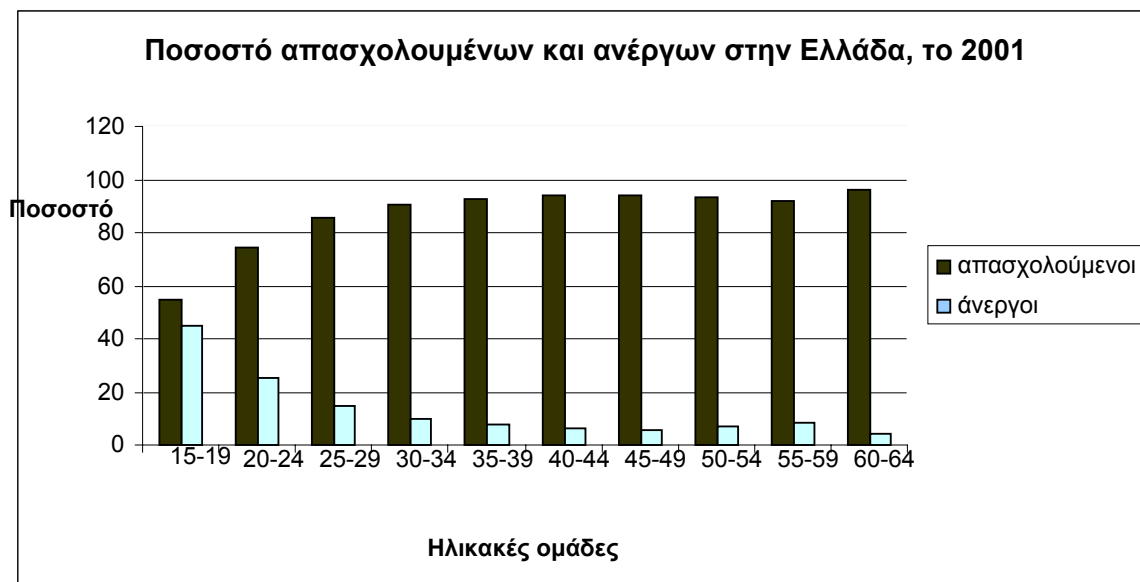
Ο αριθμός των ατόμων που ανήκουν το πληθυσμός σε ηλικία εργασίας αλλά δεν ανήκουν στο εργατικό δυναμικό (ούτε απασχολούνται, ούτε είναι άνεργοι) αποτελούν τον Μη- ενεργό Πληθυσμό (Χ. Μπαγκαβός, 2003, σ. 187).

Το μέγεθος του εργατικού δυναμικού μιας χώρας συναρτάται με 2 παράγοντες :α) το μέγεθος και την κατά ηλικία σύνθεση του πληθυσμού σε ηλικία εργασίας και β) τα κατά ηλικία ποσοστά συμμετοχής ανδρών και γυναικών στην αγορά εργασίας (Χ. Μπαγκαβός, 2003, σ.195).

### 3.2: Οικονομικά στοιχεία για την Ελλάδα, τη Κρήτη και η Κεφαλονιά το 2001

Ο συνολικός ενεργός πληθυσμός της Ελλάδας το 2001 ήταν 4621848. Από αυτούς το 88,8% ήταν απασχολούμενοι και το 11,1% άνεργοι. Ο μη ενεργός πληθυσμός ανήλθε σε 5265889 άτομα. Στο διάγραμμα (διάγραμμα 3.1) που ακολουθεί παρουσιάζονται τα ποσοστά των απασχολουμένων και για τα 2 φύλα πανελλαδικά.

**Διάγραμμα 3.1: Ποσοστά απασχολουμένων και ανέργων και για τα δύο φύλα, για την Ελλάδα, το 2001 (πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων)**





Από το παραπάνω διάγραμμα συμπεραίνουμε ότι η απασχόληση αυξάνεται στις ηλικίες 15-44, ενώ στη συνέχεια μειώνεται, ως την ηλικία των 60 όπου σημειώνεται μία αύξηση στην απασχόληση. Η ανεργία αντίθετα, μειώνεται από την ηλικιακή ομάδα 15-19 ως την ομάδα 45-49 όπου η ανεργία αυξάνεται. Η ανεργία είναι υψηλότερη στις ομάδες νέου πληθυσμού 15-30. Το χαμηλότερο ποσοστό ανεργίας έχει η ηλικιακή ομάδα 60-64 (4%). Επίσης αξίζει να αναφερθούμε στο γεγονός ότι η ανεργία στις γυναίκες είναι υψηλότερη σε σχέση με του άνδρες, ενώ η απασχόληση είναι μικρότερη. Ενδεικτικά αναφέρουμε ότι το ποσοστό απασχόλησης των γυναικών στην ηλικιακή ομάδα 40-44 ετών είναι 92% και το ποσοστό ανεργίας 8%. Για την ίδια ηλικιακή ομάδα, το ποσοστό απασχόλησης των ανδρών είναι 95% και το ποσοστό ανεργίας 4,8%. Η ανεργία δηλαδή είναι διπλάσια στις γυναίκες.

Στη Κεφαλονιά ο συνολικά ενεργός πληθυσμός ανέρχεται σε 14769. ο οικονομικά μη ενεργός είναι 20893. Τα ποσοστά απασχόλησης κυμαίνονται από 58,4 ως 93% ανάλογα της ηλικιακής ομάδας. Το χαμηλότερο ποσοστό απασχόλησης εμφανίζεται στις ηλικίες 15-19 ετών και η το υψηλότερο στις ηλικίες 60-64 ετών. Η ανεργία είναι υψηλότερη του αντίστοιχου ποσοστού για το σύνολο της χώρας. Κυμαίνεται από 6 ως 41%. Όπως ισχύει και για την Ελλάδα, η απασχόληση των γυναικών είναι μικρότερη αυτής των ανδρών, ενώ η ανεργία υψηλότερη. Για την ηλικιακή ομάδα 40-44 ετών το ποσοστό απασχόλησης των γυναικών είναι 89% και το ποσοστό ανεργίας 10,6%. Τα αντίστοιχα ποσοστά για τους άνδρες είναι 94% και 6%.

Στο διάγραμμα (διάγραμμα 3.2 ) που ακολουθεί παρουσιάζονται τα ποσοστά απασχόλησης και ανεργίας στην Κεφαλονιά, για το 2001.

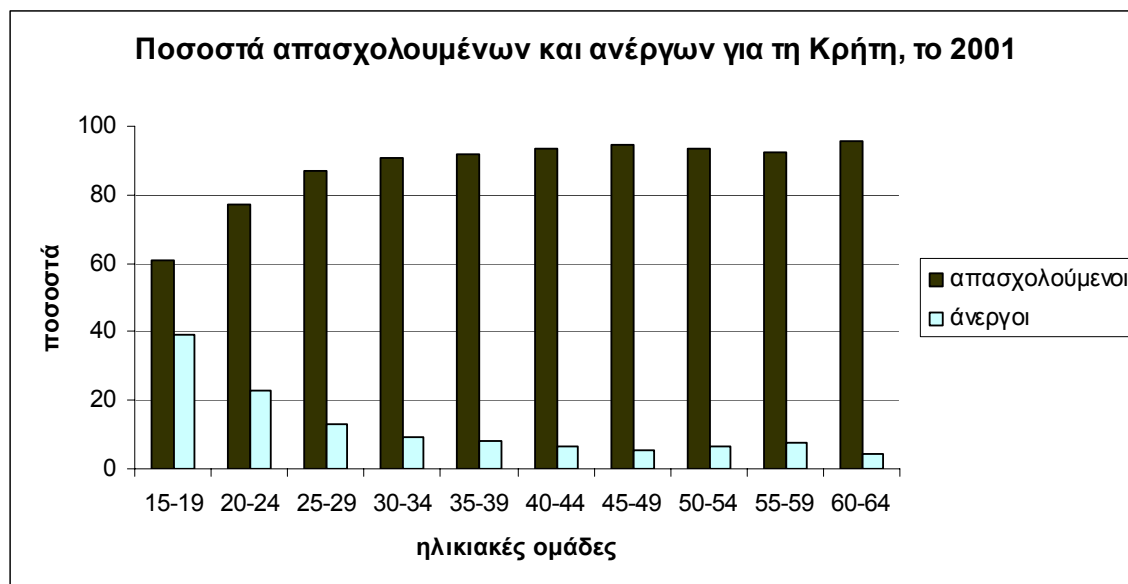
**Διάγραμμα 3.2 : Ποσοστά απασχολούμενων και ανέργων και για τα δύο φύλα, για την Κεφαλονιά, το 2001 (πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων)**



Στη Κρήτη ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός ανέρχεται σε 261625. Από αυτούς το 89% απασχολείται και το 10.7% είναι άνεργο. Ο μη ενεργός οικονομικά πληθυσμός υπολογίστηκε σύμφωνα με την Εθνική Στατιστική Υπηρεσία σε 272512 άτομα. Η απασχόληση κυμαίνεται από 60 ως 95,7% και η ανεργία από 4 ως 39%. Όπως αντίστοιχα συμβαίνει και σε όλη την Ελλάδα η απασχόληση των γυναικών όλων των ηλικιακών ομάδων είναι μικρότερη από την αντίστοιχη των ανδρών και η ανεργία υψηλότερη.

Στο διάγραμμα που ακολουθεί φαίνεται η απασχόληση και η ανεργία (σε ποσοστά) του οικονομικά ενεργού πληθυσμού της Κρήτης, το 2001 και για τα 2 φύλα.

*Διάγραμμα 3.3: Ποσοστά απασχολουμένων και ανέργων και για τα δύο φύλα, για την Κρήτη, το 2001 (πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων)*

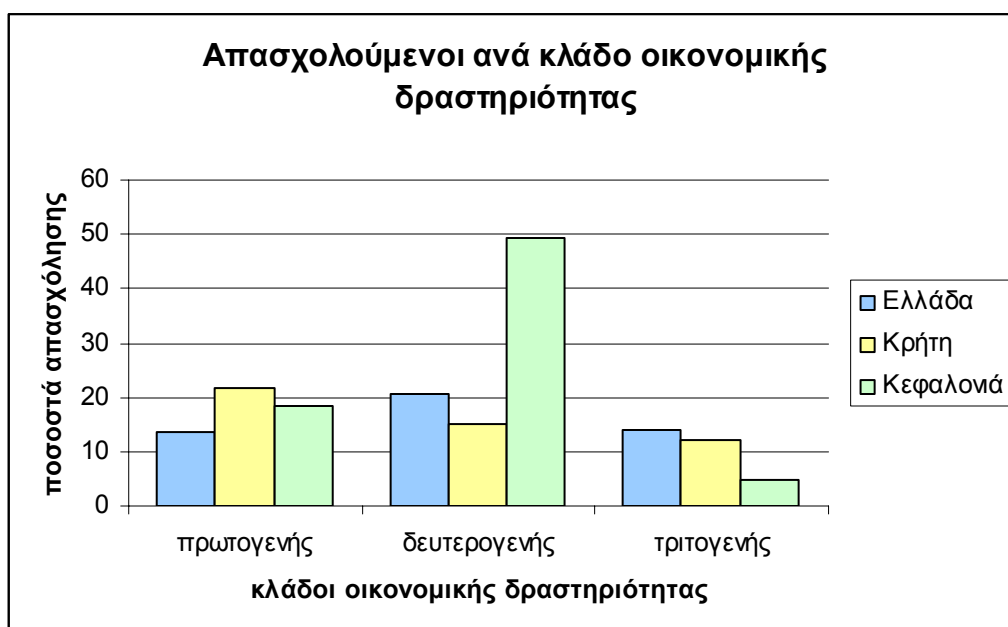


Όταν εξετάζουμε τα οικονομικά στοιχεία μιας περιοχής είναι καλό να εξετάζουμε και τον αριθμό των απασχολουμένων ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας. Έτσι, μπορούμε να έχουμε μια πιο σαφή εικόνα για τη κατανομή της απασχόλησης. Οι κλάδοι οικονομικής δραστηριότητας διακρίνονται σε 3 μεγάλες κατηγορίες: το πρωτογενή τομέα (αλιεία, γεωργία, κτηνοτροφία, ορυχεία, δασοκομία), το δευτερογενή (μεταποιητικές βιομηχανίες, κατασκευές) και το τριτογενή (υπηρεσίες και εμπόριο).

Συνολικά στην Ελλάδα οι απασχολούμενοι αποτελούν το 48,10 % του πληθυσμού ηλικίας άνω των 15 ετών, στη Κεφαλονιά το αντίστοιχο ποσοστό είναι 72,4% και στη Κρήτη 48,8%. Στο διάγραμμα (διάγραμμα 3.4) που ακολουθεί παρουσιάζονται τα ποσοστά απασχόλησης ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας για την Ελλάδα, τη Κεφαλονιά και τη Κρήτη για το 2001. Να σημειώσουμε ότι στη Κεφαλονιά 1793 άνθρωποι οι δε δήλωσαν κλάδο οικονομικής δραστηριότητας. Επιπλέον ενώ για τη Κρήτη και την Ελλάδα τα δεδομένα αφορούν το πραγματικό πληθυσμό, για τη

Κεφαλονιά τα δεδομένα αφορούν το μόνιμο πληθυσμό. Οπότε δε μπορεί να γίνει πραγματική σύγκριση των ποσοστών αλλά υποκειμενική.

**Διάγραμμα 3.4: Απασχολούμενοι ανά κλάδο οικονομικής δραστηριότητας, αμφοτέρων των φύλων, για την Ελλάδα, τη Κρήτη και τη Κεφαλονιά, το 2001 (πηγή Ε.Σ.Υ.Ε., επεξεργασία των συγγραφέων)**



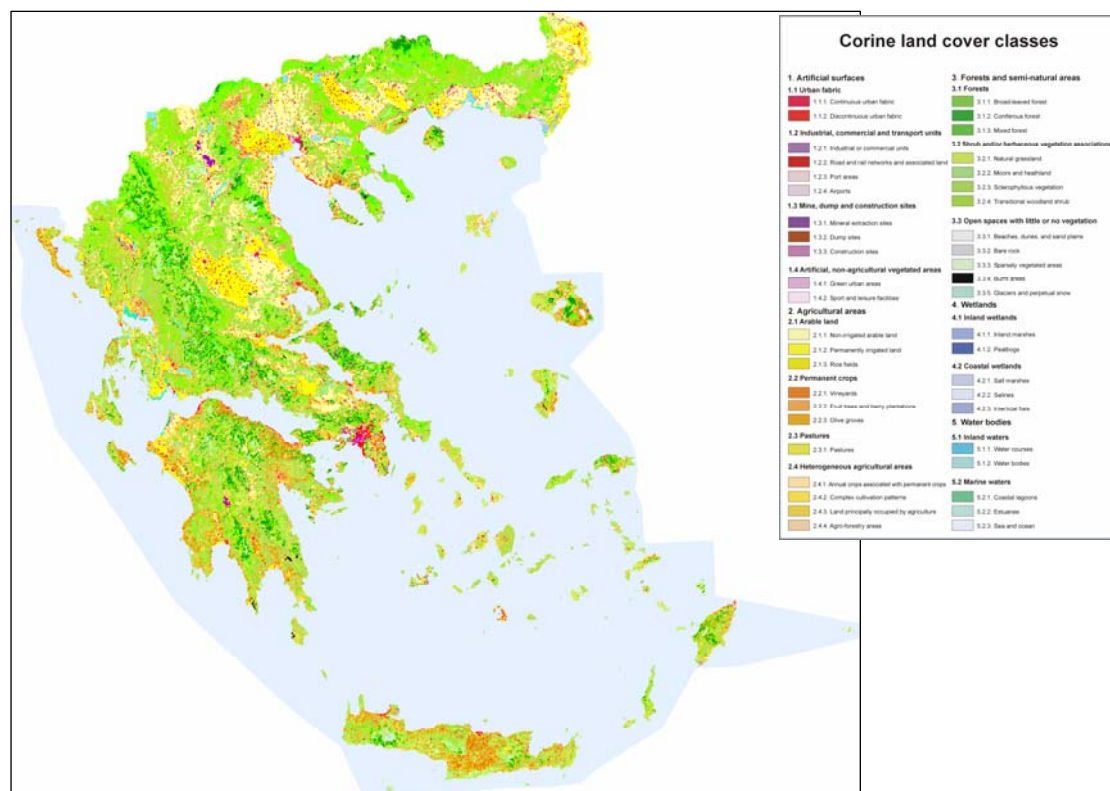
Όπως παρατηρούμε η απασχόληση στο πρωτογενή τομέα είναι υψηλότερη στη Κρήτη σε σχέση με τα εθνικά δεδομένα αλλά και τη Κεφαλονιά. Το ποσοστό απασχόλησης είναι 22%. Το αυξημένο ποσοστό σχετίζεται με τις χρήσεις γης στη Κρήτη, αφού έχει αρκετά ανεπτυγμένο το γεωργικό τομέα. Όσον αφορά το δευτερογενή τομέα αυτός φαίνεται να είναι πολύ ανεπτυγμένος στη Κεφαλονιά. Η απασχόληση είναι περίπου ίση με 50% του εργατικού δυναμικού. Αντίθετα, στη Κρήτη το ποσοστό είναι μικρότερο του αντίστοιχου εθνικού. Σχετικά με το τριτογενή τομέα, πανελλαδικά το ποσοστό απασχόλησης είναι 14%. Στη Κρήτη το αντίστοιχο ποσοστό είναι 12% και στη Κεφαλονιά 4,6%.

## 4. Χρήσεις γης

Η κάλυψη του εδάφους στην Ελλάδα είναι ποικιλόμορφη. Διαφέρει από περιοχή σε περιοχή, καλύπτοντας ένα μεγάλο εύρος χρήσεων γης. Από καμένες εκτάσεις ως, αστικές και χώρους απόθεσης απορριμμάτων. Μεταξύ των ετών οι χρήσεις γης μεταβάλλονται σε όλες σχεδόν τις περιοχές, είτε σε μεγαλύτερο βαθμό είτε σε μικρότερο. Γενικά οι χρήσεις γης που κυριαρχούν στον ελληνικό χώρο είναι οι εξής: δασικές εκτάσεις, εκτάσεις με θαμνώδη και ποώδη βλάστηση, αστικές χρήσεις (συνεχείς ή διακοπτόμενες), ορυχεία και αγροτικές εκτάσεις. Στη κατηγορία των αγροτικών εκτάσεων, διακρίνονται κυρίως οι εξής χρήσεις γης: εκτάσεις εσπεριδοειδών, αμπελώνες και ελαιώνες. Οι καλλιεργήσιμες εκτάσεις διακρίνονται κυρίως στις εποχικά αρδευόμενες και στις ετήσιες καλλιέργειες. Επίσης ένα μεγάλο μέρος της ελληνικής γης δεν αποτελεί αρδευσιμο έδαφος.

Στο χάρτη που ακολουθεί (χάρτης 4.1), παρατηρούμε τις χρήσεις γης στην Ελλάδα, σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine.

**Χάρτης 4.1 : Οι χρήσεις γης στην Ελλάδα, σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine (eea.europa.eu)**



Στο υπόμνημα του χάρτη, φαίνονται οι κατηγορίες των χρήσεων γης που καλύπτουν την Ελλάδα. Όπως προαναφέρθηκε, αλλά μπορεί και να επιβεβαιωθεί από το παραπάνω χάρτη, οι κυριότερες χρήσεις που καλύπτουν μεγάλο μέρος της χώρας είναι οι δασικές εκτάσεις, οι εκτάσεις με θαμνώδη και ποώδη έκταση και οι αγροτικές εκτάσεις, κυρίως οι εποχιακά αρδευόμενες. Οι δασικές εκτάσεις (έντονο πράσινο χρώμα) κατανέμονται σε όλη τη χώρα, στους ορεινούς όγκους. Συγκεκριμένα είναι στην οροσειρά της Πίνδου, στον Όλυμπο, το Φαλακρό, στον Πάρνωνα, τον Ταΰγετο, τη Κυλλήνη, τη Χαλκιδική, καθώς επίσης και στην Εύβοια, τη Ρόδο, τη Κεφαλονιά, τη νοτιοδυτική Κρήτη και τη Λέσβο αλλά και σε μικρότερα νησιά, όπως η Θάσος, και οι βόρειες Σποράδες. Το είδος της βλάστησης διαφέρει. Σε κάθε περιοχή υπάρχει διαφορετική βλάστηση αλλά και συνδυασμός. Η βλάστηση των δασών διακρίνεται σε κωνοφόρα και πλατύφυλλη. Στη Πίνδο κυριαρχεί η κωνοφόρα βλάστηση ενώ στη Καβάλα, στις περιοχές κοντά στη κοίτη του ποταμού Νέστου, κυριαρχεί η πλατύφυλλη βλάστηση. Στις περισσότερες περιοχές όμως διακρίνονται και τα 2 είδη βλάστησης.

Όσον αφορά τη θαμνώδη και ποώδη βλάστηση (πράσινο χρώμα), είναι η πιο συνηθισμένη κάλυψη γης. Συναντάται παντού, όχι μόνο την ηπειρωτική Ελλάδα αλλά και στη νησιωτική.

Σχετικά με τις αγροτικές εκτάσεις (κίτρινο χρώμα και διαβαθμίσεις αυτού) αυτές διακρίνονται στις εξής υποκατηγορίες: καλλιεργήσιμες εκτάσεις, καλλιέργειες εποχιακής σοδειάς, λιβάδια και ετερογενείς αγροτικές εκτάσεις όπως εκτάσεις αγροδοασοκομίας. Στη κατηγορία των καλλιεργούμενων εκτάσεων, διακρίνουμε τις εποχιακά αρδευόμενες, τις άγονες εκτάσεις και τους ορυζώνες. Οι εποχιακά αρδευόμενες είναι εκτάσεις με το μεγαλύτερη συχνότητα στην Ελλάδα. Κατανέμονται κατά μήκος των ποταμών, και στα δέλτα αυτών. Οι περιοχές με τις μεγαλύτερες εκτάσεις αυτού του είδους είναι, στο δέλτα του Αλιάκμονα, στο δέλτα του Νέστου, στο δέλτα του Έβρου καθώς επίσης και στη Θεσσαλία, την Αιτωλοακαρνανία, στη Καβάλα και τις Σέρρες (κατά μήκος του Στρυμόνα). Οι άγονες εκτάσεις είναι εκτάσεις οι οποίες δε αρδεύονται. Αυτές εμφανίζονται επίσης σε μεγάλο μέρος της χώρας. Το μεγαλύτερο ποσοστό μη – αρδευόμενων εκτάσεων είναι στη Θεσσαλονίκη, στη Ξάνθη και Ροδόπη, στη Θεσσαλία, σε περιοχές της δυτικής Μακεδονίας αλλά και στην ανατολική Στερεά Ελλάδα. Τέλος, ορυζώνες υπάρχουν σε πολύ μικρό βαθμό, στα δέλτα κάποιων ποταμών, όπως στα δέλτα

του Αλιάκμονα και του Έβρου. Στη Κρήτη, τη Πελοπόννησο και τη Λέσβο υπάρχει το μεγαλύτερο ποσοστό εκτάσεων εποχιακής καλλιέργειας σοδιάς. Με τον όρο εποχιακή σοδειά ( permanent crops) εννοούμε όπως έχει προαναφερθεί, τους ελαιώνες, τις εκτάσεις με εσπεριδοειδή και τους αμπελώνες. Πέρα από τις περιοχές που προαναφέρθηκαν, εκτάσεις με τέτοιου είδους χρήσεις γης, υπάρχουν στη Χαλκιδική, τη Φθιώτιδα, τη Ζάκυνθο και τη Κέρκυρα.

Με μαύρο χρώμα, στο παραπάνω χάρτη απεικονίζονται οι καμένες εκτάσεις. Όπως, παρατηρούμε αυτές είναι κυρίως συγκεντρωμένες στη Πελοπόννησο (Λακωνία και Αργολίδα), στα Κύθηρα, σε κάποια νησιά των Κυκλάδων (Πάρος και Ίος), στην ανατολική Στερεά Ελλάδα, τη Θεσσαλία (π.χ. Μαγνησία), στη Χαλκιδική, τη Καβάλα, τη Χίο και τη Εύβοια.

Η αστική κάλυψη (κόκκινο χρώμα) όπως μπορεί κάποιος να παρατηρήσει είναι πολύ έντονη στην Αττική. Σε πολύ μικρότερο βαθμό είναι στη Θεσσαλονίκη. Στις υπόλοιπες πόλεις η αστική κάλυψη είναι αρκετά μικρή. Το νησί με τα μεγαλύτερα ποσοστά αστικής κάλυψης σε σχέση με το μέγεθός του (την έκτασή του) είναι η Θήρα. Πρέπει να σημειωθεί επίσης, ότι η αστική κάλυψη διακρίνεται σε συνεχή και σε διακοπτόμενη. Η κάλυψη της Αθήνας είναι συνεχής, ενώ στις υπόλοιπες πόλεις η κάλυψη είναι κυρίως διακοπτόμενη.

Όσον αφορά τις βιομηχανικές χρήσεις γης (μωβ χρώμα), αυτές είναι συγκεντρωμένες στις εξής κυρίως περιοχές, Σχηματάρι και γενικότερα βιομηχανική περιοχή Βοιωτίας, Θεσσαλονίκη και Αττική.

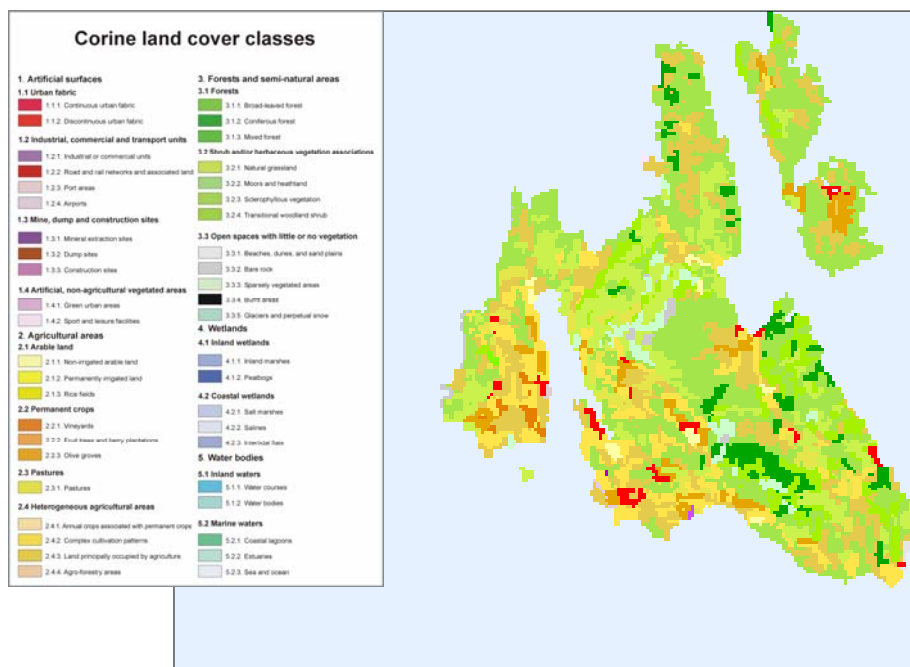
Ορυχεία( σκούρο μωβ χρώμα) και γενικότερα περιοχές εξόρυξης διακρίνονται στη Πτολεμαΐδα, τη Μήλο και τη Μεγαλόπολη.

Με διάφορες διαβαθμίσεις του μπλε απεικονίζονται τα εσωτερικά επιφανειακά ύδατα, και τα παράκτια.

#### **4.1 :Οι χρήσεις γης στη Κεφαλονιά**

Όσον αφορά τη Κεφαλονιά, οι χρήσεις γης είναι κυρίως, θαμνώδης και ποώδης βλάστηση, δασικές εκτάσεις και αγροτικές εκτάσεις. Στο παρακάτω χάρτη (χάρτης 4.2) φαίνεται η Κεφαλονιά και η κάλυψη γης.

## Χάρτης 4.2 : Οι χρήσεις γης στη Κεφαλονιά , σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine ( eea.europa.eu)



Όπως φαίνεται και στο παραπάνω χάρτη οι δασικές εκτάσεις είναι στην οροσειρά του Αίνου. Σε όλο το υπόλοιπο νησί, όπως και στην Ιθάκη υπάρχει έντονη θαμνώδης και ποώδης βλάστηση. Στις περιοχές κοντά στο κόλπο Αργοστολίου αλλά και σε όλη τη νότια Κεφαλονιά υπάρχουν αγροτικές εκτάσεις, και κυρίως ,σύνθετες καλλιέργειες και εκτάσεις που κυρίως καταλαμβάνονται από τη γεωργία. Επίσης υπάρχουν ελαιώνες και αμπελώνες.

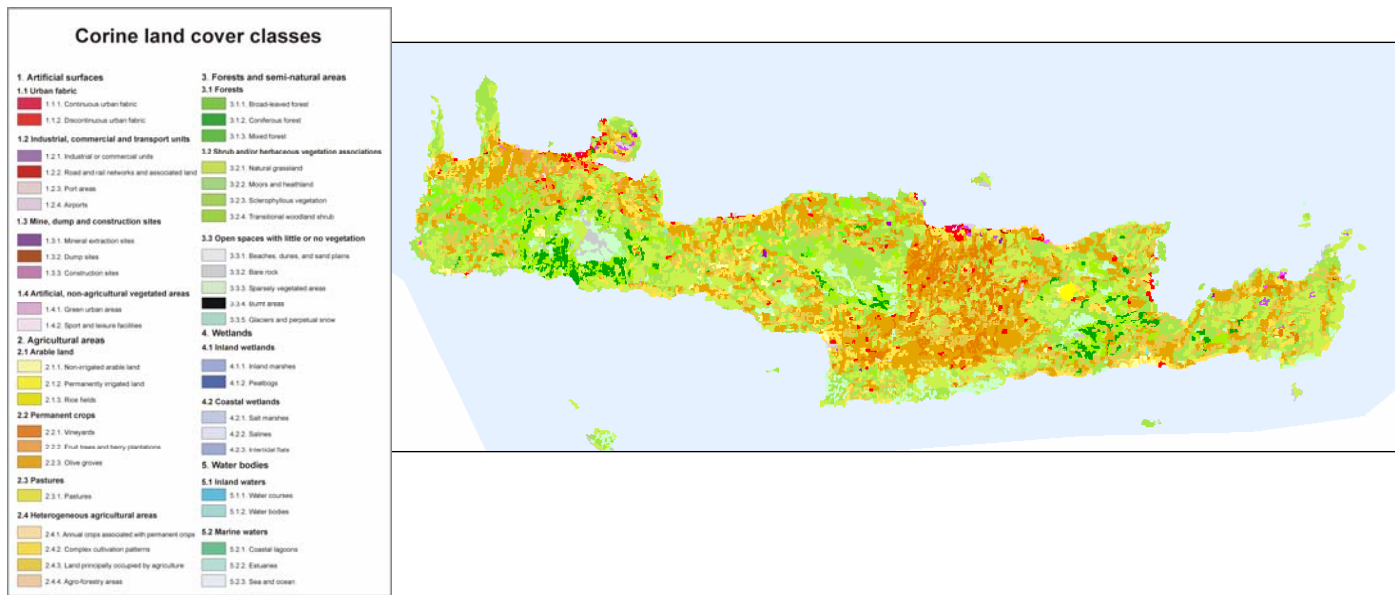
### 4.2: Οι χρήσεις γης στη Κρήτη

Στη Κρήτη υπάρχει σχετική ποικιλία στη κάλυψη της γης ανάλογα με το νομό. Οι νομοί Χανίων και Ρεθύμνης έχουν περισσότερη δασική έκταση καθώς και θαμνώδη και πορώδη βλάστηση. Αντίθετα, οι νομοί Ηρακλείου και Λασιθίου έχουν περισσότερες αγροτικές εκτάσεις. Στους νομούς Λασιθίου, Ηρακλείου και Χανίων υπάρχουν βιομηχανικές χρήσεις , ενώ στο νομό Χανίων υπάρχουν και εκτάσεις με αραιή έως ανύπαρκτη βλάστηση. Οι νομοί την μεγαλύτερη αστική κάλυψη γης είναι του



Ηρακλείου και των Χανίων. Αντίθετα, τη μικρότερη αστική κάλυψη έχει ο νομός Λασιθίου. Στο χάρτη που έπεται, απεικονίζονται οι χρήσεις γης στη Κρήτη (χάρτης 4.3).

**Χάρτης 4.3 : Οι χρήσεις γης στη Κρήτη, σύμφωνα με το πρόγραμμα Corine (eea.europa.eu)**



## 5. Σεισμικότητα Ελλάδας

### 5.1: Η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών

Η τεκτονική των πλακών αποτελεί ένα παγκόσμιο κινηματικό μοντέλο, το οποίο προσπαθεί να ερμηνεύσει τις οριζόντιες και κατακόρυφες κινήσεις, οι οποίες παρατηρούνται στα επιφανειακά στρώματα της γης. Η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών βασίζεται στη παρατήρηση της τεκτονικής δραστηριότητας της γήινης επιφάνειας και αναπτύχθηκε τα τελευταία 45 χρόνια περίπου. Αποτελεί τη πλέον αποδεκτή θεωρία, αφού θεωρείται ότι ερμηνεύει ικανοποιητικά τα περισσότερα γεωδυναμικά φαινόμενα και αποτελεί τη βάση της νέας παγκόσμιας τεκτονικής.

Θεμελιωτής της θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών είναι ο γερμανός επιστήμονας Alfred Wegener, ο οποίος διατύπωσε τη θεωρία αυτή στις αρχές του 20<sup>ου</sup> αιώνα έπειτα από παρατήρηση των ακτογραμμών των ηπείρων, των πετρωμάτων, των γεωλογικών δομών και των απολιθωμάτων στις ηπείρους της Ευρώπης και της Αμερικής. Πρότεινε την ύπαρξη μιας ενιαίας προγενέστερης υπέρ-ηπείρου (περίπου πριν 200 εκατομμύρια έτη) με το όνομα Παγγαία, που συμπεριλάμβανε όλες τις σημερινές ηπείρους. Για πολλά χρόνια η συγκεκριμένη θεωρία αν και εξηγούσε πολλά φαινόμενα δε μπορούσε να εξηγήσει τη κινητήρια δύναμη, το μηχανισμό δημιουργίας αυτών των μεγάλων κινήσεων. Η απάντηση στο συγκεκριμένο πρόβλημα δόθηκε από την επιστήμη της γεωφυσικής, καθιστώντας τη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών, όπως προαναφέρθηκε σε παγκοσμίως αποδεκτή ([www.seismos.gr](http://www.seismos.gr)).

Η βασική παραδοχή είναι ότι η κύρια μηχανική ενέργεια που ενεργεί στην επιφάνεια της γης, περιορίζεται σε στενές ζώνες, οι οποίες έχουν υποστεί έντονη τεκτονική παραμόρφωση και εμφανίζουν μεγάλη σεισμική δραστηριότητα. Η λιθοσφαιρική πλάκα αποτελεί ένα σφαιρικό τομέα της λιθόσφαιρας, μη παραμορφώσιμο που αποτελείται εξ ολοκλήρου από ωκεάνιο ή από ωκεάνιο και ηπειρωτικό φλοιό μαζί. Κάποιες πλάκες κινούνται γρηγορότερα από άλλες και η μέση ταχύτητά τους κυμαίνεται περίπου 3 cm ετησίως. Γενικά διακρίνονται τρία στρώματα: η λιθόσφαιρα, που αποτελείται από το φλοιό και τμήμα του ανώτερου μανδύα με πάχος 100km, η ασθενόσφαιρα που βρίσκεται κάτω από τη λιθόσφαιρα μέχρι βάθος 850 km περίπου και

η μεσόσφαιρα ,που υπόκεινται της ασθενόσφαιρας και είναι αδρανής από τεκτονικής άποψης (Ε. Καρύμπαλης, 2003, σ. 17). Η λιθόσφαιρα υφίσταται μηχανική παραμόρφωση και η ασθενόσφαιρα πλαστική. Μέσα στη λιθόσφαιρα περιέχονται ωκεάνιος και ηπειρωτικός φλοιός και στρώματα του ανώτερου μανδύα με αποτέλεσμα την ύπαρξη στρωμάτων διαφορετικής χημικής σύστασης. Επιπλέον, η λιθόσφαιρα χαρακτηρίζεται από μεγάλες σεισμικές ταχύτητες έναντι της ασθενόσφαιρας.

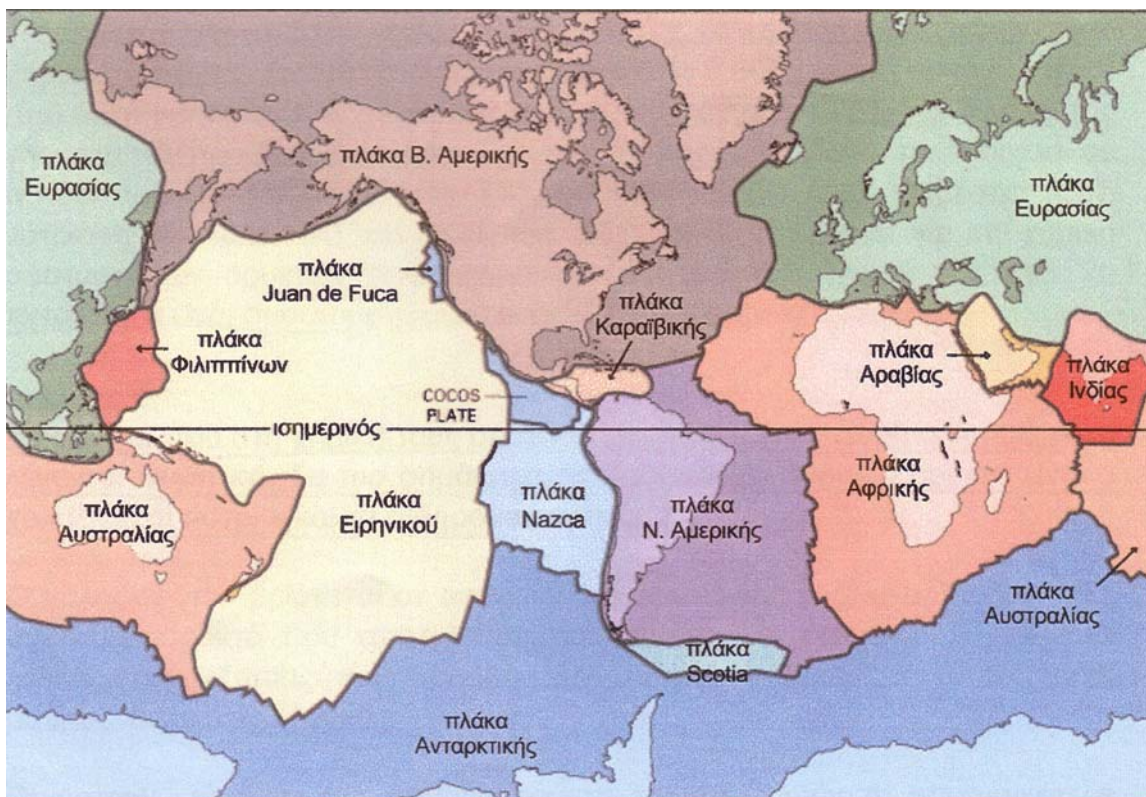
Ο στερεός φλοιός της γης (λιθόσφαιρα) αποτελείται από 7 μεγάλες πλάκες και άλλες 20 περίπου μικρότερες οι οποίες επιπλέον επάνω στην ασθενόσφαιρα. Τα όρια των παραπάνω πλακών χαρακτηρίζονται από έντονη σεισμική και ηφαιστειακή δραστηριότητα και είναι κυρίως 4 ειδών:

- Περιοχές όπου συμβαίνει διαχωρισμός των πλακών
- Περιοχές όπου οι πλάκες συγκρούονται
- Περιοχές όπου η μια λιθοσφαιρική πλάκα βυθίζεται κάτω από την άλλη
- Περιοχές με παράλληλη κίνηση πλακών.

### **5.1.1: Κίνηση των πλακών**

Οι πλάκες κινούνται συνήθως ομαλά και με μικρές ταχύτητες. Μερικές φορές όμως η κίνησή τους σταματάει λόγω αντίστασης που παρουσιάζουν οι πλάκες μεταξύ τους με αποτέλεσμα την συσσώρευση μεγάλης ενέργειας. Κάποια στιγμή η συσσωρευμένη ενέργεια ελευθερώνεται με ξαφνικό και βίαιο τρόπο με το σπάσιμο των πετρωμάτων και τη δημιουργία στην επιφάνεια διαφόρων επιπτώσεων είτε σε κτιριακές υποδομές είτε σε έργα οδοποιίας κ.α..

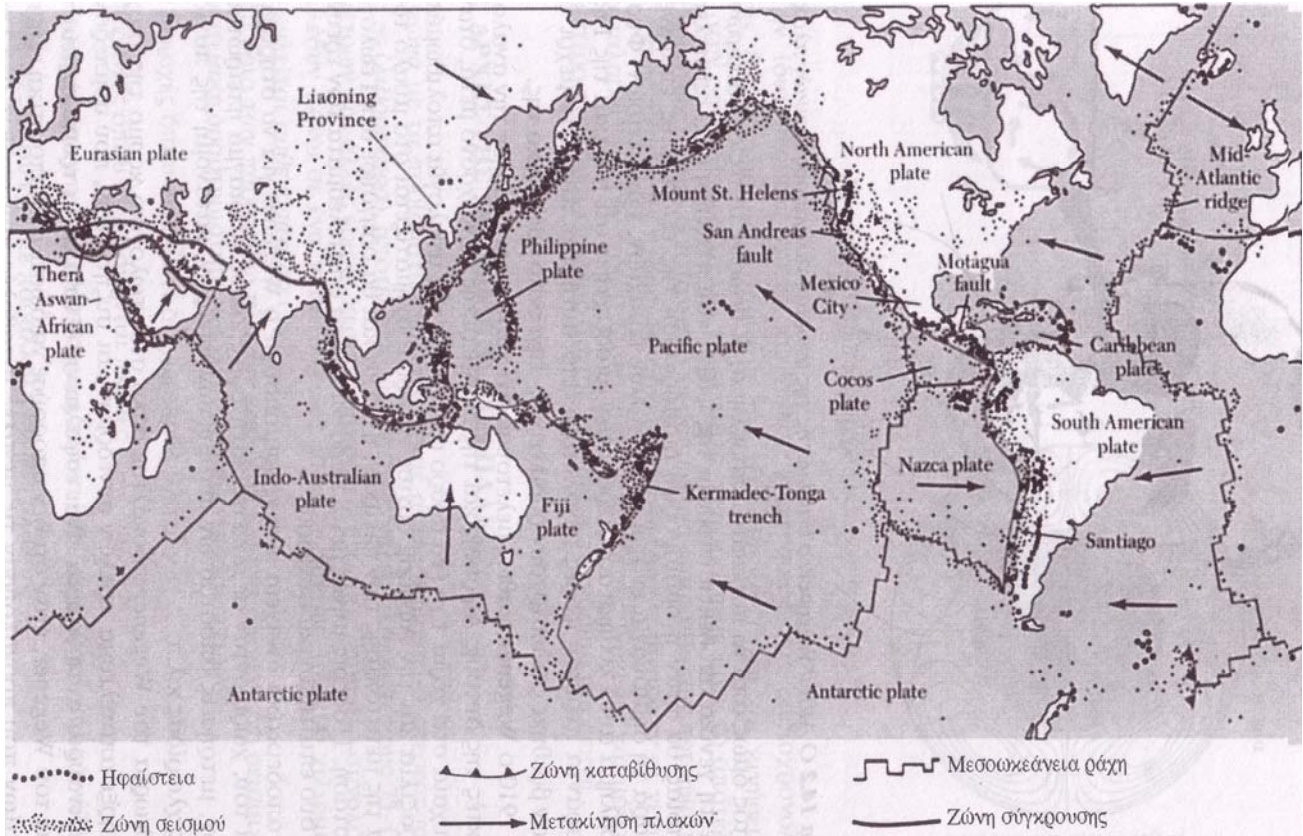
Στο χάρτη που ακολουθεί απεικονίζονται οι λιθοσφαιρικές πλάκες και τα όριά τους (χάρτης 5.1).



Χάρτης 5.1 : Χάρτης απεικόνισης των λιθοσφαιρικών πλακών (Καρύμπαλης, 2003)

Στο παραπάνω χάρτη απεικονίζονται οι λιθοσφαιρικές πλάκες και τα όριά τους. Από τις μεγαλύτερες σε έκταση πλάκες είναι η πλάκα του Ειρηνικού, η Ευρασιατική πλάκα, η πλάκα της βόρειας Αμερικής και η πλάκα της Ανταρκτικής. Αντίθετα μικρότερης έκτασης είναι η πλάκα της Ινδίας, η πλάκα της Αραβίας, η πλάκα Scotia, η πλάκα Juan de Fuca κ.α..

Το μεγαλύτερο ποσοστό των σεισμών συμβαίνουν στα όρια των πλακών και σε μικρότερο ποσοστό εντός των πλακών σε ζώνες με διάφορα ρήγματα όπως προκύπτει από τη παρατήρηση του σχήματος (σχήμα 5.1) που ακολουθεί.



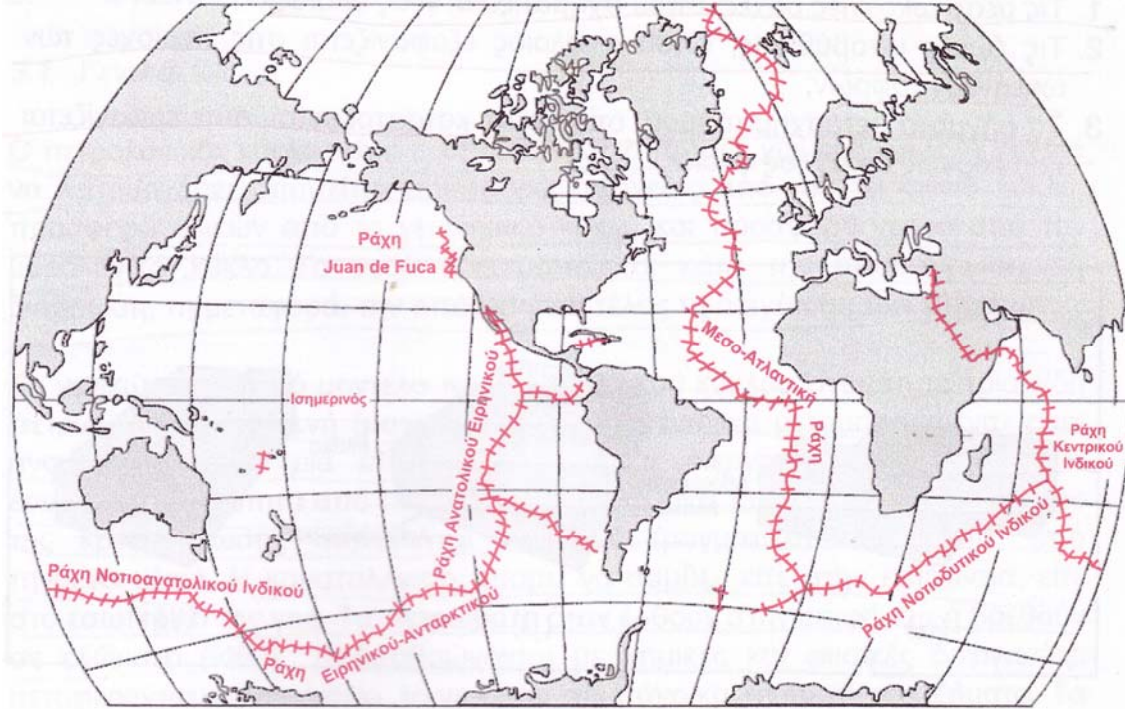
Σχήμα 5.1 : Όρια πλακών και ενεργές ζώνες στο φλοιό της γης (Α.Τσελέντης, 1997)

Όπως φαίνεται και στο παραπάνω χάρτη, η κατανομή των σεισμών δεν είναι τυχαία αλλά απόλυτα σχετιζόμενη με τα όρια των λιθосφαιρικών πλακών. Μόνο ένα 10% των σεισμών συμβαίνει εντός των πλακών ([www.seismos.gr](http://www.seismos.gr)).

Το 1967, ο Morgan (Ε. Καρύμπαλης, 2003, σ.17) μελέτησε σε σφαιρική επιφάνεια, τις διευθύνσεις των πλακών και διαίρεσε σε 20 τεμάχια των οποίων τα όρια υπέθεσε ότι ήταν μεσο-ωκεάνιες ράχες, ζώνες υποβύθισης ή ρήγματα μετασχηματισμού. Το 1968 ο Pichon πρότεινε ένα απλούστερο γεωτεκτονικό μοντέλο. Διαίρεσε τη γη σε 6 μεγάλες πλάκες οι οποίες είναι: η ευρασιατική, η ινδική, η αμερικανική, η αφρικανική, η ανταρκτική και η ειρηνική. Χρησιμοποίησε δυο σειρές από ανεξάρτητα δεδομένα για τον υπολογισμό των πόλων περιστροφής των πλακών, οι οποίες είναι: οι ταχύτητες απομάκρυνσης των πλακών από μαγνητικές ανωμαλίες και τα αζιμούθια των ρηγμάτων μετασχηματισμού στη τομή τους με τις μεσο-ωκεάνιες ράχες. Επομένως, οι πλάκες έχουν 3 είδη ορίων: τις μεσο-ωκεάνιες ράχες, όπου σχηματίζεται νέος φλοιός, τις ζώνες



υποβύθισης, όπου ο φλοιός εξαφανίζεται στις περιοχές των ωκεάνιων τάφρων και τα ρήγματα μετασχηματισμού όπου ούτε εξαφανίζεται ούτε εμφανίζεται νέος φλοιός. Στο χάρτη που ακολουθεί απεικονίζονται οι μεσο-ωκεάνιες ράχες.



Χάρτης 5.2: Χάρτης απεικόνισης των μεσο-ωκεάνιων ραχών (Ε. Καρύμπαλης, 2003)

### 5.1.2: Τύποι σεισμικών ζωνών

Όπως έχει προαναφερθεί, η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών επιβεβαιώνει ότι υπάρχουν 4 τύποι σεισμικών ζωνών. Ο πρώτος ακολουθεί τη γραμμή των μεσοωκεάνιων ραχών. Η δραστηριότητα είναι χαμηλή και εμφανίζεται σε πολύ μικρά βάθη. Σε αυτά τα σημεία η λιθόσφαιρα είναι αρκετά λεπτή και αδύναμη στα όρια, με αποτέλεσμα να μην είναι δυνατό να δημιουργηθούν μεγάλοι σεισμοί. Συνδεδεμένη με αυτό το τύπο σεισμικότητας είναι η ηφαιστειακή δραστηριότητα κατά μήκος του άξονα των ραχών (για παράδειγμα ηφαιστειακή δραστηριότητα στην Ισλανδία και τις Αζόρες). Ο δεύτερος τύπος σεισμού σχετίζεται με το γεγονός της <<ρηχού εστίασης>> το οποίο δε συνοδεύεται από ηφαιστειακή δραστηριότητα. Το ρήγμα του Αγίου Ανδρέα στις Η.Π.Α

και το ρήγμα της Ανατολίας στη Τουρκία, είναι χαρακτηριστικά παραδείγματα αυτού του τύπου σεισμικών ζωνών. Συγκεκριμένα σε αυτό το τύπο, οι δυο πλάκες τρίβονται από μια άλλη. Η τριβή μεταξύ των πλακών μπορεί να είναι τόσο έντονη, ώστε μεγάλες πιέσεις να συγκεντρωθούν πριν να μετριαστούν από περιοδικά μεγάλα σεισμικά γεγονότα. Παρόλα αυτά, η σεισμική δραστηριότητα δεν εμφανίζεται πάντα κατά μήκος όλου του ρήγματος σε κάθε δραστηριότητα. Ο τρίτος τύπος σεισμού σχετίζεται με τη σύγκρουση των ωκεάνιων και ηπειρωτικών πλακών. Η μία πλάκα βυθίζεται κάτω από την άλλη, με αποτέλεσμα τη δημιουργία μιας μεγάλης βαθιάς ωκεάνιας τάφρου. Στις Φιλιππίνες, για παράδειγμα, οι ωκεάνιες τάφροι συνδέονται με τα κυρτά ηφαιστειακά νησιωτικά τόξα στη ηπειρωτική πλάκα, π.χ. η τάφρος της Ιάβα. Κατά μήκος της τάφρου Περού –Χιλής, η πλάκα Nazca βυθίζεται κάτω από τη πλάκα της νότιας Αμερικής με αποτέλεσμα αλλαγές στη διαμόρφωση των Άνδεων. Ο τύπος αυτός του σεισμού γίνεται συνήθως σε μικρά, ενδιάμεσα ή μεγάλα εστιακά βάθη ανάλογα με τη θέση της πλάκας η οποία υποβυθίζεται. Αυτά τα κεκλιμένα επίπεδα των σεισμών είναι γνωστά ως ζώνες Benioff. Ο τέταρτος τύπος σεισμού σχετίζεται με τα όρια των ηπειρωτικών πλακών. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αυτού του τύπου είναι το πλατύ τόξο που ξεκινά από τη Βερμανία με κατεύθυνση τη Μεσόγειο, διασχίζοντας τα Ιμαλία, το Ιράν και τη Τουρκία και τελικό προορισμό το Γιβραλτάρ. Σε αυτό το είδος σεισμικών ζωνών, σεισμοί μικρού εστιακού βάθους συνδέονται με τις υψηλές οροσειρές όπου πραγματοποιείται έντονη συμπίεση. Σεισμοί ενδιάμεσου και μεγάλου βάθους συμβαίνουν και στα Ιμαλία και το Καύκασο (στο εσωτερικό δηλαδή της Ευρασιατικής πλάκας). Αυτό συμβαίνει επειδή το εσωτερικό των ηπείρων είναι αρκετά περίπλοκο ( [earthquake.usgs.gov](http://earthquake.usgs.gov)).

## 5.2: Η σεισμικότητα του ελληνικού χώρου

Η Ελλάδα αποτελεί μια από τις πιο σεισμογενείς χώρες παγκοσμίως. Συγκεκριμένα κατέχει την έκτη θέση στη παγκόσμια κατάταξη, μετά την Ιαπωνία, τις Νέες Εβρίδες, το Περού, τα νησιά Σολομώντα και τη Χιλή, και τη πρώτη στην Ευρώπη και τη Μεσόγειο ([www.conceptum.gr/seismopolis/ellada\\_seismoι.html](http://www.conceptum.gr/seismopolis/ellada_seismoι.html)). Το χαρακτηριστικό αυτό τεκτονικό γνώρισμα της χώρας μας είναι αποτέλεσμα των ιδιαίτερων γεωλογικών χαρακτηριστικών, τα οποία οφείλονται στη κίνηση των τεκτονικών πλακών στην ανατολική πλευρά της Μεσογείου. Η Ελλάδα βρίσκεται στο όριο σύγκλισης δύο λιθοσφαιρικών πλακών, της Αφρικανικής και της Ευρασιατικής. Συγκεκριμένα η αφρικανική βυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική πλάκα. Ως αποτέλεσμα της κίνησης αυτής, ο τεκτονισμός στη περιοχή είναι έντονος όπως μπορεί να παρατηρηθεί και μέσω των ηφαιστειακών φαινομένων, της έντονης σεισμικότητας και της παραμόρφωσης των γεωλογικών ζωνών.

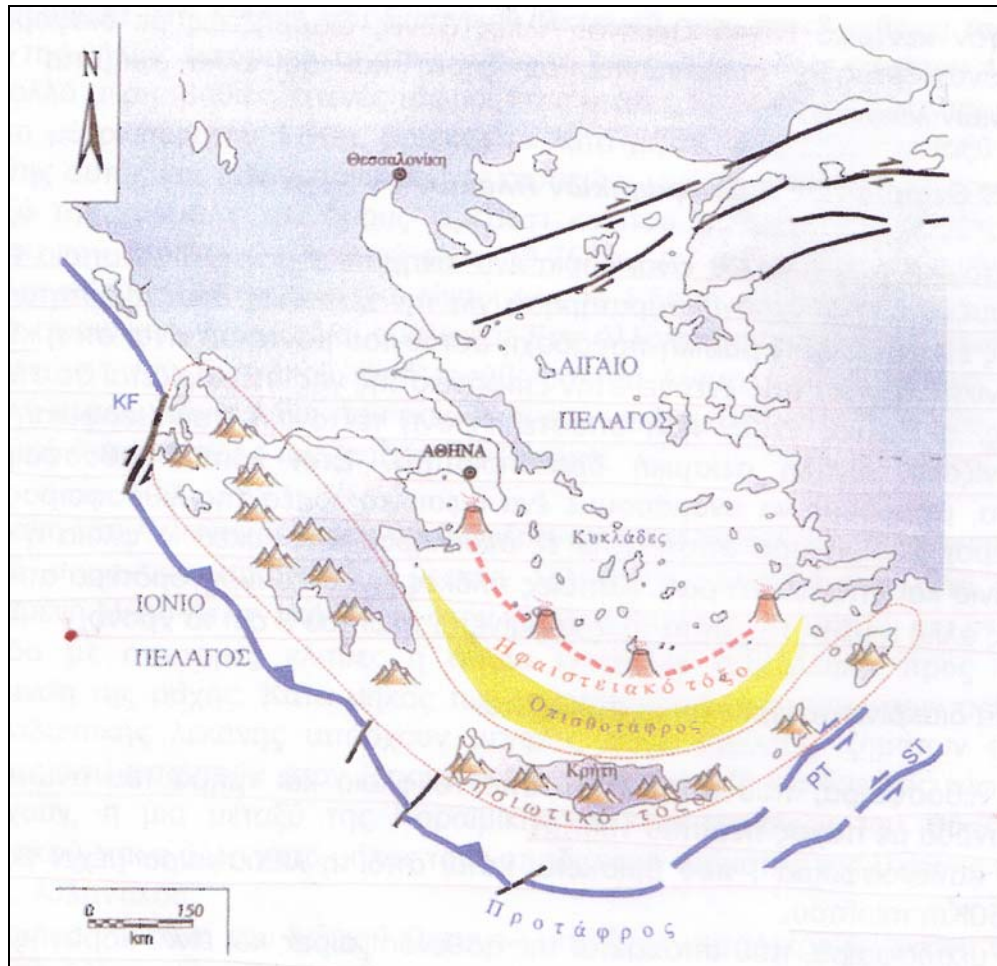
Τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά του ελληνικού χώρου είναι τα εξής: το ελληνικό τόξο, η ελληνική τάφρος στο νότιο Αιγαίο και η λεκάνη του βορείου Αιγαίου.

### 5.2.1: Το ελληνικό τόξο

Το Ελληνικό τόξο αποτελεί το όριο επαφής της Ευρασιατικής λιθοσφαιρικής πλάκας –τμήμα της οποίας είναι το Αιγαίο-, και της Αφρικανικής πλάκας –τμήμα της οποίας είναι η λιθόσφαιρα της Ανατ. Μεσογείου. Οι δύο λιθοσφαιρικές πλάκες συγκλίνουν στην περιοχή αυτή με σχετική ταχύτητα 2,5 εκατοστά το χρόνο, με συνέπεια την καταβύθιση της ωκεάνιας πλάκας της Ανατολικής Μεσογείου, λόγω μεγαλύτερης πυκνότητας, κάτω από την ηπειρωτική πλάκα του Αιγαίου( [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr)). Το ελληνικό τόξο αποτελείται από το εξωτερικό ιζηματογενές τόξο, το οποίο συνδέει τις Δειναρικές Άλπεις με τις Τουρκικές Ταυρίδες διαμέσου των Ελληνίδων οροσειρών, των Ιονίων νήσων, της Κρήτης και της Ρόδου, και από το εσωτερικό ηφαιστειακό τόξο, το οποίο είναι παράλληλο προς το ιζηματογενές τόξο και βρίσκεται σε μια μέση απόσταση



120 km απ' αυτό( [www.gein.noa.gr](http://www.gein.noa.gr)). Το τόξο που δημιουργείται αποτελείται από την οπισθοτάφρο, το νησιωτικό τόξο και το ηφαιστειακό τόξο ( σχήμα 5.2).



Σχήμα 5.2 : Το ελληνικό τόξο ( Ε. Καρύμπαλης, 2003)

Το νησιωτικό τόξο αποτελείται από τη Πελοπόννησο και από μια σειρά διαδοχικών νησιών- Κύθηρα, Κρήτη, Κάρπαθος, Ρόδος. Το νησιωτικό τόξο έχει δημιουργηθεί από τη παραμόρφωση και ανύψωση ιζηματογενών κυρίως πετρωμάτων του περιθωρίου της Ευρασιατικής πλάκας και περιλαμβάνει πολύ παραμορφωμένα πετρώματα της αλπικής πύκνωσης ( ενεργό ελληνικό ορογενετικό τόξο).

Η οπισθοτάφρος αποτελεί μια θαλάσσια λεκάνη βόρεια της Κρήτης , - κρητικό πέλαγος-, με βάθος 2000m. Η οπισθοτάφρος βρίσκεται πάνω στην Ευρασιατική πλάκα και μπροστά από το νησιωτικό τόξο.

Το ηφαιστειακό τόξο βρίσκεται βόρεια της οπισθοτάφρου και αποτελείται από τα εξής ηφαιστεια , ανενεργά και ενεργά: Σουσάκι, Μέθανα ,Μήλος, Σαντορίνη και Νίσυρος. Η δημιουργία τους οφείλεται σε ανάτηξη υλικού της βυθιζόμενης Αφρικανικής πλάκας. Κατά την άνοδό του το υλικό αυτό διαπερνά την Ευρασιατική πλάκα και σχηματίζει τα ηφαίστεια ( [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr)).

### **5.2.2: Η ελληνική Τάφρος**

Η ελληνική τάφρος δημιουργείται κατά μήκος της επαφής των 2 πλακών και αποτελεί ένα σύστημα τάφρων ( [www.conceptum.gr](http://www.conceptum.gr)). Συγκεκριμένα αποτελείται από μια σειρά βαθιών θαλάσσιων λεκανών από τη Κεφαλονιά ως τη Ρόδο. Το μέγιστο βάθος της τάφρου είναι 4500m , νοτιοδυτικά της Πελοποννήσου στο Ιόνιο Πέλαγος και αποτελεί το βαθύτερο σημείο της μεσογείου. Η ελληνική τάφρος είναι παράλληλη προς το ελληνικό τόξο και περιλαμβάνει μικρότερες γραμμικές τάφρους όπως η τάφρος του Ιονίου πελάγους.

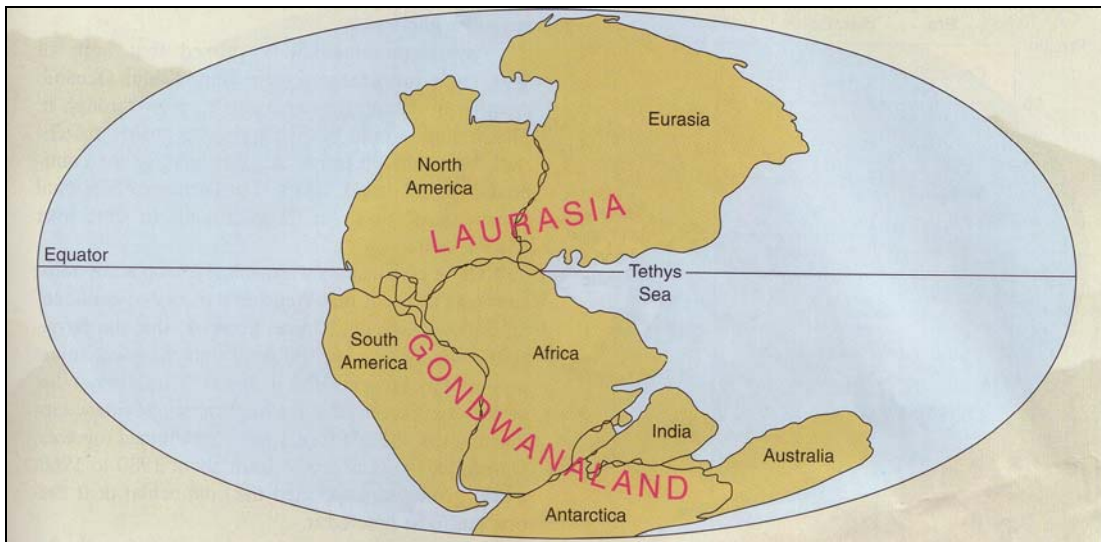
### **5.2.3: Η τάφρος Βορείου Αιγαίου**

Η τάφρος του βορείου Αιγαίου αποτελεί τη πιο ενδιαφέρουσα γεωτεκτονική δομή στην Ελλάδα ( [www.conceptum.gr/seismopolis/elliniko\\_toxo\\_seism.html](http://www.conceptum.gr/seismopolis/elliniko_toxo_seism.html)). Το βάθος της είναι περίπου 1500m . Οι μικρές λεκάνες στη θάλασσα του Μαρμαρά στη Τουρκία αποτελούν πιθανή επέκταση της τάφρου βορειοανατολικά.

## 6. Η θέση της Ελλάδας στο Παγκόσμιο Γεωτεκτονικό Σύστημα

Όπως έχει προαναφερθεί, η σημερινή γεωτεκτονική θέση της Ελλάδος στο χώρο του ορίου σύγκρουσης των δύο λιθοσφαιρικών πλακών με τη διαμόρφωση του ελληνικού τόξου και της ελληνικής τάφρου, δίδει αναμφισβήτητα μεγάλη βαρύτητα στη γεωτεκτονική εξέλιξη της Ελλάδας κατά τη διάρκεια της γεωλογικής της ιστορίας. Η εξέλιξη αυτή αντικατοπτρίζεται σύμφωνα με το Μουντράκη ( Δ. Μουντράκης, 1 985, σ.11), στη γεωλογική δομή του ελληνικού χώρου, η διαμόρφωση της οποίας είναι αποτέλεσμα πολλών τεκτοορογενετικών διεργασιών.

Η σημερινή γεωτεκτονική θέση της Ελλάδας είναι ανάλογη της γεωτεκτονικής θέσης που είχε η Ελλάδα και σε παλαιότερους γεωλογικούς χρόνους. Σε παλιότερους γεωλογικές περιόδους, η Ελλάδα βρισκόταν στα όρια των λιθοσφαιρικών πλακών Λαυρασίας και Γκοντβάνας (Μεσοζωικός αιώνας: περίπου 180000000 χρόνια πριν από σήμερα) . Ο χώρος αυτός καλυπτόταν από την θάλασσα της Τιθύος (εικόνα 6.1). Η θάλασσα της Τιθύος έπαιξε από τους πιο σημαντικούς ρόλους στη γεωλογική διαμόρφωση των ορεινών μαζών στη γη και επομένως και στην Ελλάδα.



Εικόνα 6.1: Το βόρειο (Λαυρασία) και το νότιο (Γκοντβάνα) μέρος της Παγκόσμιας (G. Thomson και J. Turk, 1996)

Η θάλασσα της Τιθύος, αν και υπήρξε αμετάβλητη για κάποια εκατομμύρια χρόνια, στη συνέχεια λόγω αλλαγών στο παγκόσμιο γεωτεκτονικό

σύστημα, άρχισε να μεταβάλλεται. Έτσι, η βαθμιαία προσέγγιση των 2 ηπειρωτικών μαζών λόγω των αλλαγών στο παγκόσμιο γεωτεκτονισμό είχε ως αποτέλεσμα τη συμπίεσή της και τη τελική σύγκρουση των 2 ηπειρωτικών μαζών. Το αποτέλεσμα ήταν η καταστροφή και η εξαφάνιση της θάλασσας της Τιθύος περίπου 150.000 χρόνια πριν. Σύμφωνα με νεότερες απόψεις η εξαφάνιση της Τιθύος έγινε λόγω της διαδοχικής απομάκρυνσης ηπειρωτικών τεμαχίων από τη ηπειρωτική μάζα της Γκοντβάνας (οι πλάκες της Αραβίας και της Ινδίας) τα οποία κινήθηκαν με μεγαλύτερη ταχύτητα προς το βορρά και συγκρούστηκαν με τη Ευρασία. Αιτία της αλλαγής του Παγκοσμίου γεωδυναμικού πλαισίου που οδήγησε στην προσέγγιση Ευρασίας-Γκοντβάνας, ήταν το άνοιγμα του Ατλαντικού ωκεανού, που άρχισε το Άνω Ιουρασικό και προκάλεσε την βαθμιαία απομάκρυνση της Αφρικής από τη Νότια Αμερική με αποτέλεσμα τη σχετική κίνηση της Αφρικής προς την κατεύθυνση της Ευρασίας (Δ. Μουντράκης, 1985, σ.11).

Ο Ελληνικός χώρος είναι δημιούργημα του Αλπικού γεωτεκτονικού κύκλου, όπως και ολόκληρη η Νότια Ευρώπη (Νέα Ευρώπη). Τα άλλα τμήματα της Ευρώπης, Πανάρχεια, Παλιά και Μέση Ευρώπη είναι δημιουργήματα άλλων προγενέστερων γεωτεκτονικών κύκλων του Παλαιοζωικού ή του Προκάμβριου (Καληδόσιος, Ερκύνιος κ.λ.π.), οι ακριβείς τεκτοορογενετικές διαδικασίες των οποίων δεν είναι γνωστές σε ικανοποιητικό βαθμό. Οι οροσειρές της Νέας Ευρώπης ανήκουν στην αλυσίδα ορέων, που αρχίζει από τα Πυρηναία και καταλήγει στα Ιμαλάια και την Κίνα και περιλαμβάνει τις οροσειρές των Άλπεων, τα Καρπάθια, τα όρη Βαλκάν, την Ποντιακή άλυσσο, τον Καύκασο, τις Διναρίδες, Ελληνίδες και Ταυρίδες οροσειρές, τα όρη Ζάγκρος του Ιράν, τα όρη του Αφγανιστάν κ.λ.π. .Οι οροσειρές της Νότιας Ευρώπης μαζί με τις οροσειρές της Βόρειας Αφρικής είναι δημιουργήματα του Αλπικού γεωτεκτονικού κύκλου ή απλά της Αλπικής ορογένεσης που έλαβε χώρα στο Μεσοζωικό και στο Τριτογενές.

## 6.1: Γεωλογική τοποθέτηση της Ελλάδας στον ευρωπαϊκό χώρο

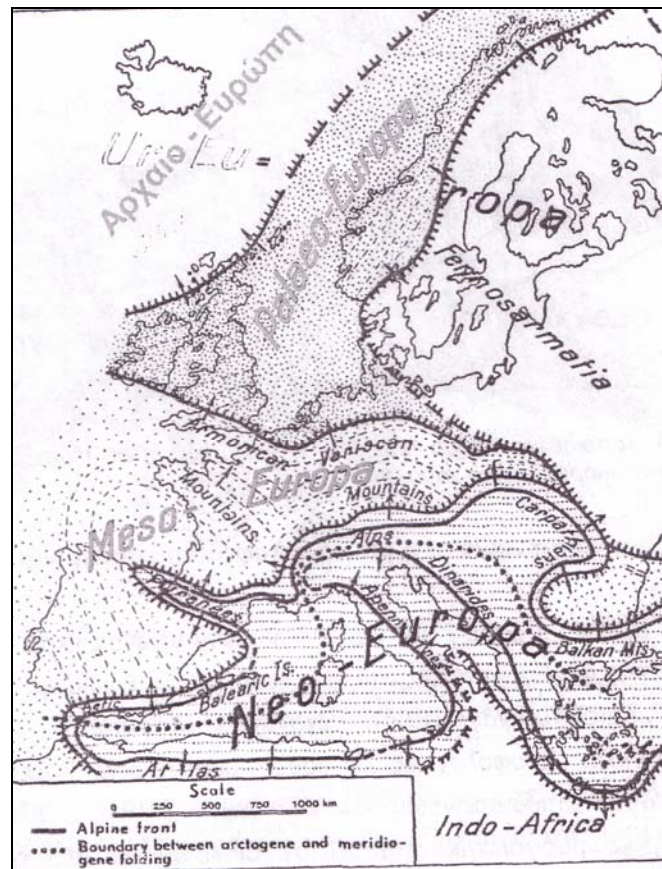
Πριν αναφερθούμε στην γεωλογική τοποθέτηση της Ελλάδας, οφείλουμε να μελετήσουμε την ίδια την Ευρώπη, τη περιοχή στην οποία ανήκει η Ελλάδα και επηρεάζεται απ' αυτή.

Η Ευρώπη ανήκει στην Ευρασιατική λιθοσφαιρική πλάκα, της οποίας το νότιο όριο με την Αφρικανική πλάκα αποτελεί μία ζώνη υποβύθισης, όπου η Αφρικανική πλάκα βυθίζεται κάτω από την Ευρασιατική. Η έκλυση της ενέργειας από τη σύγκλιση των δύο πλακών έχει δημιουργήσει την οροσειρά των Άλπεων και τους ορεινούς όγκους που συνεχίζονται ανατολικά και εκτείνονται έως τα Ιμαλάια (Ε. Καρύμπαλης, 2004, σ.1). Η Ευρώπη αποτελείται από 2 ουσιαστικά τμήματα τα οποία είναι άνισα από πλευράς έκτασης. Το ένα είναι ήπιας μορφολογίας και αποτελείται από πετρώματα του παλαιοζωικού και Προκάμβριου και είναι για κάποια δεκάδες ή και εκατοντάδες χρόνια γεωτεκτονικά ανενεργό. Το δεύτερο τμήμα της Ευρώπης δημιουργήθηκε στο πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν, στο Καινοζωικό αιώνα, είναι γεωτεκτονικά ενεργό με έντονη μορφολογία. Το σύνολο των οροσειρών που δημιουργήθηκαν στο Καινοζωικό αιώνα (τα τελευταία 65 εκατομμύρια έτη) και όπου σήμερα γίνεται κατά κύριο λόγο έκλυση ενέργειας από την σύγκλιση των πλακών, αποτελεί το Αλπικό Ορογενετικό Σύστημα (Ε. Καρύμπαλης, 2004, σ.2).

Ο ευρωπαϊκός χώρος διακρίνεται με βάση τη γεωλογική εξέλιξη στα εξής επιμέρους τμήματα:

- Αρχαιο- Ευρώπη
- Παλαιο- Ευρώπη
- Μέσο - Ευρώπη και
- Νέο – Ευρώπη

Στο χάρτη (χάρτης 6.1) που ακολουθεί φαίνεται η διάκριση της Ευρώπης, που περιγράφεται παραπάνω, και η οποία πρώτη φορά διατυπώθηκε από τον Stille το 1924.



Χάρτης 6.1: Γεωτεκτονικό σκαρίφημα διαίρεσης της Ευρώπης κατά Stille (Ε. Καρύμπαλης, 2004, σ. 3)

Η Νεο-Ευρώπη, όπως παρατηρούμε και στο παραπάνω χάρτη, σχηματίστηκε από ιζήματα που αποτέθηκαν στο Αλπικό γεωσύγκλινο και διαμορφώθηκαν με τις Αλπικές πτυχώσεις κατά τη διάρκεια του Μεσοζωικού και κυρίως του Καινοζωικού αιώνα. Στη Νεο-Ευρώπη ανήκει η Βαλκανική χερσόνησος, η Ιταλία και οι Άλπεις. Επομένως και η Ελλάδα ανήκει σε αυτό το τμήμα της Ευρώπης, που σχηματίστηκε από την αλπική ορογένεση.

Όσον αφορά την μορφολογία της Νεο-Ευρώπης, χαρακτηρίζεται από έντονο ανάγλυφο με οροσειρές μεγάλου υψόμετρου και κλιτύες μεγάλης κλίσης. Τα υδρογραφικά δίκτυα χαρακτηρίζονται από έντονη κατά βάθος διάβρωση με κοιλάδες μεγάλου βάθους, απόκρημνες πλαγιές και συχνή παρουσία φαραγγίων. Οι κυριότερες

οροσειρές της Νεο- Ευρώπης είναι οι Άλπεις, ο Καύκασος, τα Καρπάθια, τα Απέννινα, οι Ελληνίδες και οι Δειναρίδες ( Ε. Καρύμπαλης, 2004, σ.6).

## 6.2: Γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας

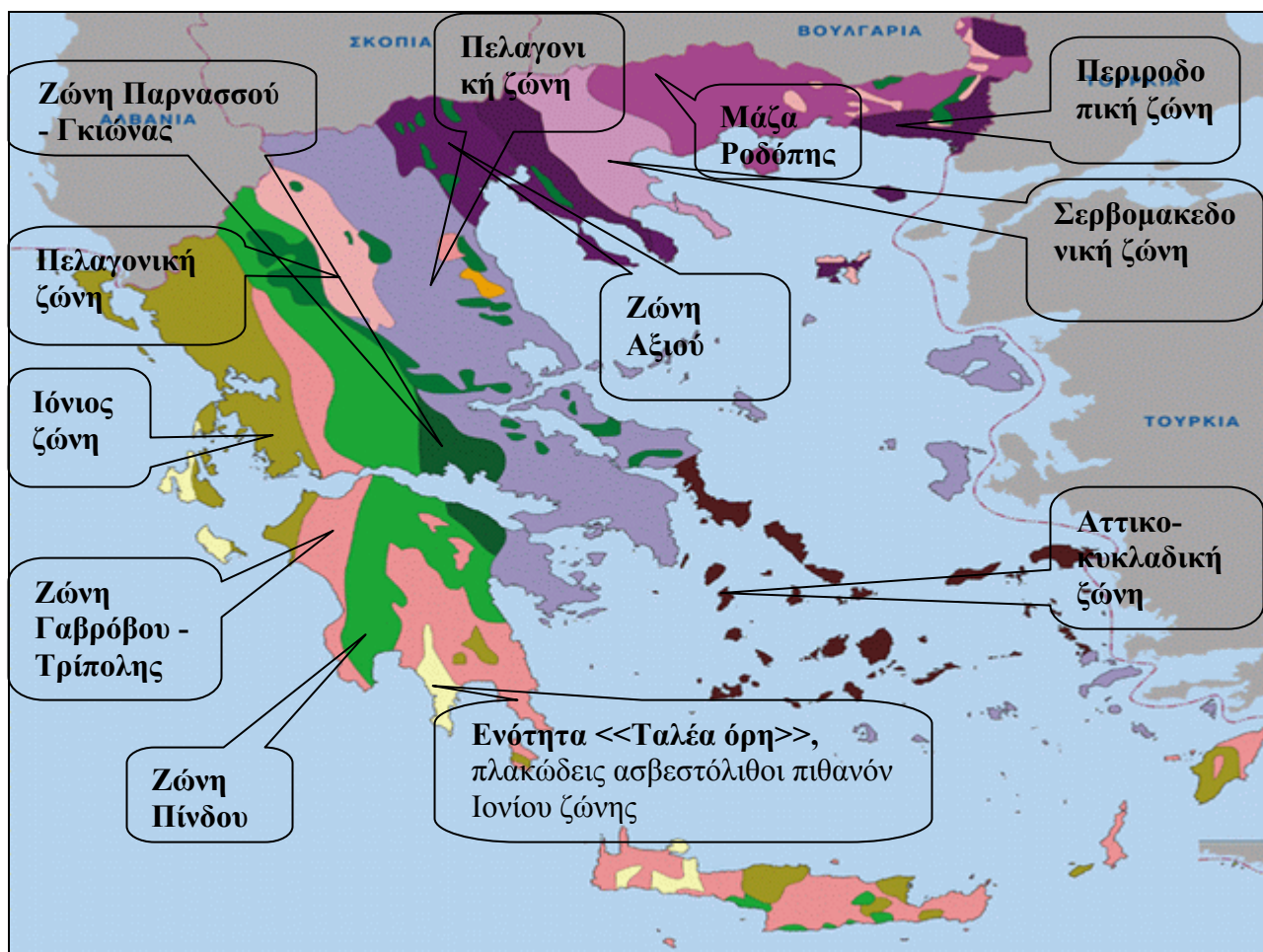
Γεωτεκτονικές ζώνες είναι ένας άτυπος όρος που χρησιμοποιείται για το διαχωρισμό του ελληνικού χώρου σε ζώνες, κάθε μία από τις οποίες χαρακτηρίζεται από πετρώματα και σχηματισμούς με όμοια ηλικιακά λιθοστρωματογραφικά και τεκτονικά χαρακτηριστικά ([www.gein.poa.gr](http://www.gein.poa.gr)).

Οι γεωτεκτονικές ζώνες όπως διαμορφώθηκαν από τη μελέτη της στρωματογραφίας των ιζημάτων των ζωνών, τους λιθολογικούς σχηματισμούς αυτών και την ιδιαίτερη τεκτονική συμπεριφορά τους είναι οι εξής:

1. η μάζα της Ροδόπης
2. η Σερβομακεδονική ζώνη
3. η Περιοδοπική ζώνη
4. η ζώνη Αξιού
- 4.1 η ζώνη Παιονίας
- 4.2 η ζώνη Πάικου
- 4.3 η ζώνη Αλμωπίας
5. η Πελαγονική ζώνη
6. η Αττικο – κυκλαδική ζώνη
7. η ζώνη Ανατολικής Ελλάδας
8. η ζώνη Παρνασσού- Γκιώνας
9. η ζώνη Ωλονού- Πίνδου
10. η ζώνη Γαβροβού- Τρίπολης
11. η Αδριτικοϊόνιος ζώνη
12. η ζώνη Παξών ή Προαπουλία

Στο χάρτη ( χάρτης 6.2) που ακολουθεί απεικονίζονται οι γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας.





Χάρτης 6.2: Οι γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας (www.iah-hellas.geol.uoa.gr)

Στο παραπάνω χάρτη της Ελληνικής Υδρογεωλογικής εταιρείας η κάθε ζώνη απεικονίζεται με διαφορετικό χρώμα. Εντός του επεξηγηματικού σχήματος αναγράφεται η ονομασία της ζώνης. Οι ζώνες που είναι στο παραπάνω χάρτη διαφέρουν από αυτές που αναφέρθηκαν προγενέστερα. Αυτό οφείλεται στο ότι κάποιες ζώνες είναι αρκετά μικρές και συναντώνται σε μια πολύ μικρή περιοχή. Ο παραπάνω χάρτης απεικονίζει σε γενικές γραμμές τις κύριες γεωτεκτονικές ζώνες. Η Ενότητα Ταλέα όρη, παλιότερα είχε θεωρηθεί το προαλπικό υπόβαθρο της ζώνης Γαβροβού- Τρίπολης. Νεώτερες έρευνες, ωστόσο απορρίπτουν αυτή την άποψη και τη θεωρούν ως μία ανεξάρτητη ενότητα, για την οποία δεν έχει ακόμα βεβαιωθεί η γεωτεκτονική της θέση και για αυτό δεν έχει προστεθεί στις γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας ( Δ. Μουντράκης, 1985, σ. 180).



Οι παραπάνω γεωτεκτονικές ζώνες, διακρίνονται σε “εσωτερικές και εξωτερικές Ελληνίδες”. Στις εσωτερικές Ελληνίδες εντάσσονται οι εξής ζώνες: Περιοδοπική, Παιονίας, Πάικου, Αλμωπίας, Πελαγονική, Υποπελαγονική, Αττικο-κυκλαδική. Στις εξωτερικές ελληνίδες εντάσσονται οι εξής ζώνες: Παρνασσού –Γκιώνας, <Ωλονού- Πίνδου, Γαβροβού – Τρίπολης, Αδριατικοϊόνιος και Παξών. Η Σερβομακεδονική μάζα και η μάζα της Ροδόπης ανήκουν την Ελληνική ενδοχώρα. Η ενότητα των “Ταλέων ορών” ,όπως προαναφέρθηκε , δεν έχει αποσαφηνιστεί που ανήκει, αν και εκτιμάται ότι ανήκει στην Αδριατικοϊόνιο ζώνη σύμφωνα με νέες έρευνες. Οι ονομασίες εξωτερικές και εσωτερικές ελληνίδες οφείλονται, σύμφωνα με το κ. Μουντράκη (Δ. Μουντράκης, 1985, σ. 20), στο ότι οι εξωτερικές Ελληνίδες καλύπτουν τα εξωτερικά τόξα των Ελληνίδων οροσειρών, ενώ οι εσωτερικές τα εσωτερικά τόξα.

Στις εσωτερικές ζώνες παρατηρούνται μεταμορφωμένα πετρώματα, που αντιπροσωπεύουν προαλπικά πετρώματα και αλπικά ιζήματα Τριαδικού- Ιουρασικού. Επίσης παρατηρούνται πυριγενή πετρώματα από το Μεσοζωικό ως το Παλαιοζωικό αιώνα. Αντίθετα, στις εξωτερικές ελληνίδες τα πετρώματα και τα ιζήματα αυτά απουσιάζουν.

### 6.2.1: Η γεωτεκτονική θέση και η λιθοστρωματογραφία των γεωτεκτονικών ζωνών

- Η μάζα της Ροδόπης

Ο κύριος Μουντράκης στο βιβλίο του, Γεωλογία της Ελλάδας τονίζει: *<<Ο γεωτεκτονικός χαρακτήρας της μάζας Ροδόπης, σύμφωνα με τα πιο νέα μοντέλα λιθοσφαιρικών πλακών για την εξέλιξη της Μεσογείου, είναι καθαρά ηπειρωτικός και θεωρείται ότι η προέλευση της μάζας είναι από τη λάκα της Λαυρασίας >> (1985:27).*

Στη μάζα της Ροδόπης ανήκουν η Θράκη, η Ανατολική Μακεδονία ως το Στρυμόνα ποταμό, η Θάσος και ένα τμήμα της Βουλγαρίας. Για αυτό το λόγο η πλήρης ονομασία τη μάζας είναι “μάζα της Ρίλα- Ροδόπης”, από τις ομώνυμες οροσειρές των δύο χωρών.

Γενικά η μάζα της Ροδόπης αποτελείται από κρυσταλλοσχιτώδη και πυριγενή ιζήματα, με πάχος 10-20km. Τα πιο συνηθισμένα πετρώματα που συναντώνται

στη μάζα αυτή είναι τα εξής : μάρμαρα, ημιμεταμορφωμένοι και μεταμορφωμένοι σχηματισμοί και εκρηξιγενή πετρώματα. Επίσης συναντώνται λίγα νεογενή ιζήματα και τεταρτογενείς αποθέσεις. Στη κατηγορία των ημιμεταμορφωμένων και μεταμορφωμένων σχηματισμών, περιλαμβάνονται φυλλίτες, σχιστόλιθοι και αμφιβολίτες. Οι σχηματισμοί αυτοί καλύπτονται από μανδύα αποσάθρωσης.

- Σερβομακεδονική μάζα

Η Σερβομακεδονική μάζα, θεωρείται ηπειρωτική μάζα ,που προέρχεται από τη Λαυρασία, όπως και η Μάζα της Ροδόπης. Επειδή οι δύο μάζες, έχουν κοινή γεωτεκτονική προέλευση, πολλοί επιστήμονες παλαιότερα είχαν διατυπώσει τη θέση ότι η Σερβομακεδονική μάζα αποτελεί μέρος μιας ευρύτερης γεωτεκτονικής μονάδας της μάζας της Ροδόπης. Η Σερβομακεδονική μάζα εκτείνεται από τη δυτική πλευρά του Στρυμόνα ως τη Χαλκιδική.

Η συγκεκριμένη μάζα αποτελείται κυρίως από κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα. Τα πιο συνηθισμένα πετρώματα που συναντώνται είναι οι ημιμεταμορφωμένοι και μεταμορφωμένοι σχηματισμοί. Επίσης συναντώνται και τεταρτογενείς αποθέσεις.

- Περιοδοπική μάζα

Σύμφωνα με το Μουντράκη (Δ. Μουντράκης, 1985, σ. 52), η Περιοδοπική ζώνη έχει διεύθυνση ΒΔ-ΝΑ στη δυτική πλευρά της Σερβομακεδονικής μάζας. Η συγκεκριμένη μάζα προεκτείνεται υποθαλάσσια προς τη νήσο Σαμοθράκη και τη περιοχή Αλεξανδρούπολης- Έβρου. Η σημασία της συγκεκριμένης μάζας είναι ότι κατά τη διάρκεια του Ιουρασικού αιώνα, αποτελούσε την ηπειρωτική κατώφλεια της ελληνικής ενδοχώρας, και κατέληγε σε μία αύλακα, περιφερειακή της ηπειρωτικής μάζας. Η αύλακα αυτή ήταν η θέση βύθισης , όπως υποστηρίζεται από τα νέα γεωτεκτονικά μοντέλα (Δ. Μουντράκης, 1985, σ. 52), της ωκεάνιας περιοχής της ζώνης Αξιού κάτω από την ευρωπαϊκή ηπειρωτική πλάκα, το περιθώριο της οποίας αποτελούσαν η Σερβομακεδονική μάζα και η μάζα της Ροδόπης.

Όσον αφορά τη λιθοστρωματογραφία της ζώνης αυτής, αυτή περιλαμβάνει ημιμεταμορφωμένους και μεταμορφωμένους σχηματισμούς, νεογενή ιζήματα, μάρμαρα και εκρηξιγενή πετρώματα.

- Ζώνη Αξιού

Η ζώνη Αξιού αποτελείται πλέον από τις εξής ζώνες :Αλμωπίας, Πάικου και Παιονίας. Το χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης ζώνης είναι ότι αποτελείται από μεγάλες οφειολιθικές μάζες . Η παρουσία των οφειόλιθων έχει βαρύνουσα σημασία για το γεωτεκτονισμό της Ελλάδας, εφόσον η ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται ως ο παλιός ωκεάνιος χώρος της Τηθύος με ωκεάνιο φλοιό και ιζήματα βαθιάς θάλασσας στη διάρκεια του Μεσοζωικού αιώνα.

Η ζώνη Αξιού αποτελείται από ασβεστόλιθους, μάρμαρα, σχιστοκερατόλιθους με ενστρώσεις ασβεστόλιθων και ημιμεταμορφωμένους και μεταμορφωμένους σχηματισμούς.

- Πελαγονική Ζώνη

Σύμφωνα με το Μουντράκη ((Δ. Μουντράκης, 1985, σ. 98), η Πελαγονική ζώνη αποτελεί ένα μεγάλο ηπειρωτικό τεμάχιο, τμήμα της Κιμμερικής ηπείρου η οποία αποσπάσθηκε από την ηπειρωτική μάζα της Γκοντβάννα και εκατέρωθεν του οποίου αναπτύχθηκαν δυο ωκεάνιες περιοχές της Παλαιο-Τηθύος (ζώνη Αξιού) και της Νεο-Τηθύος (Υποπελαγονική ζώνη), από τις οποίες προήλθαν με επώθηση οι οφειόλιθοι.

Σε αυτό το σημείο, οφείλουμε να διευκρινίσουμε το ρόλο των οφειόλιθων. Οι οφειόλιθοι αποτελούν δείκτες προέλευσης κατεστραμμένου ωκεάνιου φλοιού. Είναι βασικά και υπερβασικά πυριγενή πετρώματα, όπως δουνίτες, και έχουν πράσινο χρώμα. Συναντώνται στη ζώνη Αξιού (Παλαιο- Τηθύος )και στη Πελαγονική ζώνη (Νεο- Τηθύος).

Σχετικά με τη λιθοστρωματογραφία της συγκεκριμένης ζώνης, παρατηρείται ένα κρυσταλλοσχιτώδες υπόβαθρο, όπως τονίζει ο Μουντράκης(Δ. Μουντράκης, 1985, σ. 100), γνευσιωμένοι γρανίτες, πετρώματα αλπικής μεταμόρφωσης, μεταλικά ιζήματα και οφειόλιθοι. Υπάρχουν ασβεστόλιθοι, τεταρτογενείς αποθέσεις, μάρμαρα, ημιμεταμορφωμένοι και μεταμορφωμένοι σχηματισμοί, νεογενή ιζήματα καθώς και εκρηξιγενή πετρώματα.

- Αττικο-κυκλαδική ζώνη

Σε αυτή τη ζώνη περιλαμβάνονται η Αττική, οι βόρειες Κυκλάδες και η νότια Εύβοια. Η Αττικο-κυκλαδική μάζα συγκροτείται από αλληπάλληλα τεκτονικά καλύμματα μεταμορφωμένων πετρωμάτων τα οποία αποκαλύπτονται ως τεκτονικά παράθυρα.

Συναντώνται μάρμαρα, ασβεστόλιθου, ημιμεταμορφωμένοι και μεταμορφωμένοι σχηματισμοί και νεογενή ιζήματα, καθώς και σχιστοκερατόλιθοι με ενστρώσεις ασβεστόλιθων, οι οποίοι είναι τεκτονικά καταπονημένοι, ενώ κατά θέσεις καλύπτονται από πλευρικά κορήματα.

- Υποπελαγονική ζώνη

Η Υποπελαγονική ζώνη βρίσκεται στη δυτική πλευρά της Πελαγονικής ζώνης.

Η Υποπελαγονική ζώνη, περιλαμβάνει ασβεστόλιθους, σχιστοκερατόλιθους με ενστρώσεις ασβεστόλιθων, μολασσικά ιζήματα και οφειόλιθους.

- Ζώνη Παρνασσού- Γκιώνας

Η ονομασία της ζώνης οφείλεται στα αντίστοιχα βουνά Παρνασσό και Γκιώνα στη Στερεά Ελλάδα που συγκροτούν κύρια τη ζώνη, όπως καθορίστηκε αρχικά από τον Renz, το 1940 (Δ. Μουντράκης, 1985, σ. 149).

Ασβεστόλιθοι και φλύσχεις (ρυθμική εναλλαγή ψαμμιτικών, αργιλικών και κροκαλοπαγών οριζόντων με έντονο τεκτονισμό) είναι τα συνηθισμένα λιθολογικά στρώματα.

- Ζώνη Ωλόνου – Πίνδου

Η κύρια ανάπτυξη της συγκεκριμένης ζώνης γίνεται από το βουνό Ωλονος της Πελοποννήσου και την οροσειρά της Πίνδου.

Η λιθοστρωματογραφία της περιοχής περιγράφεται από ασβεστόλιθους, φλύσχεις και σχιστοκερατόλιθους με ενστρώσεις ασβεστόλιθων.

- Ζώνη Γαβρόβου- Τρίπολης

Πολλοί επιστήμονες της σύγχρονης εποχής, θεωρούν ότι η συγκεκριμένη τεκτονική ζώνη αντιπροσωπεύει παλιά αλπική ηπειρωτική πλατφόρμα με νηριτική ανθρακική ιζηματογένεση (ανθρακική ιζηματογένεση σε περιβάλλον χαμηλής παλίρροιας και βάθους ως 200m ή ως το άκρο της υφαλοκρηπίδας).

Τα κύρια λιθολογικά στρώματα είναι ασβεστόλιθοι και φλύσχεις.

- Αδριατικοϊόνιος ζώνη

Λιθοστρωματογραφικά υπάρχουν ασβεστόλιθοι, νεογενή ιζήματα, τεταρτογενείς αποθέσεις, καθώς και φλύσχεις.

- Ζώνη Παξών

Η ζώνη των Παξών πήρε την ονομασία της από τα νησιά του Ιονίου πελάγους, Παξοί. Αποτελεί συνέχεια του ανατολικού τμήματος της Απουλίας πλατφόρμας που εκτείνεται προς την Ιταλία και για αυτό ονομάζεται και Προαπουλία.

Στη ζώνη αυτή περιλαμβάνονται τα εξής νησιά: Παξοί, Αντιπαξοί, Λευκάδα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθος, ενώ το μεγαλύτερο μέρος της ζώνης είναι βυθισμένο κάτω από τη θάλασσα (Δ. Μουντράκης, 1985, σ.183).

Ασβεστόλιθοι, νεογενή ιζήματα, αποθέσεις του τεταρτογενούς και φλύσχεις είναι τα κύρια λιθολογικά στρώματα της περιοχής.

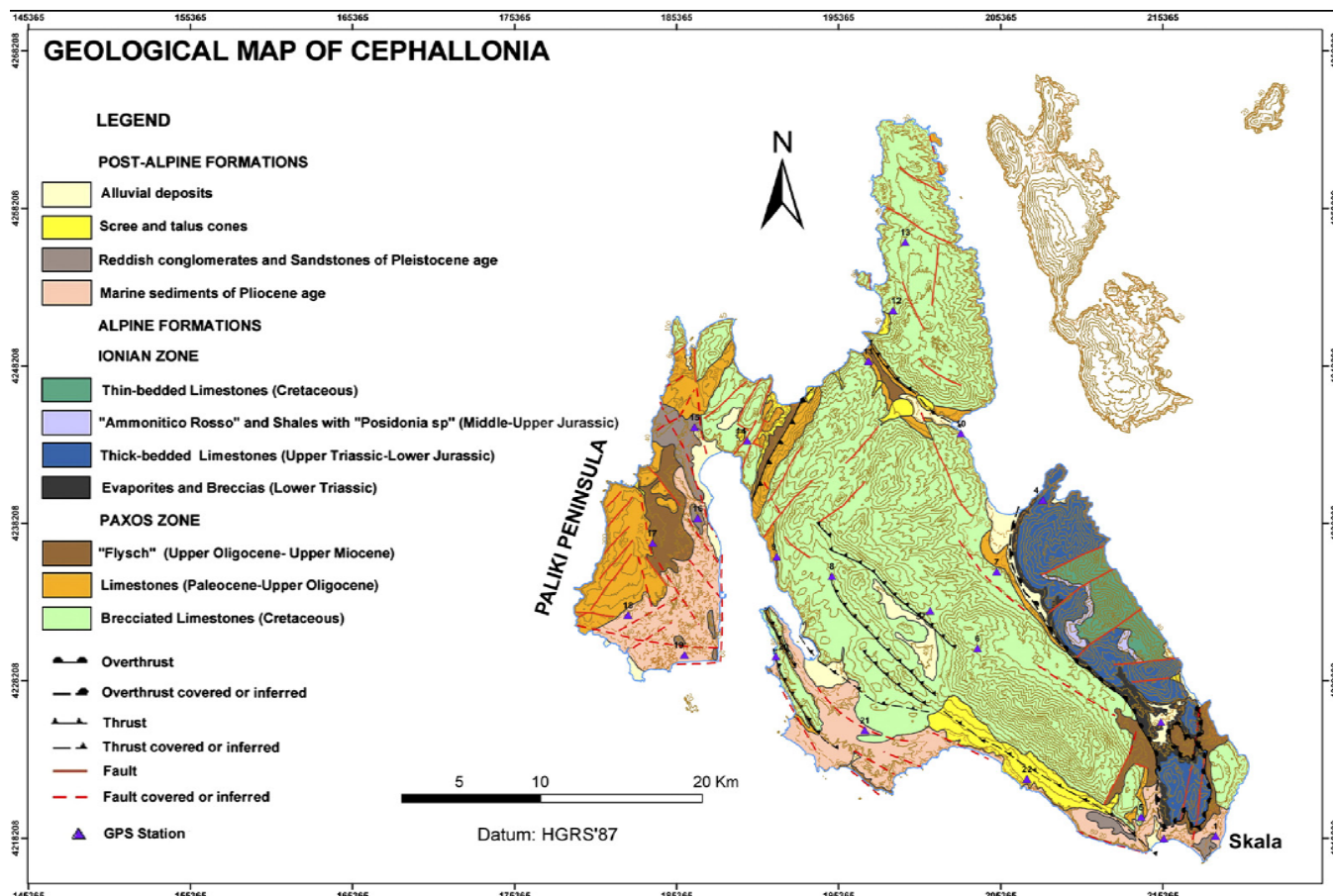
### **6.2.2: Η γεωτεκτονική θέση και η λιθοστρωματογραφία της Κεφαλονιάς**

Η Κεφαλονιά ανήκει στη ζώνη των Παξών η οποία σε γενικές γραμμές χαρακτηρίζεται λιθολογικά από ασβεστόλιθους, νεογενή ιζήματα και τεταρτογενείς αποθέσεις αλλά και φλύσχη.

Το κύριος ορεινός όγκος του νησιού είναι ο Αίνος. Βρίσκεται νοτιοδυτικά του νησιού με μήκος 11km. Στη σημερινή θέση του Αίνου, στην αρχή του Μεσοζωικού αιώνα, υπήρχε η Τηθύς θάλασσα. Ως αποτέλεσμα των τεκτονικών κινήσεων εκείνης της

περιόδου αλλά και σήμερα, είναι η ανάδυση του Αίνου. Τα πετρώματα του Αίνου και ολόκληρης της Κεφαλονιάς ανήκουν στη ζώνη των Παξών.

Στο χάρτη ( χάρτης 6.3 ) που ακολουθεί φαίνεται η γεωλογία της Κεφαλονιάς , με τα λιθολογικά στοιχεία της.



Χάρτης 6.3: Γεωλογικός χάρτης της Κεφαλονιάς (Lagios et al, 2007)

Στο παραπάνω χάρτη με ανοικτό πράσινο χρώμα απεικονίζονται οι ασβεστόλιθοι από τη Κρητιδική περίοδο, με σκούρο κίτρινο χρώμα ασβεστόλιθοι από το Παλαιόκαινο και τις αρχές του Ολιγόκαινου και με καφέ χρώμα φλύσχης από το Ολιγόκαινο και το Μειόκαινο. Τα 3 αυτά λιθολογικά στρώματα είναι τα νεώτερα του νησιού και είναι χαρακτηριστικά της ζώνης των Παξών. Όπως αντιλαμβάνεται κάποιος και από το χάρτη, όλη σχεδόν η νήσος είναι από ασβεστόλιθους Κρητιδικής περιόδου, δηλαδή 65 εκατομ. ετών πριν.

Με σκούρο πράσινο απεικονίζεται ένα λεπτό στρώμα ασβεστόλιθων Κρητιδικής περιόδου. Με μπλε χρώμα απεικονίζεται ένα παχύ στρώμα ασβεστόλιθων του ανώτερου Τριαδικού- κατώτερου Ιουρασσικού. Με μαύρο χρώμα απεικονίζονται εβαπορίτες του κατώτερου Τριαδικού. Με ανοικτό γαλάζιο απεικονίζεται μια φάση που περιλαμβάνει πάρα πολλούς απολιθωμένους αμμωνίτες (θαλάσσια ζώα της κατηγορίας των κεφαλοπόδων που δε ζουν σήμερα) και σχιστόλιθους με *posidonia*, είδος απολιθώματος, από την Ιουρασσική περίοδο. Τα λιθολογικά αυτά στρώματα ανήκουν στην Αδριατικοϊόνια ζώνη και είναι παλαιότερα των πετρωμάτων της ζώνης των Παξών. Τα στρώματα αυτά είναι συγκεντρωμένα στο νοτιοανατολικό τμήμα της νήσου, ανατολικά της οροσειράς του Αίνου.

Υπάρχουν και μετα- αλπικοί σχηματισμοί στα νότια κυρίως της νήσου. Οι μετα- αλπικοί αυτοί σχηματισμοί είναι οι εξής: θαλάσσια ιζήματα από το Πλειόκενο (ροζ χρώμα), αλλουβιακές αποθέσεις (λευκό χρώμα), κώνοι βράχων (κίτρινο χρώμα) και ψαμμίτες και ερυθρόχρωμα κροκαλοπαγή από το Πλειστόκαινο ( μωβ χρώμα). Τα λιθολογικά αυτά στρώματα είναι νεότερα από όλα τα προηγούμενα.

Αυτό το οποίο αξίζει να παρατηρήσουμε και να μελετήσουμε είναι η ύπαρξη πετρωμάτων από την Αδριατικοϊόνια ζώνη. Ενώ, όπως προαναφέρθηκε η Κεφαλονιά μαζί με τα υπόλοιπα νησιά του Ιονίου –εκτός της Κέρκυρας- ανήκει στη ζώνη των Παξών, η Κεφαλονιά έχει πετρώματα από την ζώνη του Ιονίου, όπως συχνά αποκαλείται η Αδριατικοϊόνιος ζώνη. Όπως τονίζει ο κ. Μουντράκης :

*<<Γύψοι, δολομίτες και νηριτικοί ασβεστόλιθοι είναι τα πιο παλιά αλπικά ιζήματα της περιοχής (...) που εμφανίζουν μία σαφή αναλογία με τα αντίστοιχα της ζώνης του Ιονίου>> (1985: 183).*

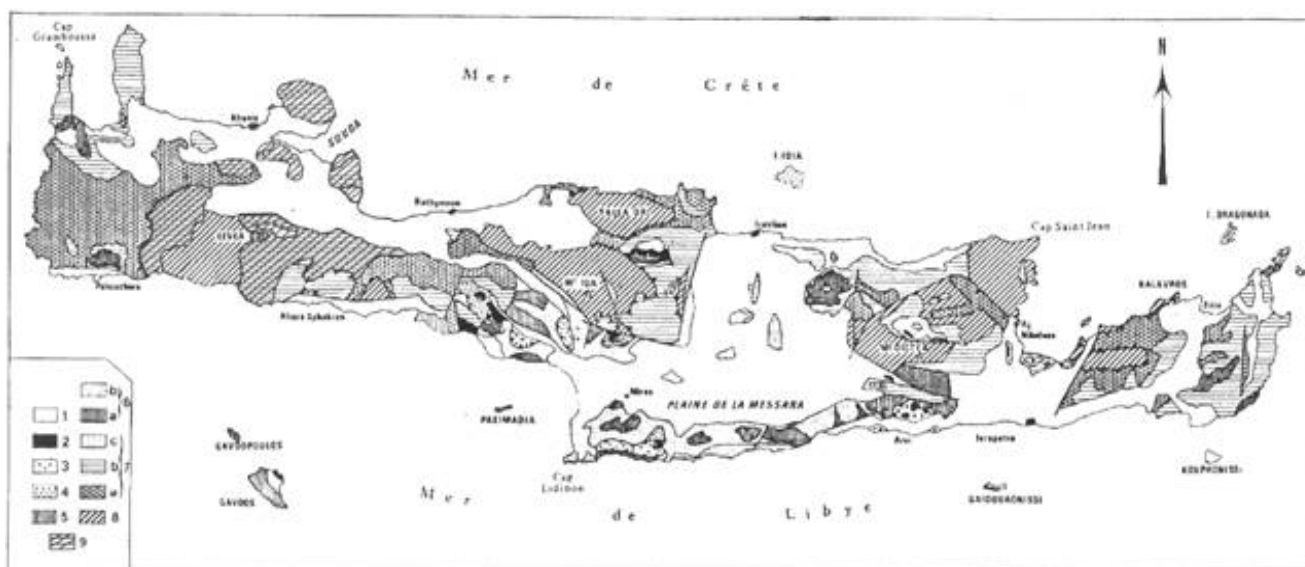
Όπως σημειώνουν οι Lagios et al (Lagios et al, 2006, pg 5), το νησί δημιουργήθηκε κατά τη διάρκεια του Τριαδικού (45 εκατομ. χρόνια πριν), ως συνέπεια της σύγκλισης της ευρασιατικής και της αφρικανικής πλάκας. Η Ιόνια ζώνη χαρακτηρίζεται από συμπιεστική τεκτονική. Το όριο της ζώνης καθορίζεται από την Ιόνια επώθηση (thrust), η οποία γενικά εκφράζει την εξωτερική δομή των Ελληνίδων. Η υψηλή σεισμικότητα του κεντρικού Ιονίου είναι το αποτέλεσμα της έντονης παραμόρφωσης που συνδέεται με την δεξιόστροφη κίνηση των ρηγμάτων κατά μήκος

του ρήγματος μετασχηματισμού της Κεφαλονιάς. Το συγκεκριμένο ρήγμα μπορεί να δώσει σεισμούς μεγέθους μεγαλύτερου των 7 βαθμών της κλίμακας Richter.

### 6.2.3: Η γεωτεκτονική θέση και η λιθοστρωματογραφία της Κρήτης

Η Κρήτη έχει μία ιδιαίτερη γεωλογική δομή, η οποία χαρακτηρίζεται από τα αλληπάλλληλα επωθημένα τεκτονικά καλύμματα των Ελληνίδων ζωνών, τα οποία έχουν στο νησί γενική κατεύθυνση βορά- νότο. Η συγκεκριμένη γεωλογική δομή σχετίζεται με τη γεωτεκτονική θέση που κατέχει σε σχέση με τις δύο πλάκες- Ευρασιατική και Αφρικανική.

Στο χάρτη που ακολουθεί (χάρτης 6.4 ) απεικονίζεται η λιθοστρωματογραφία της Κρήτης.



Χάρτης 6.4: Γεωλογικός χάρτης Κρήτης ([www.crete-region.gr/προγράμματα σε εξέλιξη/crinno/emeric I](http://www.crete-region.gr/προγράμματα%20σε%20εξέλιξη/crinno/emeric%20I))

Στο παραπάνω χάρτη, με το νούμερο 1 απεικονίζονται Νεογενή και Τεταρτογενή ιζήματα, με το νούμερο 2 Οφειόλιθοι, με το νούμερο 3 κάλυμμα Αστερουσσών, με το νούμερο 4 κάλυμμα Βάτου, με το νούμερο 5 κάλυμμα Σπηλίου και Πρέβελι, με το νούμερο 6 κάλυμμα Πίνδου, με το νούμερο 7 κάλυμμα Τρίπολης, με το



νούμερο 8 κάλυμμα Πλακωδών ασβεστόλιθων και με το νούμερο 9 κάλυμμα Τρυπαλίου.

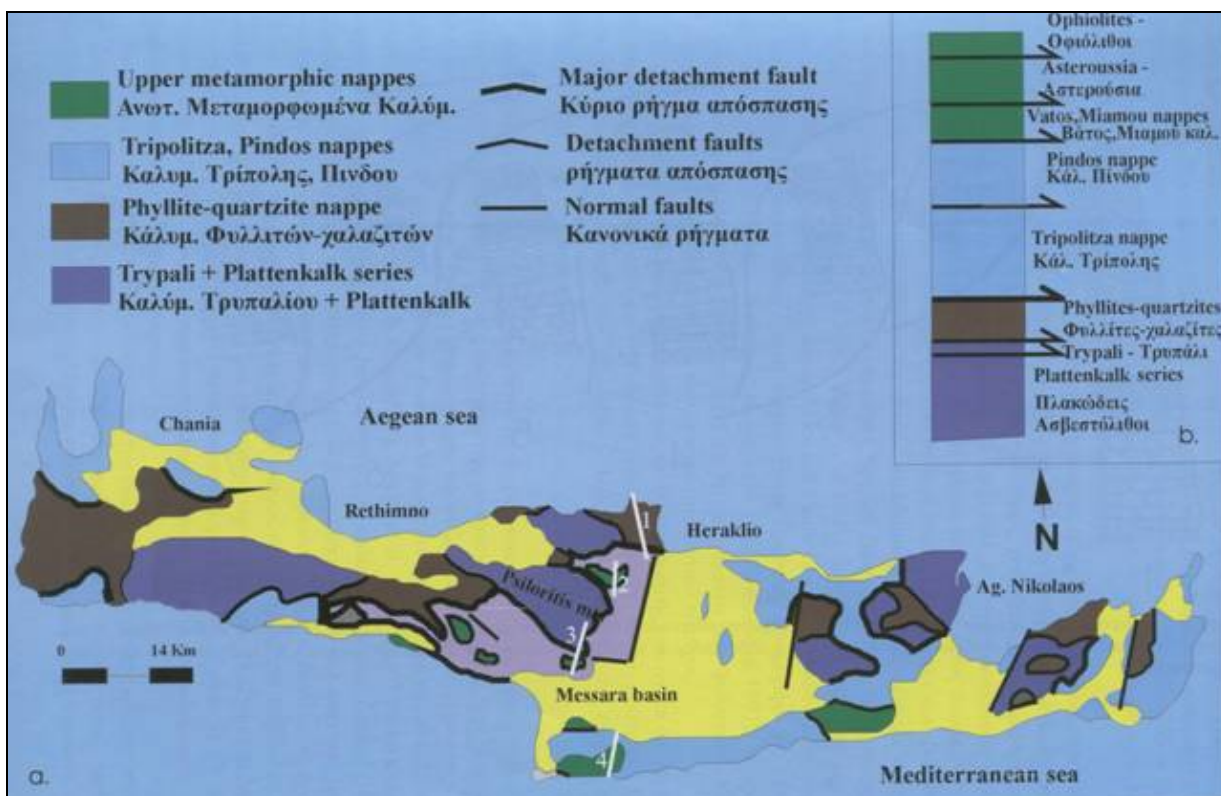
Γενικά η Κρήτη συγκροτείται από ένα αυτόχθονο σύστημα που είναι η ενότητα Ταλέα όρη- Πλακώδεις ασβεστόλιθοι, πάνω στο οποίο τοποθετούνται με λεπιοειδή τεκτονική διάταξη οι σειρές των πετρωμάτων των άλλων ζωνών και ενότητων (Δ. Μουντράκης, 1985, σ. 186). Η σειρά αυτή χρονολογείται από το Πέρμιο ως το Ηώκαινο (40 – 20 εκατομ. χρόνια πριν). Είναι ημιμεταμορφωμένη και ανήκει πιθανόν στην ζώνη Ιονίου. Η ενότητα αυτή περιλαμβάνει κλαστικά ιζήματα, τυπικούς πλακώδεις ασβεστόλιθους (μάρμαρα), άστρωτους μετα- ασβεστόλιθους, δολομίτες, ασβεστολιθικά κροκαλοπαγή και φυλλιτικά - χαλαζιακά πετρώματα. Αποκαλύπτεται σε πολλές περιοχές της Κρήτης ως πολλαπλό τεκτονικό παράθυρο.

Τεκτονικά επωθημένη στην ενότητα των Ταλέων Όρων είναι η ενότητα του Τρυπαλίου. Η ενότητα αυτή αποτελείται κυρίως από μεταμορφωμένους δολομίτες.

Πάνω σε αυτή την ενότητα είναι η ενότητα των Φυλλιτών- Χαλαζιτών. Αποτελείται από μετα- ψαμμίτες, φυλλιτες και χαλαζίες. Σε ανώτερο επίπεδο είναι η ζώνη της Τρίπολης που αποτελείται από νηριτικούς ασβεστόλιθους. Πάνω από αυτή την ενότητα είναι το τεκτονικό κάλυμμα της Πίνδου.

Σε ανώτερη τεκτονική θέση από τις παραπάνω ενότητες είναι η ενότητα της Άρβης με οφειολιθικά πετρώματα, που θεωρείται ότι έχουν επωθηθεί από το χώρο της Υποπελαγονικής ζώνης, καθώς και κρυσταλλοσχιστώδη πετρώματα από την ενότητα των Αστερουσσών, με προέλευση τη Πελαγονική ζώνη. Πάνω στους αλπικούς σχηματισμούς κάθονται με στρωματογραφική ασυμφωνία νεογενή και τεταρτογενή ιζήματα, τα οποία έχουν μεγάλη εξάπλωση και πάχος στις παραλιακές περιοχές της Κρήτης ([www.crete-region.gr/προγράμματα\\_σε\\_εξέλιξη/crinno/emeric I](http://www.crete-region.gr/προγράμματα_σε_εξέλιξη/crinno/emeric_I)).

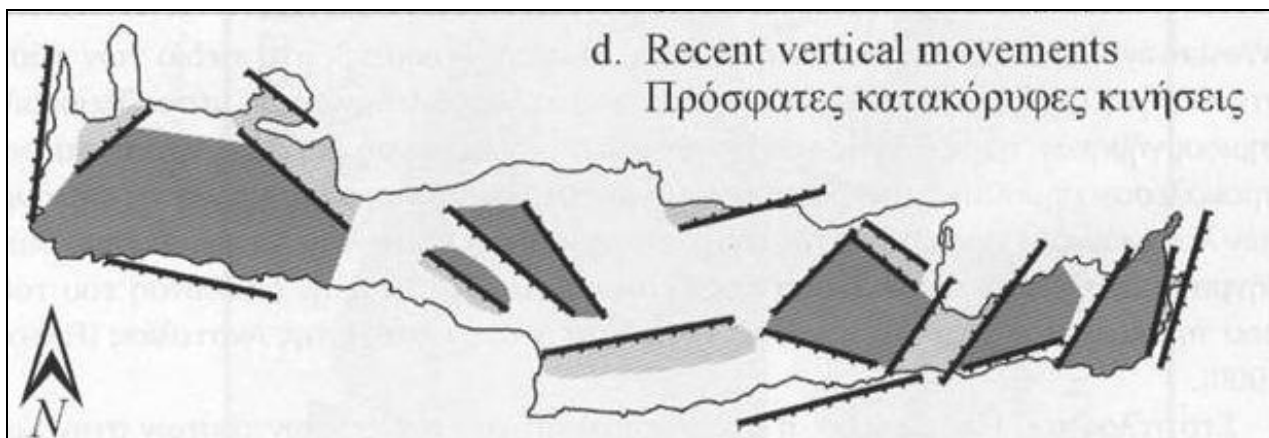
Στο χάρτη (χάρτης 6.5) που έπεται, παρουσιάζονται τα <<καλύμματα>> της Κρήτης.



Χάρτης 6.5 : Το μορφοδόμημα των καλυμμάτων της Κρήτης ([www.crete-region.gr/προγράμματα\\_σε\\_εξέλιξη/crinno/emeric/](http://www.crete-region.gr/προγράμματα_σε_εξέλιξη/crinno/emeric/))

Η σημερινή τοπογραφία και το ανάγλυφο της Κρήτης διαμορφώθηκαν από τη δράση πολλών μεγάλης κλίμακας ρηγμάτων της τρίτης γενιάς, ενώ ορισμένα από αυτά είναι ακόμα ενεργά.

Στο χάρτη (χάρτης 6.6) που ακολουθεί φαίνονται τα μεγάλης κλίμακας ρήγματα της Κρήτης που συμβάλλουν στη διαμόρφωση της τοπογραφίας και του ανάγλυφου του νησιού.



Χάρτης 6.6: Απεικόνιση των μεγάλης κλίμακας ρηγμάτων της Κρήτης ([www.crete-region.gr/προγράμματα](http://www.crete-region.gr/προγράμματα) σε εξέλιξη/crinno/emeric I)

## 7. Ρήγματα

### 7.1: Τρόπος γένεσης των σεισμών

Η γενεσιουργός αιτία των σεισμών είναι το σεισμικό ρήγμα. Πιο συγκεκριμένα, κατά τη θραύση των πετρωμάτων της λιθόσφαιρας, τα 2 μέρη του πετρώματος ολισθαίνουν η μια πάνω στην άλλη αλλά προς αντίθετες κατευθύνσεις έως ότου αποκτήσουν νέες θέσεις ισορροπίας. Εξαιτίας της ανώμαλης επιφάνειας των ρηγμάτων αναπτύσσονται έντονες δυνάμεις τριβής και αντίστασης, με αποτέλεσμα να τίθενται σε ταλάντωση τα υλικά σημεία των πλευρών του ρήγματος. Η δυναμική ενέργεια των πετρωμάτων στη περιοχή γύρω από το ρήγμα μετατρέπεται σε κινητική. Η κινητική αυτή ενέργεια, διαδίδεται και στα γειτονικά σημεία και αυτά στα γειτονικά τους κ.ο.κ. . Με αυτό το τρόπο διαδίδονται τα κύματα μέσα στη γη. Οι ταλαντώσεις αυτές καλούνται σεισμικά κύματα. Τα σεισμικά κύματα φθάνουν στην επιφάνεια της γης και αποτελούν το σεισμό. Τα σεισμικά κύματα φθάνοντας στην επιφάνεια καταγράφονται από τους σεισμολογικούς σταθμούς. Στα ελαστικά κύματα χώρου (επιμήκη και εγκάρσια) η φύση του πρώτου κύματος δεν αλλάζει σε όλη τη διαδρομή (π.χ. από συμπίεση σε αραίωση ή το αντίθετο) .

Μηχανισμός γένεσης ενός σεισμού είναι πιο συγκεκριμένα σύμφωνα με τους Παπαζάχο κ.α. (Β. Παπαζάχος κ.α., 1989), το είδος και η διεύθυνση του ρήγματος καθώς και η διεύθυνση κίνησης της μιας πλευράς του ρήγματος πάνω στην άλλη, και ο προσανατολισμός των συνιστωσών δυνάμεων που ενεργούν στη σεισμική εστία.

## 7.2 :Σεισμικά κύματα

Κατά τη γένεση ενός σεισμού έχουμε τη παραγωγή δύο ειδών σεισμικών κυμάτων στην εστία του σεισμού, λόγω του ότι κατά τη γένεση του σεισμού υπάρχει μεταβολή στον όγκο και το σχήμα του πετρώματος. Τα σεισμικά κύματα τα οποία παράγονται διακρίνονται σε επιμήκη (P) και εγκάρσια (S). Στα επιμήκη κύματα, τα υλικά σημεία το μέσου διάδοσης ταλαντώνονται παράλληλα προς τη διεύθυνση διάδοσης του κύματος. Στα εγκάρσια σεισμικά κύματα, τα υλικά σημεία του μέσου διάδοσης ταλαντώνονται κάθετα προς τη διεύθυνση του κύματος. Η ταχύτητα διάδοσης μέσα σε ένα γεωλογικό σχηματισμό, σύμφωνα και με το κύριο Τσελέντη, εξαρτάται από διάφορους παράγοντες όπως είναι η ορυκτολογική σύσταση, ο βαθμός και ο τρόπος ρηγμάτωσης, το πορώδες και το είδος των ρευστών που περιέχει, καθώς και το βάθος στο οποίο βρίσκεται ο γεωλογικός σχηματισμός. Η ταχύτητα διάδοσης είναι μεγαλύτερη στα επιμήκη κύματα με αποτέλεσμα σε ένα σεισμικό γεγονός στην επιφάνεια της γης, πρώτα να φτάνουν τα επιμήκη κύματα και μετά τα εγκάρσια. Στο πίνακα που ακολουθεί αναγράφονται οι ενδεικτικές ταχύτητες επιμηκών και εγκάρσιων κυμάτων για διάφορα πετρώματα.

**Πίνακας 7.1: Ενδεικτικές ταχύτητες εγκάρσιων και επιμηκών σεισμικών κυμάτων σε διάφορα πετρώματα**

πετρώματα	ταχύτητα (m/sec)	
	εγκάρσια	επιμήκη
άργιλος	915	2750
σχιστόλιθος	2750	4270
ασβεστόλιθος	2140	6100
γρανίτης	2100-3300	4000-5800
βασάλτης	0	3000-6400
δολομίτης	0	3300-7600

Πηγή: Α. Τσελέντη, Σύγχρονη σεισμολογία (τόμος α'), επεξεργασία των συγγραφέων

Αυτό το οποίο είναι εμφανές από το παραπάνω πίνακα είναι ότι στα διάφορα πετρώματα, η ταχύτητα διάδοσης των κυμάτων είναι διαφορετική. Επιπλέον, οι ταχύτητες διάδοσης των σεισμικών κυμάτων εντός των πετρωμάτων είναι μικρότερες στα εγκάρσια κύματα και μεγαλύτερες στα επιμήκη επιβεβαιώνοντας όσα έχουν γραφεί παραπάνω και υποστηρίζονται από τους Β. Παπαζάχο κ.α. (Β. Παπαζάχος κ.α., 1989, σ. 20). Σε πολλά πετρώματα οι ταχύτητες διάδοσης των σεισμικών κυμάτων είναι περίπου 1.5 με 2 φορές παραπάνω για τα επιμήκη κύματα σε σχέση με τα εγκάρσια.

Εκτός του είδους των πετρωμάτων που υπάρχουν σε μια περιοχή, ρόλο παίζει και το βάθος των πετρωμάτων εξαιτίας του συσχετισμού του βάθους και του πορώδους, από το οποίο εξαρτάται η ταχύτητα.

Τα πετρώματα δεν είναι ομοιογενή με αποτέλεσμα ,κατά τη διάδοση τους τα επιμήκη και εγκάρσια κύματα να δημιουργούν και άλλου είδους κύματα όπως επιφανειακά ,καθώς και ανακλάσεις και διαθλάσεις των ίδιων αυτών κυμάτων (ανακλάσεις και διαθλάσεις των επιμηκών και εγκάρσιων κυμάτων). Σε μικρές αποστάσεις από την σεισμική εστία ( αποστάσεις μικρότερες από 100km), τα πλάτη των εγκάρσιων κυμάτων είναι μεγαλύτερα από τα πλάτη των επιμηκών με αποτέλεσμα οι καταστροφές που δημιουργούνται να οφείλονται στα εγκάρσια κύματα.

### **7.3: Ρήγματα**

Η κυριότερη αιτία δημιουργίας σεισμικών κυμάτων είναι τα σεισμικά ρήγματα, αφού κάθε απότομη διαταραχή της ισορροπίας των πετρωμάτων του στερεού φλοιού της γης, οδηγεί στη δημιουργία ταλαντώσεων και σεισμικών κυμάτων.

Σύμφωνα με τη θεωρία ελαστικής ανάπλασης του αμερικανού επιστήμονα Reid (1906), στο εσωτερικό της γης, λόγω διαφόρων φυσικών αιτιών, τα πετρώματα βρίσκονται υπό την επίδραση τάσεων που συντελούν στην ελαστική τους παραμόρφωση και τη συσσώρευση μεγάλων ποσοτήτων δυναμικής ενέργειας. Όταν το ποσό της δυναμικής ενέργειας που συσσωρεύεται, υπερβεί κάποια ορισμένη τιμή, η οποία εξαρτάται από τις φυσικές ιδιότητες του πετρώματος, τότε το πέτρωμα παύει να είναι συνεκτικό και διαχωρίζεται σε δυο τεμάχια μεταξύ των οποίων λαμβάνει χώρα μια

απότομη σχετική κίνηση- ανάπλαση, δηλαδή το πέτρωμα θραύεται. Με το σπάσιμο, το πέτρωμα χωρίζεται σε δύο μέρη. Αν τα τμήματα που έσπασαν δεν μετακινηθούν τότε τα τμήματα αυτά καλούνται *ρωγμές ή διακλάσεις*. Αντίθετα, αν τα τμήματα μετακινηθούν κατά μήκος της επιφάνειας που έσπασε το πέτρωμα, τότε η επιφάνεια αυτή καλείται *σεισμικό ρήγμα*. Κατά τη διάρκεια της κίνησης η εσωτερική δυναμική ενέργεια μετατρέπεται σε κινητική με αποτέλεσμα το πέτρωμα να θέτεται σε ταλάντωση και αυτή να μεταδίδεται ως σεισμικό κύμα, μέσω των διαφόρων γεωλογικών σχηματισμών σε μεγάλες αποστάσεις.

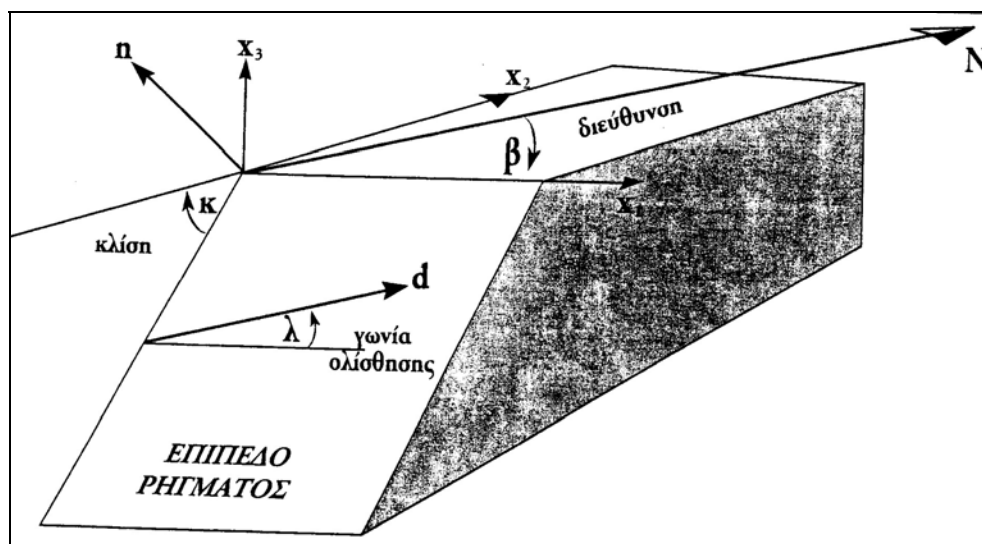
Σε πολλές περιπτώσεις η ρηξιγενής επιφάνεια φθάνει ως την επιφάνεια.

Τα ρήγματα αποτελούν το πιο σημαντικό στοιχείο της τεκτονικής παραμόρφωσης στην Ελλάδα. Τα σεισμικά ρήγματα έχουν έντονο μορφογενετικό χαρακτήρα, με τα τεκτονικά βυθίσματα, τις τεκτονικές ανυψώσεις και τους κρημνούς. Πέραν αυτού, τα σεισμικά ρήγματα συνδέονται με τη γένεση σεισμών, οι οποίοι προκαλούν μεγάλες και συχνά σοβαρές καταστροφές.

### 7.3.1: Γεωμετρία ρήγματος

Τα τμήματα που θα προκύψουν από τη θραύση των πετρωμάτων βρίσκονται υπό τη συνεχή επίδραση τεκτονικών δυνάμεων και είναι αρχικά ενωμένα. Από το ασθενέστερο σημείο σύνδεσης αυτών των τμημάτων μεταξύ τους αρχίζει ξαφνικά η διάρρηξη, οποία διαδίδεται προς όλες τις κατευθύνσεις της επιφάνειας του ρήγματος και με διαφορετικές ταχύτητες. Το σημείο της διάρρηξης καλείται σεισμική εστία ή υπόκεντρο. Το αντίστοιχο σημείο στην επιφάνεια της γης καλείται επίκεντρο. Η ρηξιγενής επιφάνεια μεταβάλλεται με το χρόνο. Για να καθορίσουμε πλήρως το είδος της σεισμικής διάρρηξης, πρέπει να γνωρίζουμε εκτός της διεύθυνσης της ρηξιγενούς επιφάνειας και τη φορά της σχετικής κίνησης των 2 τμημάτων του ρήγματος επάνω της. Η επιφάνεια κατά μήκος της οποίας έγινε η θραύση και η ολίσθηση καλείται επίπεδο του ρήγματος. Τα δύο τμήματα του πετρώματος που έσπασαν καλούνται *τεμάχια*. Σχετικά με το επίπεδο του ρήγματος είναι η παράταξη και η κλίση. Παράταξη είναι η τομή του επιπέδου του ρήγματος με ένα οριζόντιο επίπεδο και κλίση είναι η επίπεδη γωνία που σχηματίζεται από το επίπεδο του ρήγματος και το οριζόντιο επίπεδο (Ε. Καρύμπαλης, 2003, σ.36). Άλλο χαρακτηριστικό ενός ρήγματος είναι το άλμα το οποίο διακρίνεται σε

κατακόρυφο και οριζόντιο. Συγκεκριμένα, το οριζόντιο άλμα αναφέρεται στην οριζόντια απομάκρυνση των άκρων του στρώματος που χωρίζεται κατά το σπάσιμο, ενώ κατακόρυφο άλμα είναι η κατακόρυφη απομάκρυνση των άκρων του στρώματος που χωρίζεται κατά το σπάσιμο. Τέλος, για τη περιγραφή ενός ρήγματος χρησιμοποιούνται 2 συστήματα συντεταγμένων, το τοπικό και το γεωγραφικό. Στο σχήμα που ακολουθεί παρατηρούμε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός ρήγματος (σχήμα 7.1).



Σχήμα 7.1 : Τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός ρήγματος (Ε. Λέκκας, 2000) )

### 7.3.2: Ταξινόμηση των ρηγμάτων

Η ταξινόμηση των ρηγμάτων είναι ένα αρκετά περίπλοκο ζήτημα το οποίο σχετίζεται με τη δημιουργία του ρήγματος. Η ταξινόμηση βασίζεται στα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους. Με βάση λοιπόν, τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά τους έχουμε τις κάτωθι δύο γενικές κατηγορίες ρηγμάτων :

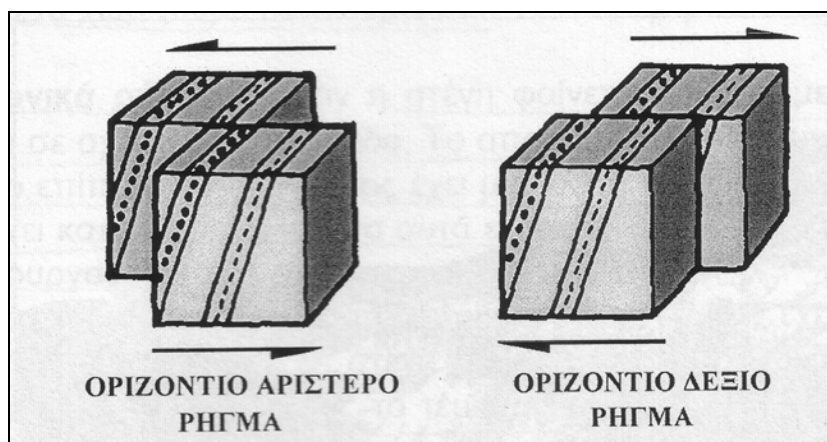
1. οριζόντια ρηγματα
2. κεκλιμένα ρηγματα

Τα οριζόντια ρηγματα , μετακινούνται μόνο οριζόντια. Επιπλέον , ανάλογα με το αν έχουν κινηθεί τα τεμάχια προς τα δεξιά ή τα αριστερά, διακρίνουμε τα ρηγματα σε δεξιά και αριστερά οριζόντια ρηγματα ( σχήμα 7.2 ). Τα κεκλιμένα ρηγματα καλούνται έτσι επειδή το επίπεδο του ρήγματος είναι κατακόρυφο. Τα κεκλιμένα



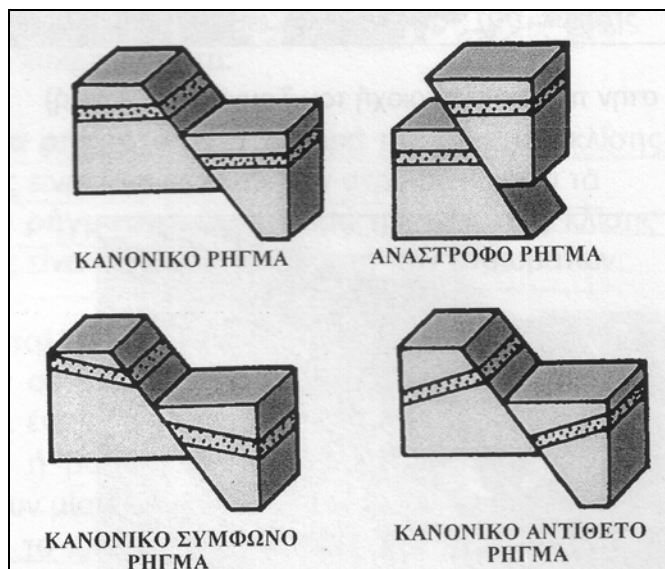
ρήγματα διακρίνονται στις εξής υποκατηγορίες ανάλογα με τη σχετική μετακίνηση της στέγης και του δαπέδου (Ε. Καρύμπαλης, 2003, σ.39): i) κανονικά ρήγματα, όταν η στέγη φαίνεται να έχει μετακινηθεί προς τα κάτω σε σχέση με το δάπεδο (σχήμα 7.3) και ii) ανάστροφα ρήγματα, όταν το τοίχωμα φαίνεται να έχει μετακινηθεί προς τα κάτω σε σχέση με τη στέγη (σχήμα 7.3). Τα κανονικά ρήγματα εκφράζουν μια επέκταση του χώρου και δημιουργούνται από εφελκυστικές δυνάμεις. Αντίθετα, τα ανάστροφα ρήγματα εκφράζουν μία σμίκρυνση του χώρου και δημιουργούνται από συμπιεστικές δυνάμεις.

Άλλη ταξινόμηση των ρηγμάτων που ολισθαίνουν προς κλίση είναι αυτή των σύμφωνων και αντίθετων ρηγμάτων. Τα σύμφωνα ρήγματα είναι αυτά όπου η φορά της μέγιστης κλίσης της επιφάνειας του ρήματος είναι ίδια με αυτή των στρωμάτων. Αντίθετα, τα αντίθετα ρήγματα είναι αυτά όπου η φορά της μέγιστης κλίσης της επιφάνειας του ρήματος είναι αντίθετη προς αυτή των στρωμάτων (σχήμα 7.3).



Σχήμα 7.2 : Στερεοδιάγραμμα των δύο κατηγοριών οριζόντιων ρηγμάτων (Καρύμπαλης,

2003)



Σχήμα 7.3 :Σtereοδιάγραμμα των 2 κατηγοριών κεκλιμένων ρηγμάτων (Καρύμπαλης, 2003)

Στην εικόνα που ακολουθεί φαίνονται κάποια ρήγματα του ελληνικού χώρου στη περιοχή της Στερεάς Ελλάδας και συγκεκριμένα στο όρος του Παρνασσού. Τα ρήγματα είναι κανονικά. Από τη μία πλευρά του ρήγματος ,αυτή που ανεβαίνει έχουμε την ανύψωση των υπαρχόντων ορέων και από την άλλη πλευρά έχουμε τη δημιουργία μιας κοιλάδας.



Σχήμα 7.4 : Τα ρήγματα στη περιοχή του Παρνασσού (www.comet.nerc.ac.uk)

Με τις άσπρες γραμμές απεικονίζονται τα ρήγματα σύμφωνα με το τεμάχιο που κατεβαίνει. Το νοτιότερο ρήγμα είναι το παλιότερο και πιστεύεται ότι είναι ανενεργό. Αντίθετα το βόρειο ρήγμα είναι το νεότερο και το πιο ενεργό από τα υπάρχοντα ρήγματα. Στην εικόνα (εικόνα 7.1) που ακολουθεί απεικονίζεται μέρος αυτού του ρήματος. Επίσης από αυτή τη φωτογραφία είναι εφικτό να παρατηρηθεί και η διεύθυνση του ρήματος. Το βάθος του ρήματος είναι 10km και στη φωτογραφία φαίνονται τα ανώτερα 50m. Κατά τους σεισμούς, υπάρχει κίνηση των τεμαχίων του ρήματος κατά 50cm.



Εικόνα 7.1 : Μέρος ενός ρήματος στο Παρνασσό ([www.comet.nerc.ac.uk](http://www.comet.nerc.ac.uk))

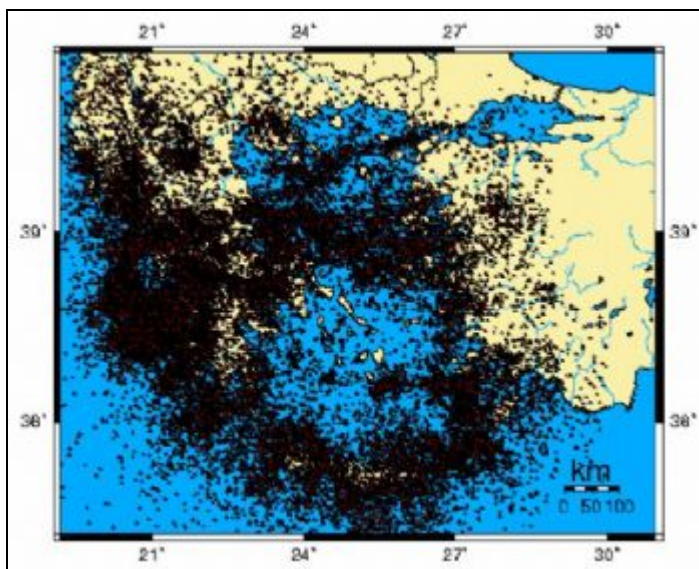
### **7.3.3: Τα ρήγματα της Ελλάδας**

Η Ελλάδα χαρακτηρίζεται από πολλά ρήγματα, τα οποία είναι διαφόρων κατηγοριών. Υπάρχουν πολλά ενεργά αλλά και κάποια που θεωρούνται από τους επιστήμονες ως ανενεργά. Στο χάρτη που ακολουθεί παρουσιάζονται τα σεισμογόνα ρήγματα του ελληνικού χώρου και το μήκος τους.



Χάρτης 7.1 : Τα σεισμολογικά ρήγματα του ελληνικού χώρου (www.seismos.gr)

Με κόκκινο κύκλο απεικονίζεται η γεωγραφική θέση των ρηγμάτων που έχουν μήκος μεγαλύτερο των 60 km. Αυτά τα ρήγματα είναι συγκεντρωμένα κοντά στο ελληνικό τόξο. Συγκεκριμένα είναι στο Ιόνιο Πέλαγος (Λευκάδα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθος), στη Κρήτη και στη Ρόδο. Επίσης ρήγματα αυτού του βεληνεκούς βρίσκονται και στο βόρειο Αιγαίο. Τα ρήγματα σε εκείνη τη περιοχή θεωρούνται ως η συνέχεια του μεγάλου ρήματος της Ανατολίας. Ρήγματα μήκους 20 ως 60 km (κίτρινο χρώμα) είναι τα περισσότερα ρήγματα του ελληνικού χώρου. Κατανέμονται σε ολόκληρη τη χώρα και κυρίως στο ηπειρώτικο της τμήμα. Τέλος,, υπάρχουν και ρήγματα μήκους ως 20km τα οποία εντοπίζονται στη δυτική Πελοπόννησο αλλά και στην Ήπειρο και τη Μακεδονία. Έχει παρατηρηθεί ότι όσο πιο μεγάλο σε μήκος είναι ένα ρήγμα, τόσο πιο συχνά ενεργοποιείται και τόσο πιο καταστρεπτικά αποτελέσματα έχουν οι σεισμοί που προέρχονται από αυτό. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνεται και από το χάρτη με τη κατανομή των σεισμικών επικέντρων (σεισμοί μεγέθους άνω των 3.5 Richter) από το 1951 ως το 2003 .



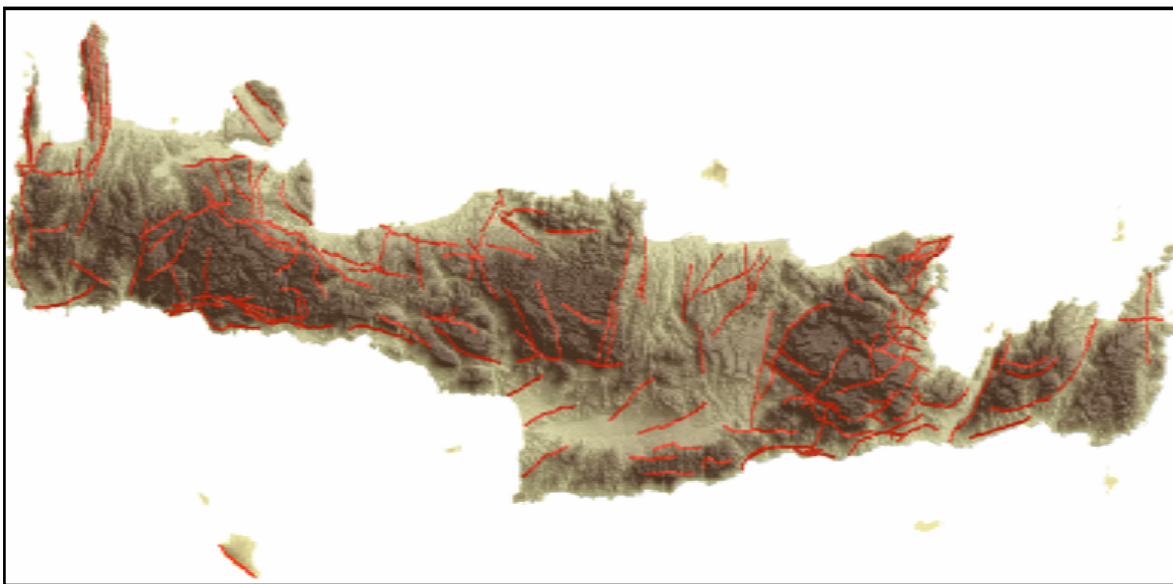
Χάρτης 7.2: Κατανομή σεισμικών επικέντρων, 1951-2003 (www.seismos.gr)

Στο παραπάνω χάρτη παρατηρούμε ότι οι περισσότεροι σεισμοί είναι συγκεντρωμένοι στο Ιόνιο πέλαγος, στη Κρήτη, στο Βόρειο Αιγαίο και στις Σποράδες. Παρατηρώντας το χάρτη, βλέπουμε ότι τα περισσότερα επίκεντρα είναι στις περιοχές με τα μεγάλα ρήγματα. Τα ρήγματα έχουν τη διεύθυνση κίνησης των πλακών. Στο νότιο Αιγαίο και τη νότια Πελοπόννησο η διεύθυνση είναι Βορράς- Νότος. Στη Θεσσαλία και τη Μακεδονία η διεύθυνση είναι Ανατολή- Δύση. Τα ρήγματα του Αιγαίου έχουν διεύθυνση Βορειοανατολικά-νοτιοδυτικά και τα ρήγματα του Ιονίου, Βορειοδυτικά-Νοτιοανατολικά.

#### 7.3.4: Τα ρήγματα της Κρήτης

Στη Κρήτη, ρήγματα εμφανίζονται σε όλο το νησί, λόγω βίαιων τεκτονικών διεργασιών. Τα ρήγματα έχουν διάφορες διευθύνσεις, αν και αυτή που επικρατεί είναι Βορράς- Νότος. Το αποτέλεσμα των διαφορετικών διευθύνσεων των ρηγμάτων είναι η δημιουργία κοιλάδων και κορυφογραμμών διαφορετικών διευθύνσεων. Τα περισσότερα ρήγματα είναι συγκεντρωμένα στο νομό Ρεθύμνης και στο νομό Λασιθίου. Στο χάρτη που ακολουθεί απεικονίζονται τα ρήγματα της Κρήτης, τα οποία επιλέχθηκαν με βάση τη δυνατότητα που έχουν να δώσουν σεισμό άνω των 5 Richter.

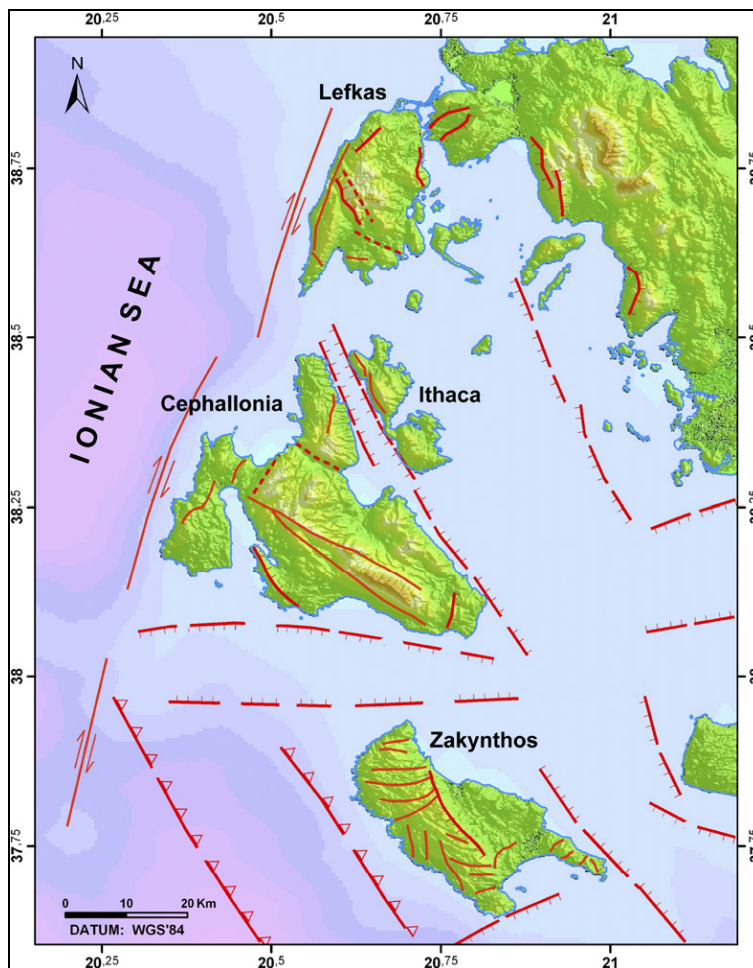




Χάρτης7.3 : Τα σεισμογόνα Ρήγματα της Κρήτης ( [www.crete-region.gr/](http://www.crete-region.gr/) προγράμματα σε εξέλιξη/crinno/emeric I)

### 7.3.5: Τα ρήγματα της Κεφαλονιάς

Η Κεφαλονιά, όπως και τα υπόλοιπα νησιά του νότιου Ιονίου αποτελούν περιοχές με ιδιαίτερο ενδιαφέρον παγκοσμίως. Σε εκείνη τη περιοχή η λιθόσφαιρα τη ανατολικής Μεσογείου, βυθίζεται κάτω από τη λιθόσφαιρα του Αιγαίου, κατά μήκος του ελληνικού τόξου. Η ζώνη υποβύθισης, όπως τονίζουν οι Lagios et al ( Lagios et al, 2007), τερματίζει στο μεγάλο ρήγμα της Κεφαλονιάς, το ρήγμα μετασχηματισμού ,το οποίο αποτελεί το όριο της ζώνης της Απουλίας και των Ελληνίδων. Στο χάρτη που ακολουθεί παρουσιάζονται τα ρήγματα της Κεφαλονιάς.



Χάρτης 7.4 : Τα σειсмоγόνα ρήγματα της Κεφαλονιάς (Lagios et al, 2007)

#### 7.4: Επικινδυνότητα σεισμικών ρηγμάτων

Τα κυριότερα στοιχεία που περιγράφουν ένα ρήγμα είναι σύμφωνα με το Λέκκα ( Ε. Λέκκας, 2000, σ. 143), η διεύθυνση, η κλίση και το άνυσμα της ολίσθησης του. Από το καθορισμό των παραμέτρων αυτών ,δύναται να προσδιοριστούν πολλοί παράγοντες που σχετίζονται με ένα σεισμικό γεγονός και την εξέλιξη αυτού.

Πιο συγκεκριμένα από τη μελέτη των στοιχείων του ρήματος εξάγονται συμπεράσματα για το νέο τεκτονικό καθεστώς της περιοχής όπου έγινε ο σεισμός και το προσδιορισμό του. Διενεργούνται διάφορες μελέτες και εκτιμήσεις για την εξέλιξη του σεισμικού φαινομένου αλλά και τη συνέχισή του. Αν υπάρχει στην επιφάνεια, εμφάνιση του σεισμικού ρήματος, τότε μπορεί να μετρηθεί ως προς τα γεωμετρικά και κινηματικά

στοιχεία η μετακίνηση των 2 τεμαχίων του ρήγματος. Σημαντικά στοιχεία από τη μετακίνηση των πετρωμάτων βοηθούν και στη χαρτογράφηση του ρήγματος, σε περίπτωση που το ρήγμα δεν έχει δραστηριοποιηθεί ποτέ πριν τη σεισμική δόνηση. Σημαντικές είναι οι έρευνες που σχετίζονται με τη χρονική τεκτονική ανάλυση. Δηλαδή, τον προσδιορισμό με όσο το δυνατό μεγαλύτερη ακρίβεια των χρονικών περιόδων δραστηριοποίησης με σκοπό το προσδιορισμό των μελλοντικών χρονικών περιόδων ενεργοποίησης και το σχεδιασμό για την αποτροπή και μετριασμό των ζημιών που θα οφείλονται σε αυτό το σεισμικό γεγονός. Γενικά, έχει παρατηρηθεί, όπως τονίζει και ο κύριος Λέκκας, ότι μεγαλύτερες ζημιές συμβαίνουν κατά μήκος των σεισμικών ρηγμάτων και των σεισμικών διαρρήξεων, μικρότερων δηλαδή ρηγμάτων που εντάσσονται σε μια μεγάλη ρηξιγενή ζώνη. Στην Ελλάδα, τα σεισμικά ρήγματα παίζουν καθοριστικό ρόλο στο μέγεθος των καταστροφών που θα προκληθούν από ένα σεισμικό γεγονός.

Στην εικόνα που ακολουθεί παρατηρούμε το μέγεθος της καταστροφής στο κτίριο της ελληνικής βιομηχανίας όπλων στο Αίγιο, το οποίο εργοστάσιο βρίσκεται κατά μήκος σεισμικής διάρρηξης η οποία ενεργοποιήθηκε το 1995 με το σεισμό του Αιγίου.





Εικόνα 7.2 : Βλάβες στο εργοστάσιο της Ελληνικής Βιομηχανίας Όπλων στο Αίγιο μετά το σεισμό του 1995 (Ε. Λέκκας,2000)

## 8. Σεισμική ένταση

Οι μακροσεισμικές παρατηρήσεις συνιστούν μία από τις παλιότερες τεχνικές, σύμφωνα με το Τσελέντη (Α. Τσελέντης, 1997, σ.757) για τη μελέτη ενός σεισμού. Η κατανομή των εντάσεων ενός σεισμού δείχνει το πόσο αισθητός ήταν ο σεισμός όχι μόνο στη περιοχή κοντά στο επίκεντρο αλλά και στην ευρύτερη περιοχή. Για παράδειγμα στο σεισμό της 18<sup>ης</sup> Μαρτίου 1953, αν και το επίκεντρο ήταν στη βορειοδυτική Μικρά Ασία, ο σεισμός έγινε αισθητός σε όλη τη βόρειο Ελλάδα και τα νησιά του βορειοανατολικού Αιγαίου. Ο σεισμός έγινε αισθητός λόγω του μεγέθους του (7 βαθμοί της κλίμακας Richter) αλλά και των βλαβών σε κτίρια και κατασκευές. Επομένως, οι μακροσεισμικές παρατηρήσεις παρέχουν πιο σημαντικές πληροφορίες για το σεισμό από ότι οι ενόργανες καταγραφές και παρατηρήσεις, οι οποίες παρέχουν στοιχεία μόνο για το σημείο στο οποίο είναι εγκατεστημένα τα όργανα καταγραφής.

### 8.1: Τι είναι σεισμική ένταση

Σεισμική ένταση καλείται η αποτίμηση των συνεπειών ενός σεισμού πάνω σε μια δωδεκάβαθμη κλίμακα ([www.gein.noa.gr/εκπαίδευση/γλωσσάρι](http://www.gein.noa.gr/εκπαίδευση/γλωσσάρι)). Αποτελεί σύμφωνα με τον Τσελέντη (Α. Τσελέντης, 1997, σ. 757), ένα έμμεσο τρόπο εκτίμησης της σφοδρότητας των σεισμικών εδαφικών κινήσεων σε μία θέση μέσω της μελέτης των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων του σεισμού. Σύμφωνα με το Λέκκα (Ε. Λέκκας, 2000, σ. 35), η ένταση μπορεί να δοθεί σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση ενέργειας κατά τη διάρκεια του σεισμού και τη σοβαρότητα των επιπτώσεων των φαινομένων αυτών στον άνθρωπο, τις κατασκευές και το φυσικό περιβάλλον.

Η σεισμική ένταση σε μία θέση καθορίζεται όπως τονίζει ο Τσελέντης (Α. Τσελέντης, 1997, σ.757-758) από κάποιους παράγοντες, οι οποίοι είναι οι εξής: το μέγεθος του σεισμού, τα χαρακτηριστικά της σεισμικής εστίας (π.χ. μηχανισμός γένεσης σεισμικού γεγονότος), οι τοπικές εδαφικές συνθήκες στο τόπο παρατήρησης, ο υδροφόρος ορίζοντας και η ιδιοπερίοδος ταλάντωσης των κτιρίων.

## 8.2: Τι είναι μακροσεισμικά αποτελέσματα

Μακροσεισμικά αποτελέσματα καλούνται οι επιπτώσεις των σεισμών στο έδαφος, στα υπόγεια και επιφανειακά ύδατα, στις κατασκευές κάθε είδους και στους ανθρώπους και τα ζώα.

Τα μακροσεισμικά αποτελέσματα είναι άμεσες ή έμμεσες συνέπειες του σεισμικού γεγονότος (Β. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ. 287). Τα πρωταρχικά αποτελέσματα οφείλονται στη γένεση των σεισμών ενώ τα επακόλουθα στα σεισμικά κύματα και στη διέλευσή τους από το τόπο παρατήρησης. Τα μακροσεισμικά αποτελέσματα διακρίνονται επιπλέον σε μόνιμα ή παροδικά. Τα πρωταρχικά και ορισμένα από τα επακόλουθα αποτελέσματα δύναται να παρατηρηθούν και μετά το σεισμό και καλούνται μόνιμα. Αντίθετα,, τα παροδικά αποτελέσματα δύναται να παρατηρηθούν μόνο κατά τη διάρκεια του φυσικού φαινομένου.

### 8.2.1: Αποτελέσματα των σεισμών στο έδαφος

Οι πιο συνηθισμένες εκδηλώσεις της σεισμικής δραστηριότητας στο έδαφος είναι κατολισθήσεις, ρωγμές, χάσματα (δηλ. τα επιφανειακά ίχνη των σεισμικών ρηγματών ), βαθύνσεις, διαρρήξεις και υψομετρικές μεταβολές (εξάρσεις ή καθιζήσεις του εδάφους).

Σύμφωνα με τους Παπαζάχος κ.α. (Β. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ. 287) οι μικρές εδαφικές διαρρήξεις ονομάζονται εδαφικές ρωγμές και οι διαρρήξεις μεγαλύτερου μεγέθους, εδαφικά χάσματα.

Οι κατολισθήσεις ως αποτέλεσμα των σεισμών ,οφείλονται στην ελάττωση της τριβής που συγκρατεί τα διάφορα στρώματα του εδάφους (τους διάφορους ορίζοντες εδαφών) μεταξύ τους. Οι κατολισθήσεις εδαφών γίνονται σε περιοχές με χαλαρά ιζήματα, όπως χαρακτηριστικά αναφέρουν και οι Παπαζάχος κ.α. (Β. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ.290) και επικάθονται σε απότομες πλαγιές συνεκτικών πετρωμάτων. Άλλη περίπτωση κατολίσθησης μετά από σεισμό είναι σε παραποτάμιες και παραλίμνιες περιοχές ,εφόσον το νερό έχει εισχωρήσει στα πετρώματα και τα έχει διαβρώσει. Τέλος ,έχουν παρατηρηθεί φαινόμενα κατολισθήσεων σε παγετώνες που

βρίσκονται κοντά στα σεισμικά επίκεντρα (δεν υπάρχουν στην Ελλάδα τέτοιου είδους κατολισθήσεις) και σε βράχους με χαλαρή βάση.

Οι ρωγμές είναι πολύ επιφανειακές μικρές σχισμές που οφείλονται ως επί το πλείστον σε ολισθήσεις τεμαχίων ή και σε μικρές κατακόρυφες κινήσεις αυτών.

Τα χάσματα ως επί το πλείστον δημιουργούνται στους ωκεάνιους πυθμένες. Τα μήκη τους δύναται να φθάσουν κάποια δεκάδες ή και εκατοντάδες km, ενώ τα ορατά τους βάθη, όπως γράφουν και οι Παπαζάχος κ.α. (B. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ.287) δύναται να φθάσουν και τα 100 m. Αντίθετα, τα ανοίγματά τους φθάνουν μέχρι λίγα μέτρα. Στη ξηρά είναι πολύ σπάνιο κάποιο χάσμα να έχει ικανοποιητικό άνοιγμα για να μπορέσει ένας άνθρωπος ή ζώο να πέσει εντός του. Παρόλα αυτά στο σεισμό του 1981 μεγέθους 6.3 βαθμών (24 Φεβρουαρίου 1981), με επίκεντρο τον ανατολικό κορινθιακό κόλπο (κοντά στις Αλκυονίδες νήσους) παρατηρήθηκε εδαφικό χάσμα μεγάλου μεγέθους, τέτοιο ώστε ήταν δυνατή η πτώση ανθρώπου και ζώων εντός αυτού. Τα εδαφικά χάσματα αποτελούν τα επιφανειακά ίχνη των σεισμικών ρηγμάτων. Όταν ο σεισμός έχει μέγεθος μεγαλύτερο των 6.5 βαθμών της κλίμακας Richter, είναι σύνηθες η επιφανειακή εκδήλωση των σεισμογόνων ρηγμάτων, η παρατήρηση των οποίων οδηγεί σε σημαντικά συμπεράσματα για τους μηχανισμούς γένεσης των σεισμών κ.α. .

Με τον όρο εδαφικές βαθύνσεις εννοούμε την υπόγεια προέκταση του ορατού μέρους του σεισμικού ρήγματος. Αποτέλεσμα των εδαφικών βαθύνσεων είναι οι ρευστοποιήσεις εδαφών. Σε περιοχές όπου παρατηρείται ρευστοποίηση του εδάφους τα οικοδομήματα παρουσιάζουν εκτενείς βλάβες εξαιτίας της βύθισης, της κλίσης κ.α. .

Ένα τελευταίο αποτέλεσμα του σεισμού στο έδαφος όπως έχει προαναφερθεί είναι οι υψομετρικές μεταβολές. Με τον όρο υψομετρικές διαφορές εννοούμε την έξαρση ή την καθίζηση τεμαχίων μεγάλων διαστάσεων. Υψομετρικές διαφορές μπορούν εύκολα να παρατηρηθούν στη παράκτιες περιοχές. Οι υψομετρικές εξάρσεις σε αυτές τις περιπτώσεις παρατηρούνται εύκολα όπως σημειώνουν οι Παπαζάχος κ.α. στο βιβλίο Εισαγωγή στη σεισμολογία , λόγω:

*<<της μόνιμης μετάθεσης των ακτών πάνω από τη στάθμη της θάλασσας και της ύπαρξης μιας λευκής γραμμής που σχηματίζουν στην ακτή τα λείψανα οστράκων και φυκιών, τα οποία ζούσαν πριν από την έξαρση κάτω από τη θάλασσα.>> (2005:292).*

Η απόσταση μεταξύ αυτής της γραμμής και της θέσης όπου βρίσκονται σήμερα αυτοί οι οργανισμοί καλείται μέτρο της έξαρσης. Εκτός από τις παραθαλάσσιες περιοχές, εδαφικές εξάρσεις παρατηρούνται και σε παραλίμνιες περιοχές από τη μεταβολή της στάθμης του νερού της λίμνης και σε περιοχές από τη μεταβολή του εδαφικού νερού. Ανάλογα γίνονται και οι μετρήσεις για τις καθιζήσεις. Για τον ακριβή προσδιορισμό της υψομετρικής μεταβολής πρέπει να γνωρίζουμε την χωροστάθμιση πριν και μετά το σεισμό. Παράδειγμα υψομετρικής μεταβολής στην Ελλάδα και συγκεκριμένα καθιζήσης αποτελεί η περίπτωση του χωριού Χάλικα (ή Λεπέτυμνος) στη Λέσβο, το οποίο καταστράφηκε λόγω καθιζήσης από το σεισμό του 1968, μεγέθους 6.3 βαθμών της κλίμακας Richter και ξανακατασκευάστηκε από την αρχή σε χαμηλότερο υψόμετρο από το αρχικό.

### **8.2.2: Αποτελέσματα των σεισμών στο επιφανειακό και υπόγειο νερό**

Οι σεισμοί επιφέρουν άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις στο επιφανειακό και υπόγειο νερό. Άμεσες είναι οι συνέπειες που προκαλούνται στο επιφανειακό νερό λόγω της διέλευσης των σεισμικών κυμάτων από το νερό. Έμμεσες συνέπειες είναι οι συνέπειες που οφείλονται σε διαταράξεις του επιφανειακού και του υπόγειου νερού λόγω παραμορφώσεων ή μεταθέσεων των γήινων πετρωμάτων που βρίσκονται κοντά στο νερό (B. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ.293). Σε περιπτώσεις λιμνών, λιμανιών, χαντακιών αλλά και ποταμών έχουν καταγραφεί στάσιμα κύματα μεγάλης περιόδου τα οποία θέτουν τα μόρια του νερού σε ελεύθερη ταλάντωση. Τα κύματα αυτά διεθνώς καλούνται *seiches* και διεγείρονται από σεισμούς, παλίρροιες, ανέμους κ.α. .

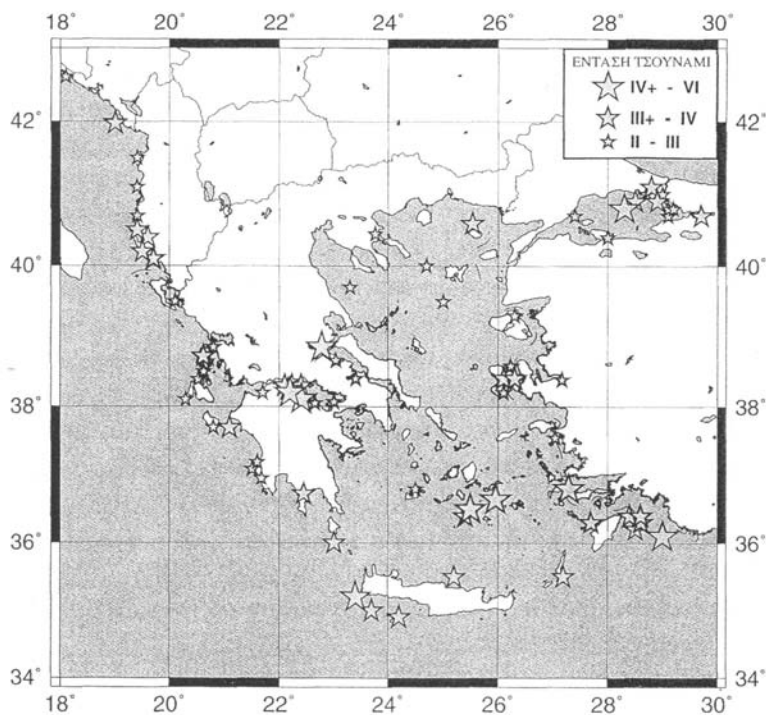
Το σημαντικότερο έμμεσο αποτέλεσμα των σεισμών στο νερό της ξηράς, σύμφωνα με τους Παπαζάχος κ.α. (B. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ.294) είναι η μεταβολή της παροχής νερού των πηγών. Υπάρχει η περίπτωση της πλήρους στέρησης μιας πηγής αλλά και της δημιουργίας μιας νέας. Μπορεί επίσης να δημιουργηθούν πίδακες με άμμο ή ιλύ. Υπάρχει η πιθανότητα αποξήρανσης λιμνών και ποταμών, απόφραξης ποταμών από κατολισθήσεις εδαφών και δημιουργία νέων λιμνών κ.α. . Η μεταβολή στις πηγές μπορεί να είναι μόνιμη ή παροδική. Το αίτιο αυτού του φαινομένου δεν είναι ακόμα γνωστό αν και υπάρχουν διάφορες εξηγήσεις.

### 8.2.3: Αποτελέσματα των σεισμών στη θάλασσα

Τα αποτελέσματα του σεισμού στη θάλασσα διακρίνονται σε θαλάσσιους σεισμούς και θαλάσσια κύματα βαρύτητας.

Οι θαλάσσιοι σεισμοί ως αποτέλεσμα των σεισμών ,αποτελούν δονήσεις μικρής περιόδου, και οφείλονται στη διάδοση σεισμικών επιμηκών κυμάτων μέσα στο θαλάσσιο νερό. Συνήθως οφείλονται σε υποθαλάσσιους σεισμούς ,όπως σημειώνουν όμως και οι Παπαζάχος κ.α. (Β. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ.295) οι θαλάσσιοι σεισμοί οφείλονται και σε υποθαλάσσιες εκρήξεις ηφαιστείων.

Τα θαλάσσια κύματα βαρύτητας είναι ευρέως διαδεδομένα ως τσουνάμι. Τα αίτια γένεσης των κυμάτων αυτών είναι τα εξής όπως σημειώνονται και από τον Καρύμπαλη ( Ε. Καρύμπαλης, 2005, σ. 38) :i)οι κατακόρυφες μετατοπίσεις του θαλάσσιου νερού λόγω υποθαλάσσιων σεισμών ,μεγέθους μεγαλύτερου των 6.5 βαθμών της κλίμακας Richter, οι οποίοι προκαλούνται από τη μετατόπιση υποθαλάσσιων ρηγμάτων. Το εστιακό βάθος των σεισμών αυτών είναι ως 50km , ii) οι οριζόντιες μετατοπίσεις της στήλης νερού ως αποτέλεσμα των δονήσεων ενός σεισμού, είτε υποθαλάσσιου ,είτε της ξηράς, αν ο σεισμός είναι κοντά στις ακτές ,iii) οι ηφαιστειακές εκρήξεις και iv) οι διάφορες υποθαλάσσιες κατολισθήσεις. Στο σχήμα που ακολουθεί απεικονίζονται τα σημαντικότερα γεγονότα τσουνάμι που έχουν σημειωθεί στον ελλαδικό χώρο από την αρχαιότητα ως σήμερα. Το τελευταίο μεγάλο τσουνάμι συνέβη στην Αμοργό , πριν το σεισμό στη Σαντορίνη το 1956. στην Αμοργό το τσουνάμι είχε ύψος 22-25 μέτρα.



Σχήμα 8.1: Σημαντικότερα γεγονότα τσουνάμι στον ελλαδικό χώρο από την αρχαιότητα ως σήμερα (Καρύμπαλης, 2005)

Γενικά η περίοδος κυμαίνεται από μερικά λεπτά ως και μία ώρα, ενώ το μήκος κύματος φθάνει και τα 200 m. Όταν το κύμα πλησιάζει την ακτή, μειώνεται η ταχύτητα και το μήκος κύματός του αλλά αυξάνεται το ύψος του, το οποίο φτάνει και τα 40 m.

Όλες οι παραπάνω κατηγορίες μακροσεισμικών αποτελεσμάτων είναι γνωστές ως σύνοδα γεωδυναμικά φαινόμενα. Τα αποτελέσματα αυτά είναι άμεσα συνδεδεμένα με το κύριο σεισμικό γεγονός και εκδηλώνονται είτε ταυτόχρονα είτε αμέσως μετά το σεισμικό γεγονός. Πολλές φορές οι βλάβες που προκαλούνται από αυτά τα σύνοδα φαινόμενα είναι μεγαλύτερες από τα αποτελέσματα του ίδιου του φυσικού φαινομένου. Εκτός των παραπάνω, ένα άλλο φαινόμενο το οποίο συνήθως εκδηλώνεται μετά το σεισμό και αποτελεί επακόλουθο του σεισμού είναι οι πυρκαγιές. Αυτές εκδηλώνονται είτε λόγω βραχυκυκλώματος είτε λόγω ανάφλεξης καύσιμων υλικών. Στο σεισμό του Σαν Φρανσίσκο το 1906, μεγέθους 7.7 βαθμών της κλίμακας Richter, οι πυρκαγιές που εκδηλώθηκαν ήταν πιο καταστρεπτικές από το κύριο σεισμικό γεγονός,

αφού το 90% των καταστροφών οφείλονται σε αυτές. Ανάλογο παράδειγμα υπάρχει και στον ελληνικό χώρο όπου στο σεισμό του 1953 μεγέθους 7.2 βαθμών της κλίμακας Richter, εκδηλώθηκε πυρκαγιά στη πόλη της Ζακύνθου με αποτέλεσμα να καταστραφεί σχεδόν ολόκληρη η πόλη από αυτή (B. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ.301).

#### **8.2.4: Αποτελέσματα των σεισμών σε κτίρια και διάφορες τεχνικές κατασκευές**

Οι επιπτώσεις σε κτίρια είναι οι πιο εκτεταμένες και αυτές με τους περισσότερους τραυματισμούς, θανάτους αλλά και υλικές ζημιές. Η οικονομική καταστροφή από τις συνέπειες στα κτίρια και τις τεχνικές κατασκευές είναι υψηλότερες από τις συνέπειες του σεισμού στο έδαφος ή στο νερό. Οι σεισμικές βλάβες διακρίνονται σε άμεσες και έμμεσες. Οι άμεσες βλάβες οφείλονται στη διέλευση των σεισμικών κυμάτων από το έδαφος στα θεμέλια, τους τείχους και τις στέγες των οικοδομημάτων. Αντίθετα, οι έμμεσες βλάβες οφείλονται στις πυρκαγιές που δημιουργούνται μετά από ένα σεισμό ([www.gein.noa.gr/εκπαίδευση/γλωσσάρι](http://www.gein.noa.gr/εκπαίδευση/γλωσσάρι)). Οι περισσότερες ζημιές δημιουργούνται από την οριζόντια συνιστώσα της σεισμικής κίνησης όπως τονίζουν οι Παπαζάχος κ.α. (B. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ.300) και όχι στη κάθετη.

#### **8.2.5: Αποτελέσματα των σεισμών στους ανθρώπους**

Τα αποτελέσματα του σεισμού στον άνθρωπο είναι αρκετά περίπλοκα. Οι άνθρωποι αρχίζουν να αισθάνονται το σεισμό όταν η σεισμική επιτάχυνση είναι ίση ή μεγαλύτερη από  $1 \text{ cm/sec}^2$ . Οι σεισμοί προκαλούν διάφορες άμεσες επιπτώσεις στους ανθρώπους, οι οποίες είναι συνοπτικά οι εξής: τραυματισμοί, ανθρώπινες απώλειες, απώλειες περιουσιακών στοιχείων, ψυχολογικοί τραυματισμοί, οικονομική διατάραξη και έμμεσες συνέπειες. Γενικά, οι σεισμοί προκαλούν φόβο, νευρική υπερδιέγερση ή πανικό που σε ορισμένους διαρκεί για μεγάλο χρονικό διάστημα. Τα φαινόμενα της ανησυχίας ενισχύονται και από τη σεισμική βοή που συνοδεύει συνήθως ένα σεισμό ή και από διάφορα φωτεινά φαινόμενα που παρατηρούνται σε κατοικημένες περιοχές κατά τη διάρκεια των σεισμικών δονήσεων (Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αθηνών,



Μακροσεισμικές Παρατηρήσεις, η χρησιμότητά τους και ο ρόλος της τοπικής Αυτοδιοίκησης).

Εκτός αυτών των επιπτώσεων, υπάρχουν και άλλες συνέπειες, όπως τονίζει ο Λέκκας (Ε. Λέκκας, 2000, σ.152), οι οποίες είναι οι εξής: γεωλογικές επιπτώσεις (κατολισθήσεις, καθιζήσεις κ.α. ) και οικολογικές επιπτώσεις ( απώλειες στη χλωρίδα και τη πανίδα).

#### **8.2.5.1: Απώλειες σε ανθρώπινες ζωές. Που οφείλονται και από που επηρεάζονται**

Οι αιτίες οι οποίες ευθύνονται για τη θνησιμότητα αλλά και τη νοσηρότητα σε περιπτώσεις εκδήλωσης ενός καταστροφικού σεισμικού γεγονότος, διαφέρουν από χώρα σε χώρα αν και υπάρχουν λόγοι που είναι κοινοί. Ο συνηθέστερος λόγος για τη νοσηρότητα και τη θνησιμότητα σε αυτές τις περιπτώσεις είναι ο πανικός ο οποίος εκδηλώνεται σε αυτές τις περιπτώσεις. Ο φόβος που προκαλεί ο σεισμός δημιουργεί πανικό και νευρική υπερδιέγερση, που συνεχίζεται και για μήνες ή και χρόνια μετά το σεισμικό γεγονός. Επιπλέον, σε περιοχές με πολύ καταστρεπτικά αποτελέσματα από το σεισμό, όπως καταρρεύσεις κτιρίων, εμφανίζουν οι άνθρωποι διάφορες διαταραχές όπως ανωμαλίες στον ύπνο, εκρήξεις θυμού κ.α. ( Β. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ.302). Κύριοι παράγοντες επίσης, είναι το μέγεθος του σεισμού, το εστιακό του βάθος και η απόσταση από το επίκεντρο. Εκτός , όμως από το ίδιο το σεισμικό γεγονός, απώλειες σημειώνονται και λόγω των αποτελεσμάτων του σεισμού στο έδαφος και τη θάλασσα (τσουνάμι). Εκτός από τους παραπάνω παράγοντες, όπως τονίζει ο Λέκκας (Ε. Λέκκας, 2000, σ.152), υπάρχουν και άλλοι παράμετροι οι οποίοι καθορίζουν την θνησιμότητα και τη νοσηρότητα. Τέτοιοι παράμετροι είναι η ώρα που πραγματοποιείται το σεισμικό γεγονός και η ανθρώπινη δραστηριότητα εκείνη την χρονική στιγμή. Μία κύρια παράμετρος είναι η αντοχή και το είδος της κατασκευής. Πρέπει να εφαρμόζονται αυστηρά και με ακρίβεια όλοι οι παράμετροι του αντισεισμικού σχεδιασμού.

### 8.2.6:Αποτελέσματα των σεισμών στα ζώα

Τα ζώα όπως και οι άνθρωποι αντιδρούν στο φαινόμενο του σεισμού με τρόπους όπως η προσπάθεια εξόδου από τους κλειστούς χώρους. Αυτό δεν αφορά μόνο τα κατοικίδια αλλά και τα άγρια ζώα, τα ζώα της φύσης. Όπως σημειώνουν οι Παπαζάχος κ.α. (Β. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ. 303), τα πουλιά, οι μέλισσες κλπ., αντιδρούν στο σεισμό και βγαίνουν από τις φωλιές τους όταν τον καταλαβαίνουν. Εκτός όμως από τις αντιδράσεις των ζώων τη στιγμή εκδήλωσης του φυσικού φαινομένου, έχουν παρατηρηθεί διάφορες συμπεριφορές σε ζώα όπως τα σκυλιά αλλά και τα άλογα, κάποια χρονική περίοδο( λίγα λεπτά ή κάποιες ώρες) πριν το σεισμό. Αυτό οφείλεται στο γεγονός ότι τα ζώα έχουν τη δυνατότητα να καταλαβαίνουν τις πολύ μικρές δονήσεις που προηγούνται του σεισμού λόγω των πολύ ευαίσθητων αισθητηρίων οργάνων τους, σε αντίθεση με τον άνθρωπο.

Στο θαλάσσιο οικοσύστημα, οι θαλάσσιοι σεισμοί προκαλούν φόβο στα ψάρια με αποτέλεσμα τη μετανάστευση των ψαριών. Εκτός από αυτή τη συνέπεια, οι θαλάσσιοι σεισμοί ευθύνονται και για το σπάσιμο της νηκτικής κύστης των ψαριών (Β. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ.303).

## 9. Εκτίμηση Μακροσεισμικών Αποτελεσμάτων

Όπως έχει ήδη αναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο, ο σεισμός επιφέρει διάφορα αποτελέσματα στο έδαφος, στο νερό, στα ζώα αλλά και τα κτίρια, ενώ είναι σημαντικός και ο τρόπος που ο άνθρωπος τον αντιλαμβάνεται. Τα αποτελέσματα αυτά ονομάζονται μακροσεισμικά, και η ποσοτική τους εκτίμηση που γίνεται με τις Μακροσεισμικές κλίμακες, χαρακτηρίζει την ένταση του φαινομένου. Οι μακροσεισμικές κλίμακες αποτελούνται από κάποιους βαθμούς μακροσεισμικής έντασης, όπως για παράδειγμα η μακροσεισμική κλίμακα Mercalli (1902) που αποτελείται από 12 βαθμούς.

Από αρχαιοτάτων χρόνων ήδη, πρώτοι οι Έλληνες προσπάθησαν να εκτιμήσουν τα μακροσεισμικά αποτελέσματα, η πρώτη όμως συστηματική προσπάθεια ταξινόμησης έγινε από τον Ιταλό φυσικό Domenico Pignataro, στα τέλη του 1870 (Ε. Λέκκας, 2000, σ. 35). Η κλίμακα, τη οποία πρότεινε είχε 4 βαθμούς- ασθενής, μέτριος, δυνατός και πολύ δυνατός σεισμός. Από εκείνη τη περίοδο και μέχρι το 1879 και τη θεμελίωση νέων μακροσεισμικών κλιμάκων, έγιναν διάφορες προσπάθειες ταξινόμησης των αποτελεσμάτων των σεισμών, όπου όμως οι πληροφορίες δεν ήταν απολύτως ακριβείς -όχι απολύτως αντικειμενικές.

Το 1879 αρχίζουν να αναπτύσσονται οι κλίμακες έντασης σεισμών. Αρχικά οι Rossi και Forel ανέπτυξαν μία δεκάβαθμη κλίμακα, ενώ το 1902, αναπτύχθηκε η δωδεκάβαθμη κλίμακα του Giuseppe Mercalli. Από εκείνη τη περίοδο, ως και σήμερα έχουν προταθεί διάφορες κλίμακες για τον υπολογισμό της έντασης του σεισμού. Μερικές από τις πιο γνωστές και ευρέως διαδεδομένες είναι η κλίμακα Mercalli- Sieberg που χρησιμοποιείται στην Ευρώπη, η τροποποιημένη κλίμακα Mercalli καθώς και η Omori scale που ισχύει στην Ιαπωνία και αναπτύχθηκε από τους ίδιους τους Ιάπωνες. Τα τελευταία χρόνια εφαρμόζεται στην Ευρώπη μία νέα κλίμακα, η Ευρωπαϊκή Μακροσεισμική Κλίμακα του 1992, η οποία αποτελεί εξέλιξη μίας προηγούμενης κλίμακας, της Mednedeu- Sponheur- Karnik (Ε. Λέκκας, 2000, σ. 35). Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται ως επί το πλείστον η κλίμακα Mercalli- Sieberg ([www.gein.noa.gr](http://www.gein.noa.gr)), ενώ

κατά τη τελευταία δεκαετία χρησιμοποιείται η τροποποιημένη Ευρωπαϊκή Μακροσεισμική κλίμακα του 1992.

Η μακροσεισμική κλίμακα Mercalli- Sieberg, έχει 12 τάξεις. Οι βαθμοί της παριστάνονται με λατινικούς αριθμούς (I, II ...). Τα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κλίμακας περιγράφονται στο κάτωθι πίνακα (πίνακας 9.1 ).

**Πίνακας 9.1 :Μακροσεισμική κλίμακα Mercalli- Sieberg**

<b>Βαθμοί</b>	
<b>I</b>	Γράφεται μόνο από τα σεισμικά όργανα.
<b>II</b>	Αισθητός σε μερικούς σε ησυχία στους ψηλότερους ορόφους.
<b>III</b>	Αισθητός από λίγους στα σπίτια.
<b>IV</b>	Αισθητός από πολλούς στα σπίτια, από μερικούς στο ύπαιθρο. Ξύπνημα λίγων. Φυγή λίγων στο ύπαιθρο. Κρότος παραθύρων, χτύπος στις πόρτες.
<b>V</b>	Αισθητός από όλους στα σπίτια και στο ύπαιθρο. Ξύπνημα πολυάριθμων. Φυγή πολυάριθμων στο ύπαιθρο. Αιώρηση ελεύθερα κρεμασμένων αντικειμένων. Ήχηση κουδουνιών ρολογιών. Ανατροπή μερικών μικρών αντικειμένων.
<b>VI</b>	Ήχηση μικρών καμπάνων. Ανατροπή πολυάριθμων μεγάλων αντικειμένων. Πτώση λίγων κεραμιδιών, καπνοδόχων. Βλάβες λίγες, ελαφρές.
<b>VII</b>	Ήχηση μεγάλων καμπάνων. Πτώση πολυάριθμων κεραμιδιών, καπνοδόχων. Βλάβες μέτριες, πολλές. Μερική καταστροφή λίγων οικοδομών.
<b>VIII</b>	Μερική καταστροφή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 25% του ολικού αριθμού των κανονικών οικοδομών. Ολική καταστροφή λίγων κτιρίων.
<b>IX</b>	Μερική καταστροφή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% του ολικού αριθμού των κανονικών οικοδομών. Ολική καταστροφή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 25% του ολικού αριθμού των κτιρίων.
<b>X</b>	Μερική καταστροφή όλων των κανονικών οικοδομών. Ολική καταστροφή σε ποσοστό μεγαλύτερο του 50% του ολικού αριθμού των κτιρίων.
<b>XI</b>	Ολική καταστροφή όλων των κτιρίων.
<b>XII</b>	Κατάρρευση όλων των οικοδομών μέχρι τα θεμέλια.

(πηγή :www. gein.noa.gr)

Στην εικόνα που ακολουθεί απεικονίζεται το κτίριο της Ιονικής Τράπεζας στο Αργοστόλι, το οποίο υπέστη σοβαρές βλάβες από το σεισμό της 12<sup>ης</sup> Αυγούστου 1953 μεγέθους 7.2 βαθμών της κλίμακας Richter και έντασης X .



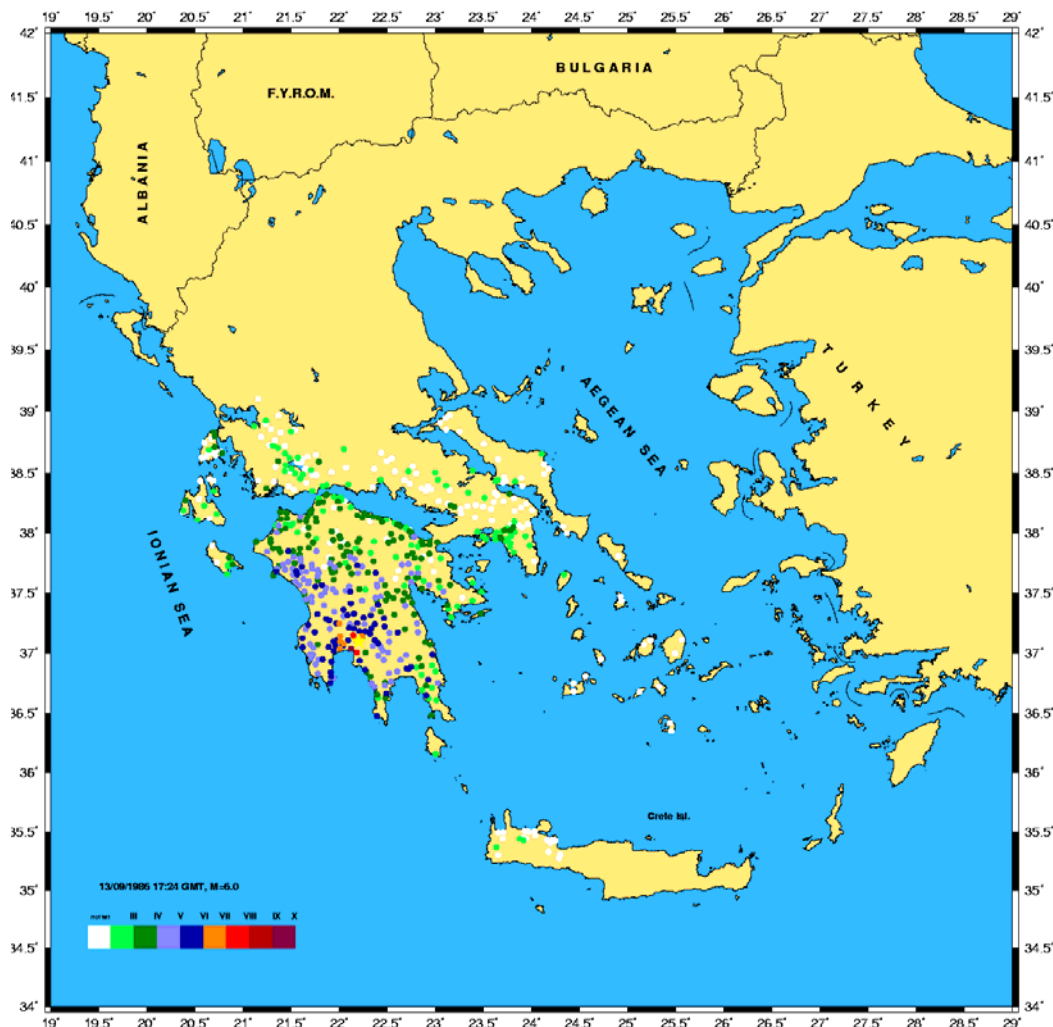
Εικόνα 9.1 :Εικόνα από το κτίριο της Ιονικής Τράπεζας στο Αργοστόλι Κεφαλληνίας (www.gein.noa.gr )

Μπορούμε να παρατηρήσουμε, ότι το οικοδόμημα έχει υποστεί ολική καταστροφή όπως περιγράφεται και στο πίνακα παραπάνω.

Οι αιτίες για τις οποίες χρειάζονται περισσότερες από μία κλίμακες ταξινόμησης είναι ότι το δομημένο περιβάλλον διαφέρει από περιοχή σε περιοχή και αλλάζει κατά τη διάρκεια του χρόνου ( Ε. Λέκκας, 2000, σ. 37).

Τα αποτελέσματα των σεισμών εξαρτώνται από τη γεωλογία, τη γεωμορφολογία και την λιθολογία της περιοχής. Για παράδειγμα τα χαλαρά ιζήματα μιας περιοχής αυξάνουν το πλάτος των κυμάτων. Επομένως τα αποτελέσματα θα είναι πιο καταστρεπτικά. Επιπροσθέτως, τα μακροσεισμικά αποτελέσματα εξαρτώνται και από το ανθρωπογενές τοπίο και το καθεστώς συντήρησης και διατήρησης των κτιρίων.

Οι τιμές έντασης που δίνονται είναι υποκειμενικές. Αυτό συμβαίνει διότι το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο αποστέλλει σε κάθε δήμο κοντά στο επίκεντρο κυρίως και στις περιοχές που ο σεισμός έγινε αισθητός, ένα δελτίο/ ερωτηματολόγιο (Παράρτημα 1) το οποίο συμπληρώνεται από υπεύθυνο του δήμου, με βάση τις προσωπικές του εκτιμήσεις. Υπάρχει η περίπτωση δηλαδή ο συγκεκριμένος υπάλληλος να θεώρησε ότι ο σεισμός είχε ένταση 6, άρα θα έπρεπε να υπάρχουν ζημιές μικρής έκτασης, ενώ στη πραγματικότητα ο σεισμός να είχε ένταση 5. Η λανθασμένη συμπλήρωση του δελτίου μπορεί να γίνει είτε εσκεμμένα είτε όχι. Το αποτέλεσμα όμως είναι ότι οι πληροφορίες που θα λάβει το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο θα είναι εσφαλμένες. Για την αποφυγή αυτών των λαθών, το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο αποστέλλει δελτία σε πάρα πολλούς δήμους όταν συμβαίνει ένας σεισμός, για να έχει όσο το δυνατό πιο ακριβή και αξιόπιστα δεδομένα για το συγκεκριμένο σεισμικό γεγονός και να ομαλοποιήσει τις τυχόν ακραίες τιμές. Στο χάρτη που ακολουθεί απεικονίζονται οι σεισμικές εντάσεις σε διάφορες περιοχές από το σεισμό της Καλαμάτας, το 1986, μεγέθους 6 βαθμών της κλίμακας Richter.



Χάρτης 9.1: Χάρτης Μακροσεισμικών παρατηρήσεων από το σεισμό της Καλαμάτας - 13/ 09/ 1986 (www.gein.noa.gr)

Με κίτρινο αστερίσκο σημειώνεται το επίκεντρο. Με μοβ χρώμα απεικονίζεται το μακροσεισμικό επίκεντρο, δηλαδή η περιοχή με τη μεγαλύτερη ένταση. Η περιοχή αυτή καλείται πλειόσειστη περιοχή (Καλαμάτα). Το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο έστειλε δελτία/ ερωτηματολόγια σε όλη τη Πελοπόννησο, τα Χανιά, τις δυτικές Κυκλάδες, τη Στερεά Ελλάδα και τα νησιά του Ιονίου Πελάγους, Κεφαλονιά, Ζάκυνθος, Ιθάκη και Λευκάδα.

Στις περιοχές που απέστειλε δελτία, δεν ήταν όλες οι εντάσεις ίδιες. Κοντά στη πλειόσειστη περιοχή, οι εντάσεις είναι μεγαλύτερες. Αντίθετα όσο

απομακρυνόμαστε από τη περιοχή αυτή, οι εντάσεις ελαττώνονται. Στη Πελοπόννησο οι εντάσεις κυμαίνονται από III ως X. Υπάρχουν και κάποιες περιοχές στην ορεινή Κορινθία, όπου οι εντάσεις είναι μικρότερες του II. Στις υπόλοιπες περιοχές οι εντάσεις είναι από I ως III.

Από τη παρατήρηση, επομένως, του παραπάνω χάρτη μακροσεισμικών παρατηρήσεων, μπορεί κάποιος να εξάγει συμπεράσματα για τις περιοχές που πλήγηκαν από το συγκεκριμένο σεισμικό γεγονός αλλά και στο βαθμό που αυτές πλήγηκαν.

Σε πολλές περιπτώσεις πέρα από την αποστολή δελτίων, πραγματοποιούνται και άμεσες παρατηρήσεις με επισκέψεις των αρμόδιων επιστημόνων στο πεδίο.

### **9.1: Συλλογή Μακροσεισμικών παρατηρήσεων**

Όπως προαναφέρθηκε η συγκέντρωση των μακροσεισμικών παρατηρήσεων γίνεται είτε με άμεση παρατήρηση είτε με βαθμολόγηση των ερωτηματολογίων που αποστέλλονται στους οικισμούς γύρω από το επίκεντρο και στις περιοχές που έγινε αισθητός ο σεισμός. Οι απαντήσεις από το σεισμολογικό δελτίο, αξιολογούνται και περιλαμβάνονται στη μηνιαία δελτία του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου. Τα δελτία αυτά αποτελούν τη βάση για πολλές επιστημονικές μελέτες και δημοσιεύσεις (Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αθηνών, Μακροσεισμικές Παρατηρήσεις). Ο ρόλος της Τοπικής Αυτοδιοίκησης όπως έχει προαναφερθεί είναι πολύ σημαντικός για την συλλογή των μακροσεισμικών παρατηρήσεων και οφείλει να είναι όσο το δυνατό πιο αντικειμενικά τα δεδομένα που αναγράφονται στο δελτίο.

#### Άμεσες παρατηρήσεις

Οι άμεσες παρατηρήσεις γίνονται, όπως έχει προαναφερθεί, από εξειδικευμένους επιστήμονες, οι οποίοι επισκέπτονται τη πλειόσειστη περιοχή αλλά και γενικά τη πληγείσα περιοχή και παρατηρούν τα αποτελέσματα του σεισμού. Παρακάτω περιγράφονται οι άμεσες παρατηρήσεις από το σεισμό της Λευκάδας το 2003.



Ο συγκεκριμένος σεισμός είχε μέγεθος 6,4 βαθμούς της κλίμακας Richter, και το επίκεντρο ήταν βορειοδυτικά του νησιού, κοντά στη θέση Πεφκούλια. Αν και σεισμός τέτοιου μεγέθους είναι σύνηθες στη περιοχή του Ιονίου, η οποία αποτελεί τη πιο σεισμογενή ζώνη της Μεσογείου, αξίζει να μελετηθεί το συγκεκριμένο σεισμικό γεγονός, επειδή παρέχει στοιχεία για το σημερινό τομέα πίεσης, τη γεωμετρία, τη κινηματική του βόρειου τμήματος της νήσου ( Papathanassiou et al, 2005, pg. 13).

Η ένταση σύμφωνα με το σεισμολογικό δελτίο ήταν μεγαλύτερη από 7 σε αρκετές περιοχές. Από τις άμεσες παρατηρήσεις των επιστημόνων διαπιστώθηκαν, κατολισθήσεις, πτώσεις βράχων, ρευστοποιήσεις, οριζόντιες μετατοπίσεις στη προβλήτα, ρωγμές του εδάφους κ.α. Αυτά τα στοιχεία για το σεισμό και την ένταση του δεν ήταν δυνατό να εξαχθούν από τη συμπλήρωση του σεισμολογικού δελτίου.

Στις εικόνες που ακολουθούν φαίνονται κάποιες από αυτές τις παρατηρήσεις.



Εικόνα 9.2 : Οριζόντια μετατόπιση του πεζοδρομίου και έκλυση άμμου στη περιοχή της προβλήτας ( Papathanassiou et al, 2005)



Εικόνα 9.3: Κατολίσθηση στο δρόμο Άγιος Πέτρος –Καλαμίτσι (Parathanassiou et al, 2005)

### Σεισμολογικό δελτίο

Σχετικά με το δελτίο, οι ερωτήσεις που πρέπει να απαντηθούν ανήκουν στις εξής κατηγορίες: Γενικές παρατηρήσεις, Παρατηρήσεις στα αντικείμενα, Παρατηρήσεις σε κτίρια και κατασκευές και Διάφορες διαπιστώσεις- επισημάνσεις. Οι ερωτήσεις που ανήκουν στη κάθε κατηγορία φαίνονται αναλυτικά στο σεισμολογικό δελτίο που παρατίθεται στο τέλος.

Για την αναπαράσταση της κατανομής των μακροσεισμικών εντάσεων, χρησιμοποιούνται οι ισόσειστες καμπύλες, οι οποίες χωρίζουν με καμπύλες περιοχές ίδιας έντασης ( Β. Παπαζάχος κ.α., 2005 σ.305).

## **9.2: Ισόσειστες Καμπύλες**

Όπως προαναφέρθηκε οι ισόσειστες καμπύλες καθορίζουν τα όρια των επιφανειών που σε κάθε μια τους ο σεισμός έγινε αισθητός με την ίδια ένταση (Β. Παπαζάχος κ.α.,2005, σ. 306).

Η κατανομή των εντάσεων και η μορφή των ισόσειστων καμπυλών εξαρτώνται από το μηχανισμό γένεσης του σεισμού, από το τρόπο απόσβεσης της

σεισμικής ενέργειας αλλά όπως τονίζει ο κ. Παπαζάχος (Β. Παπαζάχος κ.α., 2005, σ. 306) και από το βάθος της εστίας, από το έδαφος θεμελίωσης και από το τρόπο δόμησης των κτιρίων. Για την κατασκευή των ισόσειστων καμπυλών ακολουθούνται τα παρακάτω βήματα:

1) καταγραφή στο χάρτη των σεισμικών εντάσεων μεμονωμένα

2) σχεδίαση καμπυλών με την ενσωμάτωση σημείων ίδιας έντασης. Η καμπύλη εσωκλείει τις μεγάλες εντάσεις και αφήνει έξω τις μικρότερες εντάσεις κ.ο.κ..

Η απόσταση των ισόσειστων μεταξύ τους δεν είναι ανάλογη της απόστασης από το επίκεντρο. Στο χάρτη που ακολουθεί απεικονίζονται οι ισόσειστες καμπύλες για το σεισμό του Αιγίου (1995).



Χάρτης 9.2 : Οι ισόσειστες καμπύλες για το σεισμό του Αιγίου, 1995 (www.oasp.gr)

Το μειονέκτημα των ισόσειστων καμπυλών στην απεικόνιση των εντάσεων είναι ότι δε δίνεται μία ακριβής και λεπτομερής απεικόνιση των εντάσεων αλλά οι τιμές ομαδοποιούνται. Για παράδειγμα στο παραπάνω χάρτη στη ισόσειστη

καμπύλη βαθμού έντασης IV παρεμβάλλονται και τιμές μεγαλύτερες (V και VI). Επομένως τα δεδομένα που μας παρέχει δεν είναι απολύτως ακριβή αφού υπάρχει ομογενοποίηση των δεδομένων. Είναι πολύ σημαντικό οι χάρτες απεικόνισης μακροσεισμικών αποτελεσμάτων να είναι ακριβείς αφού , και σε αυτούς τους χάρτες βασίζονται οι χάρτες σεισμικής επικινδυνότητας μιας περιοχής.

Λύση στο παραπάνω πρόβλημα, δίνει η κατασκευή χαρτών μακροσεισμικών παρατηρήσεων με τη χρήση μεθόδων G.I.S. , όπου τα δεδομένα δεν απεικονίζονται με ισόσειστες καμπύλες αλλά με μορφή ψηφιδωτού/ κελιού.

Σε αυτή την εργασία, οι χάρτες που αποτελούν το τελικό προϊόν της, είναι κατασκευασμένοι σε ψηφιακή ψηφιδωτή μορφή .

## 10. Αντισεισμικός Σχεδιασμός και Πρόγνωση Σεισμών

### 10.1: Αντισεισμικός σχεδιασμός και Σεισμική Επικινδυνότητα

Όπως τονίζεται από το Τσελέντη (Α. Τσελέντης, 1997, σ.1147), οι σεισμικές εξάρσεις δεν έχουν αλλάξει εντός των γεωλογικών χρόνων από την ύπαρξη του ανθρώπου. Αυτό που έχει αλλάξει είναι η τρωτότητα (vulnerability) του κοινωνικού συνόλου απέναντι στους σεισμούς.

Η ανεξέλεγκτη ανάπτυξη των πόλεων, οι αυθαιρεσίες, τα διάφορα οικονομικά και κοινωνικά συμφέροντα και άλλα χαρακτηριστικά των σύγχρονων πόλεων, προδιαθέτουν αρνητικά όσον αφορά τα αποτελέσματα του σεισμού. Εάν δεν υπήρχαν αυτά τα χαρακτηριστικά ή δεν ήταν τόσο ανεπτυγμένα, τα αποτελέσματα θα ήταν μικρότερης έκτασης. Η πρόγνωση των σεισμών είναι λοιπόν ουσιαστική για τη πρόληψη και τη αποκατάσταση των σεισμικών καταστροφών στις σημερινές πόλεις. Στην Ελλάδα είναι χαρακτηριστικό, ότι αν και αποτελεί μία εκ των πιο σεισμογενών χωρών παγκοσμίως, μετά από κάθε σεισμό, οι καταστροφές σε κτίρια και οικοδομήματα είναι σημαντικές. Αυτό σχετίζεται με την μη ακριβή υιοθέτηση των κανόνων του αντισεισμικού σχεδιασμού, για λόγους οικονομικούς και αρχιτεκτονικούς (π.χ. πολυτελείς κατασκευές).

Ο σχεδιασμός και η κατασκευή των κτιρίων αλλά και των άλλων τεχνικών έργων με τέτοιο τρόπο ώστε να αντιμετωπίζουν επαρκώς τον σεισμικό κίνδυνο παρέχοντας ασφάλεια στους χρήστες, αποτελεί τον πλέον σημαντικό και κρίσιμο παράγοντα αντισεισμικής προστασίας ( [www.oasp.gr/](http://www.oasp.gr/) Σεισμοί και προστασία/εκδόσεις/Ε.Α.Κ.2000).

Για να εξασφαλιστεί η ασφάλεια αυτή το κράτος έχει θεσπίσει τον Αντισεισμικό Κανονισμό σύμφωνα με τον οποίο κατασκευάζονται όλα τα κτίρια και τα έργα υποδομών.

Ο Αντισεισμικός Κανονισμός έχει σκοπό να ελαττώσει τις πιθανότητες κατάρρευσης των κτιρίων , να περιορίσει τις βλάβες και να εξασφαλίσει την λειτουργία του οικοδομήματος και μετά το σεισμό ( [www.oasp.gr/](http://www.oasp.gr/) Σεισμοί και προστασία/εκδόσεις/Ε.Α.Κ.2000).

Για τη σωστή οργάνωση του Αντισεισμικού Κανονισμού, πρωτεύον ρόλο έχουν οι σεισμικές εντάσεις σε κάθε περιοχή. Οι σεισμικές δράσεις σχεδιασμού των κατασκευών εξαρτώνται από την σεισμική επικινδυνότητα της κάθε περιοχής. Για το λόγο αυτό συντάσσεται ο Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας. Με τον όρο σεισμική επικινδυνότητα εννοούμε την ποσότητα εκείνη η οποία δείχνει την αναμενόμενη εδαφική κίνηση μετά από ένα σεισμικό γεγονός. Η σεισμική επικινδυνότητα εξαρτάται από την επιτάχυνση του εδάφους, την ταχύτητα μετακίνησης του εδάφους, τη μετακίνηση του εδάφους και την μακροσεισμική ένταση.

Η κατασκευή, επομένως, των χαρτών μακροσεισμικών παρατηρήσεων είναι σημαντική, αφού η ένταση είναι βασικό στοιχείο της επικινδυνότητας μιας περιοχής. Όσο μεγαλύτερη είναι η ένταση τόσο πιο επικίνδυνη είναι η περιοχή για καταστροφικά αποτελέσματα εξαιτίας ενός σεισμικού γεγονότος.

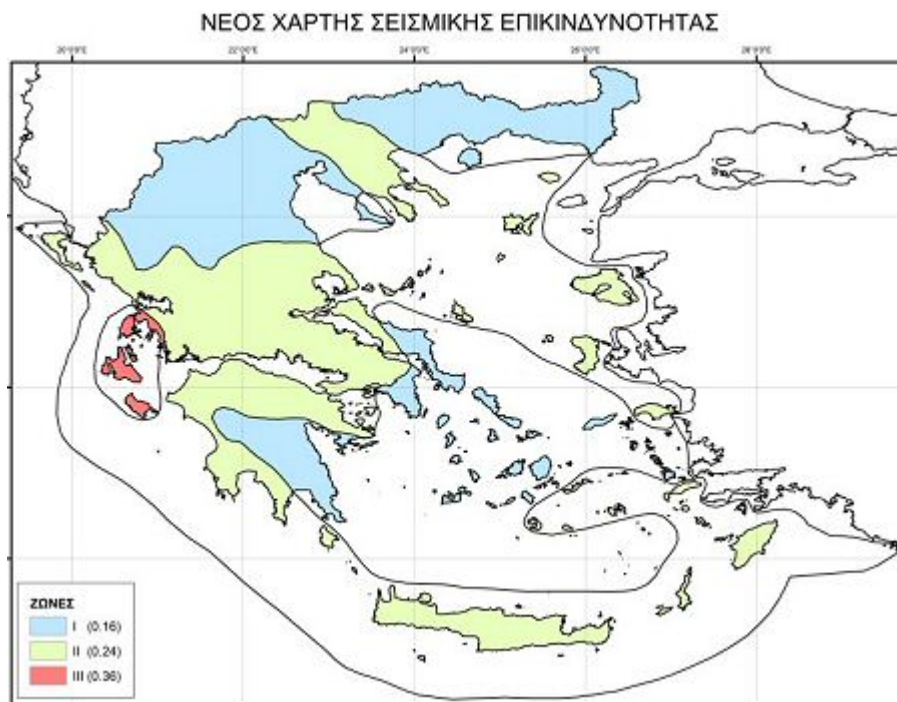
Επιπλέον σχετικά με τη σεισμική επιτάχυνση, αυτή είναι ανάλογη της έντασης του σεισμού και εξαρτάται από τα λιθολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής. Περιοχές που αποτελούνται από χαλαρά ιζήματα, είναι πιο ευάλωτες σε δυσμενή αποτελέσματα από περιοχές με συμπαγή και συνεκτικά πετρώματα.

Όσον αφορά τη ταχύτητα μετακίνησης του εδάφους, αν είναι μεγάλη τότε ο κίνδυνος είναι μεγαλύτερος στη περιοχή.

Ο Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας, μεταβάλλεται με τα χρόνια, προκειμένου να αντιπροσωπεύει τη πραγματικότητα όσο το δυνατό πιο αξιόπιστα.

Στη συνέχεια παρατίθεται ο Νέος Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας, ο οποίος ισχύει από το 2004 (χάρτης 10.1) . Χαρακτηρίζεται από 3 ζώνες κινδύνου, όπου η ζώνη 3 αντιστοιχεί στη πιο επικίνδυνη περιοχή με εδαφική επιτάχυνση 0.36g, η ζώνη 2 στη περιοχή μεσαίου κινδύνου με εδαφική επιτάχυνση, 0.24g και η ζώνη 1 που αντιστοιχεί στις περιοχές χαμηλού κινδύνου με εδαφική επιτάχυνση 0.16 g. Ο αντισεισμικός σχεδιασμός εφαρμόστηκε για πρώτη φορά το 1985 μετά το σεισμό των Αλκυονίδων νήσων το 1981. Ο Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας ήταν τότε χωρισμένος σε 4 ζώνες. Με το νέο όμως Αντισεισμικό Σχεδιασμό, ο οποίος αποτελεί τροποποίηση του παλιού οι ζώνες είναι 3. Οι λόγοι που οδήγησαν στην τροποποίηση του ήταν τα καταστροφικά αποτελέσματα των σεισμών του Αιγίου (1995), της Κοζάνης

(1995), της Κόνιτσας (1996), της Αθήνας (1999) και της Σκύρου (2001). Η παλιά ζώνη που καταργήθηκε, αφορούσε περιοχές με εδαφική επιτάχυνση 0.12g.



Χάρτης 10.1 : Νέος Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας ([www.oasp.gr/xartis1b.jpg](http://www.oasp.gr/xartis1b.jpg))

Όπως μπορεί να παρατηρήσει κάποιος, οι επικίνδυνες περιοχές είναι τα νησιά του Ιονίου πελάγους, Λευκάδα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθος (κόκκινο χρώμα). Περιοχές μεσαίας επικινδυνότητας είναι τα Δωδεκάνησα, τα Νησιά Βορείου Αιγαίου, η Κρήτη, η Θεσσαλονίκη, η Θεσσαλία, η Βορειοδυτική και Δυτική Πελοπόννησος, η Δυτική Ήπειρος, και η Στερεά Ελλάδα πλην της Αττικής (πράσινο χρώμα). Οι περιοχές χαμηλού κινδύνου είναι όλες οι υπόλοιπες και απεικονίζονται με γαλάζιο χρώμα.

Στη συνέχεια αναφέρεται περιληπτικά το γενικό σχέδιο πολιτικής προστασίας, "Ξενοκράτης", της Γενικής Γραμματείας Πολιτικής Προστασίας. Σκοπός του συγκεκριμένου σχεδίου, το οποίο αφορά όλες τις καταστροφές είναι η διαμόρφωση ενός συστήματος αποτελεσματικής αντιμετώπισης καταστροφικών φαινομένων για την προστασία της ζωής, της υγείας και της περιουσίας των πολιτών, καθώς και η προστασία

του φυσικού περιβάλλοντος ([www.civilprotection.gr/pdf/Xenokraths2007.pdf](http://www.civilprotection.gr/pdf/Xenokraths2007.pdf)). Με το σχέδιο αυτό καθορίζονται τα είδη των καταστροφών και οι αρμοδιότητες των σχετιζόμενων φορέων, όπως Υπουργεία, σε μία καταστροφή. Επιπλέον, δίνονται πληροφορίες, για ευπαθείς περιοχές, αξιολογείται η καταστροφή, εκπονούνται έργα και σχέδια και δίνονται κατευθυντήριες γραμμές για την ανασυγκρότηση και τη διαχείριση των περιοχών που πλήγηκαν.

Τέλος, αξίζει να αναφερθούμε στο σχεδιασμό αντίστασης σε σεισμό, όπως αυτός περιγράφεται από το Λέκκα (Ε. Λέκκας, 2000, σ. 164).

Ο σχεδιασμός αντίστασης στο σεισμό ακολουθεί μια συγκεκριμένη πορεία. Αρχίζει από την επιστημονική έρευνα και καταλήγει στη κοινωνική πληροφόρηση, επιμόρφωση και εκπαίδευση. Τα στάδια του σχεδιασμού είναι 5. Συγκεκριμένα είναι τα εξής:

1) Επιστημονική έρευνα: γεωλογία περιοχής, γνώση των συνοδών φαινομένων των περιοχών, εκσυγχρονισμός συστημάτων ασφάλειας κ.α.

2) Υφιστάμενη κατάσταση: απογραφή ετοιμόρροπων κτηρίων, ενίσχυση κτιρίων, μείωση δομικών κινδύνων, καθορισμός υλικών κατάλληλων και ακατάλληλων που χρησιμοποιούνται στις κατασκευές κ.α.

3) Σχεδιασμός και Απόκριση περιόδου έκτακτης ανάγκης: καθορισμός σεισμικού κινδύνου, σχεδιασμός σεισμικής απόκρισης, καθορισμός παροχής βοήθειας, ίδρυση και εκπαίδευση συντονιστικών ομάδων

4) Αποκατάσταση: απομάκρυνση μπαζών και ερειπίων, αποκατάσταση υπηρεσιών, έλεγχος όλων των κατασκευών, προγραμματισμός περιόδου άμεσης αποκατάστασης και προγραμματισμός περιόδου μακράς αποκατάστασης

και 5) Κοινωνική πληροφόρηση, επιμόρφωση και εκπαίδευση: εργασία με τοπικές αρχές, ενθάρρυνση εκπαιδευτικών και επιχειρηματικών δραστηριοτήτων, παροχή βοήθειας από εθελοντές και παροχή βοήθειας και προετοιμασία ηλικιωμένων και ατόμων με ειδικές ανάγκες.

Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι οι περισσότεροι θάνατοι, τραυματισμοί και οικονομικές απώλειες που ακολουθούν ένα σεισμό, οφείλονται στη κατάρρευση



κτιρίων και οικοδομημάτων. Επομένως, συμπεραίνουμε ότι οι συνέπιες είναι σε άμεση συνάρτηση με τα κατασκευαστικά υλικά και τις κατασκευαστικές μεθόδους. Ο ρόλος επομένως του Αντισεισμικού Κανονισμού είναι πολύ σημαντικός για το περιορισμό των παραπάνω αποτελεσμάτων. Η τήρησή του, οφείλει να είναι υποχρέωση όλων των εμπλεκόμενων φορέων.

## **10.2: Πρόγνωση Σεισμών**

### **10.2.1: Χαρακτηριστικές μεταβολές της σεισμικότητας στο χώρο και το χρόνο**

Σημαντικό στοιχείο στη σεισμική πρόγνωση είναι η παρατήρηση κάποιων φαινομένων που σημειώνονται πριν από ένα σεισμό μεγάλου μεγέθους και καλούνται πρόδρομα σεισμικά φαινόμενα. Η πρόγνωση μπορεί να είναι για μικρό χρονικό διάστημα ή μεγάλο. Η μικρής διάρκειας σεισμική πρόγνωση δίνει τη δυνατότητα για τη προετοιμασία των μηχανισμών έκτακτης επέμβασης και την εκτέλεση ασκήσεων ετοιμότητας. Η παρατήρηση τους είναι πολύ σημαντική για τη μακράς διάρκειας σεισμική πρόγνωση. Η μακράς διάρκειας σεισμική πρόγνωση οδηγεί στην ασφαλή διαμόρφωση του Αντισεισμικού κανονισμού και του πολεοδομικού σχεδιασμού ( Α. Τσελέντης, 1997,σ. 616).

Όπως αναφέρθηκε παραπάνω, υπάρχουν κάποια πρόδρομα σεισμικά φαινόμενα τα οποία βοηθούν στη πρόγνωση ενός σεισμού. Τα φαινόμενα αυτά είναι: τα σεισμικά κενά, η σεισμική ησυχία, οι σμηνοσεισμοί, οι προσεισμοί και το φαινόμενο doughnut (Α. Τσελέντης, 1997, σ. 617).

#### Σεισμικά κενά

Κατά μήκος των σεισμικών ζωνών, παρατηρούνται ασυνέχειες ως προς τη κατανομή των σεισμικών επικέντρων στο χώρο. Οι περιοχές αυτές ονομάζονται σεισμικά κενά πρώτου είδους. Στις περιοχές με σεισμικά κενά δεν παρατηρούνται σεισμικά γεγονότα, γιατί όπως τονίζει ο Τσελέντης (Α. Τσελέντης, 1997, σ. 618), τα χρονικά όρια των δεδομένων με τα οποία κατασκευάζονται οι χάρτες δεν είναι αρκετά για να περιλάβουν παλαιότερους σεισμούς. Αυτές οι περιοχές έχουν αυξημένη πιθανότητα

γένεσης σεισμού στο άμεσο μέλλον. Περιπτώσεις σεισμικών κενών υπάρχουν και στην Ελλάδα. Ένα πολύ γνωστό σεισμικό κενό είναι στο Νοτιοδυτικό τμήμα του Ελληνικού τόξου. Το συγκεκριμένο σεισμικό κενό έχει τη δυνατότητα να δώσει σεισμούς ως 8 Richter.

### Σεισμική ησυχία

Αρκετοί σεισμολόγοι υποστηρίζουν ότι αρκετούς μήνες ή και χρόνια πριν την εκδήλωση ενός σεισμού μεγάλου μεγέθους παρατηρείται μείωση της σεισμικής δράσης στην επικεντρική περιοχή και οι τιμές της σεισμικότητας είναι αρκετά χαμηλότερες των κανονικών. Περιοχές που χαρακτηρίζονται από το φαινόμενο της σεισμικής ησυχίας ονομάζονται σεισμικά κενά δεύτερου είδους (Α. Τσελέντης, 1997, σ. 620). Περιοχές τέτοιου είδους παρατηρούνται και στην Ελλάδα. Όπως τονίζει οκ. Χουλιάρης ([www.hri.org/news/grrek/mpegr/1997/97-08-26.mpegr.html](http://www.hri.org/news/grrek/mpegr/1997/97-08-26.mpegr.html)) σε έρευνα που έγινε τον Αύγουστο του 1997, και αφορούσε τις 5 περιοχές που συνέβησαν οι καταστροφικοί σεισμοί της περιόδου 1970 -1997(Κόρινθος Κοζάνη, Αίγιο, Αλκυονίδες και Θεσσαλονίκη), διαπιστώθηκε ότι υπήρχε μια περίοδος σεισμικής ησυχίας πριν την εκδήλωση των σεισμών, διάρκειας 1,5 έτους.

### Σμηνοσεισμική δράση

Σύμφωνα με το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο ([www.gein.noa.gr/Greek/web-edu/bas-term1.htm#11](http://www.gein.noa.gr/Greek/web-edu/bas-term1.htm#11)), σμηνοσειρά είναι η ακολουθία σεισμών μικρού κατά κανόνα μεγέθους που διαρκεί για σημαντικό χρονικό διάστημα . Οι σεισμοί εκείνης της περιόδου έχουν μικρό μέγεθος.

### Προσεισμοί

Σύμφωνα με μελέτες το 45% των μεγάλων σεισμών χαρακτηρίζονται από έντονη προσεισμική δραστηριότητα (Α. Τσελέντης, 1997, σ. 625). Στην Ελλάδα, παράδειγμα προσεισμικής δραστηριότητας είναι η Κοζάνη. 30 Λεπτά πριν το κύριο σεισμό σημειώθηκαν 5 προσεισμοί μικρότερου μεγέθους ([geophysics.geo.auth.gr/new\\_web\\_site\\_2005/download\\_files/takis\\_gr\\_bio\\_htm](http://geophysics.geo.auth.gr/new_web_site_2005/download_files/takis_gr_bio_htm)).

### Φαινόμενο doughnut

Πριν από αρκετά μεγάλους σεισμούς παρατηρήθηκε ότι η περιοχή που περιβάλλει τη σεισμική εστία παρουσιάζει αυξημένη σεισμική δράση σε αντίθεση με τη εστιακή περιοχή η οποία παρουσιάζεται ασεισμική (Α. Τσελέντης, 1997, σ. 624).

## 11. Μεγάλοι Σεισμοί στην Ελλάδα την περίοδο 1950 -2004 και οι επιπτώσεις τους

Όπως έχει προαναφερθεί η Ελλάδα είναι μία από τις πιο σεισμογενείς χώρες παγκοσμίως. Από την αρχαιότητα ως σήμερα έχουν συμβεί σεισμοί μεγάλου μεγέθους αλλά και σεισμοί μεγάλης έντασης.

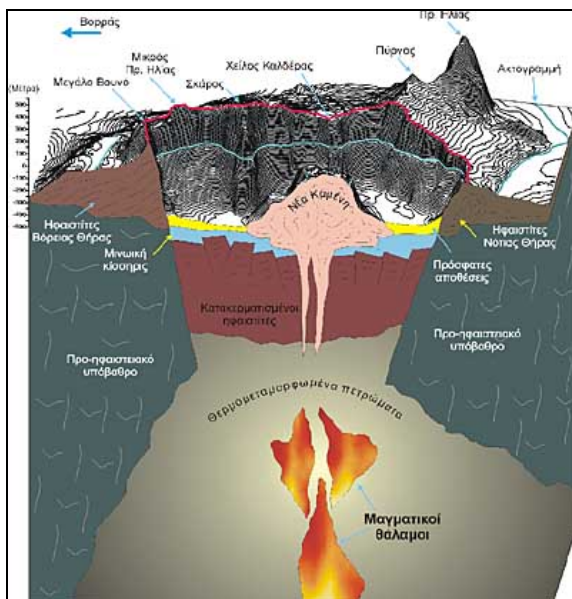
### 11.1: Το ηφαίστειο της Σαντορίνης

Για παράδειγμα, ένας από τους σεισμούς ο οποίος έχει μελετηθεί από πάρα πολλούς επιστήμονες παγκοσμίως ,έχουν γραφτεί εκατοντάδες βιβλία και άρθρα για αυτόν και έχουν δοθεί πολλές διαφορετικές ερμηνείες είναι ο σεισμός της Θήρας το 1600 π.Χ περίπου . Το ενδιαφέρον που προκαλεί στους επιστήμονες λόγω του αποτελέσματός του ευθύνεται και για το χαρακτηρισμό του ως Μινωικό γεγονός . Το 1650 π.Χ. , η Σαντορίνη, η Θηρασιά και το Ασπρονήσι αποτελούσαν ένα νησί, το οποίο υψωνόταν περίπου 1.200 μέτρα επάνω από τη θάλασσα.

Πιθανολογείται ότι μήνες ή και χρόνια πριν από την έκρηξη, μπορεί να προηγήθηκαν μεγάλοι τεκτονικοί σεισμοί, οι οποίοι ήταν καταστροφικοί για το χώρο του νοτιοανατολικού Αιγαίου (Γ. Παπαδόπουλος). Λίγο πριν τη μεγάλη έκρηξη το ηφαίστειο προειδοποίησε με σεισμούς, ίσως και με μικρές ηφαιστειακές εκρήξεις. Όμως το καθαυτό γεωλογικό γεγονός, εκτιμούν σήμερα οι ηφαιστειολόγοι, διήρκεσε 72 ώρες. Στο διάστημα αυτό, μέσα από τον κώνο του ηφαιστείου εκτοξεύθηκαν εκατομμύρια τόνοι ηφαιστειακής τέφρας, λάβας και πετρωμάτων (με ταχύτητα 1.000 χλμ. την ώρα - όση και η ταχύτητα του ήχου). Ο κώνος άδειασε και κατέρρευσε. Το μισό νησί, 83 τετρ. χιλιόμετρα ορεινής γης, εξαφανίστηκε. Ότι απέμεινε ήταν τα τρία νησιά που υπάρχουν μέχρι σήμερα. Κατόπιν το ηφαίστειο ησύχασε. Η κατάρρευση του κώνου δημιούργησε τσουνάμι το οποίο έφτασε στα παράλια της Πελοποννήσου, της Κρήτης, της Ρόδου, της Μ. Ασίας και της Αδριατικής.

Μέχρι πρότινος παρέμενε ανεπιβεβαιώτο αν οφείλεται η καταστροφή του μινωικού πολιτισμού στο τσουναμι. Νέες τεχνικές όμως βοηθούν στην μελέτη παλαιοτσουναμι, τσουνάμι δηλαδή που συνέβησαν στη προϊστορική περίοδο. Το παλιρροϊκό κύμα, σύμφωνα με εκτιμήσεις του κ. Παπαδόπουλου, είχε ύψος 25-30 μέτρα κοντά στην πηγή του, και έφτασε στην Κρήτη 10-12 μέτρα, μέσα σε λιγότερο από 1 ώρα, ενώ διαδοχικά κύματα συνέχισαν να λεηλατούν τις ακτές του νησιού για περίπου 12 ώρες μέχρι να πάψουν.

Το μέγεθος της ηφαιστειακής έκρηξης ήταν τέτοιο που πολλοί παλαιοκλιματολόγοι, γεωαρχαιολόγοι και άλλοι επιστήμονες επισημαίνουν ότι υπήρξαν μεγάλες επιπτώσεις στο περιβάλλον και στο κλίμα. Λόγω του ανέμου, η τέφρα μεταφέρθηκε σε περιοχές αρκετά χιλιόμετρα μακριά, όπως στο δέλτα του Νείλου (έχουν βρεθεί ίχνη θηραϊκής τέφρας) με αποτέλεσμα η ατμόσφαιρα να είναι γεμάτη μικροσωματίδια για μερικά εικοσιτετράωρα και ο ουρανός να σκοτεινιάσει. Επιστήμονες επίσης επισημαίνουν ότι πιθανόν να υπήρξαν καταστροφές στις αγροτικές καλλιέργειες αλλά και στους υδροφόρους ορίζοντες. Άλλοι επιστήμονες, κάνουν λόγο για πτώση της θερμοκρασίας και αλλαγή του κλίματος. Υποστηρίζουν ότι ενδεχομένως να προκλήθηκε ηφαιστειακός χειμώνας και οι εποχές να εξαφανίστηκαν. Αν και το μεγαλύτερο μέρος της επιστημονικής κοινότητας αποδέχεται ότι η ηφαιστειακή έκρηξη στη Θήρα επηρέασε το μινωικό πολιτισμό, δεν είναι ακόμα επιβεβαιωμένο αν ο μινωικός κόσμος καταστράφηκε μόνο από αυτό το γεγονός.



Σχήμα 11.1: Τρισδιάστατη σχηματική γεωλογική δομή του ηφαιστείου της Θήρας (www.santorini.net/499.html)

## 11.2: Οι μεγάλοι σεισμοί της Ελλάδας τη χρονική περίοδο 1953-2004

Η ένταση μπορεί να δοθεί σε συνάρτηση με τη συγκέντρωση ενέργειας κατά τη διάρκεια των φυσικών φαινομένων και τη σοβαρότητα των επιπτώσεων των φαινομένων αυτών στις ανθρώπινες ζωές, στις κατασκευές και στο φυσικό περιβάλλον. Αντίθετα με άλλες φυσικές καταστροφές όπως οι πλημμύρες, για τους σεισμούς γίνονται συνεχώς προσπάθειες για την ταξινόμηση των καταστροφών που επιφέρουν στον άνθρωπο, δηλαδή με βάση την ένταση του φαινομένου.

Κατά τη τελευταία πενήνταετία κάποιοι από τους σεισμούς που συνέβησαν είχαν καταστροφικά αποτελέσματα για τον άνθρωπο αλλά επέφεραν και μεγάλη οικονομική καταστροφή. Σε κάποιες περιπτώσεις ολόκληρα χωριά ισοπεδώθηκαν, σπίτια έπαθαν σοβαρές υλικές ζημιές ενώ εκατοντάδες άνθρωποι σκοτώθηκαν και τραυματίστηκαν, χιλιάδες επλήγησαν και η οικονομική διάσταση των καταστροφών ήταν πολύ μεγάλη. Παρακάτω αναφέρονται οι κυριότεροι σεισμοί της περιόδου αυτής.

- 1953

Ισχυρός σεισμός μεγέθους 7,2 της κλίμακας Richter έπληξε τα Ιόνια νησιά στις 12 Αυγούστου 1953. Ο σεισμός έγινε σε βάθος 10 km στις 09:23:52.0 και οι συντεταγμένες του επικέντρου ήταν 38.30 Βόρεια και 20.80 Ανατολικά. Είχαν προηγηθεί πολλές σεισμικές δονήσεις, 2 από τις οποίες είχαν καταστροφικά αποτελέσματα (συνέβησαν στις 9 και 12 Αυγούστου). Η Κεφαλονιά, η Ιθάκη και η Ζάκυνθος έπαθαν ολοκληρωτική καταστροφή. 455 άνθρωποι σκοτώθηκαν και 2412 τραυματίστηκαν. Επιπλέον από τα 33300 οικήματα των 3 αυτών νησιών, τα 27659 καταστράφηκαν ολοσχερώς. Η οικονομική καταστροφή υπολογίστηκε στα 100.000.000 αμερικανικά δολάρια. Καταστροφές παρατηρήθηκαν και στην Λευκάδα, την Ηλεία και την Αιτωλοακαρνανία. Σύμφωνα με τη τροποποιημένη κλίμακα σεισμικών εντάσεων Mercalli, οι μεγαλύτερες εντάσεις παρατηρήθηκαν στην Ιθάκη, το Αργοστόλι, στο Περαχόρι, τα Περατάτα, τα Σβορονάτα, το Ληξούρι και τη Σπαρτιά (10) στη Κεφαλονιά, στη πόλη της Ζακύνθου, τον Άγιο Κήρυκο, το Σκουλικάδο, το Μουζάκι, το Παντοκράτορα και το Μαχαιράδο (9) στη Ζάκυνθο. Στην Αιτωλοακαρνανία, την Ηλεία και τη Κέρκυρα οι παρατηρηθείσες σεισμικές εντάσεις κυμάνθηκαν μεταξύ 5 και 6 της τροποποιημένης κλίμακας Mercalli. Ο μεγαλύτερος μετασεισμός έγινε την ίδια μέρα με το κύριο σεισμό και είχε μέγεθος 6,3 της κλίμακας Richter. Ο συγκεκριμένος σεισμός αποτελεί τη δεύτερη φυσική καταστροφή με τους περισσότερους νεκρούς μετά το καύσωνα του 1987, όπου 1000 περίπου άνθρωποι σκοτώθηκαν.

- 1954

Ισχυρός σεισμός μεγέθους 6,9 της κλίμακας Richter έπληξε τη Θεσσαλία στις 30 Απριλίου 1954. Το επίκεντρο του σεισμού είχε συντεταγμένες 39.30 Βόρεια και 22.20 Ανατολικά και έγινε σε βάθος 10 km, ενώ η ώρα που έγινε το φαινόμενο ήταν 13:02:36.0. Χωριά στη Καρδίτσα, τη Φθιώτιδα και τη Λάρισα καταστράφηκαν σχεδόν ολοκληρωτικά. 25 άνθρωποι σκοτώθηκαν και 200 τραυματίστηκαν ([www.em-dat.net](http://www.em-dat.net)). Επιπλέον 28673 κτίρια υπέστησαν σημαντικές ζημιές και 6599 καταστράφηκαν ([www.oasp.gr/quakemap.html](http://www.oasp.gr/quakemap.html)). Η σεισμική ένταση στη Πασχαλίτσα και στους Σοφάδες Καρδίτσας στα Φάρσαλα και στη Βαμβακιού Λάρισας και στην Εκάρα Φθιώτιδος ήταν 9 της τροποποιημένης κλίμακας Mercalli. Ο μεγαλύτερος προσεισμός σημειώθηκε στις

25 Απριλίου και είχε μέγεθος 4,6 της κλίμακας Richter, ενώ ο μεγαλύτερος μετασεισμός σημειώθηκε στις 4 Μαΐου και είχε μέγεθος 5,7. Στο συγκεκριμένο σεισμικό γεγονός παρατηρήθηκαν φαινόμενα ρευστοποίησης, υδρογεωλογικές μεταβολές και διαρρήξεις εδάφους (η μεγαλύτερη από τις οποίες είχε μήκος 5 km και διέκοψε τη γραμμή του τραίνου).

- 1955

Ισχυρός σεισμός μεγέθους 6 της κλίμακας Richter σημειώθηκε στις 16:47:19.0 στις 19 Απριλίου 1955. Το επίκεντρο του σεισμού είχε συντεταγμένες 39.40 Βόρεια και 23.10 Ανατολικά και έγινε σε βάθος 10 km. 1 άνθρωπος σκοτώθηκε και 41 τραυματίστηκαν. Επίσης 10047 κτίρια υπέστησαν βλάβες και 459 καταστράφηκαν. Ο σεισμός προκάλεσε ζημιές σε 61 χωριά του νομού Μαγνησίας και Εύβοιας. Σημαντικές ζημιές υπέστησαν η Πορταριά, τα Λεχώνια, η Αγριά και η Δρακειά στο νομό Μαγνησίας (σεισμικές εντάσεις μεγαλύτερες του 8). Ο μεγαλύτερος προσεισμός συνέβη στις 21 Φεβρουαρίου και είχε μέγεθος 4,9 της κλίμακας Richter ενώ ο μεγαλύτερος μετασεισμός συνέβη στις 21 Απριλίου και είχε μέγεθος 5,8.

- 1957

Στις 8 Μαρτίου το 1957 σεισμός μεγέθους 6,8 της κλίμακας Richter έπληξε το νομό Μαγνησίας. Οι συντεταγμένες του επικέντρου ήταν 39.30 βόρεια και 22.65 ανατολικά, ενώ είχε βάθος 10 km. Σημαντικές ζημιές υπέστησαν τα χωριά Κεραμίδι, Άγιος Ονούφριος, Βελεστίνο, Άγιος Γεώργιος Φερών, Διμηνιό, Περίβλεπτο, Στεφανοβίκειο και Σέσκλο, όπου οι σεισμικές εντάσεις κυμάνθηκαν μεταξύ 8 και 9+ της τροποποιημένης κλίμακας Mercalli.

- 1965

Στις 9 Μαρτίου 1965 σεισμός μεγέθους 5,9 της κλίμακας Richter έπληξε τις Σποράδες. Ο σεισμός είχε βάθος 10 km. Προκάλεσε πολλές καταστροφές στην Αλόνησο και τη Σκόπελο. 2 άνθρωποι σκοτώθηκαν και 2 τραυματίστηκαν ενώ 561 κτίρια στη Αλόνησο και 2386 στη Σκόπελο έπαθαν βλάβες και 1941 καταστράφηκαν. Η Αλόνησος και η Γλώσσα Σκοπέλου υπέστησαν τις σημαντικότερες βλάβες (σεισμικές



εντάσεις μεταξύ 7 και 8). Ο κυριότερος μετασεισμός έγινε 2 λεπτά μετά το κύριο σεισμό και είχε ένταση 5,7 της κλίμακας Richter.

Στις 5 Απριλίου 1965 σεισμός μεγέθους 6,1 της κλίμακας Richter έπληξε τη κεντρική Πελοπόννησο και κυρίως τη περιοχή της Μεγαλόπολης. Οι συντεταγμένες του epicέντρου ήταν 37.75 βόρεια και 22.00 ανατολικά και είχε βάθος 10 km.

Σημαντικές ζημιές σημειώθηκαν στην Αρκαδία, την Ηλεία και τη Μεσσηνία ενώ μικρότερης κλίμακας στη Κορινθία, τη Λακωνία, την Αχαΐα και τη Φωκίδα. 18 άνθρωποι σκοτώθηκαν και 17 τραυματίστηκαν. 24383 κτίρια υπέστησαν ζημιές από τα οποία τα 1486 καταστράφηκαν εντελώς. Οι σεισμικές εντάσεις ήταν υψηλές στα χωριά Καρύταινα, Τριποταμιά, Μεγαλόπολη, Ισάρις, Καρυών, Χωρέμι και Χρανοί στην Αρκαδία ( 8-10), Πύργος, Ανδρίτσεινα ,Πελόπι, Πλάτανος ,Καλλιθέα, Μακρисиά στη Ηλεία (8-9) και Διαβολίτσι ,Ζευγολατιό , Κρεμμύδια και Κοπανάκι στη Μεσσηνία (8). Επιπλέον παρατηρήθηκαν ρωγμές στο έδαφος που είχαν πλάτος 3-5 cm και μήκος 30-500m . Ο μεγαλύτερος μετασεισμός έγινε στις 7 Απριλίου και είχε μέγεθος 4,5 της κλίμακας Richter.

- 1966

Στις 5 Φεβρουαρίου 1966 και ώρα 02:01:44.0 ,σεισμός μεγέθους 5,9 της κλίμακας Richter έπληξε το νομό Ευρυτανίας και κυρίως τη περιοχή της τεχνητής λίμνης Κρεμαστών. Το εστιακό βάθος ήταν 5 km και οι συντεταγμένες του epicέντρου ήταν 39.05 βόρεια και 21.61 ανατολικά. 1 άνθρωπος σκοτώθηκε και 50 τραυματίστηκαν ενώ ο συνολικός αριθμός των πληγέντων ήταν 11.000. 731 κτίρια καταστράφηκαν και 6358 κτίρια υπέστησαν ζημιές ,κυρίως λόγω κατολισθήσεων. Το ύψος της οικονομικής καταστροφής ανέρχεται σε 4.000.000 αμερικανικά δολάρια. Οι μεγαλύτερες σεισμικές εντάσεις σημειώθηκαν στα χωριά Αγία Βλαχερνά, Βραχά , Δάφνη, Δομιοι, Κλειστό και Παλαιοκάτουνα (8). Ο ισχυρότερος προσεισμός έγινε στις 31 Ιανουαρίου και είχε μέγεθος 4,7 , ενώ ο μεγαλύτερος μετασεισμός έγινε την ίδια ημέρα του κυρίου σεισμού και είχε μέγεθος 5,3 της κλίμακας Richter.

- 1968

Στις 19 Φεβρουαρίου 1968 ,ισχυρός σεισμός μεγέθους 6,7 της κλίμακας Richter έπληξε τη νήσο Άγιο Ευστράτιο βορειοδυτικά της Λέσβου. Το εστιακό βάθος ήταν 5 km και έγινε αισθητός σε όλο το Αιγαίο, την Εύβοια ,τη Θράκη ,την ανατολική Μακεδονία, τη Θεσσαλία και την Αττική. Συνολικά 19 άνθρωποι σκοτώθηκαν ,18 τραυματίστηκαν ενώ 3600 έμειναν άστεγοι. Συνολικά 4000 άνθρωποι επλήγησαν ενώ το ύψος της οικονομικής καταστροφής ήταν 600.000 αμερικανικά δολάρια. Οι μεγαλύτερες σεισμικές εντάσεις σημειώθηκαν στον Άγιο Ευστράτιο (9),στη Κύμη Ευβοίας (7) και στα χωριά του νομού Λέσβου Μύρινα, Αγία Σοφία, Κοντοπούλι και Καλλονή (7). Παρατηρήθηκε επίσης κύμα στις νότιες ακτές της Λήμνου, το οποίο στο λιμάνι της Μύρινας είχε ύψος 1,2 μέτρα ([www.oasp.gr/quakemap.html](http://www.oasp.gr/quakemap.html)). Ο μεγαλύτερος προσεισμός σημειώθηκε στις 6 Φεβρουαρίου και είχε μέγεθος 4,0 ενώ ο σημαντικότερος μετασεισμός σημειώθηκε στις 24 Απριλίου και είχε μέγεθος 5,5 της κλίμακας Richter.

- 1978

Στις 20 Ιουνίου 1978, σεισμός μεγέθους 6,1 της κλίμακας Richter έπληξε τη περιοχή της Θεσσαλονίκης. Οι συντεταγμένες του epicέντρου ήταν 40.82 βόρεια και 23.28 ανατολικά ,ενώ το εστιακό βάθος ήταν 4 km. Οι σημαντικότερες ζημιές παρατηρήθηκαν στις περιοχές της Θεσσαλονίκης, των Σερρών, του Κιλκίς, της Χαλκιδικής και στη περιοχή Βόλβης –Λαγκαδά. 45 άνθρωποι σκοτώθηκαν –κυρίως από τη κατάρρευση οκταώροφης πολυκατοικίας στη Θεσσαλονίκη-, 220 τραυματίστηκαν, ενώ συνολικά επλήγησαν 600.000 άνθρωποι. Επιπλέον 9480 κτίρια έπαθαν ανεπανόρθωτες ζημιές. Το ύψος της οικονομικής καταστροφής άγγιξε τα 250.000.000 αμερικανικά δολάρια. Οι μεγαλύτερες σεισμικές εντάσεις σημειώθηκαν στο νομό Θεσσαλονίκης, στη περιοχή Βόλβης-Λαγκαδά ενώ μικρότερες εντάσεις σημειώθηκαν στο Κιλκίς, τις Σέρρες και τη Χαλκιδική. Οι υψηλότερες σεισμικές εντάσεις σημειώθηκαν στα χωριά Προφήτη, Γερακαρού, Στίβος, Σχολάρι στη Θεσσαλονίκη (8+),ενώ στη Χαλκιδική οι εντάσεις δε ξεπέρασαν το βαθμό 6 της τροποποιημένης κλίμακας Mercalli,στο Κιλκίς το 7 και στις Σέρρες και Καβάλα το 6. Ο μεγαλύτερος προσεισμός σημειώθηκε στις 23 Μαΐου και είχε μέγεθος 5,8 της κλίμακας Richter, ενώ ο ισχυρότερος μετασεισμός έγινε στις 4 Ιουλίου και είχε μέγεθος 5,1 .επίσης

παρατηρήθηκαν ρωγμές στο έδαφος , μεγαλύτερη από τις οποίες είχε μήκος 12 km και πλάτος 12cm ([www.oasp.gr/quakemap.html](http://www.oasp.gr/quakemap.html)).

- 1980

Στις 9 Ιουλίου 1980 σεισμός μεγέθους 6,3 της κλίμακας Richter έπληξε το νομό Μαγνησίας. Οι συντεταγμένες του σεισμικού επικέντρου ήταν 39,28 βόρεια και 22,99 ανατολικά ,ενώ το βάθος ήταν 5km. Επλήγησαν κυρίως οι νομοί Μαγνησίας, Λάρισας και Φθιώτιδας. 24 άνθρωποι τραυματίστηκαν ,ενώ πολλές ήταν οι ζημιές στα κτίρια. 10688 κτίρια έπαθαν μικρές ζημιές, 14726 μεγαλύτερης κλίμακας και 5222 κτίρια καταστράφηκαν. Οι υψηλότερες σεισμικές εντάσεις σημειώθηκαν στον Αλμυρό και τη Νέα Αγχίαλο στο νομό Μαγνησίας (8+) ,ενώ στη Φθιώτιδα, τη Λάρισα και τη Καρδίτσα οι σεισμικές εντάσεις δε ξεπέρασαν το βαθμό 7. Επιπλέον οι περισσότερες βλάβες στα κτίρια ήταν στο Βόλο, τη Νέα Αγχίαλο και τον Αλμυρό. Ο μεγαλύτερος προσεισμός έγινε 1.5 λεπτό πριν το κύριο σεισμό και ήταν μεγέθους 5.4 , ενώ ο ισχυρότερος μετασεισμός είχε μέγεθος 6,1.

- 1981

Ισχυρός σεισμός έπληξε στις 24 Φεβρουαρίου 1981 τη περιοχή των Αλκυονίδων νήσων στο Κορινθιακό κόλπο. Το μέγεθος του σεισμού ήταν 6,3 της κλίμακας Richter ,ενώ το εστιακό βάθος του σεισμού ήταν 14km. Οι περιοχές που επλήγησαν ήταν στη Κορινθία, την Αττική, τη Βοιωτία, τη Φωκίδα και την Εύβοια. 20 άνθρωποι σκοτώθηκαν και 500 τραυματίστηκαν ,ενώ συνολικά επλήγησαν 80.000 άνθρωποι. Επίσης 85000 υπέστησαν βλάβες ,ενώ τα 22554 κρίθηκαν μη επισκευάσιμα . Η οικονομική καταστροφή αγγίζει τα 900.000.000 US \$. Το συγκεκριμένο σεισμικό γεγονός αποτελεί τη τρίτη φυσική καταστροφή με τους περισσότερους πληγέντες στην Ελλάδα όλα τα χρόνια καθώς και τη τρίτη φυσική καταστροφή με τη μεγαλύτερη οικονομική ζημιά. Οι υψηλότερες σεισμικές εντάσεις παρατηρήθηκαν στα χωριά Θίσβη, Βάγια, Μαυρομάτι (8+) και Πρόδρομος(9+) στη Βοιωτία, στα χωριά Λουτράκι Περαχώρας, Κιάτο, Βέλο, Μούλκι, Ξυλόκαστρο και Πάσιο (8+) στη Κορινθία, στα προάστια των Αθηνών Μοσχάτο, Μεταμόρφωση, Ερυθραία, και στα Μέγαρα (8+) στην Αττική, ενώ στην Εύβοια και τη Φωκίδα οι σεισμικές εντάσεις δε ξεπέρασαν το βαθμό 6.

μετά το συγκεκριμένο σεισμικό γεγονός παρατηρήθηκαν φαινόμενα ρευστοποίησης, κατολισθήσεις βράχων και ασθενές θαλάσσιο κύμα βαρύτητας ([www.oasp.gr/quakemap.html](http://www.oasp.gr/quakemap.html)). Ακόμα στη περιοχή της Περαχώρας στο νότιο τμήμα του κορινθιακού κόλπου παρατηρήθηκε επιφανειακή εκδήλωση του σεισμογόνου ρήγματος μήκους 15km. Επιπλέον μετά το μετασεισμό της 4<sup>ης</sup> Μαρτίου παρατηρήθηκε στις βόρειες ακτές του κόλπου ,επιφανειακή εκδήλωση του σεισμογόνου ρήγματος μήκους 15km και μέσης πτώσης 60cm.

Σεισμός μεγέθους 5,4 της κλίμακας Richter έπληξε το νομό Πρεβέζης στις 10 Μαρτίου 1981. οι συντεταγμένες του epicέντρου ήταν 39.45 βόρεια και 20.28 ανατολικά ενώ το εστιακό βάθος ήταν 17km. Συνολικά 2 άνθρωποι σκοτώθηκαν και 450 επλήγησαν. Τα χωριά που εκδηλώθηκαν οι μεγαλύτερες σεισμικές εντάσεις ήταν Θεσπρωτικό, Φιλιπιάδα, Κρανέα, Κρυοπηγή, Παπαδάτες και Ρυζοβούνι (7+) στη Πρέβεζα.

Στις 19 Δεκεμβρίου 1981 ,σεισμός μεγέθους 5,4 της κλίμακας Richter έπληξε τη περιοχή του βορειοανατολικού Αιγαίου. Το εστιακό βάθος ήταν 42 km και επλήγησαν περιοχές του νομού Λέσβου καθώς και η Σκύρος. Οι μεγαλύτερες σεισμικές εντάσεις σημειώθηκαν στα χωριά Πάμφυλα και Ίππειο στη Λέσβο (8) .στα 2 αυτά χωριά κατέρρευσαν 7 κτίρια από τα 243 που υπέστησαν βλάβες. Επιπλέον ζημιές παρατηρήθηκαν και στη Σκύρο (σεισμική ένταση βαθμού 7), όπου 2 σπίτια κατέρρευσαν και 2 εκκλησίες ,1 σχολείο και 1 μοναστήρι υπέστησαν βλάβες .

- 1985

Στις 9 Νοεμβρίου 1985 σεισμός μεγέθους 5,1 της κλίμακας Richter, έπληξε το νομό Δράμας. Το εστιακό βάθος ήταν 23 km και έγινε αισθητός έως τη Θεσσαλονίκη, την Αλεξανδρούπολη αλλά και τη γειτονική Βουλγαρία. Η μεγαλύτερη σεισμική ένταση σημειώθηκε στο χωριό Βόλακας (7+) της Δράμας, ενώ κατά μέσο όρο οι σεισμικές εντάσεις στον υπόλοιπο νομό ήταν βαθμού 6. στους όμορους νομούς Σερρών και Ξάνθης οι σεισμικές εντάσεις ήταν κατά μέσο όρο βαθμού 4+.

- 1986

Ισχυρός σεισμός μεγέθους 5,5 της κλίμακας Richter έπληξε στις 13 Σεπτεμβρίου 1986 και ώρα 17:24:33.8 την ευρύτερη περιοχή της Καλαμάτας. Το εστιακό βάθος ήταν 5km και είχε αρκετά καταστροφικά αποτελέσματα. 20 άνθρωποι σκοτώθηκαν, 80 τραυματίστηκαν και 45.000 επλήγησαν συνολικά. Επιπλέον από τα 9124 κτίρια της πόλης της Καλαμάτας, το 20% κρίθηκαν κατεδαφιστέα, 4 πολυκατοικίες κατέρρευσαν, 16% έπαθαν σοβαρές ζημιές και 36% έπαθαν ελαφρές ζημιές. Μόνο το 28% των οικοδομημάτων δεν υπέστησαν κάποια βλάβη. Σημαντικές ζημιές υπέστησαν και αρκετά χωριά. Η οικονομική καταστροφή αγγίζει τα 745.000.000 αμερικανικά δολάρια. Αποτελεί τη τέταρτη πιο καταστροφική φυσική καταστροφή από οικονομική πλευρά αλλά και από αριθμό πληγέντων (45000 πληγέντες). Οι υψηλότερες σεισμικές εντάσεις σημειώθηκαν στο νομό Μεσσηνίας. Στη πόλη της Καλαμάτας, η σεισμική ένταση ήταν ίση με 10, ενώ τα χωριά Βέργα (8), Άρης, Πολιανή, Αρτεμησία και Νεδούσα έπαθαν σοβαρές ζημιές (7+). Υπήρξαν κατολισθήσεις βράχων από τον ορεινό όγκο του Ταυγέτου και διακόπηκε η κυκλοφορία του οδικού άξονα Σπάρτης – Καλαμάτας για 24 ώρες.

- 1990

Σεισμός μεγέθους 5,4 της κλίμακας Richter έπληξε στις 21 Δεκεμβρίου 1990 τη περιοχή της Γουμένισας στη Πέλλα. Το εστιακό βάθος ήταν 5 km και υπήρξαν ζημιές στους νομούς Πέλλας και Κιλκίς. 1 άνθρωπος σκοτώθηκε και 60 τραυματίστηκαν. Οι σεισμικές εντάσεις ήταν υψηλές στα χωριά Αριδαία, Άρσαλος, Βορεινό, Κονσταντία, Μηλέα, Όρμα, Σόσανδρα, Φουστάνι του νομού Πέλλας (7) και στο χωριό Φλαμουριά του νομού Κιλκίς (7).

- 1993

Στις 26 Μαρτίου 1993, σεισμός μεγέθους 5,0 της κλίμακας Richter, έπληξε τη περιοχή Πύργου-Αμαλιάδας στο νομό Ηλείας. Το εστιακό βάθος ήταν 5 km. 16 άνθρωποι τραυματίστηκαν και 1500 επλήγησαν. Οι σεισμικές εντάσεις δε ξεπέρασαν το βαθμό 6 στο νομό Ηλείας.

- 1995

Ισχυρός σεισμός μεγέθους 6,1 της κλίμακας Richter έπληξε στις 13 Μαΐου το νομό Γρεβενών. Οι συντεταγμένες του επικέντρου ήταν 40.18 βόρεια και 21.71 ανατολικά ,ενώ το εστιακό βάθος ήταν 39km. Η ώρα που εκδηλώθηκε ο σεισμός ήταν 08:47:17.0. Οι ζημιές ήταν εκτεταμένες και υπήρξαν πολλές καταρρεύσεις κτιρίων σε χωριά της ευρύτερης περιοχής Κοζάνης-Γρεβενών. 12 άνθρωποι τραυματίστηκαν και 2523 κτίρια στο νομό Γρεβενών και 7693 στο νομό Κοζάνης κατέρρευσαν ή έπαθαν σοβαρές βλάβες. Οι υψηλότερες σεισμικές εντάσεις σημειώθηκαν στα χωριά Βατόλακος, Ποντινιά, Κοκκινιά (8) και Κνήδη (9+) στο νομό Γρεβενών, καθώς και στα χωριά Σιάτιστα, Προάστιο, Αγία Παρασκευή, Αυλές, Κρόκος ,Μεταμόρφωση, Μαυροδένδρι (7) , Καισαρεία και Ταξιάρχης (8) του νομού Κοζάνης. Ο μεγαλύτερος προσεισμός εκδηλώθηκε 4 λεπτά πριν το κύριο σεισμό.

Σεισμός μεγέθους 5,6 της κλίμακας Richter, έπληξε στις 15 Ιουνίου 1995 τη περιοχή του Αιγίου στο νομό Αχαΐας. Το εστιακό βάθος ήταν 26km . Οι ζημιές ήταν εκτεταμένες σε περιοχές των νομών Αχαΐας και Φωκίδας. 26 άνθρωποι σκοτώθηκαν από τη κατάρρευση πολυκατοικίας στο Αίγιο και ενός ξενοδοχείου στα Βαλαμίτικα Αχαΐας, 60 τραυματίστηκαν και 13860 επλήγησαν συνολικά. Η οικονομική καταστροφή ανάχθηκε σε 660.000.000 αμερικανικά δολάρια. Οι μεγαλύτερες σεισμικές εντάσεις παρατηρήθηκαν στα χωριά Ερατεινή και Τολοφών (7) του νομού Φωκίδος και στα χωριά Αίγιο (8), Βαλιμίτικα, Τεμένη και Ελίκη (7) του νομού Αχαΐας. Ζημιές υπήρξαν επίσης στη προβλήτα του λιμανιού του Αιγίου. Στην ευρύτερη περιοχή παρατηρήθηκαν φαινόμενα ρευστοποίησης, διαρρήξεις του εδάφους, μετάθεση της ακτογραμμής και υποθαλάσσιες κατολισθήσεις.

- 1999

Ισχυρός σεισμός μεγέθους 5,9 της κλίμακας Richter έπληξε στις 7 Σεπτεμβρίου 1999 την Αθήνα. Οι περιοχές που επλήγησαν ήταν τα δυτικά, βορειοδυτικά και νοτιοδυτικά προάστια. Το επίκεντρο του σεισμού ήταν 18km βορειοδυτικά της Αθήνας, στον ορεινό όγκο της Πάρνηθας. Τα αποτελέσματα ήταν καταστροφικά για την ευρύτερη πλειόσειστη περιοχή. 143 άνθρωποι σκοτώθηκαν , 400 περίπου τραυματίστηκαν ,ενώ 85 άνθρωποι απεγκλωβίστηκαν ζωντανοί από τα ερείπια κτιρίων.

Κατέρρευσαν περισσότερα από 30 κτίρια ,ανάμεσα τους και βιομηχανικά και βιοτεχνικά κτίρια (Ρικομέξ, Φαράν, Φουρλής) . Επίσης υπήρξαν σοβαρές ζημιές σε νοσοκομεία, σχολεία, σπίτια και βιομηχανικά κτίρια των βορειοδυτικών προαστίων. Καταστροφές υπήρξαν και σε πολιτιστικά μνημεία, όπως η μονή Δαφνίου, το τείχος της Ελευσίνας και το φρούριο της Φυλής. Το ύψος της οικονομικής καταστροφής υπολογίστηκε σε 4.200.000.000 αμερικανικά δολάρια. Το συγκεκριμένο σεισμικό γεγονός αποτελεί τη φυσική καταστροφή με την υψηλότερη οικονομική ζημιά και τη δεύτερη φυσική καταστροφή με τους περισσότερους πληγέντες (περισσότεροι από 115,139 πληγέντες). Οι υψηλότερες σεισμικές εντάσεις σημειώθηκαν στις εξής περιοχές του νομού Αττικής: Θρακομακεδόνες, Άνω Λιόσια, Αχαρνές (9), Φυλή, Καματερό ,Άγιοι Ανάργυροι, Πετρούπολη, Μεταμόρφωση, Νέα Φιλαδέλφεια και Νέα Χαλκηδόνα(8). Προσεισμική δραστηριότητα καταγράφηκε 25 λεπτά περίπου πριν το κύριο σεισμό και ήταν μεγέθους 2,5 ως 3,2 της κλίμακας Richter, ενώ η μετασεισμική ακολουθία συνεχίστηκε για πολλούς μήνες και ήταν αρκετά έντονη. Στην ευρύτερη περιοχή παρατηρήθηκαν κατολισθήσεις βράχων και διαρρήξεις εδάφους.

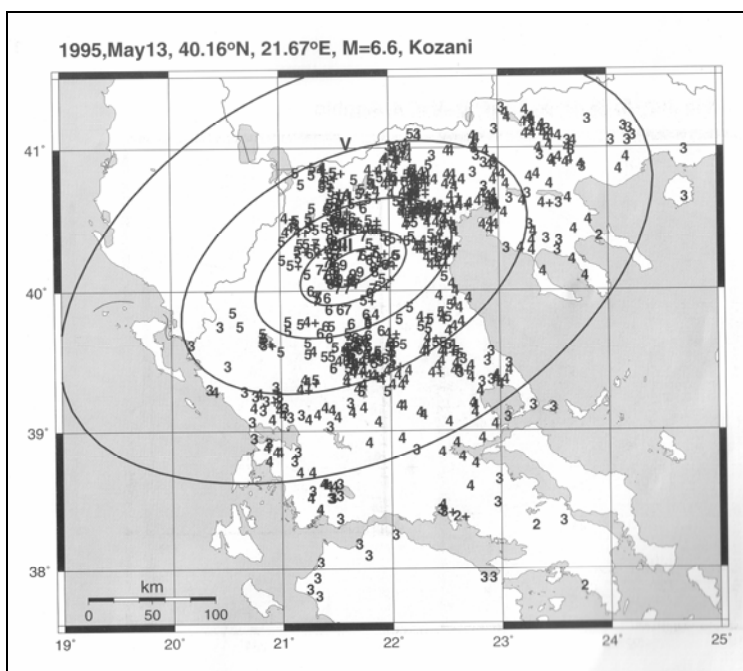
**Μέρος 2<sup>ο</sup>**



## 12. Μεθοδολογία

### 12.1: Ισχύουσα μέθοδος ποσοτικής εκτίμησης των Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων

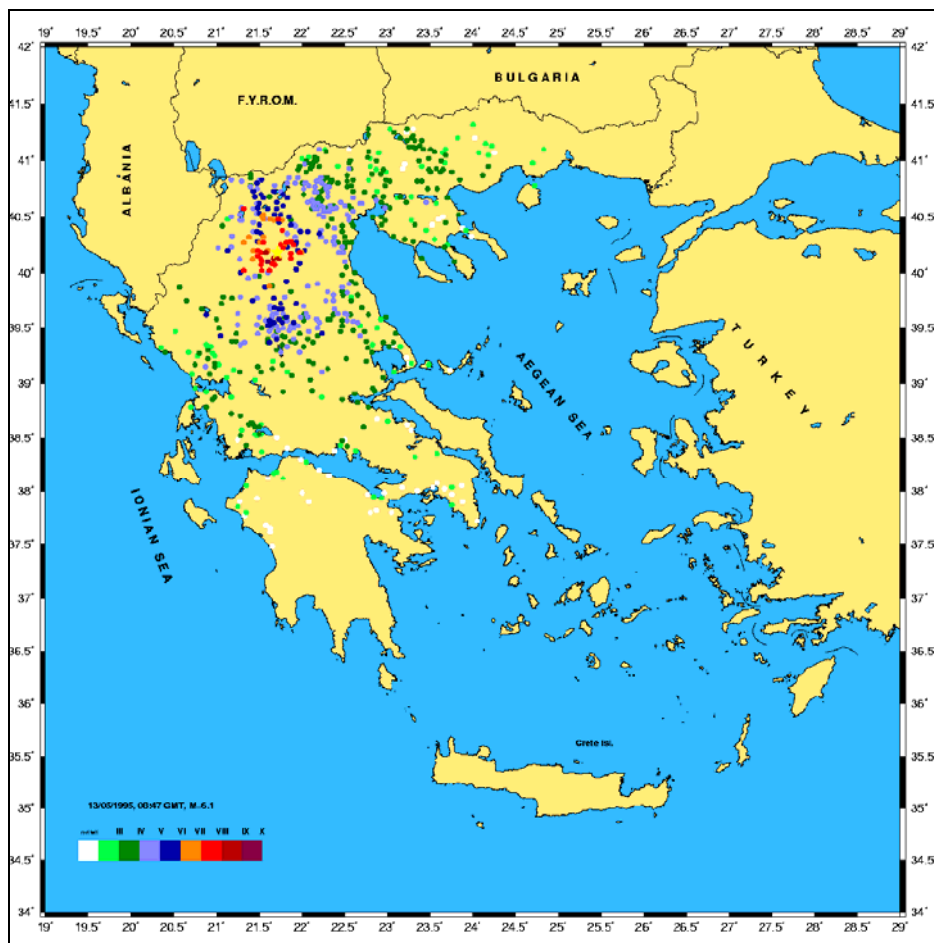
Η ποσοτική εκτίμηση των μακροσεισμικών παρατηρήσεων γίνεται με τη μέθοδο της κατασκευής των ισόσειστων καμπυλών. Όπως έχει προαναφερθεί, η συγκεκριμένη μέθοδος είναι αρκετά παλιά και αποτελεί την επικρατούσα μέθοδο παγκοσμίως στη ποσοτική εκτίμηση των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων. Η συγκεκριμένη μέθοδος βασίζεται στο εξής χαρακτηριστικό: οι περιοχές με την ίδια ένταση περικλείονται στην ίδια καμπύλη. Δηλαδή, έστω για παράδειγμα ότι έχουμε το σεισμό της Κοζάνης, το 1995. Ο συγκεκριμένος σεισμός είχε μέγεθος 6,6 βαθμούς της κλίμακας Richter. Οι εντάσεις κυμάνθηκαν από 3 ως 9 σύμφωνα με τους Papazachos B.C. et al (Papazachos B.C et al, 1997, pg 175) και από 4 ως 9+, σύμφωνα με το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αθηνών. Ο χάρτης των ισόσειστων καμπυλών έχει τη συγκεκριμένη μορφή, όπως αυτή εμφανίζεται στο χάρτη (χάρτης 12.1) που ακολουθεί.



Χάρτης 12.1 : Χάρτης Ισόσειστων καμπυλών για το σεισμό της Κοζάνης (Papazachos B.C et al, 1997)

Στο συγκεκριμένο χάρτη, οι ισόσειστες καμπύλες που έχουν κατασκευασθεί είναι 5. Οι καμπύλες αυτές αντιπροσωπεύουν αντίστοιχα τις περιοχές με εντάσεις από 3 ως 9, όπου, η μεγαλύτερη καμπύλη αντιστοιχεί στη μικρότερη τιμή έντασης (εδώ 3 και 4) και η μικρότερη καμπύλη αντιστοιχεί στη μεγαλύτερη τιμή έντασης (εδώ 8 και 9). Παρατηρώντας καλύτερα το χάρτη που παρατίθεται παραπάνω, διαπιστώνουμε ότι, εντός της καμπύλης με τιμή έντασης 8 υπάρχουν τιμές έντασης από 6 ως 9. Αντίστοιχα, στη καμπύλη με τιμή έντασης 4 υπάρχουν τιμές 3 αλλά και 2+. Επίσης επειδή έχουν σημειωθεί στο χάρτη όλες οι τιμές σεισμικής έντασης όλων των περιοχών που έγινε αισθητός ο σεισμός, το αποτέλεσμα είναι να υπάρχουν πολλά δεδομένα πάνω στο χάρτη και να μην είναι ευδιάκριτα και να δυσκολεύεται ο αναγνώστης στην εξαγωγή συμπερασμάτων και πληροφοριών.

Ένας άλλος τρόπος, ο οποίος προτείνεται από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο είναι αυτός της σημειακής απεικόνισης των τιμών έντασης πάνω στο χάρτη με χρωματική διαφοροποίηση. Για παράδειγμα, ο χάρτης (χάρτης 12.2) του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου, για τον ίδιο σεισμό είναι ο εξής:



Χάρτης 12.2 : Χάρτης Μακροσεισμικών αποτελεσμάτων του σεισμού της Κοζάνης , 1995 (www.gein.noa.gr)

Στη παραπάνω μέθοδο εκτίμησης των μακροσεισμικών παρατηρήσεων η χρωματική διαφοροποίηση κάνει το χάρτη ευανάγνωστο και ευκολότερο στη χρήση.

Το μειονέκτημα των παραπάνω μεθόδων είναι ότι οι τιμές των εντάσεων είναι όλες συγκεντρωμένες πάνω στο χάρτη, δεν έχουν ομαδοποιηθεί σωστά αφού από το 6 π.χ. ως το 9 υπάρχει μεγάλη διαφορά στα αποτελέσματα του σεισμού ενώ οι χάρτες που κατασκευάζονται δεν είναι ευανάγνωστοι. Επίσης το κυριότερο, ίσως, μειονέκτημα των μεθόδων αυτών απεικόνισης είναι ότι δεν είναι κατάλληλοι για χρήση από μηχανικούς. Ένας μηχανικός χρειάζεται να ξέρει ακριβώς την ένταση σε μια περιοχής αλλά και της γειτονικής ευρύτερης περιοχής.

## **12.2: Μεθοδολογία εκτίμησης μακροσεισμικών παρατηρήσεων και κατασκευή χαρτών μακροσεισμικών αποτελεσμάτων μεγάλων σεισμών, με τη χρήση της μεθόδου των G.I.S.**

Στην εργασία αυτή επιχειρείται η απόδοση ενός άλλου τρόπου απεικόνισης των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων, μία άλλη μέθοδος, η οποία βασίζεται σε νέες τεχνικές επεξεργασίας και παρουσίασης των δεδομένων. Η μέθοδος η οποία προτείνεται έχει σκοπό να δώσει μία πιο ακριβή και εύκολη στη χρήση ποσοτική εκτίμηση των μακροσεισμικών παρατηρήσεων. Για τη νέα αυτή μέθοδο, θα χρησιμοποιηθούν τα Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών ή G.I.S. (Geographical Information Systems). Τα πλεονεκτήματα αυτής τη μεθόδου έναντι άλλων που έχουν προταθεί για τη αρχειοθέτηση, ανάλυση και παρουσίαση των γεωγραφικών δεδομένων όπως αναφέρει ο Χαλκιάς (Χ. Χαλκιάς, 2004, σ. 8), είναι ότι δίδεται η δυνατότητα αξιοποίησης δεδομένων από διαφορετικές πηγές, για παράδειγμα από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αθηνών και το Εργαστήριο Γεωφυσικής του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Επίσης παρέχεται η ευκολία αναθεωρήσεων και ενημερώσεων, καθώς και η ευκολία αποθήκευσης και ανάκτησης πληροφοριών. Τέλος, ένα άλλο πλεονέκτημα είναι οι δυνατότητες αυτοματοποιημένης χαρτογραφίας (ευκολία παραγωγής χαρτών κ.α.).

Σε αυτό το σημείο, κρίνεται σκόπιμη μια σύντομη αναφορά στην ιστορία των G.I.S..

Οι ρίζες των G.I.S. ως επιστημονικού κλάδου, όπως τονίζει ο Χαλκιάς (Χ. Χαλκιάς, 2004, σ. 11) βρίσκονται στη Θεματική Χαρτογραφία, η οποία ως στόχο έχει τη μετάδοση θεματικών εννοιών γεωγραφικού κυρίως ενδιαφέροντος. Τη δεκαετία 1960 αναπτύσσεται από το πανεπιστήμιο του Χάρβαρντ ένα ενιαίο σύστημα G.I.S.. Η ραγδαία ανάπτυξη, ωστόσο, συνέβη τη δεκαετία του 1990, με την ανάπτυξη των διεπαφών λογισμικού και τη βελτίωση των παρεχόμενων λειτουργιών και δυνατοτήτων (Χ. Χαλκιάς, 2004, σ. 11).

Οι ορισμοί για τα G.I.S. ποικίλουν, ωστόσο ο πιο διαδεδομένος ορισμός σύμφωνα με το διεθνές γλωσσάρι όρων G.I.S. όπως αναφέρει ο κ. Χαλκιάς είναι:

*<<Ένα G.I.S. είναι ένα υπολογιστικό σύστημα για τη συλλογή, διαχείριση, ολοκλήρωση, εκμετάλλευση, ανάλυση και εμφάνιση δεδομένων τα οποία αναφέρονται σε ένα τμήμα της γήινης επιφάνειας >> (2004:4)*

Για την εκτίμηση των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων μεγάλων σεισμών τη περίοδο 1953- 2004, κρίθηκε αναγκαία η οργάνωση και σχεδίαση ενός G.I.S. με όλα τα δεδομένα που κρίθηκαν απαραίτητα για τη κατασκευή των χαρτών μακροσεισμικών παρατηρήσεων.

Στη συνέχεια περιγράφεται η διαδικασία που ακολουθήθηκε, προκειμένου να γίνει η ποσοτική εκτίμηση των παρατηρήσεων.

### **12.2.1: Δεδομένα**

Στα πλαίσια της παρούσας εργασίας έγινε συνεργασία με το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών. Σκοπός της εργασίας ήταν η Κατασκευή Χαρτών Μακροσεισμικών Αποτελεσμάτων Μεγάλων Σεισμών, με Τεχνικές Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών. Έναυσμα για το αντικείμενο αυτό ήταν η έλλειψη ανάλογων προσπαθειών διαχείρισης τόσο μεγάλου όγκου δεδομένων για τη συγκεκριμένη χρονική περίοδο 1953-2004. Κατασκευάστηκαν οι εξής χάρτες: Χάρτης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων για όλη την Ελλάδα, τη χρονική περίοδο 1953-2004, με διάσταση ψηφίδας 1 μοίρα -οι εντάσεις οι οποίες απεικονίζονται είναι οι μέσες εντάσεις των περιοχών-, Χάρτης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων για όλη την Ελλάδα, τη χρονική περίοδο 1953-2004, με διάσταση ψηφίδας μία μοίρα - οι εντάσεις οι οποίες απεικονίζονται είναι οι μέγιστες εντάσεις των περιοχών, Χάρτης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων για τη Κρήτη τη χρονική περίοδο 1953- 2004 , με διάσταση ψηφίδας 0,2 μοίρες- οι εντάσεις οι οποίες απεικονίζονται είναι οι μέσες εντάσεις των περιοχών, Χάρτης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων για τη Κρήτη τη χρονική περίοδο 1953- 2004 , με διάσταση ψηφίδας 0,2 μοίρες- οι εντάσεις οι οποίες απεικονίζονται είναι οι μέγιστες εντάσεις των περιοχών, Χάρτης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων για τη Κρήτη τη χρονική περίοδο 1953- 2004 , με διάσταση ψηφίδας 0,1 μοίρα- οι εντάσεις οι οποίες απεικονίζονται είναι οι μέσες εντάσεις των περιοχών, Χάρτης Μακροσεισμικών

Παρατηρήσεων για τη Κρήτη τη χρονική περίοδο 1953- 2004 , με διάσταση ψηφίδας 0,1 μοίρα- οι εντάσεις οι οποίες απεικονίζονται είναι οι μέγιστες εντάσεις των περιοχών, Χάρτης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων για τη Κεφαλονιά τη χρονική περίοδο 1953-2004, με μέγεθος ψηφίδας 0,2 μοίρες- οι εντάσεις που απεικονίζονται είναι οι μέσες εντάσεις των περιοχών, Χάρτης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων για τη Κεφαλονιά τη χρονική περίοδο 1953-2004, με μέγεθος ψηφίδας 0,2 μοίρες- οι εντάσεις που απεικονίζονται είναι οι μέγιστες εντάσεις των περιοχών, Χάρτης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων για τη Κεφαλονιά τη χρονική περίοδο 1953-2004, με μέγεθος ψηφίδας 0,1 μοίρα- οι εντάσεις που απεικονίζονται είναι οι μέσες εντάσεις των περιοχών και Χάρτης Μακροσεισμικών Παρατηρήσεων για τη Κεφαλονιά τη χρονική περίοδο 1953-2004, με μέγεθος ψηφίδας 0,1 μοίρα- οι εντάσεις που απεικονίζονται είναι οι μέγιστες εντάσεις των περιοχών. Συνολικά κατασκευάστηκαν δέκα χάρτες οι οποίοι περιλαμβάνουν περισσότερα από 29000 δεδομένα (29240). Οι χάρτες αυτοί παρατίθενται στο τέλος της παρούσας μελέτης (παράρτημα 2).

Για τη παρούσα μελέτη, χρησιμοποιήθηκαν δεδομένα από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αθηνών. Το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο έχει συγκεντρωμένα όλα τα δεδομένα όλων των σεισμών από την ίδρυσή του το 1893 ως σήμερα. Αν και από εκείνο το χρόνο αρχίζει η συστηματική και λεπτομερής καταγραφή των δεδομένων, το Γεωδυναμικό έχει σε ηλεκτρονική μορφή μόνο τα δεδομένα από το 1953 και μετά.

Από το Αστεροσκοπείο μας δόθηκαν σε ηλεκτρονική μορφή όλα τα δεδομένα από το 1953 ως το 2004. Τα δεδομένα είχαν της εξής μορφή:

6	39.93 25.33	KONTOPOULI	LESVOS	1953 MAR 18 19:06:13.0 40.00N 27.30E	10Km	7.0Ms
7	39.17 25.93	ERESOS	LESVOS	1953 MAR 18 19:06:13.0 40.00N 27.30E	10Km	7.0Ms
5	39.37 26.17	MITHYMNA	LESVOS	1953 MAR 18 19:06:13.0 40.00N 27.30E	10Km	7.0Ms
7	39.25 26.27	AGIA PARASKEVI	LESVOS	1953 MAR 18 19:06:13.0 40.00N 27.30E	10Km	7.0Ms

(απόσπασμα από τη βάση δεδομένων)

Ο πρώτος αριθμός είναι η σεισμική ένταση. Μετά είναι οι συντεταγμένες του δήμου που στέλνει τα δεδομένα στο Αστεροσκοπείο, ακολουθεί το όνομα του δήμου και ο νομός που ανήκει. Στη συνέχεια, αναφέρονται τα στοιχεία του σεισμού. Κατά σειρά

αναφέρονται: το έτος που έγινε ο σεισμός, ο μήνας, η ημερομηνία, η ώρα, οι συντεταγμένες, το εστιακό βάθος και το μέγεθος.

Τα δεδομένα αυτά ήταν σε μορφή \*.txt. Για την επεξεργασία τους χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα Ultra- editor 32 της IDM Computer Solutions, INC. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα είναι ένα text director, ένας δηλαδή κειμενογράφος. Το πρόγραμμα αυτό προτιμήθηκε από άλλα του είδους του, λόγω της ευκολίας στη χρήση και τις πολλαπλές δυνατότητες που παρέχει στο χρήστη. Πέρα από τα συνολικά δεδομένα τα οποία μας δόθηκαν από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο και τα οποία ήταν όλοι οι καταγεγραμμένοι σεισμοί από το 1953 ως το 2004, μας δόθηκαν και επεξεργασμένα δεδομένα για την κατασκευή των χαρτών. Συγκεκριμένα, στη παρούσα μελέτη, κατασκευάζονται χάρτες μακροσεισμικών παρατηρήσεων για την Ελλάδα, τη Κρήτη και τη Κεφαλονιά, με ψηφιακή ψηφιδωτή μορφή. Για τη κατασκευή των χαρτών η κάθε ψηφίδα έχει μία συγκεκριμένη διάσταση. Η διάσταση διαφέρει από χάρτη σε χάρτη και από περιοχή σε περιοχή ανάλογα της λεπτομέρειας που επιθυμείται σε κάθε περίπτωση. Η διάσταση της ψηφίδας αποφασίστηκε να είναι 1 μοίρα και μισή μοίρα για την Ελλάδα και 0.1 και 0.2 μοίρες για τη Κρήτη και τη Κεφαλονιά. Λόγω της δυσκολίας που αντιμετωπίστηκε στο να κατασκευαστεί του μια νέα βάση δεδομένων από τα συνολικά δεδομένα του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου, έγινε μία επεξεργασία αυτών ανάλογα με τη περιοχή για την οποία θα κατασκευαστεί ο χάρτης και ανάλογα της διάστασης της ψηφίδας που χρησιμοποιήθηκε. Τα αρχικά δεδομένα μέσω της γλώσσας προγραμματισμού, Fortran, τροποποιήθηκαν και η νέα τους μορφή είναι η ίδια μεν με τη παλιά αλλά με τη διαφορά ότι τα δεδομένα έχουν ομαδοποιηθεί ανάλογα με τη διάσταση της ψηφίδας.

8.5 38.18 20.38 CHAVRIATA	KEPHALLONIA	1953 AUG 12 09 23 52.0 38.30 20.80	10	7.2	39.1
7.0 38.18 20.38 CHAVRIATA	KEPHALLONIA	1972 SEP 17 14 07 13.1 38.12 20.25	5	5.9	13.2
5.5 38.18 20.38 CHAVRIATA	KEPHALLONIA	1983 JAN 17 12 41 30.9 37.97 20.25	9	6.2	25.9
6.0 38.18 20.38 CHAVRIATA	KEPHALLONIA	1983 MAR 23 23 51 7.6 38.19 20.40	10	5.7	2.2
4.0 38.18 20.38 CHAVRIATA	KEPHALLONIA	1988 MAY 18 05 17 42.7 38.35 20.47	5	5.3	20.4
4.0 38.18 20.38 CHAVRIATA	KEPHALLONIA	1988 OCT 16 12 34 5.4 37.90 20.96	4	5.5	59.6
5.0 38.18 20.38 CHAVRIATA	KEPHALLONIA	1992 JAN 23 04 24 16.7 38.28 20.41	5	5.0	11.4

38.10 20.30 7

( απόσπασμα από τη βάση δεδομένων)

Στο παραπάνω απόσπασμα από τη βάση δεδομένων, οι συντεταγμένες της ψηφίδας είναι 38.10N 20.30E οι οποίες αποτελούν τη κεντρική τιμή της ψηφίδας. Στη ψηφίδα με αυτές τις συντεταγμένες υπάρχει ένα χωριό με συγκεκριμένες συντεταγμένες οι οποίες είναι εντός των διαστάσεων της ψηφίδας. Δίπλα στις συντεταγμένες της ψηφίδας αναγράφεται ο αριθμός των δεδομένων. Εδώ υπάρχουν 7 δεδομένα. Η μορφή παρουσίασης των δεδομένων δεν έχει αλλάξει, απλά τα δεδομένα έχουν ομαδοποιηθεί.

Πριν συνεχιστεί η παρουσίαση της μεθοδολογίας, είναι απαραίτητο να γίνει αναφορά στο μέγεθος της ψηφίδας. Στο ψηφιδωτό μοντέλο χωρικών δεδομένων, η κάθε ψηφίδα αναπαριστά τα γενικά χαρακτηριστικά, δηλαδή τις τιμές σεισμικής έντασης της περιοχής του πραγματικού κόσμου την οποία απεικονίζει. Επομένως, το μέγεθος της ψηφίδας είναι σε άμεση σχέση με την ανάλυση αναπαράστασης των δεδομένων (Χ. Χαλκιάς, 2004, σ. 32). Για την αναπαράσταση των εντάσεων στην Ελλάδα, η κάθε ψηφίδα αποφασίστηκε να έχει μέγεθος 1 μοίρα. Η διάσταση αυτή θεωρήθηκε η κατάλληλη για την απεικόνιση των εντάσεων στον ελληνικό χώρο, αφού κάθε ψηφίδα περιλαμβάνει σχεδόν έναν νομό. Έτσι δίνεται η δυνατότητα να μελετηθούν οι νομοί χωριστά και σε σύγκριση με το σύνολο τη χώρας ή της περιφέρειας στην οποία ανήκουν. Η χρήση ψηφίδας με μεγαλύτερη διάσταση αποκλείστηκε αφού θα χανόντουσαν σημαντικές πληροφορίες. Ολόκληρες περιοχές θα ομαδοποιούνταν ,χάνοντας τα ξεχωριστά στοιχεία τους. Επιπλέον, η χρήση ψηφίδας μικρότερης διάστασης αποκλείστηκε, αφού θεωρήθηκε ότι για τη συγκεκριμένη εργασία θα υπήρχαν πλεονάζουσες πληροφορίες. Για τη Κρήτη, επιλέχθηκαν δύο διαστάσεις ψηφίδας , 0,1 και



η 0,2 μοίρες. Η Κρήτη έχει συντεταγμένες 34-36 N και 23-27 E. Η χρήση ψηφίδας μεγαλύτερου μεγέθους θα οδηγούσε στον αποκλεισμό χρήσιμων πληροφοριών για μια από τις πιο σεισμογενείς περιοχές της χώρας. Η χρήση των 2 διαφορετικών διαστάσεων έγινε, προκειμένου να υπάρξει σύγκριση των αποτελεσμάτων των χαρτών που θα κατασκευαστούν με τις 2 διαφορετικές διαστάσεις ψηφίδας. Δίνεται η δυνατότητα σύγκρισης και εξαγωγής χρήσιμων συμπερασμάτων για τη περιοχή αλλά και τη μέθοδο. Όπως και για τη Κρήτη, έτσι και για τη Κεφαλονιά, τη πιο ενεργή σεισμικά περιοχή της Ελλάδας, επιλέχθηκαν 2 διαστάσεις ψηφίδας, 0,1 και 0,2 μοίρες. Με τις δυο διαφορετικές διαστάσεις δίνεται διαφορετικός βαθμός λεπτομέρειας στην εξεταζόμενη περιοχή. Ο χρήστης ανάλογα με το τι επιθυμεί μπορεί αν υιοθετήσει μια από τις 2 διαστάσεις. Όπως και στη Κρήτη, η χρήση διαφορετικής διάστασης ψηφίδας επιτρέπει τη σύγκριση των αποτελεσμάτων και της μεθόδου.

Από τη βάση δεδομένων αυτή, έπρεπε να δημιουργηθεί μία νέα βάση, η οποία θα περιλαμβάνει τις συντεταγμένες της ψηφίδας και τη μέγιστη τιμή των εντάσεων που έχουν παρατηρηθεί σε όλες τις περιοχές με συντεταγμένες εντός των ορίων της ψηφίδας για τη κατασκευή του χάρτη μέγιστων σεισμικών εντάσεων και τη μέση τιμή των εντάσεων, για τη κατασκευή του χάρτη μέσων σεισμικών εντάσεων.

Για τη βάση δεδομένων η εργασία έγινε ως ακολούθως: προστέθηκαν όλες οι εντάσεις οι οποίες σημειώνονται στις περιοχές εντός των συντεταγμένων της κάθε ψηφίδας, και διαιρέθηκαν με το σύνολο των δεδομένων που υπάρχουν στη κάθε ψηφίδα. Έτσι εξήχθη η μέση τιμή. Αντίθετα, για τη μέγιστη τιμή, παρατηρήθηκε ποια είναι η απολύτως μέγιστη τιμή των εντάσεων των δεδομένων κάθε ψηφίδας και σημειώθηκε η μέγιστη. Για τη πρόσθεση και διαίρεση των τιμών σεισμικής έντασης έγινε εισαγωγή και επεξεργασία των τιμών με αριθμομηχανή. Αφού εξήχθη η μέση τιμή και η μέγιστη τιμή, φτιάξαμε τις αντίστοιχες βάσεις δεδομένων όπου τα δεδομένα είναι οι συντεταγμένες της ψηφίδας και η τιμή της έντασης. Γι κάθε περιοχή κατασκευάστηκαν βάσεις δεδομένων ανάλογα της διάστασης της ψηφίδας και της έντασης- μέση και μέγιστη.

Παρακάτω παρατίθεται ένα απόσπασμα από τη βάση δεδομένων για τη Κεφαλονιά ανά 0.2 μοίρες.

		μέση τιμή		μέγιστη τιμή
38,4	20		-1	-1
38,4	20,2		-1	-1
38,4	20,4		5,5	8
38,4	20,6		4,8	7,5
38,4	20,8		-1	-1
38,4	21		-1	-1

Οι βάσεις δεδομένων εισήχθησαν στο πρόγραμμα Microsoft Office, 2003 της Microsoft Corporation και συγκεκριμένα στο υποπρόγραμμα Microsoft Excel. Στη πρώτη στήλη αναφέρονται οι συντεταγμένες του άξονα y (γεωγραφικό πλάτος) και στη δεύτερη στήλη οι συντεταγμένες του άξονα x (γεωγραφικό μήκος). Οι συντεταγμένες αυτές αντιστοιχούν σε διαφορετικές ψηφίδες. Μετά αναγράφεται η μέση τιμή έντασης και στη τελευταία στήλη η μέγιστη τιμή έντασης. Στο παραπάνω απόσπασμα από τη βάση δεδομένων παρατηρείται ότι σε κάποιες συντεταγμένες οι τιμές έντασης είναι αρνητικές. Αυτό σημαίνει ότι σε εκείνες τις ψηφίδες δεν υπάρχουν δεδομένα (θα δοθεί περαιτέρω εξήγηση στη συνέχεια). Τα δεδομένα είναι σε μορφή φύλλου εργασίας του Microsoft Excel.

Καταυτόν τον τρόπο δημιουργήθηκαν οι βάσεις δεδομένων για όλες τις σεισμικές εντάσεις.

### 12.2.2: Ορισμοί

Πριν συνεχιστεί η περιγραφή της κατασκευής των χαρτών, κρίνεται σκόπιμη η αναφορά σε κάποιους χρήσιμους ορισμούς για κάποιες έννοιες που χρησιμοποιήθηκαν παραπάνω και θα αναφερθούν παρακάτω.

Τα δεδομένα διακρίνονται σε *χωρικά* και *περιγραφικά*. Στα χωρικά δεδομένα η βασική πληροφορία είναι η θέση των δεδομένων στο χώρο με βάση κάποιο σύστημα αναφοράς. Αντίθετα, τα περιγραφικά δεδομένα αναφέρονται στις ιδιότητες κάποιων χωρικών θέσεων. Το αν η τιμή της έντασης είναι μέση ή μέγιστη αποτελεί περιγραφικό δεδομένο ενώ οι περιοχές στις οποίες αντιστοιχούν είναι χωρικά δεδομένα. Τα περιγραφικά δεδομένα είναι *ποιοτικά* ή *ποσοτικά*. Αντίθετα, τα χωρικά δεδομένα είναι

*σημεία, γραμμές ή πολύγωνα* (πολλές φορές προτείνεται και μία τέταρτη μορφή χωρικών δεδομένων αυτή των *επιφανειών*). Τα γεωγραφικά δεδομένα αντιστοιχούν σε *φυσικά αντικείμενα, γεωγραφικά φαινόμενα ή διοικητικές μονάδες* (Χ. Χαλκιάς, 2004, σ.21). Στη παρούσα μελέτη αντιστοιχούν σε γεωγραφικά φαινόμενα. Τα γεωγραφικά δεδομένα, σύμφωνα με το Μανιάτη (Γ. Μανιάτης, 1996, σ. 69) δομούνται σε μορφή *Διανυσμάτων* (Vector format) ή σε μορφή *Ψηφίδων* (Grid- Raster format). Στη παρούσα μελέτη τα δεδομένα είναι σε ψηφιδωτή μορφή. Η δημιουργία ενός ψηφιδωτού μοντέλου περιλαμβάνει τη διαίρεση της περιοχής ενδιαφέροντος σε μια σειρά χωρικών ενοτήτων. Η χωρική ενότητα έχει ένα σύνολο από ιδιότητες του αντικειμένου που περιγράφει (εδώ μέση ή μέγιστη τιμή). Τα δεδομένα αυτής της μορφής, ικανοποιούν δύο βασικά κριτήρια, όπως σημειώνει ο Μανιάτης:

*<<δυνατότητα απεριόριστης επέκτασης στο χώρο και δυνατότητα συνεχούς και επαναλαμβανόμενης υποδιαίρεσης σε μικρότερες, ίδιου σχήματος, ενότητες>>*  
(1996:79)

Τα μοντέλα είναι *κανονικής ή μη μορφής*. Εδώ είναι κανονικής μορφής αφού χρησιμοποιείται το τετράγωνο. Το συγκεκριμένο μοντέλο έχει τη δυνατότητα να υποδιαιρείται σε απεριόριστο αριθμό υπό-περιοχών με το ίδιο σχήμα, ιδιότητες και λειτουργία. Σε αυτή τη δομή, ο χώρος διαιρείται σε διατεταγμένα δομικά στοιχεία τα οποία κατασκευάζουν πλέγματα. Τα δομικά αυτά στοιχεία καλούνται *ψηφίδες ή κελιά* (Χ. Χαλκιάς, 2004, σ. 41). Η θέση ενός κελιού καθορίζεται από τη *στήλη και τη γραμμή* (συντεταγμένες  $x$ ,  $y$  πλάτος και  $x$ ,  $y$  μήκος στη παρούσα μελέτη). Η έκταση του κάθε κελιού καθορίζει τη χωρική ανάλυση των δεδομένων. Στη συγκεκριμένη μελέτη χρησιμοποιείται η μέθοδος του *Σταθερού Μεγέθους Κελιού* (Κ. Κουτσόπουλος, 2005, σ.85).

### **12.2.3: Αυτοματισμός- κατασκευή χαρτών**

Όπως έχει προαναφερθεί, η ποσοτική εκτίμηση των μακροσεισμικών παρατηρήσεων στη συγκεκριμένη μέθοδο γίνεται όχι με το παραδοσιακό τρόπο αλλά με μία νέα μέθοδο, η οποία πρώτη φορά εφαρμόζονται σε αυτή τη μελέτη πανελλαδικά.

Στη συγκεκριμένη μελέτη ως υπόβαθρο, χρησιμοποιήθηκε ένας χάρτης ο οποίος ήταν ήδη αγκιστρωμένος και ψηφιοποιημένος, ο οποίος είχε χρησιμοποιηθεί σε εργαστήριο του μαθήματος των Συστημάτων Γεωγραφικών πληροφοριών του τρίτου εξαμήνου των προπτυχιακών σπουδών για την εξοικείωση με το λογισμικό Gis ArcView 8. Ο συγκεκριμένος χάρτης είχε αποθηκευτεί σε προσωπικά αρχεία και κρίθηκε ως ο πιο κατάλληλος για να αποτελέσει το υπόβαθρο των τελικών χαρτών της εργασίας αυτής. Η κατασκευή των χαρτών έγινε με τη βοήθεια του λογισμικού ArcGis 9.1 της ESRI και συγκεκριμένα χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα ArcMap.

Τα βήματα τα οποία ακολουθήθηκαν περιγράφονται παρακάτω.

1) αρχικά έγινε εισαγωγή του χάρτη της Ελλάδας. Όταν ανοίγει το πρόγραμμα ArcMap, εμφανίζεται ένα παράθυρο στο οποίο επιλέγουμε open a new map (το παράθυρο εμφανίζει κάποιες επιλογές, αν θέλουμε να ανοίξουμε ένα νέο χάρτη, αν θέλουμε να ανοίξουμε ένα υπάρχον χάρτη ).

2) Πατάμε add και επιλέγουμε το αρχείο ex\_1 στο οποίο είναι αποθηκευμένος ο χάρτης.

3) Όταν ανοίξει ένα νέο παράθυρο επιλέγουμε το nomoi.shp και κάνουμε add.

Με αυτό το τρόπο εμφανίζεται στην οθόνη του υπολογιστή, ο χάρτης της Ελλάδας, ο οποίος έχει όλους τους νομούς ως θεματικό επίπεδο. Το επίπεδο αυτό είναι μορφής shape files. Έχει μορφή πολύγωνου, που σημαίνει ότι έχει συντεταγμένες με σημεία αρχής και τέλους, καθώς επίσης έχει και περίμετρο και έκταση (Γ. Μανιάτης, σελίδα 84). Για δική μας διευκόλυνση πατάμε με δεξί κλικ πάνω στο όνομα του θεματικού επιπέδου nomoi, και επιλέγουμε properties και μετά symbology. Εμφανίζεται το παράθυρο Symbol Selector. Εκεί επιλέγουμε το χρώμα Hollow, δηλαδή να μην έχει χρώμα. Πριν προχωρήσουμε παρακάτω, πρέπει να προσθέσουμε, ότι το αρχείο από το οποίο προστέθηκε ο χάρτης, περιλαμβάνει και άλλα θεματικά επίπεδα, τα οποία δε μας χρειάζονται στη παρούσα μελέτη και για αυτό δεν προστέθηκαν αυτά είναι : kyrgio\_odiko.shp, odiko.shp (γραμμές) και poleis.shp (σημεία).

Αυτό που πρέπει να αναφέρουμε είναι ότι ο συγκεκριμένος χάρτης έχει αγκιστρωθεί σύμφωνα με το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς, Ε.Γ.Σ.Α 87.

Αφού εισαχθεί ο χάρτης αρχίζει η διαδικασία δημιουργίας των χαρτών. Κατασκευάζονται 4 χάρτες για τη Κρήτη και 4 για τη Κεφαλονιά (0.1 μοίρα και 0.2 μοίρες, για μέγιστη και μέση ένταση). Επιπλέον, κατασκευάζονται 2 χάρτες για την Ελλάδα (1 μοίρα, μέγιστες και μέσες εντάσεις).

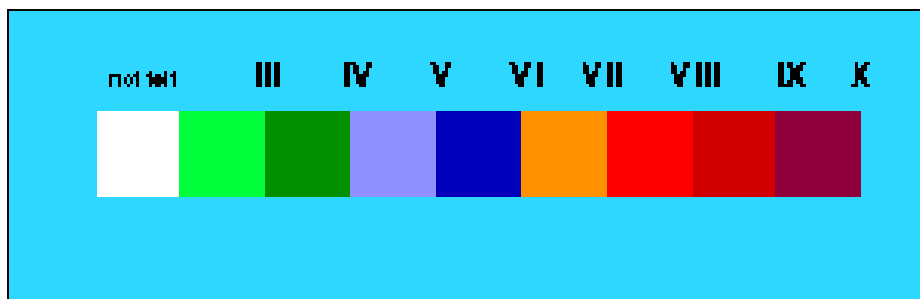
Η διαδικασία έχει ως εξής:

- 1) με δεξί κλικ πατάμε ArcToolbox και έπειτα Conversion tools.
- 2) Επιλέγουμε το Raster και Ascii to Raster.
- 3) Εμφανίζεται ένα παράθυρο. Σε αυτό γράφουμε στο input ascii raster file, το όνομα του προγράμματος που θα χρησιμοποιηθεί για τη κατασκευή των ψηφίδων. Στο output ascii raster γράφουμε το όνομα του αρχείου που θα δημιουργηθεί. Εν συνεχεία, επιλέγουμε στο output datatype, float και πατάμε ok. Έτσι θα δημιουργηθεί ένα νέο θεματικό επίπεδο, αυτό των ψηφίδων, το οποίο θα τοποθετηθεί πάνω στο χάρτη της Ελλάδας

Αφού δημιουργηθεί ο χάρτης, θα πρέπει να τελειοποιηθεί. Αυτό γίνεται ως εξής:

- 1) πατάμε με δεξί κλικ πάνω στο επίπεδο raster που έχει δημιουργηθεί και επιλέγουμε Properties.
- 2) Επιλέγουμε Table of Contents → properties → symbology → classified.
- 3) Επιλέγουμε classes και βάζουμε τον επιθυμητό αριθμό κλάσεων.
- 4) Επιλέγουμε Classify και standard classification.
- 5) Στο no data\_value επιλέγουμε το χρώμα που επιθυμούμε να εμφανίζονται οι ψηφίδες που είναι χωρίς δεδομένα. Επίσης επιλέγουμε τη κάθε κλάση χωριστά και τη διαμορφώνουμε σύμφωνα με τη κλίμακα Mercalli- Sieberg και τη χρωματική παλέτα που χρησιμοποιεί το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο για τη κατασκευή των χαρτών μακροσεισμικών παρατηρήσεων.

Όταν αναφερόμαστε στη διαμόρφωση σύμφωνα με τη κλίμακα Mercalli- Sieberg, εννοούμε ότι θα πρέπει οι τιμές να είναι με λατινικούς αριθμούς σε αντιστοιχία με τη μακροσεισμική κλίμακα. Επίσης τα χρώματα που χρησιμοποιούνται στη κάθε κλάση πρέπει να είναι ίδια με αυτά που χρησιμοποιούνται παγκοσμίως. Η χρωματική παλέτα που χρησιμοποιείται είναι η ακόλουθη:



Εικόνα 12.1:Χρωματική παλέτα τιμών σεισμικής έντασης (www.gein.noa.gr)

Με λατινικούς αριθμούς είναι οι τιμές της σεισμικής έντασης και με τα χρώματα είναι η απεικόνιση της έντασης στο χάρτη.

Έπειτα επιλέγουμε layout view και ενσωματώνουμε τα χαρτογραφικά αντικείμενα. Χαρτογραφικά αντικείμενα είναι ο τίτλος, το υπόμνημα, τα τυχόν ένθετα, ο προσανατολισμός και η κλίμακα.

Έτσι ακολουθούμε τα εξής βήματα: insert title (εισάγουμε το τίτλο του χάρτη), insert north arrow (εισαγωγή συμβόλου προσανατολισμού), insert scale (εισαγωγή κλίμακας – absolute scale) & insert legend (εισαγωγή υπομνήματος).

Στη συνέχεια επιλέγουμε file και export map για την εξαγωγή του χάρτη και την αποθήκευση του σε μορφή \*. Jpg.

Με αυτό το τρόπο έχει ολοκληρωθεί η διαδικασία κατασκευής των χαρτών.

Πριν ωστόσο ολοκληρώσουμε το κεφάλαιο αυτό, αξίζει να αναφερθούμε στο πρόγραμμα το οποίο εισάγουμε ως ascii raster file για τη δημιουργία των ψηφίδων.

Το πρόγραμμα που εισάγεται είναι μορφής text document. Αρχικά εισάγουμε τον αριθμό των στηλών και των γραμμών. Έπειτα εισάγουμε τις συντεταγμένες του κατώτατου κελιού, xllcorner και yllcorner. Εν συνεχεία, εισάγουμε το μέγεθος του κελιού και τέλος συμπληρώνουμε τη τιμή που θα έχουν τα κελιά που δεν έχουν δεδομένα. Αφού κάνουμε τη παραπάνω διαδικασία, εισάγουμε όλες τις τιμές σεισμική έντασης (ανάλογα με το χάρτη που θα φτιάξουμε εισάγουμε τις μέσες ή τις μέγιστες τιμές) από τη βάση δεδομένων που έχουμε δημιουργήσει. Χρειάζεται ιδιαίτερη

προσοχή, όταν το μέγεθος της ψηφίδας είναι δεκαδικός αριθμός. Πρέπει να χρησιμοποιηθεί κόμμα - , - και όχι τελεία -.- .

Ακολουθεί το πρόγραμμα που χρησιμοποιήθηκε για τη κατασκευή του χάρτη της Κεφαλονιάς με μέγεθος κελιού 0.2 και απεικόνιση μέγιστων μακροσεισμικών εντάσεων.

```

ncols 6
nrows 6
xllcorner 20
yllcorner 38
cellsize 0, 2
nodata_value -1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
-1
8
7,5
-1
-1
-1
-1
10
10
9
-1
-1
-1
9
10
8,5
-1
-1

```



## 13. Σχολιασμός χαρτών

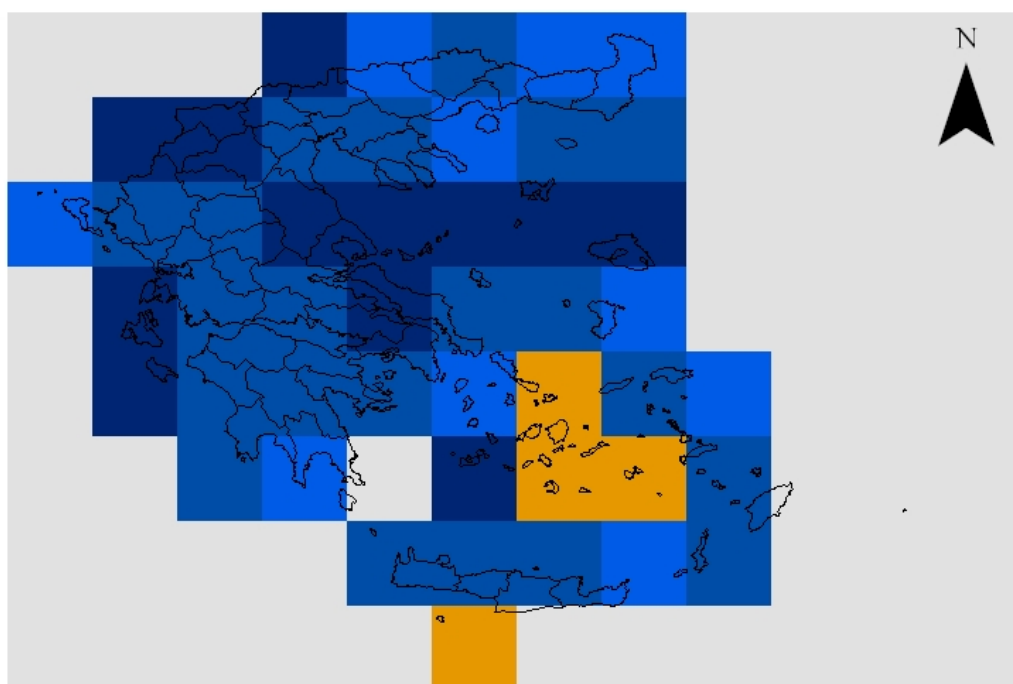
### 13.1 Χάρτες Γεωγραφικής Κατανομής των Εντάσεων για την Ελλάδα κατά τη χρονική περίοδο 1953 -2004

Η κατασκευή χαρτών μακροσεισμικών εντάσεων για την Ελλάδα, βοήθησε στο να δοθεί μία σαφής εικόνα της κατανομής των εντάσεων στη χώρα για τη χρονική περίοδο 1953- 2004. Η σύγκριση των αποτελεσμάτων της μεθόδου που ακολουθήθηκε με άλλες μεθόδους επεξεργασίας και απεικόνισης των αποτελεσμάτων των μακροσεισμικών παρατηρήσεων, έδειξε ότι υπάρχουν διαφορές .

Κρίθηκε σκόπιμη η κατασκευή δύο χαρτών για την Ελλάδα, οι οποίοι παρουσιάζουν τις μέσες και τις μέγιστες τιμές μακροσεισμικής έντασης αντίστοιχα. Η διάσταση της ψηφίδας επιλέχτηκε να είναι η μία μοίρα. Οι συντεταγμένες των χαρτών είναι: 34- 42 N και 19-30E. Επιπλέον οι χάρτες που κατασκευάστηκαν έχουν κλίμακα 1:7.000.000.

## Χάρτης μακροσεισμικών εντάσεων Ελλάδας Χρονική περίοδος 1953- 2004





Διάσταση ψηφίδας 1 μοίρα



Παρατηρηθείσες μέσες τιμές  
μακροσεισμικής έντασης

Σεισμικές εντάσεις

Τιμές

	V - V+
	V +
	V + - VI
	VI - VII

1:7.000.000

Χάρτης 13.1: Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για την Ελλάδα  
(Διάσταση ψηφίδας: 1 μοίρα/ Κατανομή μέσω των τιμών σεισμικής έντασης)

Για την κατασκευή του χάρτη μακροσεισμικών εντάσεων (παρατηρηθείσες μέσες τιμές σεισμικής έντασης) δημιουργήθηκαν 4 κλάσεις, οι οποίες αντιστοιχούν σε 4 ομάδες μακροσεισμικής έντασης. Οι κλάσεις που δημιουργήθηκαν από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη είναι οι εξής:

V - V+

V+

V+ - VI

VI – VII

Για τη κάθε κλάση επιλέχτηκε ένα χρώμα. Για τις τρεις πρώτες κλάσεις επιλέχθησαν διαβαθμίσεις του μπλε και για τη τέταρτη το πορτοκαλί.

Μετά τη κατασκευή του χάρτη, η παρατήρησή οδηγεί στις ακόλουθες διαπιστώσεις:

- Οι περιοχές όπου παρατηρήθηκαν οι υψηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης, για τη χρονική περίοδο που καλύπτουν τα στοιχεία που επεξεργάστηκαν, ήταν οι ανατολικές Κυκλάδες και η νότια Κρήτη.
- Οι περιοχές με μέση τιμή σεισμικής έντασης V + ως VI, ήταν τα Ιόνια νησιά (Λευκάδα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθος), η ανατολική Θεσσαλία (Μαγνησία και Λάρισα), η δυτική Μακεδονία και τα νησιά του Βορείου Αιγαίου, Λέσβος και Λήμνος.
- Οι περιοχές με μέσες τιμές σεισμικής έντασης V+, είναι η Κρήτη, τα Δωδεκάνησα, η Πελοπόννησος, η Στερεά Ελλάδα, πλην της Αττικής και της Βόρειας Εύβοιας, η Σκύρος, η κεντρική Μακεδονία, η Ήπειρος, η Δράμα και μέρος της ανατολικής Θράκης.
- Οι περιοχές με τις χαμηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης (V – V+) είναι η Χίος, η Κέρκυρα, η Λακωνία, μέρος των Κυκλάδων, η Θράκη, μέρος της Μακεδονίας και οι ανατολικές περιοχές του Λασιθίου.

Από τις παραπάνω παρατηρήσεις προκύπτει, για τη χρονική περίοδο 1953-2004, ότι οι περιοχές της Ελλάδας εμφανίζουν διαφορετικές τιμές σεισμικής έντασης. Αυτό που κάνει ιδιαίτερη εντύπωση είναι το γεγονός ότι υψηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης εμφανίζουν περιοχές όπως οι ανατολικές Κυκλάδες και όχι τα Ιόνια νησιά, που θεωρείται ότι έχουν ένα ιδιαίτερο ιστορικό σεισμών. Αυτό μπορεί να

αποδοθεί στο ότι στις περιοχές αυτές τα σεισμικά γεγονότα ήταν λιγότερα, με αποτέλεσμα τα δεδομένα να είναι επίσης περιορισμένα. Εάν αυτά τα γεγονότα είχαν υψηλές τιμές σεισμικής έντασης, είναι λογικό να εμφανίζουν υψηλές μέσες τιμές. Αντίθετα, στα Ιόνια νησιά, τα σεισμικά γεγονότα είναι πολλά και αρκετά συχνά. Έτσι, υπάρχουν πολλά δεδομένα με αποτέλεσμα οι μέσες τιμές σεισμική έντασης να είναι χαμηλότερες. Με απλά λόγια, μπορεί να συμβούν 2 σεισμικά γεγονότα και να έχουν καταστροφικά αποτελέσματα, ή μπορούν να συμβούν πολλά σεισμικά γεγονότα, όπου τα αποτελέσματα δε θα είναι τόσο καταστροφικά. Στη πρώτη περίπτωση οι μέσες τιμές σεισμικής έντασης θα είναι υψηλότερες από τις μέσες τιμές στη δεύτερη περίπτωση. Επιπλέον, η αντισεισμική θωράκιση των Ιονίων νήσων ίσως παίζει σημαντικό ρόλο στη διαφορά αυτή που παρατηρείται. Τα Ιόνια νησιά έχουν υποστεί τις επιπτώσεις μιας σειράς σεισμικών γεγονότων ιδιαίτερα καταστροφικών. Για παράδειγμα, η Κεφαλονιά σχεδόν ισοπεδώθηκε μετά το σεισμό του 1953, με αποτέλεσμα οι οικισμοί να ξαναχτιστούν με πολύ περισσότερο θωρακισμένους σκελετούς και θεμέλια. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα, τα μακροσεισμικά αποτελέσματα μεγάλων σεισμών να είναι πιο περιορισμένα σε σχέση με τα αποτελέσματα μιας ίδιου μεγέθους δόνησης σε μια λιγότερο θωρακισμένη περιοχή.

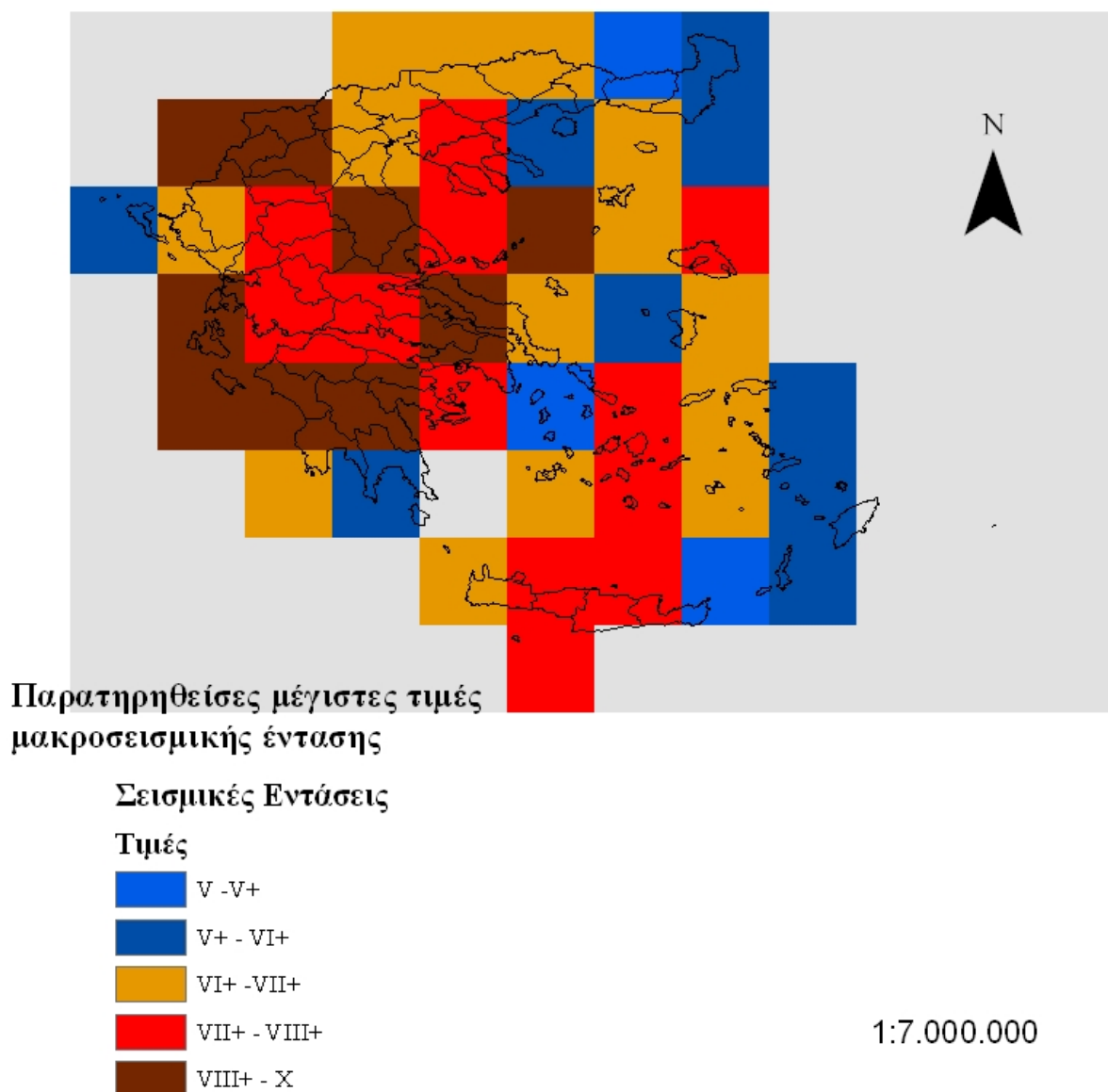
Από τη μελέτη του συγκεκριμένου χάρτη, προκύπτουν κάποια ενδιαφέροντα στοιχεία τα οποία σχετίζονται με τις αναλύσεις που έχουν γίνει στα προηγούμενα κεφάλαια.

Στις περιοχές με υψηλές τιμές μακροσεισμικής έντασης, ο πληθυσμός που θα πληγεί σε περίπτωση ενός σεισμού μεγάλης έντασης θα είναι μεγαλύτερος από το πληθυσμός που θα πληγεί σε περιοχές με χαμηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης. Επιπλέον από μια ενδεχόμενη καταστροφή, θα πληγούν και οι κλάδοι παραγωγής. Επιπροσθέτως, ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός της περιοχής θα υποστεί κάποιες αρνητικές συνέπειες, αφού θα επηρεαστούν οι κλάδοι παραγωγής, όπως εμπόριο ή κατασκευές. Επιπλέον, είναι σημαντικό να εξετάσουμε τις χρήσεις γης και τη γεωλογία της περιοχής. Η γεωλογία της περιοχής αποτελεί το δείκτη για το αν θα γίνουν σεισμοί μεγάλης έντασης αλλά και της έντασης και της έκτασης των αποτελεσμάτων του σεισμού και άρα των μακροσεισμικών παρατηρήσεων. Σε περιοχές με χαλαρά ιζήματα π.χ. νεογενή ιζήματα και τεταρτογενείς αποθέσεις, τα αποτελέσματα ενός σεισμού μεγάλης

έντασης θα είναι πιο μεγάλα και καταστροφικά σε σχέση με περιοχές που δομούνται από συμπαγή και συνεκτικά πετρώματα. Στη Περιοχή των Κυκλάδων που εδώ φαίνεται να είναι η περιοχή με τις υψηλές μέσες τιμές σεισμικής έντασης τα πετρώματα ανήκουν στην Αττικο-κυκλαδική γεωτεκτονική ζώνη, η οποία χαρακτηρίζεται από μεταμορφωμένα και ημιμεταμορφωμένα πετρώματα, από μάρμαρα, ασβεστόλιθους, νεογενή ιζήματα και σχιστιοκερατόλιθους με ενστρώσεις ασβεστόλιθων. Επομένως τα πετρώματα της περιοχής είναι ως επί το πλείστον συμπαγή και δεν θα έπρεπε να παρατηρούνται τόσο μεγάλες σεισμικές εντάσεις, εφόσον η σεισμική επιτάχυνση είναι μικρότερη σε αυτό το είδος πετρωμάτων από ότι σε χαλαρά ιζήματα. Είναι σημαντικό, ότι στην περιοχή αυτή των Κυκλάδων τα νησιά είναι αραιοκατοικημένα, εκτός της Θήρας, με αποτέλεσμα οι καταστροφές από πιθανό σεισμό να είναι μικρότερες από ότι σε άλλες περιοχές ( τόσο οι υλικές βλάβες όσο και οι ανθρώπινες απώλειες). Αξίζει να αναφερθεί ότι, η καταστροφικότητα ενός σεισμού εξαρτάται από το εστιακό του βάθους (σεισμοί μεγάλου βάθους είναι λιγότερο καταστρεπτικοί από σεισμούς ενδιάμεσου και μικρού βάθους), τη σεισμική επιτάχυνση, τη χρονική διάρκεια του σεισμικού γεγονότος, τη γεωλογία, τη πληθυσμιακή πυκνότητα (πυκνοκατοίκηση – αραιοκατοίκηση της περιοχής), την ποιότητα θωράκισης των κατασκευών και την εκπαίδευση των πολιτών. Ο αντισεισμικός κανονισμός είναι απαραίτητο να εφαρμόζεται απόλυτα σε αυτές τις περιοχές αφού διατρέχουν υψηλότερο κίνδυνο, όπως προκύπτει, σε σχέση με τις περιοχές χαμηλότερης σεισμικής έντασης. Τέλος, είναι σημαντικό η συμπλήρωση του σεισμολογικού δελτίου να είναι όσο το δυνατό πιο αντικειμενική και οι άμεσες παρατηρήσεις πιο ολοκληρωμένες, ώστε να μπορεί να γίνει μια πιο σωστή εκτίμηση και μελέτη του σεισμικού γεγονότος και των αποτελεσμάτων του.

## Χάρτης μακροσεισμικών εντάσεων ελλάδας Χρονική περίοδος 1953- 2004

Διάσταση ψηφίδας 1 μοίρα



13.2: Χάρτης Γεωγραφικής κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων για την Ελλάδα  
(Διάσταση ψηφίδας: 1 μοίρα/ Κατανομή μέγιστων τιμών σεισμικής έντασης)

Για τη δημιουργία του χάρτη μακροσεισμικών εντάσεων Ελλάδας για τη περίοδο 1953- 2004 (παρατηρηθείσες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης) δημιουργήθηκαν 5 κλάσεις οι οποίες αντιστοιχούν σε 5 ομάδες μακροσεισμικής έντασης. Οι κλάσεις που δημιουργήθηκαν είναι, από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη, οι εξής:

V – V +

V+ - VI+

VI+ - VII+

VII+ - VIII+

VIII+ - X

Όπως και για το προηγούμενο χάρτη έτσι και εδώ για τη κάθε κλάση επιλέχτηκε ένα χρώμα, το οποίο αντιστοιχεί στη σεισμική ένταση της περιοχής. Η αντιστοίχιση χρωμάτων –εντάσεων φαίνεται στο υπόμνημα του χάρτη.

Μετά τη κατασκευή του χάρτη διαπιστώνονται τα εξής:

- Οι υψηλότερες σεισμικές εντάσεις σημειώνονται στη κεντρική και δυτική Πελοπόννησο, στα νησιά του Ιονίου πελάγους ( Λευκάδα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθος), στη δυτική Μακεδονία, στη Μαγνησία και τη Λάρισα και στη Βόρεια Εύβοια.
- Οι σεισμικές εντάσεις με τιμές VII+-VIII+ σημειώνονται στη Λέσβο, την Κρήτη, τη Θεσσαλία, τη Στερεά Ελλάδα, τη Θεσσαλονίκη, τη Χαλκιδική και τη ανατολική Αργολίδα.
- Οι σεισμικές εντάσεις με τιμές VI+ - VII+, παρατηρούνται στα Χανιά, στο μεγαλύτερο μέρος της Μακεδονίας, στη Μεσσηνία, στη νότια Εύβοια και σε περιοχές των Δωδεκανήσων.
- Οι σεισμικές εντάσεις με τιμές V+ - VI+, παρατηρούνται στη Κέρκυρα, στη Λακωνία, στα ανατολικά Δωδεκάνησα, στη Θράκη (Εβρος), στη Καβάλα και τη δυτική Χίο.
- Οι χαμηλότερες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης, V – V+, σημειώνονται σε περιοχές των Κυκλάδων, της Ροδόπης και τους Λασιθίου.

Η συγκριτική παρουσίαση του χάρτη αυτού με το χάρτη που παρουσιάζει τις μέσες τιμές σεισμικής έντασης, έδειξε ότι διαφέρουν μεταξύ τους σημαντικά. Περιοχές με μεγάλες μέσες τιμές εμφανίζουν χαμηλές μέγιστες και το αντίθετο. Συγκεκριμένα, μεταβάλλονται οι περιοχές που ανήκουν σε κάθε κλάση. Ενώ, στο προηγούμενο χάρτη, φαινόταν η περιοχή των ανατολικών Κυκλάδων, ως η πιο πληγείσα, τώρα οι μέγιστες τιμές μεταφέρονται στις περιοχές του Ιονίου, την Εύβοια, την δυτική Μακεδονία και τη Πελοπόννησο. Η διαπίστωση αυτή επιβεβαιώνει αυτό που ειπώθηκε παραπάνω σχετικά με την αιτιολογία ότι περιοχές με μικρό τεκτονισμό φαίνεται να εμφανίζουν μεγάλες μέσες σεισμικές εντάσεις. Ο χάρτης που παρουσιάζει τις παρατηρηθείσες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης είναι πιο αντικειμενικός, αφού τα δεδομένα τον επιβεβαιώνουν. Η περιοχή του Ιονίου έχει μέγιστες τιμές X της κλίμακας Mercalli-Sieberg. Αποτελεί την τεκτονικά πιο ενεργή περιοχή μαζί με τη Κρήτη. Σε αυτό το σημείο αξίζει να αναφερθούν τα ρήγματα της Ελλάδας. Όπως προκύπτει από την ανάλυση του κεφαλαίου για τα ρήγματα και τη παρατήρηση του εξεταζόμενου χάρτη, οι μεγάλες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης σημειώνονται σε περιοχές με πολλά ενεργά ρήγματα μεγάλου μήκους. Αξίζει, όμως να αναφερθεί ότι υπάρχουν περιοχές που υπάρχουν ρήγματα μεγάλου μήκους που έχουν ενεργοποιηθεί μέσα στο Ολόκαινο εντούτοις δεν εμφανίζουν μεγάλες τιμές. Αυτό οφείλεται στο ότι τα ρήγματα προφανώς δεν έχουν ενεργοποιηθεί τη πολύ περιορισμένη περίοδο που εμείς εξετάζουμε.

Στις περιοχές με μεγάλες μέγιστες τιμές σεισμικές έντασης τα πετρώματα είναι κυρίως χαλαρά ή σαθρά. Αποτελούνται από χαλαρά ιζήματα του Τεταρτογενούς (π.χ. ποτάμιες αποθέσεις), νεογενή ιζήματα και φλύσχη. Όπως έχει αναφερθεί πολλές φορές σε αυτά τα πετρώματα η σεισμική ταχύτητα και η σεισμική επιτάχυνση είναι μεγάλες. Τα σεισμικά κύματα έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα, επομένως οι καταστροφές θα είναι σημαντικότερες. Σε αυτές τις περιοχές, πιθανός σεισμός μεγάλης έντασης θα πλήξει ανεπανόρθωτα την οικονομία της περιοχής. Επίσης θα πληγεί ο οικονομικός πληθυσμός (αύξηση της ανεργίας, μείωση του εργατικού δυναμικού). Είναι σημαντικό να αναφερθεί ότι ο Αντισεισμικός Κανονισμός άλλαξε μετά τα τραγικά αποτελέσματα των σεισμών της δεκαετίας του 1990. Σύμφωνα με το νέο Κανονισμό, οι περιοχές με τις μέγιστες εντάσεις, ανήκουν στη ζώνη υψηλής επικινδυνότητας. Οι άμεσες παρατηρήσεις είναι πολύ σημαντικές για τις περιοχές αυτές, αφού τα σύννοδα γεωδυναμικά φαινόμενα



είναι πολλά. Εδώ, θα αναφέρουμε ότι στο σεισμό του 1953 που έπληξε τα νησιά του Ιονίου, οι εντάσεις ήταν πολύ υψηλές. Όμως και τα αποτελέσματα του σεισμού στο έδαφος ήταν εξίσου σημαντικά. Είναι χαρακτηριστικό ότι σε όλο το νησί της Κεφαλονιάς σημειώθηκαν μεταβολές στην ακτογραμμή- ανύψωση ακτογραμμής ως 70 cm ( S.C. Stiros et al, 1994). Επομένως, είναι σημαντικό να ξέρει κανείς τις περιοχές με μεγάλες μέγιστες εντάσεις, ώστε να αντιμετωπιστούν και να ερμηνευτούν τα σύννοδα φαινόμενα.

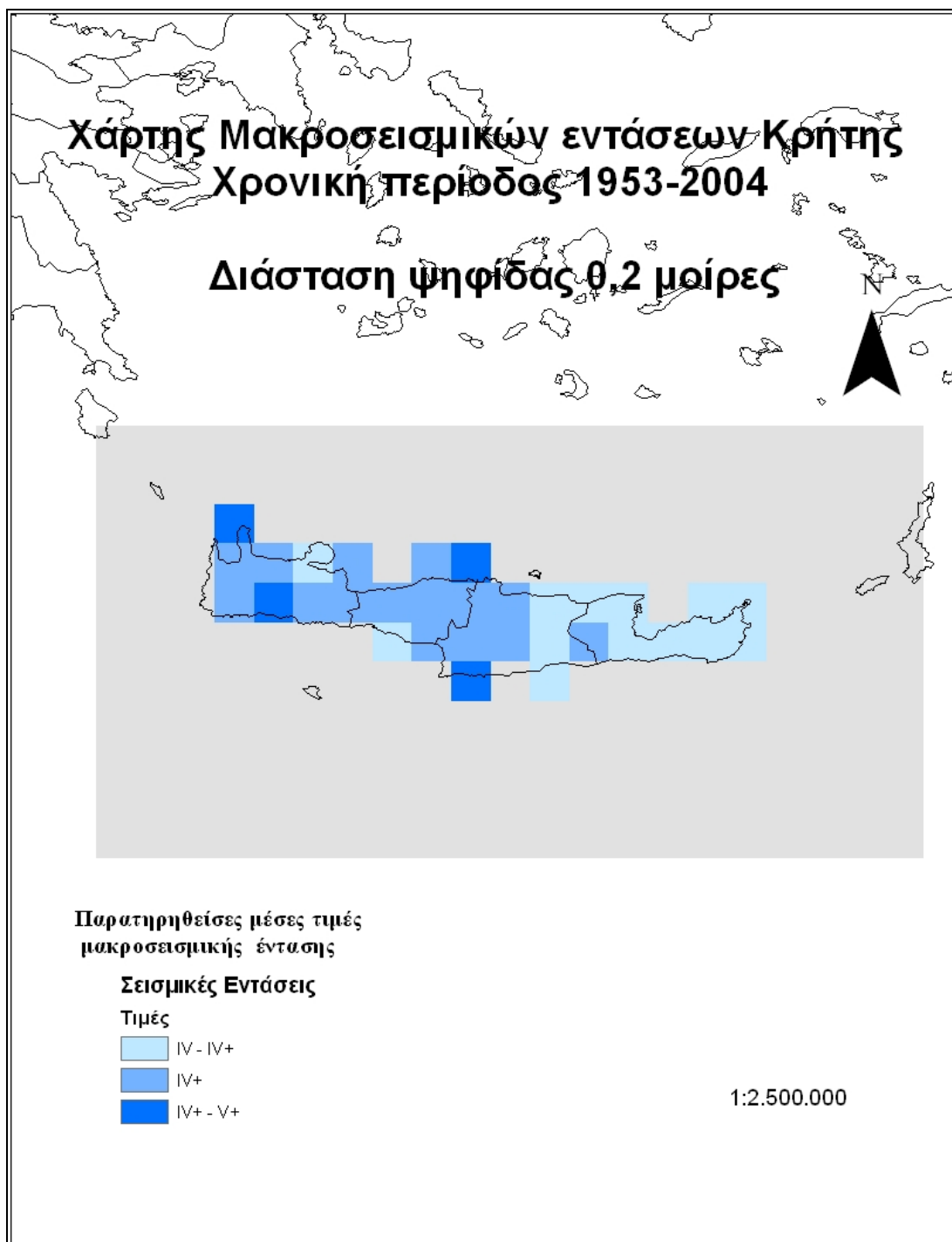
Συμπερασματικά, λοιπόν, εάν είναι διαθέσιμος ένας τέτοιος χάρτης, γνωρίζει κανείς ποιες περιοχές είναι επικίνδυνες και πως να αντιμετωπιστούν. Σε αυτές τις περιοχές η αντισεισμική προστασία είναι σε πολύ καλό επίπεδο, αφού, λόγω των πολλών μεγάλων και καταστροφικών σεισμικών γεγονότων, τα αντισεισμικά μέτρα τηρούνται αυστηρά.

Από τη μελέτη των δύο χαρτών, προκύπτει ότι οι περιοχές με μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης διαφέρουν από τις αντίστοιχες περιοχές με μέσες τιμές σεισμικής έντασης. Η εξήγηση των τιμών αυτών γίνεται μέσα από τη μελέτη των γεωλογικών και γεωτεκτονικών χαρακτηριστικών των περιοχών. Από ενδεχόμενο σεισμό μεγάλης έντασης απειλούνται οι πυκνοκατοικημένες περιοχές με περισσότερο καταστροφικά αποτελέσματα. Το αντίθετο ισχύει για τις περιοχές που είναι αραιοκατοικημένες. Επίσης, ανάλογα με το βαθμό της έντασης, πλήττονται ο συνολικός πληθυσμός και ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός των περιοχών περισσότερο ή λιγότερο, καθώς και γενικά η οικονομία των περιοχών. Η τήρηση του αντισεισμικού Κανονισμού είναι σημαντική και υποχρεωτική, ώστε να μειωθούν οι καταρρεύσεις και γενικά οι βλάβες στα κτίρια, οι οποίες επιβαρύνουν το μέγεθος των αρνητικών αποτελεσμάτων της φυσικής καταστροφής.

### **13.2: Χάρτες Γεωγραφικής Κατανομής των Εντάσεων για την Κρήτη, κατά τη χρονική περίοδο 1953 – 2004**

#### **13.2.1: Χάρτες Γεωγραφικής Κατανομής των Εντάσεων για την Κρήτη, κατά τη χρονική περίοδο 1953 – 2004, με διάσταση ψηφίδας, 0,2 μοίρες**

Οι συντεταγμένες των χαρτών της Κρήτης είναι 34-36N και 23-27E. Η κλίμακα των χαρτών είναι 1:2.500.000 και η διάσταση των ψηφίδων 0,2 μοίρες.



Χάρτης 13.3: Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κρήτη (Διάσταση ψηφίδας: 0,2 μοίρες / Παρατηρηθείσες μέσες τιμές σεισμικής έντασης )

Για τη κατασκευή του χάρτη μακροσεισμικών εντάσεων της Κρήτης (παρατηρηθείσες μέσες τιμές σεισμικής έντασης) δημιουργήθηκαν 3 κλάσεις μακροσεισμικής έντασης. Οι κλάσεις που δημιουργήθηκαν είναι οι ακόλουθες :

IV – IV+

IV+

IV+ - V+

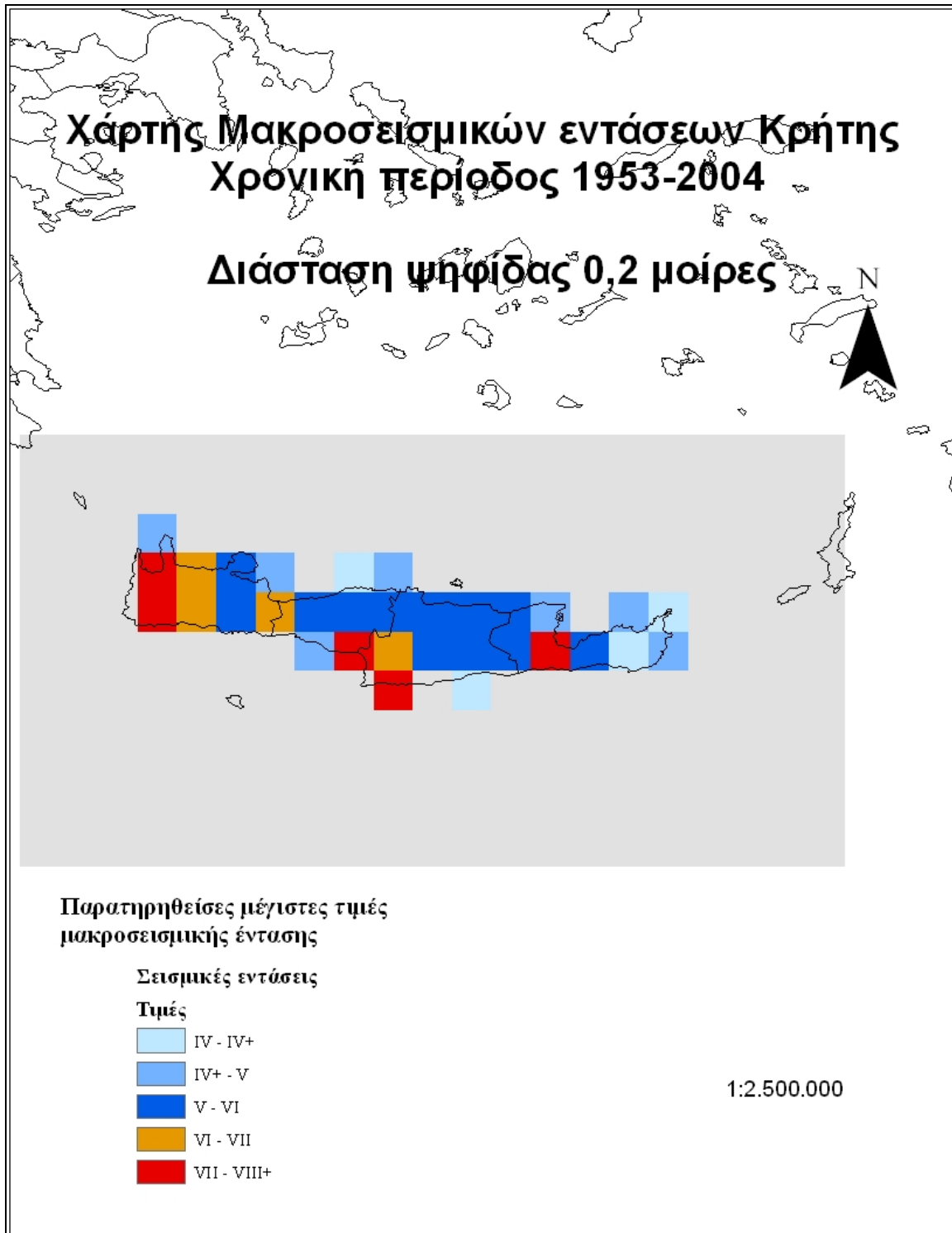
Για τη κάθε κλάση επιλέχτηκε ένα χρώμα το οποίο να αντιπροσωπεύει τη σεισμική ένταση. Τα χρώματα αυτά φαίνονται στο υπόμνημα του χάρτη.

Μετά τη κατασκευή του χάρτη διαπιστώνονται τα εξής:

- οι υψηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης σημειώνονται στα Χανιά (στη περιοχή του Κίσσαμου και της Παλαιοχώρας), στο Ρέθυμνο (περιοχή κοντά στο κόλπο της Μεσσάρα, νότια Κρήτη) και στο Ηράκλειο ( βορειοδυτικά της πόλης του Ηρακλείου).
- Οι περιοχές με μέσες τιμές σεισμικής έντασης κατανέμονται σε ολόκληρο σχεδόν το νομό Χανίων , σε ολόκληρο σχεδόν το νομό Ρεθύμνης και σε μεγάλο τμήμα του νομού Ηρακλείου ( δυτικό τμήμα).
- Οι περιοχές με χαμηλές μέσες τιμές σεισμικής έντασης βρίσκονται κυρίως στο ανατολικό τμήμα του νομού Ηρακλείου και σε ολόκληρο σχεδόν το νομό Λασιθίου.

Παρατηρείται επομένως διαφοροποίηση στις μέσες τιμές σεισμική έντασης ανά περιοχή και ανά νομό. Οι διαφορές αυτές πρέπει να αναζητηθούν στη γεωλογία της περιοχής. Όπως έχει προαναφερθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο η Κρήτη χαρακτηρίζεται γεωτεκτονικά από την ενότητα των Ταλέων Ορών. Τα πετρώματα που κυριαρχούν είναι: στο βόρειο τμήμα νεογενή ιζήματα και μεταμορφωμένα και ημιμεταμορφωμένα πετρώματα , και στην υπόλοιπη Κρήτη, ασβεστόλιθοι, μάρμαρα, φλύσχης και Τεταρτογενείς αποθέσεις. Τα νεογενή ιζήματα, οι Τεταρτογενείς αποθέσεις και ο φλύσχης είναι χαλαρά ιζήματα. Αν παρατηρήσει κανείς το χάρτη της γεωγραφικής

κατανομής των σεισμικών εντάσεων και τον συγκρίνει με το γεωλογικό χάρτη του νησιού ( βλέπε χάρτη 6.4, σελ), γίνεται αντιληπτό ότι οι υψηλότερες μέσες τιμές σεισμική έντασης εντοπίζονται σε περιοχές που δομούνται από χαλαρά ιζήματα. Επομένως είναι φυσιολογικές οι υψηλές τιμές αφού σε αυτούς τους σχηματισμούς, η σεισμική ταχύτητα των κυμάτων και η σεισμική επιτάχυνση είναι μεγάλες. Επιπλέον, όπως προκύπτει από το χάρτη, οι περιοχές που χαρακτηρίζονται από υψηλές μέσες τιμές σεισμικής έντασης, εντοπίζονται κοντά σε τεκτονικές ασυνέχειες. Η Κρήτη ανήκει στο ενεργό ελληνικό ορογενετικό τόξο. Αποτελεί τμήμα του νησιωτικού τόξου. Η θέση της αυτή στα περιθώρια της Ευρασιατικής πλάκας είναι η αιτία των συχνών σεισμικών γεγονότων που πλήττουν το νησί. Από ένα πιθανό σεισμικό γεγονός απειλούνται κατοικημένες περιοχές κυρίως στα βόρεια του νησιού, οι οποίες είναι κοντά σε ρήγματα. Τέτοιες περιοχές είναι ενδεικτικά ο Κίσσαμος και τα Χανιά στο νομό Χανίων. Ο πληθυσμός που θα πληγεί σε μία τέτοια περίπτωση είναι σημαντικός για τις πόλεις του νομού Χανίων. Άλλες πόλεις που κινδυνεύουν, λόγω πυκνοκατοίκησης είναι το Ηράκλειο, ο Άγιος Νικόλαος, το Ρέθυμνο, η Ιεράπετρα και η Σητεία. Το μεγαλύτερο πληθυσμό τον έχουν οι νομοί Χανίων και Ηρακλείου. Ένα ενδεχόμενο καταστροφικό γεγονός σε αυτές τις περιοχές θα πλήξει μεγάλο αριθμό κατοίκων αλλά και την οικονομία της ευρύτερης περιοχής. Ο κλάδος που θα πληγεί θα είναι κυρίως ο τριτογενής κλάδος, ο οποίος είναι ανεπτυγμένος στις περιοχές αυτές. Ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός θα υποστεί επίσης ζημιές. Αυτές αφορούν την μείωση της απασχόλησης και την αύξηση της ανεργίας. Ο αντισεισμικός σχεδιασμός είναι απαραίτητος για αυτές τις περιοχές. Τα κτίρια πρέπει να κατασκευάζονται με ασφαλή τρόπο ώστε να μην υφίστανται εύκολα σοβαρές ζημιές. Επιπλέον η πληροφόρηση και η εκπαίδευση των κατοίκων για την αντισεισμική προστασία είναι σημαντική για τη μετρίαση των αρνητικών αποτελεσμάτων ενός ενδεχόμενου σεισμού.



Χάρτης 13.4: Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κρήτη  
(Διάσταση ψηφίδας: 0,2 μοίρες / Παρατηρηθείσες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης)

Για τη σχεδίαση του χάρτη μακροσεισμικών εντάσεων στη Κρήτη, με διάσταση ψηφίδας 0,2 μοίρες , δημιουργήθηκαν 5 κατηγορίες, οι οποίες αντιστοιχούν σε 5 διαφορετικές ομάδες μέγιστων τιμών. Οι κατηγορίες που δημιουργήθηκαν είναι, από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη, οι ακόλουθες:

IV – IV+

IV+ - V

V – VI

VI –VII

VII – VIII+

Μετά τη κατασκευή και παρατήρηση του χάρτη, προκύπτουν τα εξής σχετικά με τη γεωγραφική κατανομή των μέγιστων τιμών μακροσεισμικής έντασης:

- Οι χαμηλότερες μέγιστες τιμές παρατηρούνται στην ανατολική Κρήτη και συγκεκριμένα στο κόλπο της Σητείας και στο κόλπο του Μακρυγιαλού, στο νομό Λασιθίου, αλλά και στην ευρύτερη περιοχή του χωριού Πέραμα στο νομό Ρεθύμνης.
- Οι αμέσως επόμενες υψηλότερες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης, σημειώνονται στις περιοχές του ακρωτηρίου της Φανερωμένης, του ακρωτηρίου του Αγίου Νικολάου στο κόλπο των Καρούμβων , στο ακρωτήριο Σπαθά, στο ακρωτήριο Δράπανο, στο βόρειο Ρέθυμνο και στο κόλπο της Πλάκας.
- Οι μέσες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης κατανέμονται σε ολόκληρο σχεδόν το νομό Ηρακλείου, στο βόρειο και κεντρικό τμήμα του νομού Ρεθύμνης, στα Χανιά και στο κόλπο του Φοίνικα στο νομό Χανίων και σε τμήματα του νομού Λασιθίου.
- Οι περιοχές με μέγιστες τιμές ίσες με VI – VII, βρίσκονται κυρίως στο κεντρικό τμήμα του νομού Χανίων και στο νοτιοδυτικό τμήμα του νομού Ηρακλείου.
- Οι υψηλότερες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης παρατηρούνται στο δυτικό τμήμα των νομών Χανίων και Λασιθίου και στο νότιο τμήμα των νομών Ρεθύμνης και Ηρακλείου .

Παρατηρείται ότι σε όλη τη Κρήτη, οι τιμές έντασης κατανέμονται διαφορετικά. Υπάρχει μεγάλη διαφοροποίηση όχι μόνο μεταξύ των νομών αλλά και εντός των ίδιων των νομών. Γενικά, μπορεί να ειπωθεί, ότι ο πιο σεισμογενής νομός είναι αυτός των Χανίων, αν και μια τέτοια εκτίμηση θα ήταν λανθασμένη, αφού υπάρχουν πολλά σεισμικά κενά σε όλη τη Κρήτη και ιδίως στο νομό Λασιθίου. Στο νομό Χανίων εμφανίζονται ωστόσο σε σχέση με τους υπόλοιπους νομούς, μεγαλύτερο πλήθος μέγιστων τιμών σεισμικής έντασης. Πέραν του νομού Χανίων, οι μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης, κατανέμονται όπως περιγράφηκε παραπάνω και στα νότια των νομών Ηρακλείου και Ρεθύμνης και στο νομό Λασιθίου. Αυτές οι περιοχές χαρακτηρίζονται από Νεογενή ιζήματα, Τεταρτογενείς αποθέσεις και φλύσχη. Παρατηρούνται δηλαδή χαλαρά και σαθρά ιζήματα τα οποία επηρεάζουν το σεισμικό φαινόμενο, αφού σε αυτά η σεισμική ταχύτητα και επιτάχυνση των κυμάτων είναι μεγαλύτερη. Τα νότια τμήματα του νησιού εμφανίζουν σε αντιστοιχία με τα βόρεια τμήματα, μεγαλύτερες μέγιστες εντάσεις. Αυτό θα μπορούσε να εξηγηθεί, λόγω των πολλών ρηγμάτων που υπάρχουν σε αυτές τις περιοχές, αν και η ενεργοποίησή τους δεν είναι γνωστό αν υπήρξε εντός του χρονικού διαστήματος που εξετάζονται τα δεδομένα. Όπως και στο χάρτη, γεωγραφικής κατανομής των μέσων τιμών στη Κρήτη, κινδυνεύουν από ένα σεισμικό γεγονός κυρίως κατοικημένες περιοχές στα βόρεια τμήματα του νησιού, όπου οι περιοχές έχουν υψηλότερη πληθυσμιακή πυκνότητα. Αρνητικές συνέπειες θα υποστεί όχι μόνο ο πληθυσμός των περιοχών αυτών αλλά και ο οικονομικός πληθυσμός.

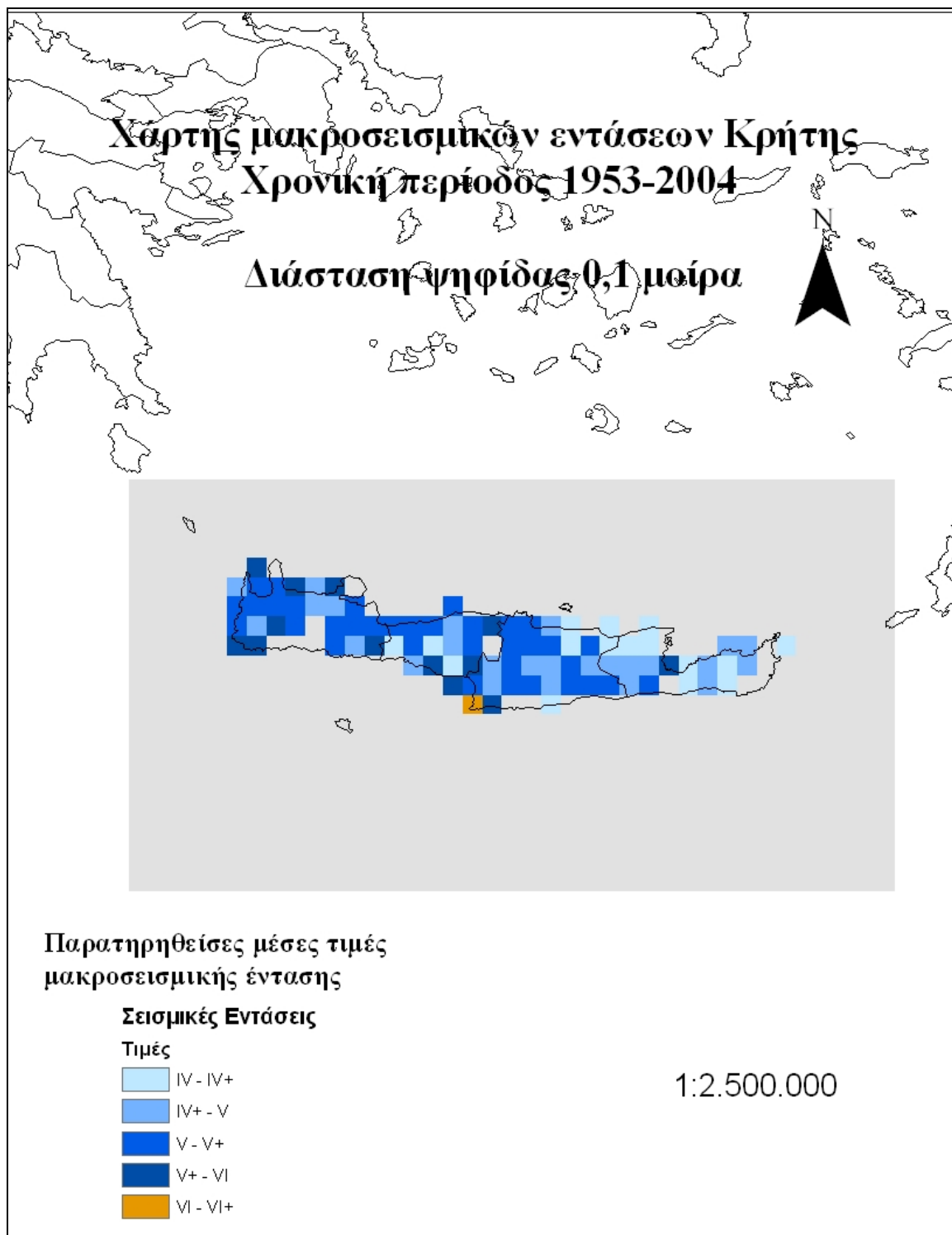
Από τη μελέτη των χαρτών της Κρήτης με διάσταση ψηφίδας 0,2 μοίρες προκύπτει ότι υπάρχει μία σχετική αντιστοιχία των περιοχών με μέσες τιμές σεισμικής έντασης και μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης. Από τους χάρτες αυτούς, προκύπτει ότι η δυική πλευρά του νησιού είναι πιο σεισμογενής την εξεταζόμενη χρονική περίοδο, αν και μια τέτοια θέση δε θα ήταν αντικειμενική και ορθή, τη στιγμή που υπάρχουν πιθανότητες ρήγματα της ανατολικής πλευρά να μην έχουν ενεργοποιηθεί τη περίοδο αυτή. Παρόλα αυτά με τα δεδομένα στοιχεία που υπάρχουν, το τελικό συμπέρασμα είναι ότι η περιοχή του νομού Χανίων έχει υψηλότερες μέσες και μέγιστες εντάσεις. Επίσης προκύπτει ότι υψηλές μέσες και μέγιστες εντάσεις δε παρατηρούνται μόνο σε περιοχές με χαλαρά ιζήματα, αν και αυτό επικρατεί γενικά, αφού το νότιο τμήμα των Χανίων αποτελείται

από ασβεστόλιθους και ο νομός Λασιθίου από Νεογενή ιζήματα. Επομένως, αν και η λιθολογία αποτελεί το κύριο δείκτη για το τεκτονισμό μιας περιοχής δε πρέπει να αποτελέσει το μοναδικό. Πρέπει να γίνεται μια συλλογική παρατήρηση όλων των παραγόντων που επηρεάζουν το τεκτονισμό μιας περιοχής.

### **13.2.2: Χάρτες Γεωγραφικής Κατανομής των Εντάσεων για την Κρήτη, κατά τη χρονική περίοδο 1953 – 2004, με διάσταση ψηφίδας, 0,1 μούρα**

Οι συντεταγμένες της Κρήτης είναι 34-36N και 23-27E. Η κλίμακα των χαρτών είναι 1:2.500.000 και η διάσταση των ψηφίδων είναι 0,1 μούρα





Χάρτης 13.5: Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών εντάσεων για τη Κρήτη  
(Διάσταση ψηφίδας: 0,1 μοίρα/ Παρατηρηθείσες μέσες τιμές σεισμικής έντασης)

Για τη κατασκευή του χάρτη δημιουργήθηκαν 5 κλάσεις. Οι κλάσεις αυτές είναι οι ακόλουθες:

IV - IV+

IV+ - V

V - V+

V+ - VI

VI - VI+

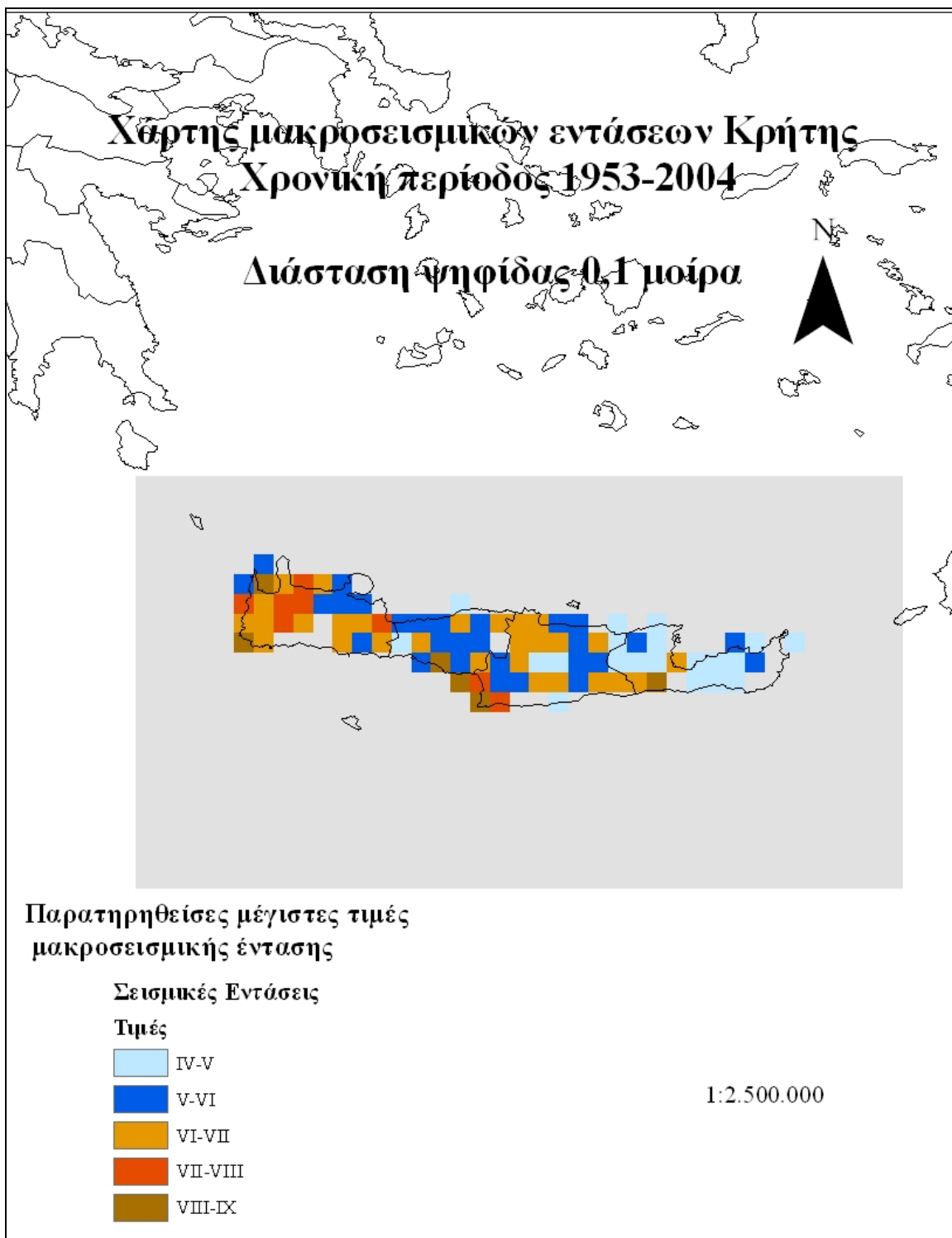
Μετά τη κατασκευή και παρατήρηση του χάρτη, διαπιστώνονται τα εξής:

- Η υψηλότερη τιμή σεισμικής έντασης παρατηρείται στη περιοχή κοντά στο Τυμπάκι και στις Μοίρες στο νομό Ηρακλείου.
- Οι χαμηλότερες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης παρατηρούνται στο νομό Λασιθίου
- Στις υπόλοιπες περιοχές της Κρήτης οι τιμές σεισμικής έντασης κυμαίνονται από IV+ ως VI.

Στη περιοχή που χαρακτηρίζεται από μέγιστη μέση τιμή σεισμικής έντασης, εμφανίζονται Νεογενή ιζήματα. Είναι επομένως φυσικό, λόγω της χαλαρότητας των ιζημάτων η σεισμική επιτάχυνση να είναι μεγαλύτερη, τα σεισμικά κύματα να έχουν μεγαλύτερη ταχύτητα και τα σεισμικά γεγονότα να έχουν πιο καταστροφικά αποτελέσματα. Σε εκείνη τη περιοχή, επιπλέον, υπάρχουν 3 ρήγματα με κατεύθυνση Βορειοανατολική- Νοτιοδυτική.

Στην περιοχή του νομού Λασιθίου που παρατηρούνται οι χαμηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης, υπάρχουν πάρα πολλά ρήγματα με διάφορες διευθύνσεις, τα οποία έχουν τη δυνατότητα να δίνουν σεισμούς άνω των 5 Richter. Το ότι οι τιμές σεισμικής έντασης είναι χαμηλές σημαίνει ότι τα τελευταία 50 χρόνια περίπου, υπάρχει πιθανότητα να μην έχει ενεργοποιηθεί κάποιο από τα ρήγματα αυτά και να υπάρχει κάποιο σεισμικό κενό. Για παράδειγμα το μεγάλο μήκους ρήγμα της Ιεράπετρας που τέμνει σχεδόν το νησί σε διεύθυνση Βορειοανατολική – Νοτιοδυτική, παρότι είναι μια μεγάλη τεκτονική δομή ενεργοποιημένη μέσα στο Τεταρτογενές δεν έχει δώσει σεισμό

για ένα μεγάλο χρονικό διάστημα μια ενδεχόμενη ενεργοποίηση του θα αλλάξει σημαντικά τους χάρτες γεωγραφικής κατανομής των εντάσεων για το νησί. Η περιοχή επομένως είναι αρκετά επικίνδυνη και πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή από τον Οργανισμό Αντισεισμικής Προστασίας σε αυτό το σημείο της Ελλάδας. Ο Αντισεισμικός Κανονισμός πρέπει επίσης να τηρείται απόλυτα και με ακρίβεια. Από πιθανό σεισμό σε αυτές τις περιοχές ο πληθυσμός που θα πληγεί δε θα είναι μεγάλος, εφόσον οι περιοχές εκείνες είναι σχετικά αραιοκατοικημένες, εκτός της πόλης του Αγίου Νικολάου. Το ίδιο ισχύει και για τη περιοχή στο νότιο μέρος του Ηρακλείου που έχει τη μέγιστη μέση τιμή σεισμικής έντασης. Ο οικονομικά ενεργός πληθυσμός δε θα πληγεί σε μεγάλο βαθμό. Τα πετρώματα στο Λασιθί είναι κυρίως ασβεστόλιθοι, μεταμορφωμένα και ημιμεταμορφωμένα πετρώματα και Νεογενή ιζήματα. Έτσι, ενισχύεται η επικινδυνότητα της περιοχής λόγω των χαλαρών σχηματισμών.



Χάρτης 13.6: Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κρήτη  
 (Διάσταση κελιού: 0,1 μοίρα / Παρατηρηθείσες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης)

Για τη κατασκευή του χάρτη δημιουργήθηκαν 5 κλάσεις. Οι 5 αυτές κλάσεις είναι οι ακόλουθες:

IV – V

V – VI

VI – VII

VII – VIII

VIII – IX

Κάθε κλάση έχει ένα χαρακτηριστικό χρώμα όπως φαίνεται και από το υπόμνημα του χάρτη. Από τη κατασκευή του χάρτη προκύπτουν τα εξής :

- Οι μέγιστες τιμές σεισμική έντασης σημειώνονται στο νότιο τμήμα του νησιού και συγκεκριμένα στο κόλπο της Μεσάρας, στην Ιεράπετρα και στη Παλαιοχώρα Χανίων.
- Οι χαμηλότερες μέγιστες σεισμικές εντάσεις παρατηρούνται κυρίως στο νομό Λασιθίου.
- Γενικά ο νομός Λασιθίου εκτός της περιοχής της Ιεράπετρας έχει τις πιο χαμηλές μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης.
- Στο υπόλοιπο νησί οι τιμές της έντασης κυμαίνονται κυρίως από V ως VIII.

Οι περιοχές με μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης αποτελούνται από Τεταρτογενείς αποθέσεις και Νεογενή ιζήματα. Επομένως, είναι φυσιολογική η μέγιστη τιμή σεισμικής έντασης. Η περιοχή του Λασιθίου χαρακτηρίζεται από ασβεστόλιθους, μεταμορφωμένα και ημιμεταμορφωμένα πετρώματα και Νεογενή ιζήματα. Είναι επομένως περιοχές που πιθανόν έχουν πληγεί από τοπικά γεγονότα. Στις περιοχές με μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης υπάρχουν πολλά ρήγματα τα οποία είναι διαφόρων διευθύνσεων. Αυτές οι περιοχές είναι αραιοκατοικημένες (πλην της Ιεράπετρας), επομένως οι ανθρώπινες και οι οικονομικές απώλειες θα είναι μικρές. Τα Χανιά, το Ρέθυμνο και το Ηράκλειο έχουν μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης από VI ως VII. Σε αυτές τις περιοχές ο πολεοδομικός σχεδιασμός και ο αντισεισμικός σχεδιασμός πρέπει να είναι πολύ αυστηροί και να μη γίνονται αυθαιρεσίες. Ο κίνδυνος για ανθρώπινες και οικονομικές απώλειες είναι μεγάλος. Σε αυτές τις περιοχές ζει το μεγαλύτερο ποσοστό

των κατοίκων του νησιού. Ενδεχόμενο καταστροφικό σεισμικό γεγονός θα επιφέρει αρνητικές συνέπειες στο πληθυσμό όπως άλλωστε και οπουδήποτε αλλού. Θα μειωθεί ο ενεργός οικονομικά πληθυσμός και θα επηρεαστούν αρνητικά οι κλάδοι παραγωγής και δη ο τριτογενής τομέας που είναι πολύ ανεπτυγμένος σε αυτές τις περιοχές. Η πρόγνωση, λοιπόν, είναι πολύ χρήσιμη για τη Κρήτη. Τόσο οι μακροπρόθεσμες αλλά κυρίως οι βραχυπρόθεσμες προβλέψεις.

Από τη μελέτη των 2 χαρτών της Κρήτης προκύπτει ότι γενικά οι περιοχές με μέγιστη τιμή σεισμικής έντασης συμπίπτουν με τις αντίστοιχες περιοχές με μέση τιμή σεισμική έντασης.

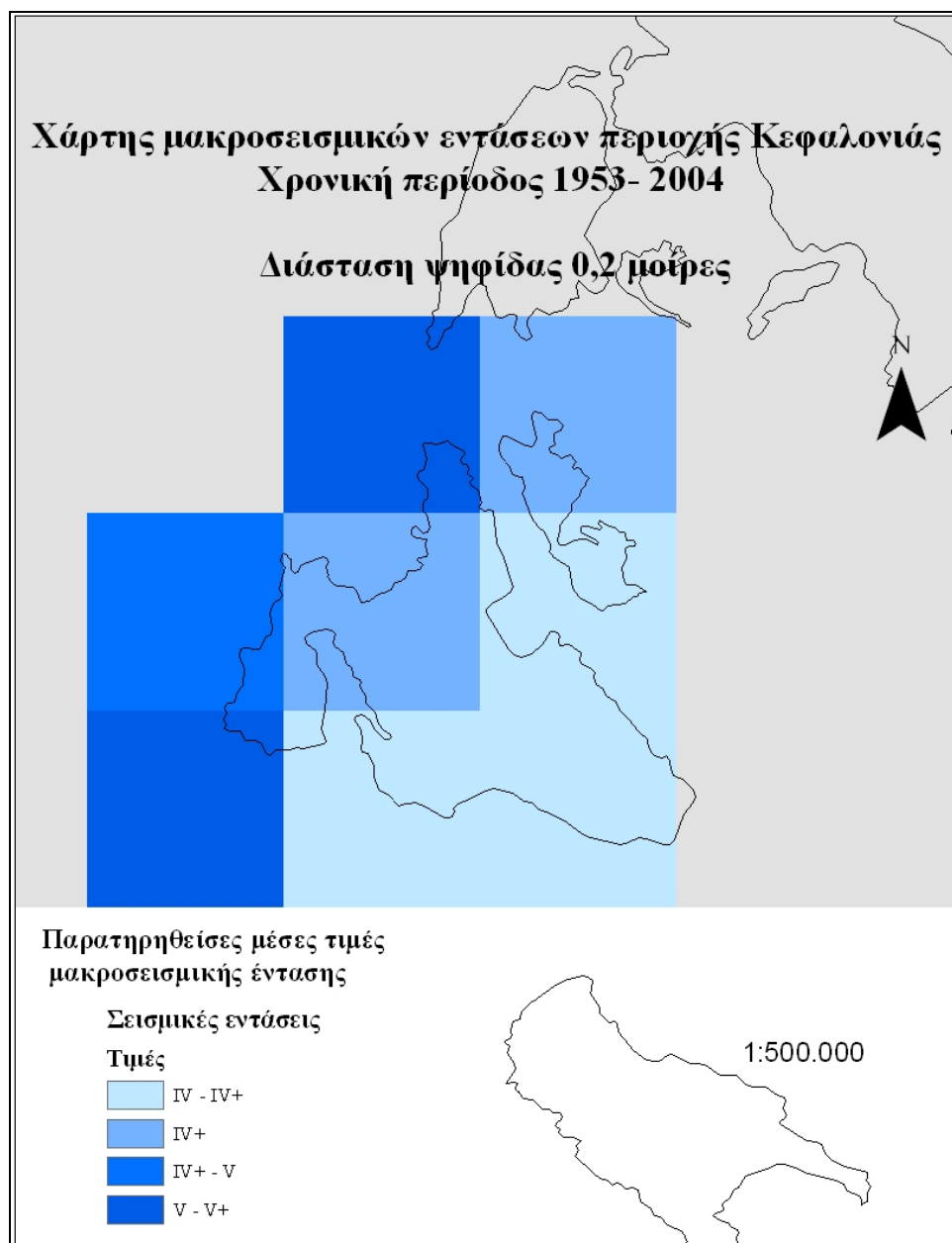
Όλη η Κρήτη πλην της ανατολικής πλευράς είναι αρκετά σεισμογενής και γεωτεκτονικά ενεργή. Λιγότερο σεισμογενής είναι η περιοχή του Λασιθίου, όπου παρά τη πληθώρα των ρηγμάτων και τη λιθοστρωματογραφία που επιτρέπει τη μεγάλη ταχύτητα των σεισμικών κυμάτων και τη σεισμική επιτάχυνση, η περιοχή έχει χαμηλές μέσες και μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης για τη χρονική περίοδο στην οποία αναφέρονται τα δεδομένα και θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία από τους επιστήμονες.

Επιπλέον από τη μελέτη των χαρτών της Κρήτης με διαφορετικό μέγεθος ψηφίδας, προκύπτει ότι η κατασκευή των χαρτών με μέγεθος ψηφίδας 0,1, δίδει μια πιο σαφή εικόνα της γεωγραφικής κατανομής των μακροσεισμικών εντάσεων. Ο δεύτερος χάρτης είναι πιο εύχρηστος εάν θέλει κανείς με λεπτομέρεια να εξετάσει τις περιοχές για τη περίοδο 1953 – 2004. Αντίθετα, οι χάρτες με μέγεθος ψηφίδας 0,2 μοίρες δίδουν μια πιο γενική εικόνα της γεωγραφικής κατανομής των μακροσεισμικών εντάσεων, η οποία είναι χρήσιμη σε αυτούς που θέλουν απλά να ξέρουν πως σε γενικές γραμμές κατανέμονται οι μακροσεισμικές παρατηρήσεις στο νησί. Και οι δύο διαστάσεις ψηφίδας που χρησιμοποιήθηκαν θεωρούνται σημαντικές για την ενημέρωση και βοήθεια του Οργανισμού Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας σε ότι αφορά τη σχεδίαση των χαρτών Σεισμικής Επικινδυνότητας.

### **13.3: Χάρτες Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων στη Κεφαλονιά για τη χρονική περίοδο 1953-2004**

#### **13.3.1: Χάρτες Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων στη Κεφαλονιά για τη χρονική περίοδο 1953-2004, με διάσταση ψηφίδας 0,2 μοίρες**

Οι συντεταγμένες για τη Κεφαλονιά είναι 38-39N και 20-21E. Η κλίμακα των χαρτών είναι 1:500.000 και η διάσταση των ψηφίδων είναι 0,2 μοίρες.



Χάρτης 13.7:Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κεφαλονιά (Διάσταση κελιού: 0,2 μοίρες / Παρατηρηθείσες μέσες τιμές σεισμικής έντασης)

Για τη σχεδίαση του χάρτη μακροσεισμικών εντάσεων, οι μακροσεισμικές εντάσεις διακρίθηκαν σε 4 κατηγορίες οι οποίες αντιστοιχούν σε 4 διαφορετικές ομάδες μέσων τιμών. Οι κατηγορίες αυτές είναι οι ακόλουθες ξεκινώντας από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη:

IV – IV+



IV+

IV+ - V

V - V+

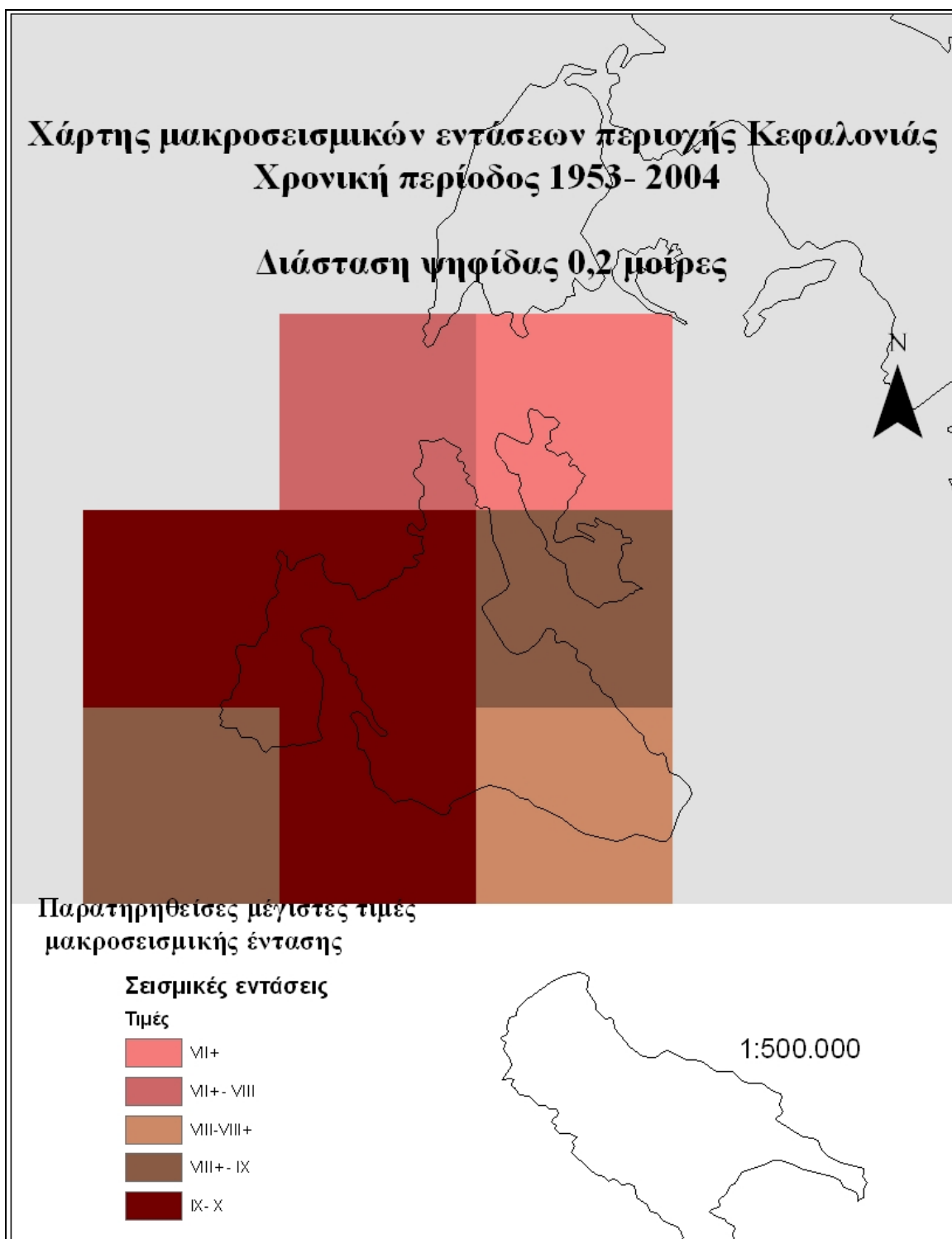
Από τη παρατήρηση του χάρτη, προκύπτουν τα εξής σχετικά με τη γεωγραφική κατανομή των μέσων τιμών σεισμικής έντασης στη Κεφαλονιά.

- Οι υψηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης σημειώνονται στην δυτική και βόρεια πλευρά του νησιού. Συγκεκριμένα στις περιοχές, Ληξούρι και Φισκάρδο
- Οι χαμηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης παρατηρούνται στην ανατολική Κεφαλονιά και στο νότιο τμήμα της Ιθάκης.
- Στο βόρειο τμήμα της Ιθάκης και στο βόρειο τμήμα της Κεφαλονιάς οι τιμές είναι IV+ και στο βορειοδυτικό IV+ - V.

Διαπιστώνεται ότι οι υψηλότερες μέσες τιμές απεικονίζονται στα χωριά που καταστράφηκαν από το σεισμό του 1953. Γενικά, όπως έχει αναφερθεί πολλές φορές στη παρούσα μελέτη, η Κεφαλονιά αποτελεί τη πιο σεισμογενή περιοχή της Ελλάδας. Έχει πολλά ρήγματα σε όλη την έκτασή της τα οποία έχουν διάφορες διευθύνσεις. Η Κεφαλονιά βρίσκεται στη ζώνη υποβύθισης της λιθόσφαιρας της Ανατολικής Μεσογείου κάτω από τη λιθοσφαιρική πλάκα του Αιγαίου με αποτέλεσμα την έντονη τεκτονική δραστηριότητα και τη συγκέντρωση τάσεων. Η διαφοροποίηση στη κατανομή των μακροσεισμικών παρατηρήσεων πιθανό να οφείλεται στους σχηματισμούς που δομούνται διάφορες περιοχές. Οι περιοχές με υψηλές μέσες τιμές χαρακτηρίζονται από χαλαρά και σαθρά ιζήματα, ενώ η νότια και ανατολική πλευρά του νησιού χαρακτηρίζεται από συμπαγή πετρώματα, όπως ασβεστόλιθοι του Κρητιδικού και Ιουραστικού αιώνα και ανήκουν στην Ιόνια γεωτεκτονική ζώνη. Επίσης η περιοχή του κόλπου του Αργοστολίου χαρακτηρίζεται από θαλάσσια ιζήματα του Πλειόκαινου. Οι περιοχές εκείνες συνεπώς είναι πιθανό να είναι πιο επιρρεπείς στα αρνητικά αποτελέσματα των σεισμών μεγάλου μεγέθους που πλήττουν την περιοχή. Επίσης πρέπει να σημειωθεί ότι οι σεισμοί στη περιοχή είναι αρκετά επιφανειακοί και σπάνια ενδιάμεσου βάθους. Επομένως, αφού μία από τις παραμέτρους της καταστροφικότητας

ενός σεισμού είναι το εστιακό βάθος, είναι φανερό ότι τα μακροσεισμικά αποτελέσματα θα είναι πολλά και αρνητικά. Οι γεωλογικοί σχηματισμοί δεν είναι η μόνη αιτία της διαφοροποίησης της κατανομής των μακροσεισμικών εντάσεων. Στις περιοχές με χαλαρά ιζήματα, η σεισμική επιτάχυνση και η σεισμική ταχύτητα των κυμάτων είναι μεγαλύτερη, με συνέπεια τη μεγαλύτερη καταστροφικότητα ενός σεισμού.

Αν και η συγκεκριμένη περιοχή είναι η πιο σεισμογενής, οι μέσες τιμές σεισμικής έντασης κυμαίνονται από IV ως V+. Δηλαδή, αν και τα σεισμικά γεγονότα είναι πολλά αριθμητικά και μεγάλης έντασης, οι μέσες τιμές είναι σχετικά χαμηλές. Αυτό συμβαίνει, επειδή όπως έχει προαναφερθεί, μελετώντας τις μέσες τιμές σεισμικής έντασης υπολογίζεται η μέση τιμή όλων των εντάσεων των σεισμών της εξεταζόμενης περιόδου και όχι οι μέγιστες τιμές αυτών. Τα συμπεράσματα επομένως που προκύπτουν από την παρατήρηση του συγκεκριμένου χάρτη είναι κατά κάποιο τρόπο παραπλανητικά. Εξάλλου αξίζει να αναφερθεί ότι για τη σύνταξη του Χάρτη Σεισμικής Επικινδυνότητας, από τον Οργανισμό Αντισεισμικού Σχεδιασμού και Προστασίας, δεν λαμβάνονται υπόψη οι μέσες τιμές οι οποίες είναι χαμηλές και δεν ανταποκρίνονται στη πραγματικότητα αλλά οι μέγιστες.



Χάρτης 13.8: Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κεφαλονιά  
 (Διάσταση κελιού :0,2 μοίρες / Κατανομή μέγιστων τιμών σεισμικής έντασης)

Για τη κατασκευή του χάρτη που απεικονίζει τη γεωγραφική κατανομή των μέγιστων τιμών σεισμικής έντασης για τη χρονική περίοδο 1953- 2004, τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν σε 5 κλάσεις οι οποίες είναι από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη έχουν το ακόλουθο εύρος τιμών:

VII+

VII+ - VIII

VIII – VIII+

VIII+ - IX

IX – X

Από τη παρατήρηση του χάρτη της γεωγραφικής κατανομής των εντάσεων διαπιστώνονται τα εξής:

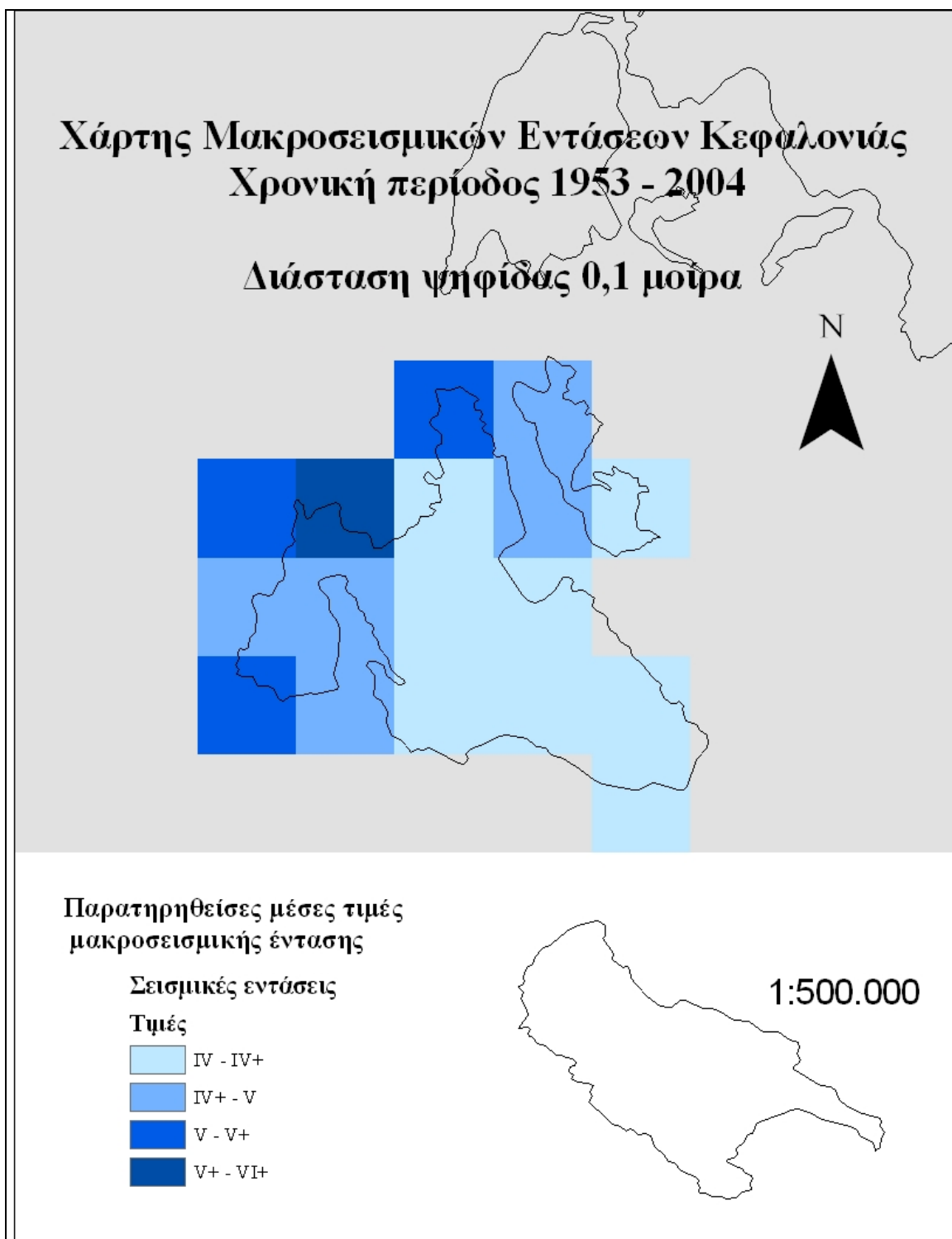
- Οι χαμηλότερες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης παρατηρούνται στο βόρειο τμήμα της Ιθάκης και αντιστοιχούν σε VII+.
- Οι τιμές σεισμικής έντασης VII+ - VIII, που ανήκουν στην αμέσως υψηλότερη κατηγορία, παρατηρούνται σε περιοχές του νοτιοανατολικού τμήματος της Κεφαλονιάς
- Οι μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης VIII – VIII+, παρατηρούνται στο βορειοανατολικό τμήμα της Κεφαλονιάς
- Οι τιμές σεισμικής έντασης VIII+ - IX, σημειώνονται στην ανατολική πλευρά της Κεφαλονιάς καθώς και στο νοτιοδυτικό τμήμα του νησιού
- Οι υψηλότερες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης σημειώνονται στη περιοχή του Ληξουρίου, στο Αργοστόλι και γενικά στη δυτική και κεντρική περιοχή της Κεφαλονιάς.

Από τη παρατήρηση του χάρτη και τη σύγκρισή του με τον αντίστοιχο των μέσων τιμών για την ίδια περιοχή προκύπτει ότι υπάρχουν ομοιότητες αλλά διαφορές ανάμεσα στο χάρτη κατανομής των μέσων τιμών και των μέγιστων τιμών σεισμικής έντασης. Οι περιοχές με μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης συμπίπτουν γενικά με τις αντίστοιχες περιοχές μέσης τιμής σεισμικής έντασης. Όμως, η ειδοποιός διαφορά των δύο χαρτών είναι η περιοχή της πρωτεύουσας του νησιού. Στο χάρτη μέγιστων τιμών, το

Αργοστόλι χαρακτηρίζεται από μέγιστη τιμή σεισμικής έντασης IX – X, ενώ στο χάρτη των μέσων τιμών χαρακτηρίζεται από μέση τιμή σεισμικής έντασης IV – IV+. Η διαφοροποίηση αυτή μπορεί να εξηγηθεί με τη διαπίστωση ότι στο σεισμό του 1953 οι μέγιστες εντάσεις στη περιοχή ήταν X. Σχεδόν όλα τα κτίρια ισοπεδώθηκαν και η πόλη ξαναχτίστηκε από την αρχή. Ο αντισεισμικός σχεδιασμός, πρώτη φορά εφαρμόστηκε από τους Κεφαλλονίτες μετά το σεισμό αυτό, ο οποίος είχε πολύ καταστροφικά αποτελέσματα. Τα νέα κτίρια έχουν όλα γερά θεμέλια και είναι κατασκευασμένα από σκυρόδεμα. Είναι φυσικό, λοιπόν, οι μέσες εντάσεις να μη επηρεάζουν τη περιοχή σε μεγάλο βαθμό, ειδικά για τη περίοδο παρατήρησης. Αυτό μπορεί να γίνει μόνο σε σεισμούς μεγάλης έντασης όπως εκείνος του 1953. επειδή ο χάρτης απεικονίζει τις μέγιστες σεισμικές εντάσεις της περιοχής τη χρονική περίοδο 1953- 2004, οι μέγιστες εντάσεις που παρατηρούνται είναι από το σεισμό του 1953. Μετά από εκείνο το σεισμό, τα μακροσεισμικά αποτελέσματα είναι χαμηλότερης τάξης, λόγω των αντισεισμικών μέτρων που χουν ληφθεί.

### **13.3.2: Χάρτες Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων στη Κεφαλονιά για τη χρονική περίοδο 1953-2004, με διάσταση ψηφίδας 0,1 μοίρα**

Οι συντεταγμένες για το νησί της Κεφαλονιάς είναι 38-39N και 20-21E. Η κλίμακα των χαρτών είναι 1:500.000 και η διάσταση των ψηφίδων είναι 0,1 μοίρα.



Χάρτης 13.9: Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής Μακροσεισμικών Εντάσεων για τη Κεφαλονιά  
(Διάσταση ψηφίδας: 0,1 μοίρα / Κατανομή μέσων τιμών σεισμικών εντάσεων)

Για τη κατασκευή του χάρτη τα δεδομένα κατηγοριοποιήθηκαν σε 4 ομάδες που έχουν 4 διαφορετικά εύρη τιμών σεισμικής έντασης. Οι κλάσεις που δημιουργήθηκαν και τα εύρη τιμών τους από τη μικρότερη προς τη μεγαλύτερη είναι οι εξής:

IV+

IV+ -V

V – V+

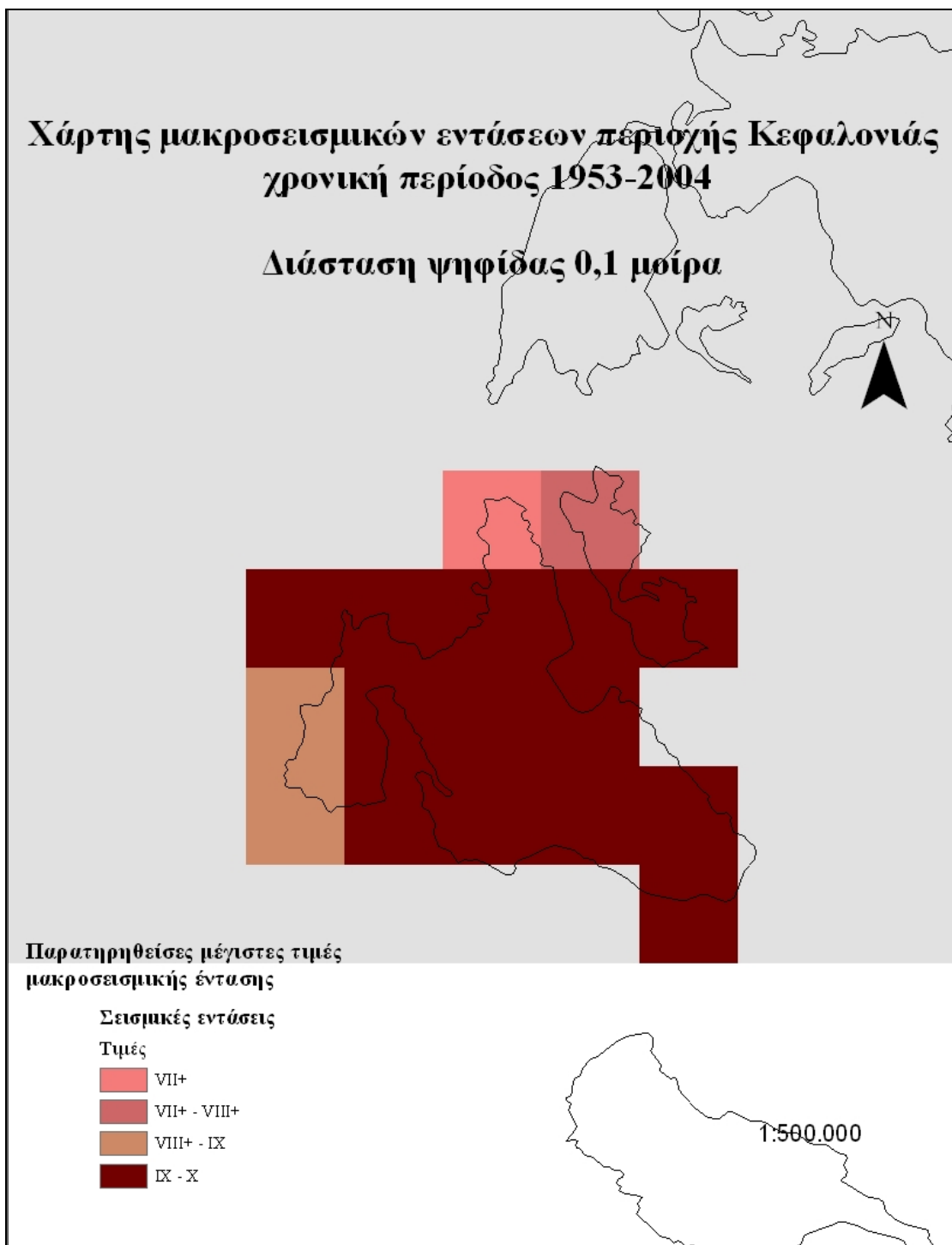
V+ - VI+

Η παρατήρηση του χάρτη, οδηγεί στις εξής διαπιστώσεις:

- Οι περιοχές με τις χαμηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης, όπως και στο χάρτη με διάσταση 0,2 μοίρες, βρίσκονται στο ανατολικό τμήμα της Κεφαλονιάς
- Οι περιοχές με τιμές σεισμικής έντασης IV+ - V, είναι στη δυτική πλευρά της Κεφαλονιάς και στο βόρειο τμήμα της Ιθάκης.
- Τιμές σεισμικής έντασης V - V+ χαρακτηρίζουν περιοχές που βρίσκονται στη νοτιοδυτική και στη βόρεια πλευρά της Κεφαλονιάς
- Η υψηλότερη μέση τιμή σεισμικής έντασης παρατηρείται στη βόρεια πλευρά της Κεφαλονιάς κοντά στα χωριά Αγκώνας και Διβαράτα.

Από τη μελέτη του χάρτη προκύπτει, ότι οι χαμηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης σημειώνονται σε περιοχές με ασβεστόλιθους, δηλαδή σε περιοχές με συμπαγή πετρώματα. Αντίθετα οι υψηλότερες μέσες τιμές σεισμικής έντασης σημειώνονται σε περιοχές με ασβεστόλιθους και φλύσχη. Συνεπώς η λιθολογία δε διαδραματίζει σημαντικό ρόλο στη διαφοροποίηση των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων για τη Κεφαλονιά. Στη περιοχή με τη μέγιστη μέση τιμή σεισμικής έντασης υπάρχουν διάφορα ρήγματα με διεύθυνση βορειοανατολική– νοτιοδυτική. Βέβαια οι εντάσεις μπορεί να μην προέρχονται από την ενεργοποίηση των τεκτονικών αυτών ασυνεχειών. Στη δυτική και βορειοανατολική πλευρά του νησιού που παρατηρούνται υψηλές μέσες τιμές σεισμικής έντασης, υπάρχουν αλλουβιακές αποθέσεις, θαλάσσια ιζήματα και

σχηματισμοί. Τα ιζήματα αυτά είναι χαλαρά και σαθρά και επομένως δικαιολογούνται οι υψηλές μέσες τιμές σεισμικής έντασης.



Χάρτης 13.10: Χάρτης Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών εντάσεων για τη Κεφαλονιά (Διάσταση ψηφίδας: 0,1 μίλια / Κατανομή μέγιστων τιμών σεισμικής έντασης)



Για την απεικόνιση της κατανομής των μέγιστων τιμών σεισμικής έντασης στην περιοχή της Κεφαλονιάς, τα δεδομένα ομαδοποιήθηκαν και δημιουργήθηκαν 4 κλάσεις τιμών . Οι κλάσεις αυτές είναι οι ακόλουθες:

VII+

VII+- VIII+

VIII+ - IX

IX -X

Από τη παρατήρηση του χάρτη διαπιστώνονται τα ακόλουθα:

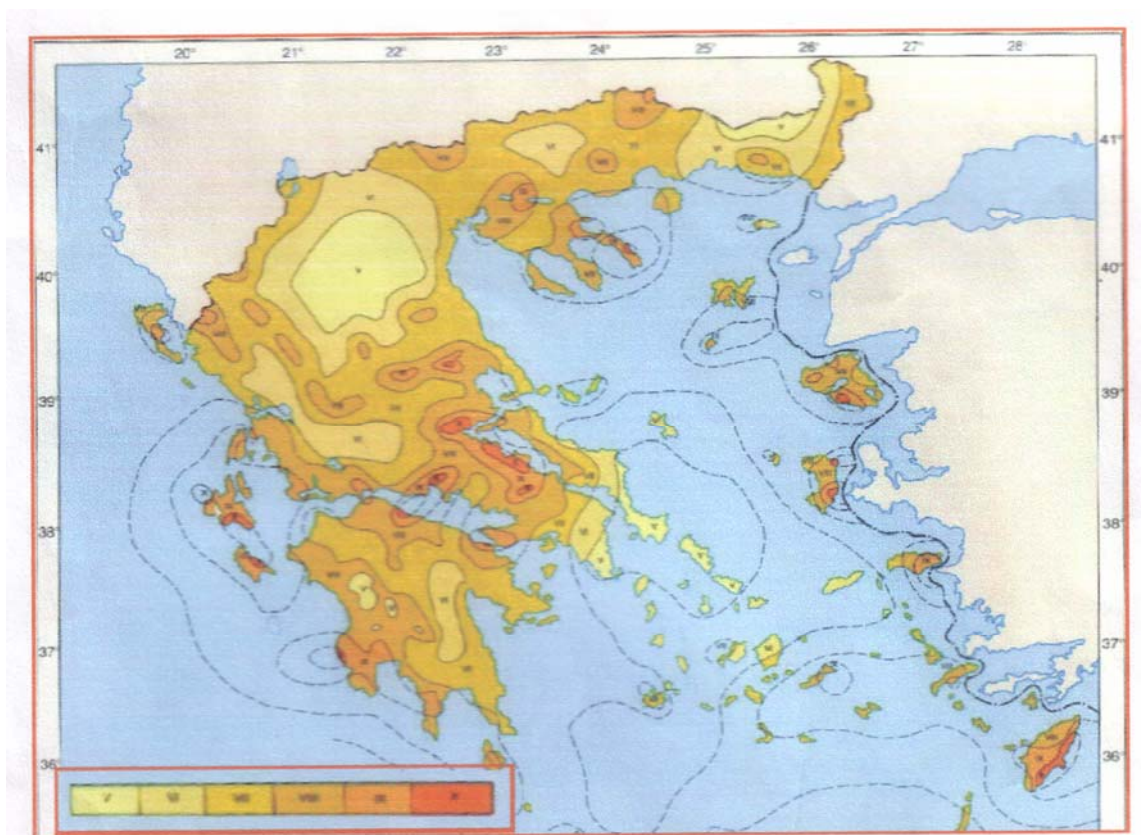
- Οι χαμηλότερες μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης σημειώνονται στο βόρειο τμήμα της Κεφαλονιάς και της Ιθάκης. Συγκεκριμένα στο βόρειο τμήμα της Κεφαλονιάς στο Φισκάρδο οι εντάσεις είναι VII+ και στο βόρειο τμήμα της Ιθάκης, VII+ - VIII+.
- Στο δυτικό τμήμα της Κεφαλονιάς παρατηρούνται μέγιστες σεισμικές εντάσεις που φθάνουν τις τιμές VIII+ - IX.
- Σε όλη την υπόλοιπη Κεφαλονιά και στο νότιο τμήμα της Ιθάκης, οι εντάσεις είναι πολύ υψηλές της τάξης των IX και X.

Τα μακροσεισμικά αυτά αποτελέσματα όπως προκύπτουν από το χάρτη ποσοτικοποίησης και γεωγραφικής κατανομής των μακροσεισμικών παρατηρήσεων – μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης- οφείλονται κυρίως στο σεισμικό γεγονός του 1953 ( το πρώτο έτος της χρονικής περιόδου που αφορούν τα δεδομένα), όπου όλη η Κεφαλονιά και η Ιθάκη ισοπεδώθηκαν. Μετά από εκείνο το σεισμικό γεγονός, αν και έχουν συμβεί σεισμοί μεγάλου μεγέθους, οι σεισμικές εντάσεις είναι σχετικά χαμηλές λόγω της αντισεισμικής προστασίας και του σωστού πολεοδομικού σχεδιασμού που εφαρμόστηκαν μετά το 1953. Στο σεισμό του 1953, οι οικονομικές ζημιές ήταν πολύ υψηλές ενώ σκοτώθηκαν και αρκετοί άνθρωποι. Αξίζει να αναφερθεί ότι η συγκεκριμένη φυσική καταστροφή αποτελεί τη δεύτερη πιο καταστροφική για την Ελλάδα.

Από τη μελέτη και τη συγκριτική παρατήρηση των χαρτών μέσων και μέγιστων εντάσεων προκύπτει ότι, όπως και για τους χάρτες με διάσταση ψηφίδας 0,2 μοίρες, η περιοχή του Αργοστολίου είναι αυτή που κυρίως διαφέρει από χάρτη σε χάρτη ανάλογα με το αν αναπαριστώνται οι μέσες ή οι μέγιστες τιμές. Αυτό σχετίζεται με τον αντισεισμικό σχεδιασμό και την αντισεισμική προστασία. Επίσης οι περιοχές της ανατολικής Κεφαλονιάς, διαφέρουν από χάρτη σε χάρτη, καθώς έχουν μεγάλη πληθυσμιακή πυκνότητα και είναι ανεπτυγμένες οικονομικά. Εντούτοις, η αντισεισμική προστασία είναι απαραίτητη για την ασφάλεια και είναι την ομαλή λειτουργία και εξέλιξη των νησιωτικών αυτών οικονομικά ανεπτυγμένων περιοχών.

Από τη κατασκευή χαρτών διαφορετικής διάστασης ψηφίδας για τη Κεφαλονιά, προκύπτει ότι όταν η διάσταση της ψηφίδας είναι μικρή, υπάρχουν περισσότερες λεπτομέρειες και δε χάνονται χρήσιμες πληροφορίες. Όπως και στη περίπτωση της Κρήτης, ο δεύτερος τρόπος απεικόνισης με διάσταση ψηφίδας 0,1 μοίρα είναι πιο σημαντικός σε περιπτώσεις που επιθυμείται η λεπτομερής εξέταση των περιοχών. Μικρότερες διαστάσεις ψηφίδας, ωστόσο, ίσως οδηγεί στο να χάνονται πληροφορίες δεδομένου ότι μπορεί στα τετράγωνα που ορίζονται από το κάρναβο να μην υπάρχουν κατοικημένες περιοχές, οπότε η τιμή τους είναι μηδενική, καθώς δεν υπάρχει η δυνατότητα μακροσεισμικών παρατηρήσεων. Στη περίπτωση της Κεφαλονιάς, ο αντισεισμικός σχεδιασμός είναι πολύ σημαντικός για την κατανομή των εντάσεων. Οι μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης αφορούν το σεισμό του 1953 και δεν είναι πλέον τόσο αντιπροσωπευτικές των μακροσεισμικών αποτελεσμάτων στη Κεφαλονιά. Όλοι οι σεισμοί που έχουν συμβεί μετά το 1953, έχουν μικρότερες μέγιστες εντάσεις. Επομένως, πιο αντιπροσωπευτικός είναι ο χάρτης με τις μέσες τιμές. Πρέπει να επισημανθεί, ότι ο σεισμό εκείνος είχε μέγεθος 7, 2 βαθμούς της κλίμακας Richter και δεν έχει ξανασυμβεί άλλο σεισμικό γεγονός αντίστοιχου μεγέθους, για να είναι γνωστό πως θα συμπεριφερθούν τα κτίρια και οι κάθε είδους κατασκευές καθώς και τα σύνοδα φαινόμενα που θα προέλθουν από ένα τέτοιο φυσικό φαινόμενο. Άρα, και ο χάρτης των μέγιστων τιμών είναι σημαντικός.

**13.4: Σύγκριση χάρτη Μέγιστων Μακροσεισμικών Εντάσεων της Ελλάδος (για παλαιότερη χρονική περίοδο) με το χάρτη της Γεωγραφικής Κατανομής των Μέγιστων Μακροσεισμικών Εντάσεων στην Ελλάδα, με διάσταση ψηφίδας, 1 μοίρα κατά τη χρονική περίοδο από το 1953 ως το 2004.**



Χάρτης 13.11: Μέγιστες Παρατηρηθείσες Μακροσεισμικές Εντάσεις στο ελληνικό χώρο (N. Βούλγαρης, 2006)

Από τη παρατήρηση του χάρτη μέγιστης παρατηρηθείσας σεισμικής έντασης στην Ελλάδα με τη μέθοδο των ισόσειστων καμπυλών, προκύπτουν τα εξής:

- Οι μεγαλύτερες εντάσεις (X) σημειώνονται στη περιοχή της ανατολικής Ρόδου, της νότιας Λέσβου, της ανατολικής Χίου, στο ανατολικό τμήμα του νομού Φθιώτιδος, σε τμήματα της Πελοποννήσου και στη Κεφαλονιά (νότια) και Ζάκυνθο (βόρεια)

- Τα Δωδεκάνησα, τα νησιά Βορείου Αιγαίου, τα Επτάνησα, η δυτική Πελοπόννησος και τμήματα της Στερεάς Ελλάδας χαρακτηρίζονται από μέγιστη σεισμική ένταση ΙΧ.
- Η Πελοπόννησος, η Μακεδονία (κεντρική και ανατολική), η Θεσσαλία και η Ήπειρος χαρακτηρίζονται από σεισμική ένταση VIII.
- Τμήματα της Θράκης, της Αττικής, της Μακεδονίας και της Στερεάς Ελλάδας χαρακτηρίζονται από σεισμική ένταση VII.
- Η Αθήνα, η κεντρική Εύβοια και περιοχές της δυτικής Μακεδονίας χαρακτηρίζονται από μέγιστη σεισμική ένταση VI.
- Οι πιο χαμηλές μέγιστες σεισμικές εντάσεις σημειώνονται στη Ροδόπη, στις Κυκλάδες στη νότια Εύβοια και στους νομούς Κοζάνης και Γρεβενών.

Από την ανάλυση που έχει γίνει σε προηγούμενο κεφάλαιο του χάρτη Γεωγραφικής κατανομής των μέγιστων Μακροσεισμικών Εντάσεων στην Ελλάδα τη περίοδο 1953- 2004 και του χάρτη μέγιστης παρατηρηθείσας σεισμικής έντασης στον ελληνικό χώρο τη περίοδο ως το 1980 που περιγράφεται παραπάνω, προκύπτουν κάποια σημαντικά συμπεράσματα. Αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Και οι δύο χάρτες δίνουν μια γενική απεικόνιση της σεισμικής επικινδυνότητας στον ελληνικό χώρο
- Είναι δυνατή η άμεση ενσωμάτωση και ομογενοποίηση ιστορικών και ενόργανων δεδομένων
- Υπάρχει η δυνατότητα άμεσης αξιολόγησης των αποτελεσμάτων σεισμικής κίνησης
- Οι μέγιστες εντάσεις εξαρτώνται από τη ποιότητα των κατασκευών
- Οι μέγιστες εντάσεις επηρεάζονται από την υποκειμενικότητα των παρατηρητών που συμπληρώνουν το σεισμολογικό δελτίο και καθορίζουν την ένταση του σεισμού.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί το πόσο έχει αλλάξει ο χάρτης μέσα σε διάστημα 27 ετών που έχουν μεσολαβήσει από τη κατασκευή του πρώτου χάρτη. Η πιο μεγάλη αλλαγή αφορά τη περιοχή της Αθήνας, της Καλαμάτας και της Κοζάνης-

Γρεβενών. Γενικά μέσα στη δεκαετία του 1990 συνέβησαν κάποιοι μεγάλοι σεισμοί οι οποίοι είχαν πολύ καταστροφικά αποτελέσματα με αποτέλεσμα τις αλλαγές αυτές που παρατηρούνται στο δεύτερο χάρτη. Τα πιο σημαντικά σεισμικά γεγονότα που συνέβησαν είναι ο σεισμός της Αθήνας (1999), ο σεισμός της Καλαμάτας (1986), ο σεισμός της Κοζάνη (1995) και ο σεισμός των Αλκυονίδων (1981). Οι περιοχές αυτές είχαν αρχικά μικρό βαθμό επικινδυνότητας ( δεν ξεπερνούσε το VI), ενώ μετά οι περιοχές αυτές έχουν γίνει αρκετά επικίνδυνες, με μέγιστες τιμές που ξεπερνούν το IX.

## Συμπεράσματα

Από την κατασκευή των χαρτών Γεωγραφικής Κατανομής των Μακροσεισμικών Εντάσεων, όπως αυτές έχουν καταγραφεί από το Γεωδυναμικό Ινστιτούτο του Εθνικού Αστεροσκοπείου Αθηνών, για την Ελλάδα, τη Κρήτη και τη Κεφαλονιά και αφορούν τη χρονική περίοδο 1953- 2004, προκύπτουν κάποια σημαντικά συμπεράσματα. Τα συμπεράσματα αυτά είναι τα ακόλουθα:

Η κατασκευή των Χαρτών Μακροσεισμικών Εντάσεων της Ελλάδας, της Κρήτης και της Κεφαλονιάς, έδειξε ότι ανάλογα με το αν ο χάρτης απεικονίζει τις μέσες ή τις μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης η κατανομή των τιμών στις διάφορες περιοχές μεταβάλλεται. Αυτό οφείλεται στο ότι οι μέσες τιμές αναφέρονται στο σύνολο των δεδομένων της περιοχής, ενώ οι μέγιστες τιμές αφορούν τη μέγιστη καταγεγραμμένη τιμή από τα δεδομένα της περιοχής. Συγκεκριμένα, η μέγιστη τιμή είναι η υψηλότερη που έχει καταγραφεί στη συγκεκριμένη περιοχή όλη την εξεταζόμενη περίοδο. Αντίθετα, οι μέσες τιμές αναφέρονται σε όλα τα δεδομένα της περιόδου. Επίσης η μέση τιμή μιας περιοχής δεν επηρεάζεται μόνο από σεισμικά γεγονότα που έχουν συμβεί κοντά σε αυτή αλλά και από γεγονότα που έχουν συμβεί σε μια ευρύτερη περιοχή. Για παράδειγμα οι μέσες τιμές σεισμικής έντασης στη Κρήτη επηρεάζονται από σεισμικά γεγονότα που γίνονται στη περιοχή των Κυθήρων. Έτσι, οι τιμές δεν είναι αντιπροσωπευτικές για αυτή τη περιοχή. Αντίθετα, οι μέγιστες τιμές σε μία περιοχή, αφορούν σεισμικά γεγονότα που έχουν συμβεί κοντά σε αυτές τις περιοχές. Για παράδειγμα στο σεισμό της Λευκάδας το 2003 το επίκεντρο ήταν βορειοδυτικά της Λευκάδας και οι μέγιστες εντάσεις σημειώθηκαν στη Λευκάδα. Επομένως οι μέγιστες τιμές που παρατηρούνται είναι πιο αντικειμενικές. Το αρνητικό όμως είναι ότι οι μέγιστες τιμές μεταβάλλονται ανάλογα με το πλήθος των γεγονότων. Σε πολλές περιπτώσεις δεν έχει συμβεί ένα σεισμικό γεγονός μεγάλου μεγέθους την εξεταζόμενη περίοδο. Έτσι οι εντάσεις μπορεί να μην αντιπροσωπεύουν το πραγματικό σεισμικό καθεστώς μιας περιοχής.

Σημαντικό ρόλο στην τιμή που θα λάβει μια περιοχή ( είτε μέση είτε μέγιστη τιμή σεισμικής έντασης) έχει το γεωτεκτονικό καθεστώς και η λιθοστρωματογραφία των σχηματισμών που δομούν την περιοχή. Επίσης σημαντικό ρόλο έχει και η πληθυσμιακή πυκνότητα, δεδομένου ότι τα δεδομένα βασίζονται σε

απογραφικά δελτία που συμπληρώνονται από τους πληγέντες. Όμως ρόλο παίζουν και τα σεισμικά κενά πρώτου βαθμού που επηρεάζουν την εικόνα μιας περιοχής. Σε ενδεχόμενη ενεργοποίηση ενός τέτοιου κενού, όπως είναι το ρήγμα της Αταλάντης, ο χάρτης κατανομής των μακροσεισμικών εντάσεων θα αλλάξει ριζικά. Επομένως οι χάρτες που κατασκευάστηκαν, αφορούν μόνο το συγκεκριμένο χρονικό διάστημα και δε μπορούν να εξαχθούν συμπεράσματα για τη γενική κατάσταση των περιοχών.

Ανάλογα με τη διάσταση των ψηφίδων που χρησιμοποιήθηκαν στη κατασκευή των χαρτών της Κρήτης και της Κεφαλονιάς, προκύπτει διαφορετικός βαθμός λεπτομέρειας που βρίσκεται σε αντιστοιχία με το μέγεθος της ψηφίδας. Όσο πιο μεγάλο το μέγεθος, τόσο μικρότερη λεπτομέρεια. Γενικά όμως η τιμή της έντασης δεν αλλάζει. Απλά δίδεται η δυνατότητα πιο λεπτομερούς εξέτασης της περιοχής ενδιαφέροντος.

Από τη κατασκευή των χαρτών προκύπτει ότι είναι πολύ σημαντική η θωράκιση των κτιρίων έναντι του σεισμού, ιδίως στις περιοχές με υψηλές μέσες και μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης. Η πληροφόρηση και η εκπαίδευση των πολιτών είναι απαραίτητη για την μείωση των καταστροφικών αποτελεσμάτων των σεισμών.

Από τη μεθοδολογία κατασκευής των χαρτών με τη μέθοδο των ψηφίδων που ακολουθήθηκε σε αυτή την εργασία, προκύπτουν κάποια σημαντικά συμπεράσματα σχετικά με τη μέθοδο αυτή και τις μεθόδους που ακολουθούνται κατά κόρον για την απεικόνιση ανάλογων μεγεθών. Συνήθως η μέθοδος που ακολουθείτε είναι αυτή των ισόσειστων καμπυλών. Το μειονέκτημα όμως της συγκεκριμένης μεθόδου, είναι ότι πολλά δεδομένα διαφορετικής έντασης ομογενοποιούνται και έτσι κάποιες σημαντικές πληροφορίες να χάνονται. Επιπλέον με το τρόπο αυτό, οι τιμές των εντάσεων είναι όλες συγκεντρωμένες πάνω στο χάρτη και οι χάρτες δεν είναι ευανάγνωστοι. Το σημαντικότερο όμως μειονέκτημα της μεθόδου είναι ότι πολλές φορές χρειάζεται η ακριβής γνώση των εντάσεων μιας τοποθεσίας και της γειτονικής της ευρύτερης περιοχής για το σχεδιασμό κυρίως έργων υποδομής, μέσω των χαρτών που είναι κατασκευασμένοι με αυτή τη μέθοδο δεν μπορεί να γίνει σωστός υπολογισμός. Η μέθοδος που ακολουθείται σε αυτή την εργασία είναι αυτή του Ψηφιδωτού Μοντέλου Χωρικών πληροφοριών. Το συμπέρασμα είναι ότι δίνεται μια πιο ακριβής και λεπτομερής απεικόνιση των σεισμικών εντάσεων καλύπτοντας όλη την έκταση των περιοχών, αφού τα στοιχεία δεν δίνονται σημειακά. Σημαντικό στοιχείο είναι επίσης η

ευκολία στη χρήση. Με τη μέθοδο αυτή, ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να ελέγξει τη σεισμική ένταση στη περιοχή ενδιαφέροντος με ακρίβεια, καθώς και στις γειτονικές αυτής περιοχές, καθώς και να ενημερώσει τη βάση δεδομένων του με ευκολία. Τέλος, οι κλάσεις που δημιουργήθηκαν είναι έτσι δομημένες ώστε να υπάρχει η όσο το δυνατό μικρότερη ομογενοποίηση και ομαδοποίηση των τιμών των εντάσεων. Με αυτό το τρόπο, ο χρήστης γνωρίζει ότι η ένταση της περιοχής θα διαφέρει σε πολύ μικρό βαθμό από τη δοσμένη από το κατασκευαστή του χάρτη τιμή έντασης.

Από τη παρατήρηση των χαρτών, απεικόνισης της γεωγραφικής κατατομής των μέγιστων τιμών μακροσεισμικής έντασης, προέκυψε ότι η πλέον σεισμογενής περιοχή είναι αυτή της Κεφαλονιάς. Ακολουθεί η Κρήτη (κυρίως ο νομός Χανίων), η δυτική Πελοπόννησος και η δυτική Μακεδονία. Από τη μελέτη των χαρτών απεικόνισης της γεωγραφικής κατανομής των μέσων τιμών μακροσεισμικής έντασης, προέκυψε ότι η πιο επικίνδυνη περιοχή είναι αυτή των Κυκλάδων. Οι περιοχές με μέσες και μέγιστες τιμές σεισμικής έντασης συμφωνούν σε όλους τους χάρτες της Κρήτης και τη Κεφαλονιάς, ανεξαρτήτως της διάστασης της ψηφίδας. Όπως διαπιστώθηκε το ίδιο δεν ισχύει για την Ελλάδα.

Από τη σύγκριση των χαρτών απεικόνισης των μέγιστων τιμών Μακροσεισμικής Έντασης για την Ελλάδα διαπιστώθηκε ότι οι περιοχές που χαρακτηρίζονται από υψηλές μέγιστες τιμές έχουν αλλάξει. Η περιοχή που έχει κυρίως αλλάξει είναι αυτή της δυτικής Μακεδονίας. Το συμπέρασμα επομένως είναι ότι οι χάρτες σεισμικής επικινδυνότητας που κατασκευάζονται έχουν πολύ μικρή χρονική ισχύ, αφού αλλάζουν οι σεισμικές εντάσεις ανά δεκαετία. Περιοχές που παλιότερα θεωρούνταν χαμηλού κινδύνου, αποδείχτηκε ότι είναι υψηλού. Θα πρέπει, επομένως, να δίνεται μεγάλη προσοχή στη χρονική περίοδο που γίνεται η επεξεργασία των δεδομένων για τη κατασκευή των χαρτών Σεισμικής Επικινδυνότητας και ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων.



## **Βιβλιογραφία**

### **Ξένη Βιβλιογραφία**

- Papazachos B.C, Papaioannou C.A. Papazachos C.B and Savvaidis A.S. (1997), Atlas of Isoleismal Maps for strong shallow earthquakes in Greece and surrounding area (246 B.C. -1995), Thessaloniki: Ziti
- Stiros S.C, Pirazzoli D.A, Laborel J. and Laborel – Deguen F. (1994), The 1953 earthquake in Cephalonia (Western Hellenic Arc): coastal uplift and halotectonic faulting, Georhys. J.Int. 117.
- G. Thompson ,J. Turk (1996), Modern Physical Geology, Florida: Saunders College Publishing
- Lagios et al , Crustal deformation in the central Ionian Islands (Greece): Results from DGPS and DIUSAR analyses (1995- 2006), article in press (available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com))
- Papathanassiou G., Pavlides S. and Ganas A. (2005), The 2003 Lefkada earthquake: Field observations and preliminary microzonation map based on liquefaction potential index for the town of Lefkada, Engineering Geology 82 ( available online at [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com))

### **Ελληνική Βιβλιογραφία**

- Βούλγαρης Ν. (2006), Σημειώσεις Τεχνικής Σεισμολογίας – Μικροζωνικής, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωλογίας και Γεωπεριβάλλοντος, Εθνικό Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο
- Εγκυκλοπαίδεια « Ελλαδική» (2000), τόμος 5<sup>ος</sup>, Αθήνα: Εκδόσεις Γιάννης Ρίζος
- Εγκυκλοπαίδεια « Ελλαδική» (2000), τόμος 7<sup>ος</sup>, Αθήνα: Εκδόσεις Γιάννης Ρίζος
- Εγκυκλοπαίδεια « Ελλαδική» (2000), τόμος 8<sup>ος</sup>, Αθήνα: Εκδόσεις Γιάννης Ρίζος

- Καλογεράς Ι. , Κουρουζίδης Μ. (2004), Μακροσεισμικές Παρατηρήσεις: η χρησιμότητά τους και ο ρόλος της τοπικής αυτοδιοίκησης, Γεωδυναμικό Ινστιτούτο, Εθνικό Αστεροσκοπείο Αθηνών
- Καρύμπαλης Ε. (2005), Σημειώσεις Παράκτιας Γεωμορφολογίας, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
- Καρύμπαλης Ε. ( 2004), Φυσική Γεωγραφία της Ευρωπαϊκής Ένωσης, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
- Κουτσόπουλος Κ.(2005), Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση Χώρου, Αθήνα: Παπασωτηρίου
- Λέκκας Ε. (2000), Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές, Αθήνα: Access PrePress
- Μανιάτης Γ.( 1996), Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών, Γης – Κτηματολογίου, Θεσσαλονίκη: Ζήτη
- Μπαγκαβός Χ. (2003), Δημογραφικές μεταβολές, Αγορά εργασίας και συντάξεις στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση, Αθήνα :Gutenberg
- Παπαζάχος Β.Κ., Καρακαϊσης Γ.Φ και Π.Μ. Χατζηδημητρίου (2005), Εισαγωγή στη Σεισμολογία, Θεσσαλονίκη: Ζήτη
- Παπαζάχος Β., Παπαζάχου Κ. (1989), Οι σεισμοί της Ελλάδας, Θεσσαλονίκη: Ζήτη
- Παυλόπουλος Κ. , Καρύμπαλης Ε. (2003), Σημειώσεις Φυσικής Γεωγραφίας, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
- Τσελέντης Α. (1997), Σύγχρονη Σεισμολογία, τόμος 1<sup>ος</sup>, Αθήνα : Παπασωτηρίου
- Τσελέντης Α. (1997) Σύγχρονη Σεισμολογία, τόμος 2<sup>ος</sup>, Αθήνα: Παπασωτηρίου
- Ταπεινός Γ.(1993), Στοιχεία Δημογραφίας, Αθήνα: Παπαζήση
- Χαλκιάς Χ. (2004), Συμπληρωματικές Σημειώσεις στο μάθημα Σ.Γ.Π. 1, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο
- Χαλκιάς Χ. (2005), Θεματική Χαρτογραφία, Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο

### Λιαδίκτυο

- Σεισμικότητα της Ελλάδας, , εύρεση στις 15.7.07 στο δικτυακό τόπο [www.conceptum.gr/seismopolis](http://www.conceptum.gr/seismopolis). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Ελληνικό τόξο, εύρεση στις 15.7.07 στο δικτυακό τόπο [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr)
- Ελληνικό τόξο, εύρεση στις 15.7.07 στο δικτυακό τόπο [www.gein.noa.gr](http://www.gein.noa.gr). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Ελληνικό τόξο, εύρεση στις 15.7.07 στο δικτυακό τόπο [www.conceptum.gr/seismopolis](http://www.conceptum.gr/seismopolis). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Θεωρία Λιθοσφαιρικών πλακών, εύρεση στις 12.7.07 στο δικτυακό τόπο [www.seismos.gr](http://www.seismos.gr). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Earthquakes and Plate tectonics, εύρεση στις 11.7.07 στο δικτυακό τόπο [earthquake.usgs.gov](http://earthquake.usgs.gov). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Land cover, εύρεση στις 7.2.07 στο δικτυακό τόπο [eea.eu.int](http://eea.eu.int). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Στοιχεία για το Πραγματικό και τον Οικονομικό Πληθυσμό, εύρεση στις 27.9.07 στο δικτυακό τόπο, [www.statistics.gr](http://www.statistics.gr). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.statistics.gr](http://www.statistics.gr)
- Πραγματικός πληθυσμός, εύρεση στις 27.9.07, στο δικτυακό τόπο, [www.economics.gr](http://www.economics.gr). Αναζήτησης το δικτυακό τόπο [www.economics.gr](http://www.economics.gr)
- Πρόγραμμα Ξενοκράτης, εύρεση στις 26.9.07 στο δικτυακό τόπο [www.civilprotection.gr](http://www.civilprotection.gr). Αναζήτησης στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Αντισεισμικός Σχεδιασμός, εύρεση στις 24.4.07 στο δικτυακό τόπο [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Νέος Χάρτης Σεισμικής Επικινδυνότητας, εύρεση στις 24.4.07 στο δικτυακό τόπο [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr). Αναζήτηση το δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Ελλάδα και σεισμοί, εύρεση στις 24.4.07, στο δικτυακό τόπο [www.oasp.gr](http://www.oasp.gr). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)

- Το ηφαίστειο της Σαντορίνης, εύρεση τη 1.5.07, στους δικτυακούς τόπους, [www.santorini.net](http://www.santorini.net) και [ismosav.santorini.net](http://ismosav.santorini.net). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Δορυφορικές εικόνες Ελλάδας και Κρήτης, εύρεση τη 1.10.07 στο δικτυακό τόπο, [el.wikipedia.org](http://el.wikipedia.org). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [el.wikipedia.gr](http://el.wikipedia.gr)
- Δορυφορική Εικόνα Κεφαλονιάς, εύρεση τη 1.8.07 στο δικτυακό τόπο [earth.google.com](http://earth.google.com). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Προσεισμική Δραστηριότητα στη Κοζάνη, εύρεση στις 30.9.07 στο δικτυακό τόπο [geophysics.geo.auth.gr](http://geophysics.geo.auth.gr). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Σεισμική Ησυχία, εύρεση στις 30.9.07 στο δικτυακό τόπο [www.hri.org](http://www.hri.org). Αναζήτησης το δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Country Profile, εύρεση τη 1.5.07, στο δικτυακό τόπο [www.em-dat.net/disasters list](http://www.em-dat.net/disasters/list). Αναζήτησης στο δικτυακό τόπο [www.em-dat.net](http://www.em-dat.net)
- Τα ρήγματα της Ελλάδος, εύρεση στις 11.7.07 στο δικτυακό τόπο [www.seismos.gr](http://www.seismos.gr). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Η γεωλογία της Κρήτης, εύρεση στις 24.9.07 στο δικτυακό τόπο [www.crete-region.gr/προγράμματα σε εξέλιξη/crinno/emeric](http://www.crete-region.gr/προγράμματα_σε_εξέλιξη/crinno/emeric) - 1. Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- Οι γεωτεκτονικές ζώνες της Ελλάδας, εύρεση στις 24.9.07 στο δικτυακό τόπο [www.iah-hellas.geol.uoa.gr](http://www.iah-hellas.geol.uoa.gr). Αναζήτηση στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)
- The greek faults, εύρεση στις 31.7.07 στο δικτυακό τόπο [www.comet.nerc.ac.uk](http://www.comet.nerc.ac.uk). Αναζήτησης στο δικτυακό τόπο [www.google.gr](http://www.google.gr)

## **Παράρτημα 1**

## Σεισμολογικό Δελτίο

Αφορά το συγκεκριμένο Δημοτικό Διαμέρισμα και μόνο

(Τα στοιχεία του ερωτηματολογίου αυτού θα χρησιμοποιηθούν αποκλειστικά για επιστημονικούς σκοπούς)  
Σημειώνετε Χ στο αντίστοιχο τετράγωνο

Στοιχεία αυτού που συμπληρώνει το ερωτηματολόγιο (για πιθανές διευκρινήσεις):	
Όνοματεπώνυμο	Ιδιότητα
Τηλέφωνο	e-mail

Ο σεισμός έγινε αισθητός: Ναι  Όχι  (εάν επιλέξετε "όχι" μη συνεχίσετε τη συμπλήρωση του ερωτηματολογίου)

### Α) ΓΕΝΙΚΕΣ ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ

- Δόνηση αισθητή μόνο από κάποια άτομα σε συνθήκες ανάπαυσης σε υψηλούς ορόφους:
- Δόνηση αισθητή από λίγους που δεν την κατάλαβαν ως σεισμό:
- Δόνηση αισθητή σε κλειστούς χώρους (σπίτια, κινηματογράφους, εκκλησίες κλπ) από: Λίγους  Πολλούς  Όλους
- Δόνηση αισθητή σε ανοιχτούς χώρους (πλατείες, δρόμους, ύπαιθρο κλπ) από: Λίγους  Πολλούς  Όλους
- Ο σεισμός ξύπνησε: Κανέναν  Λίγους  Πολλούς  Όλους
- Ο σεισμός τρόμαξε: Κανέναν  Λίγους  Πολλούς  Όλους
- Ο σεισμός έγινε αισθητός σε πολλές φάσεις (γύρους), πόσες; ..... Διάρκεια της δόνησης σε δευτερόλεπτα .....
- Τι χαρακτηριστικά είχε η δόνηση; Ήταν κυρίως: κυματωειδής  Με απότομα τινάγματα
- Ποια υπήρξε περίπου η αρχική διεύθυνση της δόνησης; .....

### Β) ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΑΝΤΙΚΕΙΜΕΝΑ

- Η δόνηση προκάλεσε γλίστρημα (διαταραχή) στην οδήγηση αυτοκινήτων:
- Στους χαμηλούς ορόφους των κατοικιών οι λαμπτήρες αιωρήθηκαν: Ελαφρά  Αισθητά  Έντονα
- Ελαφριά ταλάντωση (κλυδωνισμός): Πορτών  Παραθύρων  Επίπλων
- Ελαφρύ τρίξιμο: Καρεκλών  Κρεβατιών  Μόνο επίπλων στο β' όροφο  Σε όλους τους ορόφους
- Κυματισμός υγρών σε δοχεία  Μικρή έκχυση  Ξεχείλισμα
- Τρίξιμο (κουδούνισμα) τζαμιών παραθύρων, επίπλων ή ποτηριών και πιάτων: Μόνο σε υψηλούς ορόφους  Σε όλους τους ορόφους
- Τρίξιμο επίπλων ή/και δοκαριών και σανιδιών σε δάματα:
- Κρεμασμένα κάδρα: Μετακινήθηκαν και βρόντηξαν πάνω στους τοίχους  Έπεσαν
- Χτύπημα ή άνοιγμα πορτών, παραθύρων, παντζουριών:
- Χτύπησαν (ήχησαν): Μικρές καμπάνες  Καμπάνες σε καμπαναριά
- Σημειώθηκε μετακίνηση σε: διακοσμητικά σε έπιπλα (μπιμπελό)  Πιάτα, ποτήρια, βιβλία  Αντικείμενα σταθερά και βαριά   
Ελαφριά έπιπλα  Βαριά έπιπλα
- Σημειώθηκε πτώση σε: διακοσμητικά σε έπιπλα (μπιμπελό)  Πιάτα, ποτήρια, βιβλία  Αντικείμενα σταθερά και βαριά   
Ελαφριά έπιπλα  Βαριά έπιπλα

### Γ) ΠΑΡΑΤΗΡΗΣΕΙΣ ΣΕ ΚΤΙΡΙΑ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

1) ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΥΠΟΒΑΘΜΙΣΜΕΝΕΣ (ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΕΤΡΕΣ ΜΗ ΛΑΒΕΜΕΝΕΣ, ΜΕ ΠΤΟΧΟ ΑΣΒΕΣΤΟΚΟΝΙΑΜΑ):

- Πτώση μικρών κομματιών ασβεστοκονιάματος, με μικρές ρωγμές στο σοβά σε λίγα σπίτια:
- Μικρές βλάβες σε πολλά σπίτια: Πτώση σοβάδων  Γλίστρημα κεραμιδιών  Ρωγμές σε καμινάδες
- Κάποιες πλευρικές καταρρεύσεις: ξεκόλλημα τοίχων  Ευρείες ρωγμές σε τοίχους
- Πολλές καταρρεύσεις τοίχων και λίγες ολικές καταρρεύσεις:
- Ολική κατάρρευση του 50% των οικημάτων  Ολική κατάρρευση του 75% των οικημάτων

2) ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΛΕΣ ΚΑΙ ΜΕΤΡΙΕΣ (ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΕΤΡΕΣ ΛΑΒΕΜΕΝΕΣ Η ΤΟΥΒΛΑ, ΜΕ ΚΑΛΟ ΑΣΒΕΣΤΟΚΟΝΙΑΜΑ, ΔΩΜΑΤΑ ΜΕ ΣΙΔΕΡΕΝΙΑ Η ΞΥΛΙΝΑ ΔΟΚΑΡΙΑ, ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΜΕ ΠΕΡΙΤΟΙΧΙΣΗ, ΠΕΣΩΡΟΜΗΝΗ, ΚΑΛΟΔΟΜΗΜΕΝΕΣ):

- Πολλές μικρές ρωγμές με πτώση ασβεστοκονιάματος ή σοβάδων:
- Πτώση, περιστροφή ή θραύση πολλών καμινάδων και κεραμιδιών, γλίστρημα κεραμιδιών στις στέγες:
- Ρωγμές ευρείες και βαθιές στους τοίχους, με ξεκόλλημα τοιχωμάτων:
- Ολική κατάρρευση του 50% των οικημάτων:  Ολική κατάρρευση του 75% των οικημάτων

3) ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΚΑΛΕΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑ ΠΟΛΥ ΚΑΛΕΣ (ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ ΞΥΛΙΝΕΣ, ΜΕ ΟΠΛΙΣΜΕΝΟ ΕΚΥΡΟΔΕΜΑ, ΠΡΟΚΑΤΑΣΚΕΥΑΣΜΕΝΕΣ):

- Ελαφριές ζημιές και μικρές φθορές σε λίγα οικήματα:
- Πολλές μικρές ρωγμές στους τοίχους με πτώση μεγάλων κομματιών ασβεστοκονιάματος, κάποια ρωγμή ευρεία και βαθιά:
- Πλευρικές καταρρεύσεις με αποκόλληση τοίχων σε λίγα οικήματα:
- Πλευρικές καταρρεύσεις με αποκόλληση τοίχων και λίγες ολικές καταρρεύσεις:

Συμπληρώστε και στείλτε προς:

ΕΘΝΙΚΟ ΑΣΤΕΡΟΣΚΟΠΕΙΟ ΑΘΗΝΩΝ  
ΓΕΩΔΥΝΑΜΙΚΟ ΙΝΣΤΙΤΟΥΤΟ  
Τ.Θ. 20048  
1181-ΑΘΗΝΑ

Δ) ΔΙΑΦΟΡΕΣ ΔΙΑΠΙΣΤΩΣΕΙΣ - ΕΠΙΣΗΜΑΝΣΕΙΣ:

1. Μετατόπιση και περιστροφή αγαλμάτων, επιτύμβιων στηλών σε βάθρα, μετατόπιση αναμνηστικών πλακών, ανατροπή ταφόπλακων:
2. Μερική κατάρρευση καμπαναριών, φουγάρων, μαντρότοιχων  Πτώση ή περιστροφή μνημείων ή/και κολωνών
3. Υπόγεια ή επιφανειακή βοή, κρότος όμοιος με βροντή, ήχος ανέμου, θόρυβος όμοιος με έκρηξη  φαινόμενα φωτεινά (λαμπερά)
4. Ανησυχία ζών  Θόλωση υδάτων (στάσιμων, σε αγωγούς, σε ρέματα)
5. Μεταβολές στα ύδατα: Πηγαδιών και αποστραγγισμένων πηγών  Πηγαδιών και παραγωγικών πηγών  Δημιουργία νέων πηγών
6. Κατολισθητικά φαινόμενα: Κομμάτισμα (σπάσιμο) υγρών εδαφών: Λίγα  Πολλά   
 Εκτεταμένο κομμάτισμα (σπάσιμο) στις όχθες των ποταμών   
 Μικρά σπασίματα στους δρόμους: Χωμάτινους  Ασφαλτοστρωμένους   
 Μακρές και βαθιές ρωγμές και/ή καθίζηση (βούλιαγμα) σε δρόμους στρωμένους ή ασφαλτοστρωμένους   
 Κατολισθήσεις σε βουνά  Κατολισθήσεις σε αμμόδη και χαλικιάδη εδάφη: Λίγες  Αρκετές   
 Κατολισθήσεις βραχάδους υλικού: Λίγες  Αρκετές
7. Διάφορες συμπληρωματικές πληροφορίες που θέλετε να προσθέσετε: .....

.....  
 .....  
 .....

## **Παράρτημα 2**



**Επεξεργασμένα Δεδομένα. Προγράμματα εισαγωγής ascii raster file και χάρτες**

**Ελλάδας**

συντεταγμένες		μέγιστη	μέση
42	19	-1	-1
	20	-1	-1
	21	-1	-1
	22	7	5,9
	23	7	5,2
	24	7,5	5,3
	25	5	5
	26	6	5,1
	27	-1	-1
	28	-1	-1
	29	-1	-1
	30	-1	-1
41	19	-1	-1
	20	9	5,7
	21	9,5	5,7
	22	7	5,5
	23	8,5	5,5
	24	6	5,2
	25	6,5	5,3
	26	6	5,3
	27	-1	-1
	28	-1	-1
	29	-1	-1
	30	-1	-1
40	19	6	5,1
	20	7,5	5,4
	21	8	5,5
	22	9,5	5,9
	23	8,5	5,8
	24	9	6,2
	25	7,5	5,7
	26	8	5,7
	27	-1	-1
	28	-1	-1
	29	-1	-1
	30	-1	-1
39	19	-1	-1
	20	10	6
	21	8,5	5,4
	22	8	5,6
	23	9,5	5,8
	24	7	5,3
	25	6	5,3
	26	6,5	5,2
27	-1	-1	

	28	-1	-1
	29	-1	-1
	30	-1	-1
38	19	-1	-1
	20	9	6,1
	21	9	5,5
	22	10	5,5
	23	8,5	5,5
	24	5	5
	25	8	6,4
	26	7	5,3
	27	6	5
	28	-1	-1
	29	-1	-1
	30	-1	-1
37	19	-1	-1
	20	-1	-1
	21	6,5	5,3
	22	6	5,2
	23	-1	-1
	24	6,5	5,8
	25	8	6,6
	26	7	7
	27	6	5,4
	28	-1	-1
	29	-1	-1
	30	-1	-1
36	19	-1	-1
	20	-1	-1
	21	-1	-1
	22	-1	-1
	23	7,5	5,5
	24	8,5	5,4
	25	8,5	5,3
	26	5	5
	27	5,5	5,5
	28	-1	1
	29	-1	1
	30	-1	1
35	19	-1	1
	20	-1	1
	21	-1	1
	22	-1	1
	23	-1	1
	24	8,5	6,4
	25	-1	-1
	26	-1	-1
	27	-1	-1
	28	-1	-1
	29	-1	-1

	30	-1	-1
34	19	-1	-1
	20	-1	-1
	21	-1	-1
	22	-1	-1
	23	-1	-1
	24	-1	-1
	25	-1	-1
	26	-1	-1
	27	-1	-1
	28	-1	-1
	29	-1	-1
	30	-1	-1

**Μέγιστη τιμή**

ncols 12

nrows 8

xllcorner 19

yllcorner 34

cellsize 1

nodata\_value -1

-1

-1

-1

7

7

7,5

5

6

-1

-1

-1

-1

-1

9

9,5

7

8,5

6

6,5

6

-1

-1

-1

-1

6

7,5

8

9,5

8,5

9

7,5

8

-1

-1

-1

-1

-1

10

8,5

8

9,5

7

6

6,5

-1

-1

-1

-1

-1

9

9

10

8,5

5

8

7

6

-1

-1

-1

-1

-1

6,5

6

-1

6,5

8

7

6

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

7,5

8,5

8,5

5

5,5

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

8,5

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

### **Μέση τιμή**

ncols 12

nrows 8

xllcorner 19

yllcorner 34

cellsize 1

nodata\_value -1

-1

-1

-1

5,9

5,2

5,3

5

5,1

-1

-1

-1

-1

-1

5,7

5,7

5,5

5,5

5,2

5,3

5,3

-1

-1

-1

-1

5,1

5,4

5,5

5,9

5,8

6,2

5,7

5,7

-1

-1

-1

-1

-1

6

5,4

5,6

5,8

5,3

5,3

5,2

-1

-1

-1

-1

-1

6,1

5,5

5,5

5,5

5

6,4

5,3

5

-1

-1

-1

-1

-1



5,3

5,2

-1

5,8

6,6

7

5,4

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

5,5

5,4

5,3

5

5,5

1

1

1

1

1

1

1

1

6,4

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

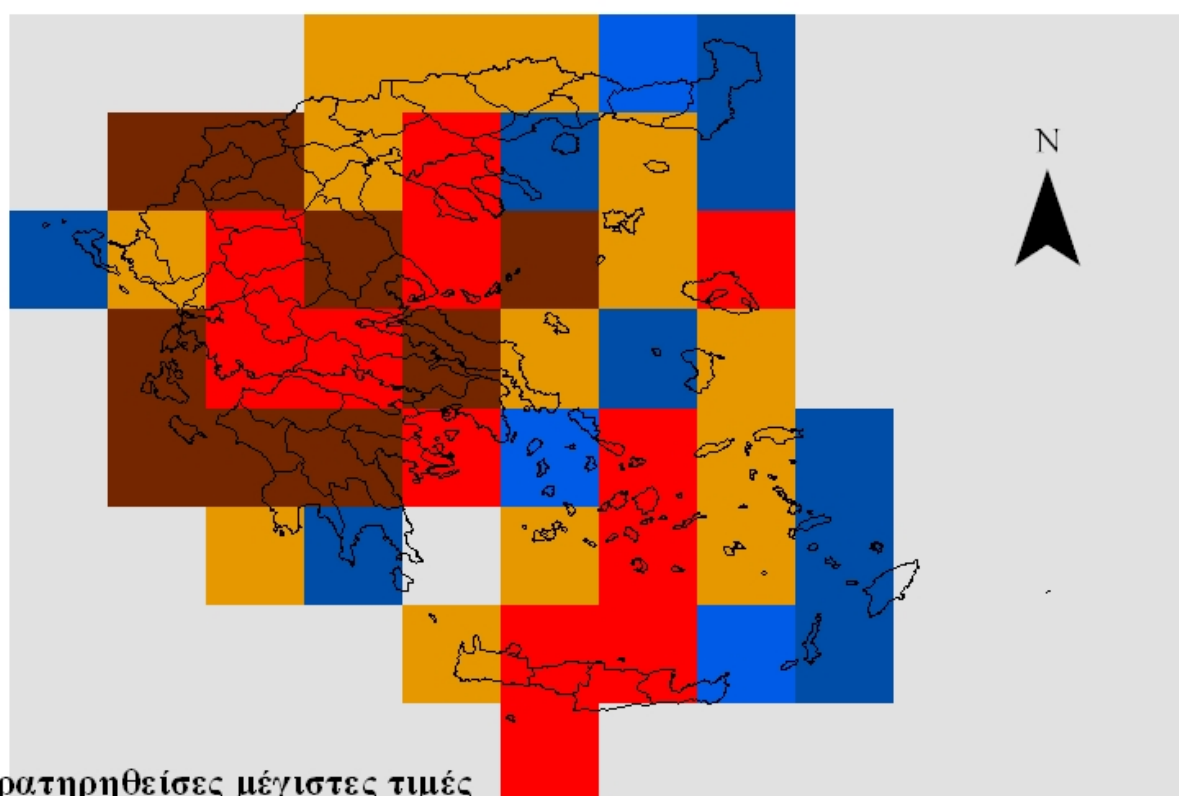
-1

-1

-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1

# Χάρτης μακροσεισμικών εντάσεων Ελλάδας Χρονική περίοδος 1953- 2004

Διάσταση ψηφίδας 1 μοίρα



Παρατηρηθείσες μέγιστες τιμές  
μακροσεισμικής έντασης

Σεισμικές Εντάσεις

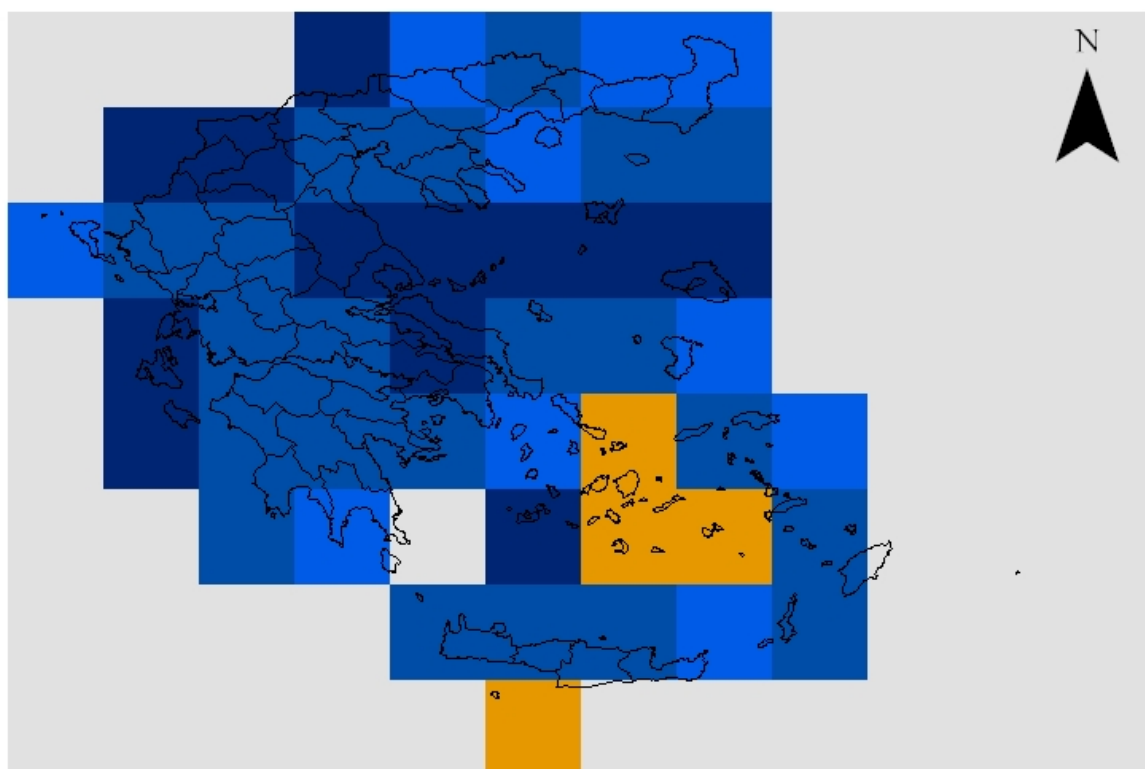
Τιμές

	V - V+
	V+ - VI+
	VI+ - VII+
	VII+ - VIII+
	VIII+ - X

1:7.000.000

# Χάρτης μακροσεισμικών εντάσεων Ελλάδας Χρονική περίοδος 1953- 2004

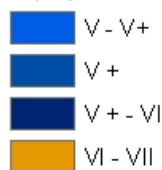
Διάσταση ψηφίδας 1 μοίρα



Παρατηρηθείσες μέσες τιμές  
μακροσεισμικής έντασης

Σεισμικές εντάσεις

Τιμές



1:7.000.000

**Επεξεργασμένα Δεδομένα. Προγράμματα εισαγωγής ascii raster file και χάρτες  
Κρήτης**

<b>Κρήτη</b>		<b>0.2 mesi timi</b>	<b>0.2 megisti timi</b>
36	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,8	-1	-1
	24	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,8	-1	-1
	25	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,8	-1	-1
	26	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
	26,8	-1	-1
35,8	27	-1	-1
	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,8	-1	-1
	24	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,8	-1	-1
	25	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,8	-1	-1
	26	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
26,8	-1	-1	
27	-1	-1	

35,6	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,6	5	5
	23,8	-1	-1
	24	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,8	-1	-1
	25	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,8	-1	-1
	26	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
	26,8	-1	-1
35,4	27	-1	-1
	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,6	4,5	7,5
	23,8	4,6	6,5
	24	4,4	5,5
	24,2	4,6	5
	24,4	-1	-1
	24,6	4,5	4,5
	24,8	5	5
	25	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,8	-1	-1
	26	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
	26,8	-1	-1
35,2	27	-1	-1
	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,6	4,7	7,5
	23,8	4,9	6,5
	24	4,6	6
	24,2	4,6	6,5
	24,4	4,5	5,5

	24,6	4,5	5,5
	24,8	4,7	6
	25	4,6	6
	25,2	4,3	5,5
	25,4	4,4	5,5
	25,6	4,2	5
	25,8	-1	-1
	26	4,4	5
	26,2	4,4	4,5
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
	26,8	-1	-1
35	27	-1	-1
	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,8	-1	-1
	24	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,4	4,3	5
	24,6	4,7	8,5
	24,8	4,6	7
	25	4,5	6
	25,2	4,4	6
	25,4	4,5	6
	25,6	4,4	7,5
	25,8	4,3	6
	26	4,2	4,5
	26,2	4,3	5
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
	26,8	-1	-1
34,8	27	-1	-1
	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,8	-1	-1
	24	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,8	5,5	8,5
	25	-1	-1
	25,2	4	4
	25,4	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,8	-1	-1
	26	-1	-1

	26,2	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
	26,8	-1	-1
	27	-1	-1
34,6	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,8	-1	-1
	24	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,8	-1	-1
	25	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,8	-1	-1
	26	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
	26,8	-1	-1
	27	-1	-1
34,4	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,8	-1	-1
	24	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,8	-1	-1
	25	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,8	-1	-1
	26	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
	26,8	-1	-1
	27	-1	-1
34,2	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1



	23,6	-1	-1
	23,8	-1	-1
	24	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,8	-1	-1
	25	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,8	-1	-1
	26	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
	26,8	-1	-1
	27	-1	-1
34	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,8	-1	-1
	24	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,8	-1	-1
	25	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,8	-1	-1
	26	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,6	-1	-1
	26,8	-1	-1
	27	-1	-1

**Μέγιστη τιμή**

ncols 21

nrows 11

xllcorner 23

yllcorner 34

cellsize 0,2

nodata\_value -1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

5

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

7,5

6,5

5,5

5

-1

4,5

5

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

7,5

6,5

6

6,5

5,5

5,5

6

6

5,5

5,5

5

-1

5

4,5

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

5

8,5

7

6

6

6

7,5

6

4,5

5

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

8,5

-1

4

-1

-1

-1













-1  
4,7  
4,9  
4,6  
4,6  
4,5  
4,5  
4,7  
4,6  
4,3  
4,4  
4,2  
-1  
4,4  
4,4  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
4,3  
4,7  
4,6  
4,5  
4,4  
4,5  
4,4  
4,3  
4,2  
4,3  
-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

5,5

-1

4

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

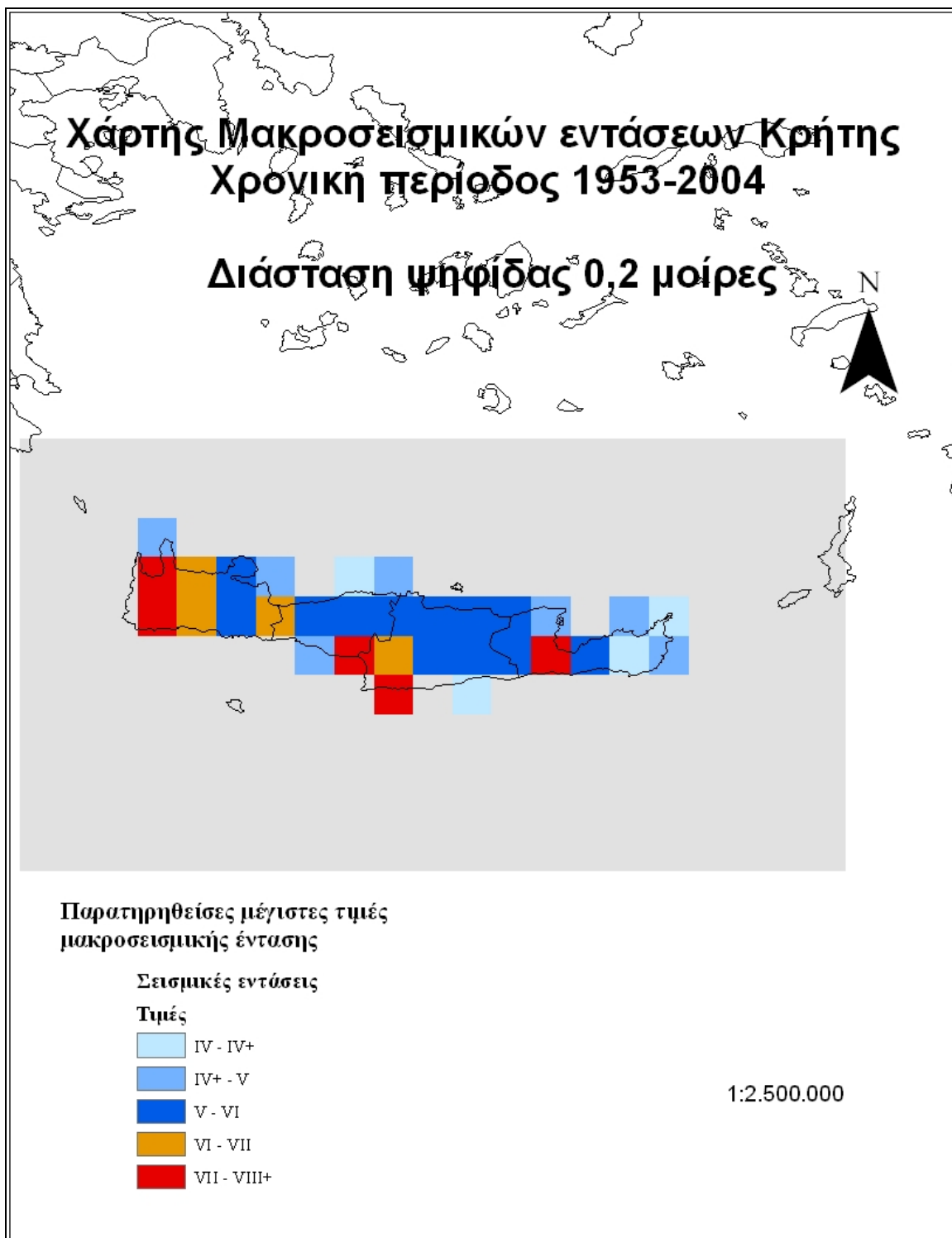
-1

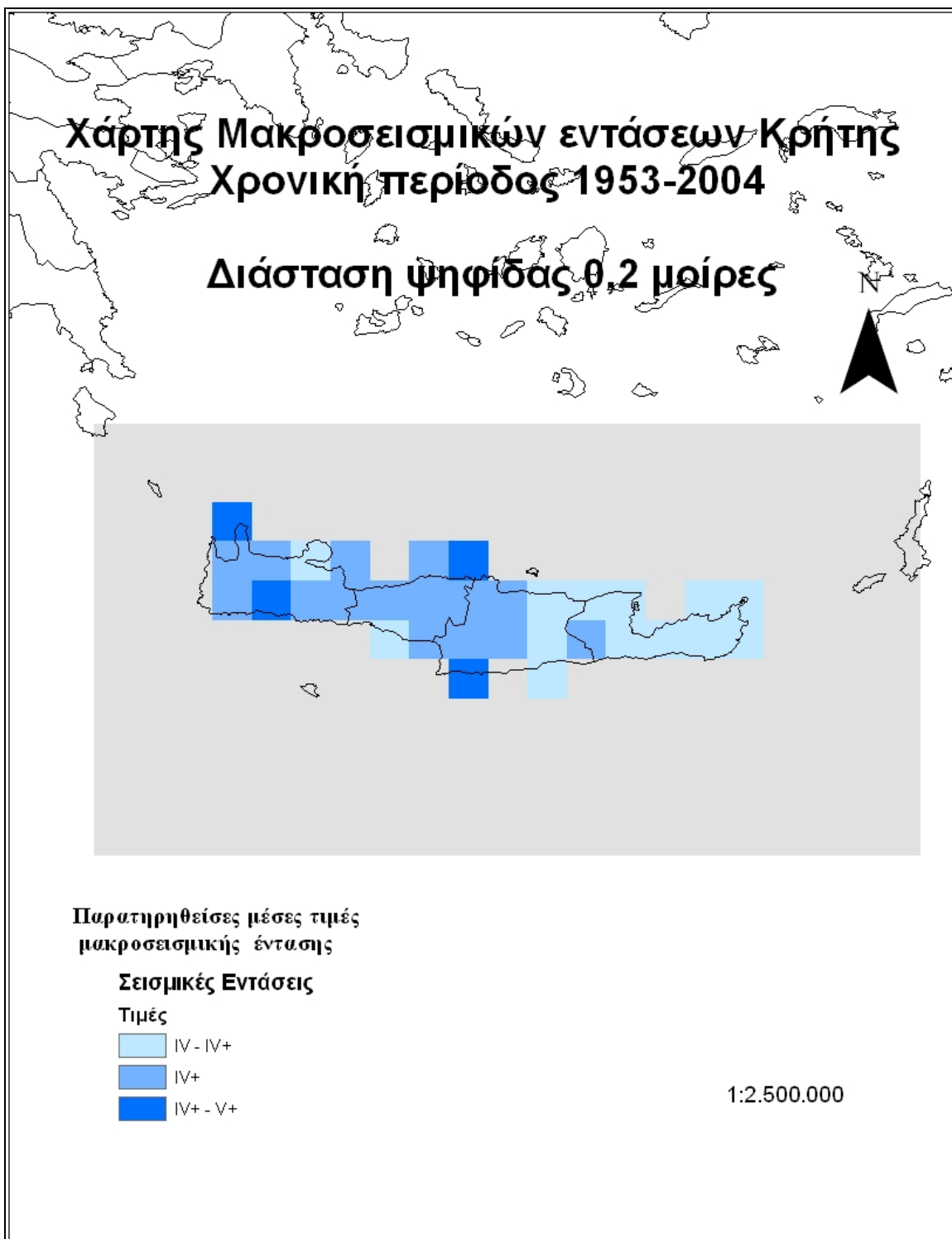
-1

-1











<b>Κρήτη</b>		<b>0,1 mesi timi</b>	<b>0,1 megisti timi</b>
36	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
35,9	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1

	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
35,8	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1

	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
35,7	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1

	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
35,6	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	5	5
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
35,5	23	-1	-1
	23,2	-1	-1

	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	4,3	5
	23,7	4,7	7,5
	23,8	4,5	5,5
	23,9	4,9	6,5
	24	4,4	5,5
	24,1	4,8	5
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
35,4	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	4,5	6,5
	23,7	4,6	6
	23,8	4,6	6,5
	23,9	4,6	6,5
	24	4,4	5
	24,1	4,4	5
	24,2	4,6	5
	24,3	-1	-1

	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	4,5	4,5
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
35,3	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	4,7	6
	23,7	4,4	6
	23,8	5,3	6,5
	23,9	4,6	6
	24	-1	-1
	24,1	4,6	5,5
	24,2	4,6	5,5
	24,3	4,5	6,5
	24,4	4,5	5
	24,5	4,5	5
	24,6	4,6	5
	24,7	4,3	5,5
	24,8	4,6	5
	24,9	5,3	6
	25	4,6	6
	25,1	4,6	6
	25,2	4,4	5
	25,3	4,2	5
	25,4	-1	-1

	25,5	4,2	4,5
	25,6	-1	-1
	25,7	4	4
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
35,2	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	4,8	7,5
	23,7	5	6
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	4,5	6
	24,2	4,4	5
	24,3	4,9	6
	24,4	4,2	4,5
	24,5	4,6	5,5
	24,6	4	5
	24,7	4,4	5
	24,8	4,6	5
	24,9	-1	-1
	25	4,6	6
	25,1	4,5	6
	25,2	4,6	5,5
	25,3	4,2	5
	25,4	4,5	5,5
	25,5	4,1	4,5
	25,6	4,2	5
	25,7	4	4
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	4,4	5
	26,2	4,4	4,5
	26,3	-1	-1
	26,4	4	4
	26,5	-1	-1

	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
35,1	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	4,4	5
	24,6	4,8	8,5
	24,7	4,2	5
	24,8	4,8	5,5
	24,9	4,4	5
	25	4,7	5,5
	25,1	4,3	4,5
	25,2	4,4	4,5
	25,3	4,7	5
	25,4	4,4	5
	25,5	4,3	4,5
	25,6	4,3	4,5
	25,7	4,3	4,5
	25,8	5	6
	25,9	4	4
	26	4,3	4,5
	26,1	4	4
	26,2	4,3	5
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
35	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1



	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	5	8,5
	24,8	4,7	7
	24,9	4,4	5
	25	4,5	5
	25,1	4,5	6
	25,2	4,3	6
	25,3	4,5	5
	25,4	4,5	5,5
	25,5	4,7	6
	25,6	4,4	6
	25,7	4,6	7,5
	25,8	-1	-1
	25,9	4,2	4,5
	26	4,3	4,5
	26,1	4,1	4,5
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
34,9	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	6,2	8,5

	24,9	5	7
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	4	4
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
34,8	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1

	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
34,7	27	-1	-1
	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
34,6	27	-1	-1
	23	-1	-1

	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
34,5	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1

	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
34,4	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1

	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
34,3	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1

	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
34,2	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
34,1	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1

	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1
	24,8	-1	-1
	24,9	-1	-1
	25	-1	-1
	25,1	-1	-1
	25,2	-1	-1
	25,3	-1	-1
	25,4	-1	-1
	25,5	-1	-1
	25,6	-1	-1
	25,7	-1	-1
	25,8	-1	-1
	25,9	-1	-1
	26	-1	-1
	26,1	-1	-1
	26,2	-1	-1
	26,3	-1	-1
	26,4	-1	-1
	26,5	-1	-1
	26,7	-1	-1
	26,8	-1	-1
	26,9	-1	-1
	27	-1	-1
34	23	-1	-1
	23,2	-1	-1
	23,3	-1	-1
	23,4	-1	-1
	23,5	-1	-1
	23,6	-1	-1
	23,7	-1	-1
	23,8	-1	-1
	23,9	-1	-1
	24	-1	-1
	24,1	-1	-1
	24,2	-1	-1
	24,3	-1	-1
	24,4	-1	-1
	24,5	-1	-1
	24,6	-1	-1
	24,7	-1	-1



24,8	-1	-1
24,9	-1	-1
25	-1	-1
25,1	-1	-1
25,2	-1	-1
25,3	-1	-1
25,4	-1	-1
25,5	-1	-1
25,6	-1	-1
25,7	-1	-1
25,8	-1	-1
25,9	-1	-1
26	-1	-1
26,1	-1	-1
26,2	-1	-1
26,3	-1	-1
26,4	-1	-1
26,5	-1	-1
26,7	-1	-1
26,8	-1	-1
26,9	-1	-1
27	-1	-1

### Μέγιστη τιμή

ncols 41

nrows 21

xllcorner 23

yllcorner 34

cellsize 0,1

nodata\_value -1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1











-1

-1

-1

-1

5

7,5

5,5

6,5

5,5

5

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1





-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

6

6

6,5

6

-1

5,5

5,5

6,5

5

5

5

5,5

5

6

6

6

5

5

-1

4,5

-1

4

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
7,5  
6  
-1  
-1  
-1  
6  
5  
6  
4,5  
5,5  
5  
5  
5  
-1  
6  
6  
5,5  
5  
5,5  
4,5  
5  
4  
-1  
-1  
-1  
5  
4,5

-1

4

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

5

8,5

5

5,5

5

5,5

4,5

4,5

5

5

4,5

4,5

4,5

6

4

4,5

4

5

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

8,5

7

5

5

6

6

5

5,5

6

6

7,5

-1

4,5

4,5

4,5

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

8,5

7

-1

-1

4

-1

-1

-1

-1























**Μέση τιμή**

ncols 41

nrows 21

xllcorner 23

yllcorner 34

cellsize 0,1

nodata\_value -1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1











-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

4,3

4,7

4,5

4,9

4,4

4,8

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

4,5

4,6

4,6

4,6

4,4

4,4

4,6

-1

-1

-1

-1

4,5

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

4,7

4,4

5,3

4,6

-1

4,6

4,6

4,5

4,5

4,5

4,6

4,3

4,6

5,3

4,6

4,6

4,4

4,2

-1

4,2

-1

4

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

4,8

5

-1

-1

-1

4,5

4,4

4,9



4,2

4,6

4

4,4

4,6

-1

4,6

4,5

4,6

4,2

4,5

4,1

4,2

4

-1

-1

-1

4,4

4,4

-1

4

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

4,4

4,8

4,2

4,8

4,4

4,7

4,3

4,4

4,7

4,4

4,3

4,3

4,3

5

4

4,3

4

4,3

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

5

4,7

4,4

4,5

4,5

4,3

4,5

4,5

4,7

4,4

4,6

-1

4,2

4,3

4,1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

6,2

5

-1

-1

4

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1













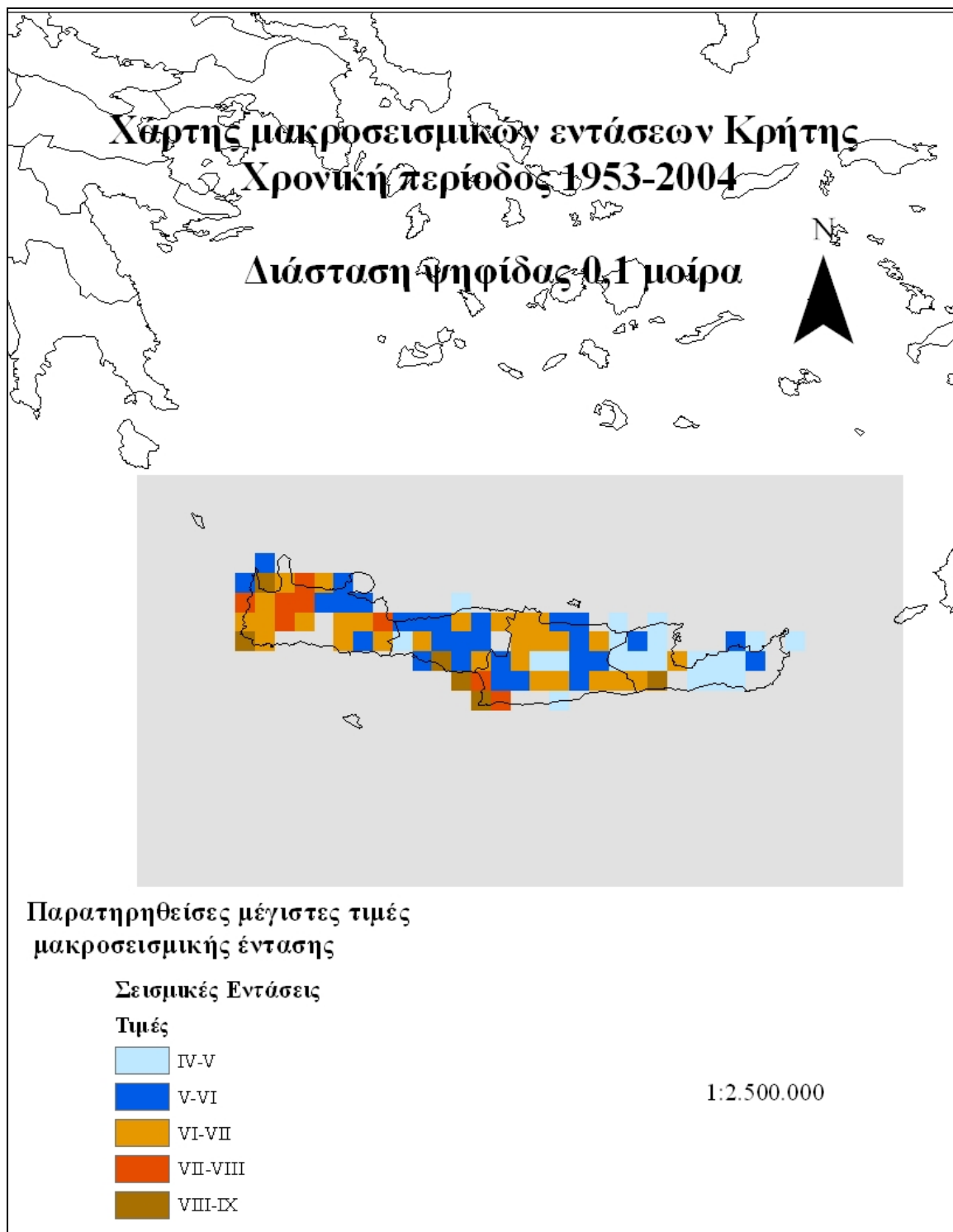


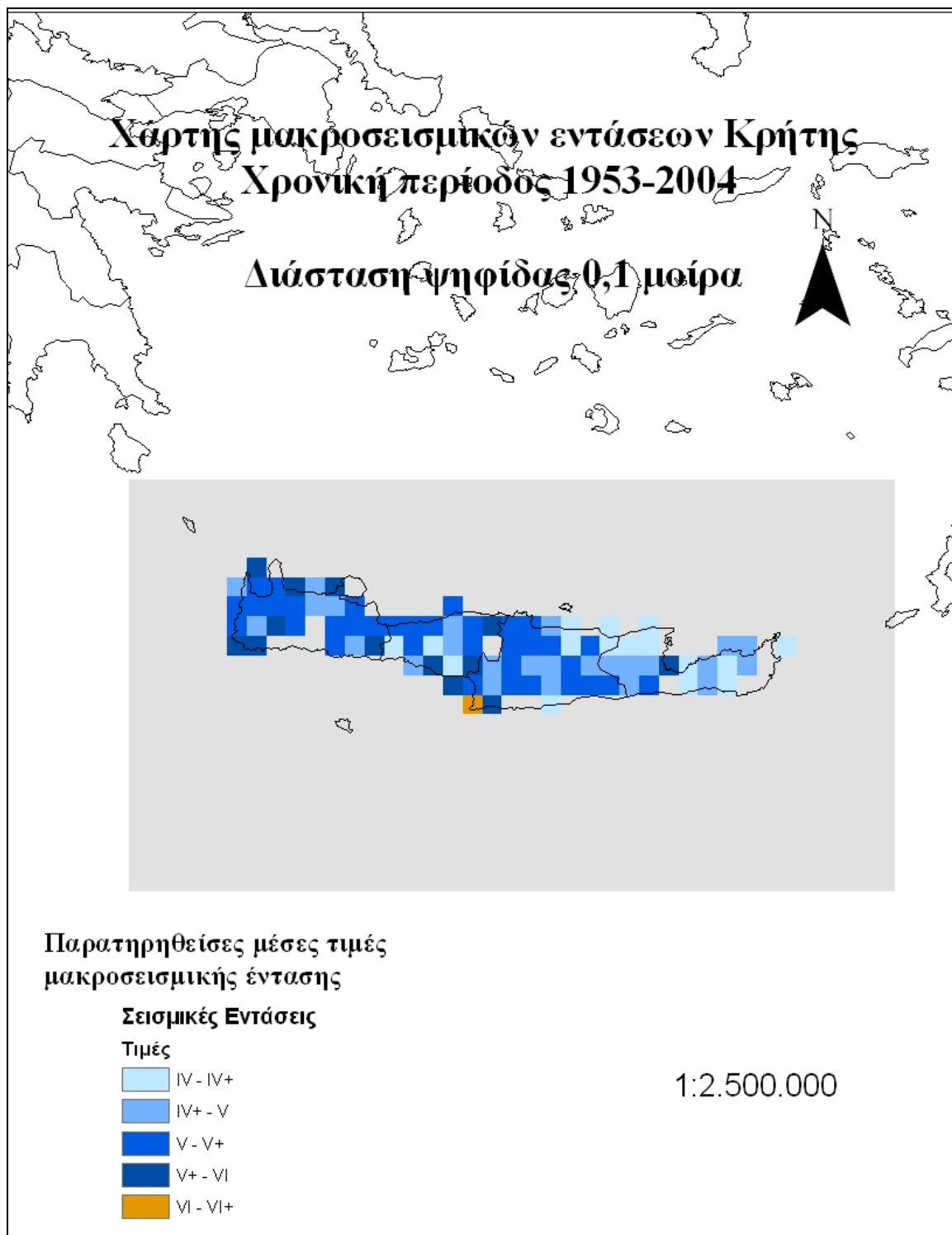














**Επεξεργασμένα Δεδομένα. Προγράμματα εισαγωγής ascii raster file και χάρτες  
Κεφαλονιάς**

**Κεφαλονιά**

		<b>0.2 μέση τιμή</b>	<b>0.2 μέγιστη τιμή</b>
39	20	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,4	-1	-1
	20,6	-1	-1
	20,8	-1	-1
38,8	21	-1	-1
	20	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,4	-1	-1
	20,6	-1	-1
38,6	20,8	-1	-1
	21	-1	-1
	20	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,4	-1	-1
38,4	20,6	-1	-1
	20,8	-1	-1
	21	-1	-1
	20	-1	-1
	20,2	-1	-1
38,2	20,4	5,5	8
	20,6	4,8	7,5
	20,8	-1	-1
	21	-1	-1
	20	-1	-1
38	20,2	5	10
	20,4	4,7	10
	20,6	4,4	9
	20,8	-1	-1
	21	-1	-1
38	20	-1	-1
	20,2	5,4	9
	20,4	4,5	10
	20,6	4,4	8,5
	20,8	-1	-1
	21	-1	-1

**Μέγιστη τιμή**

```
ncols 6  
nrows 6  
xllcorner 20  
yllcorner 38  
cellsize 0,2  
nodata_value -1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
8  
7,5  
-1  
-1  
-1  
10  
10  
9
```



4,8

-1

-1

-1

5

4,7

4,4

-1

-1

-1

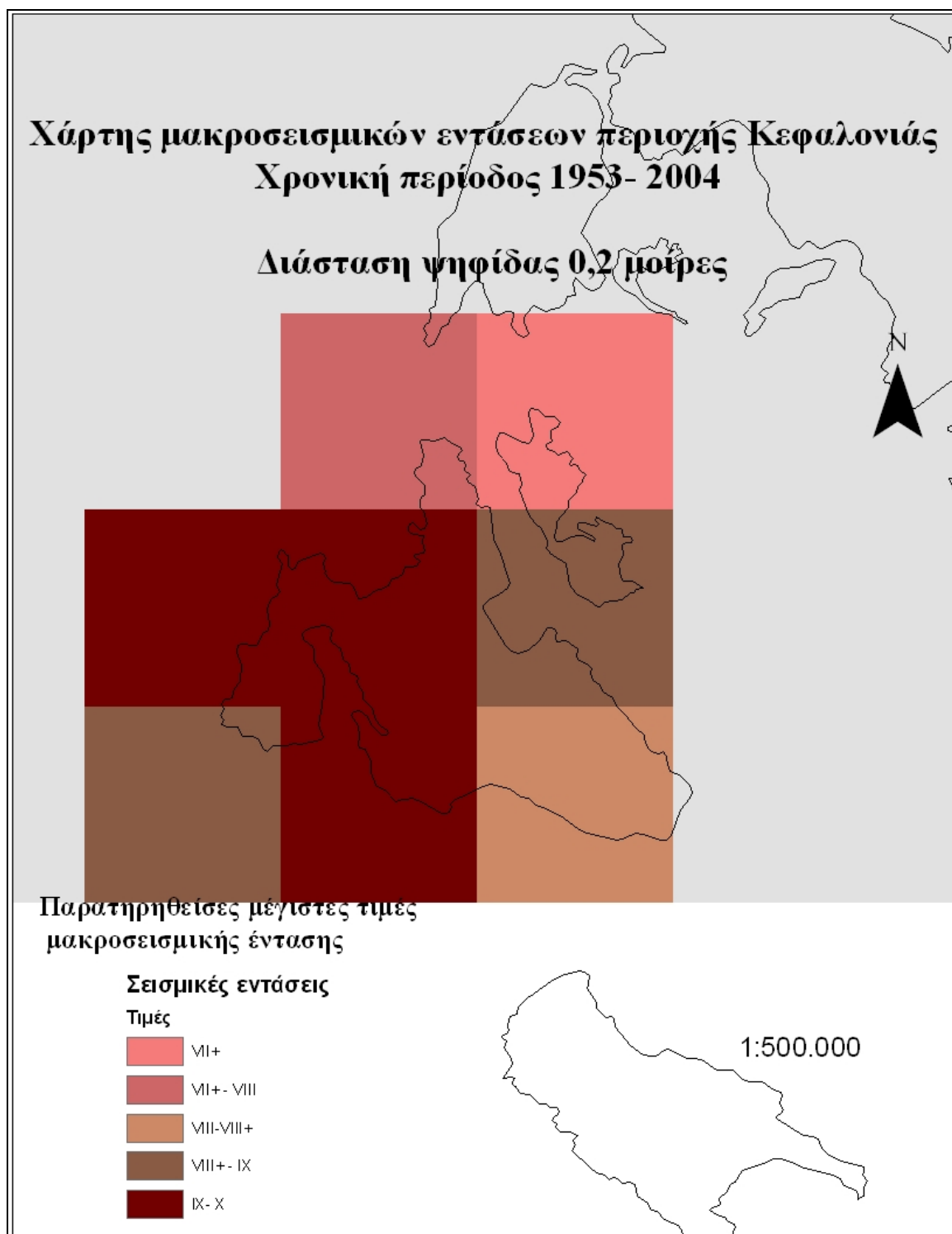
5,4

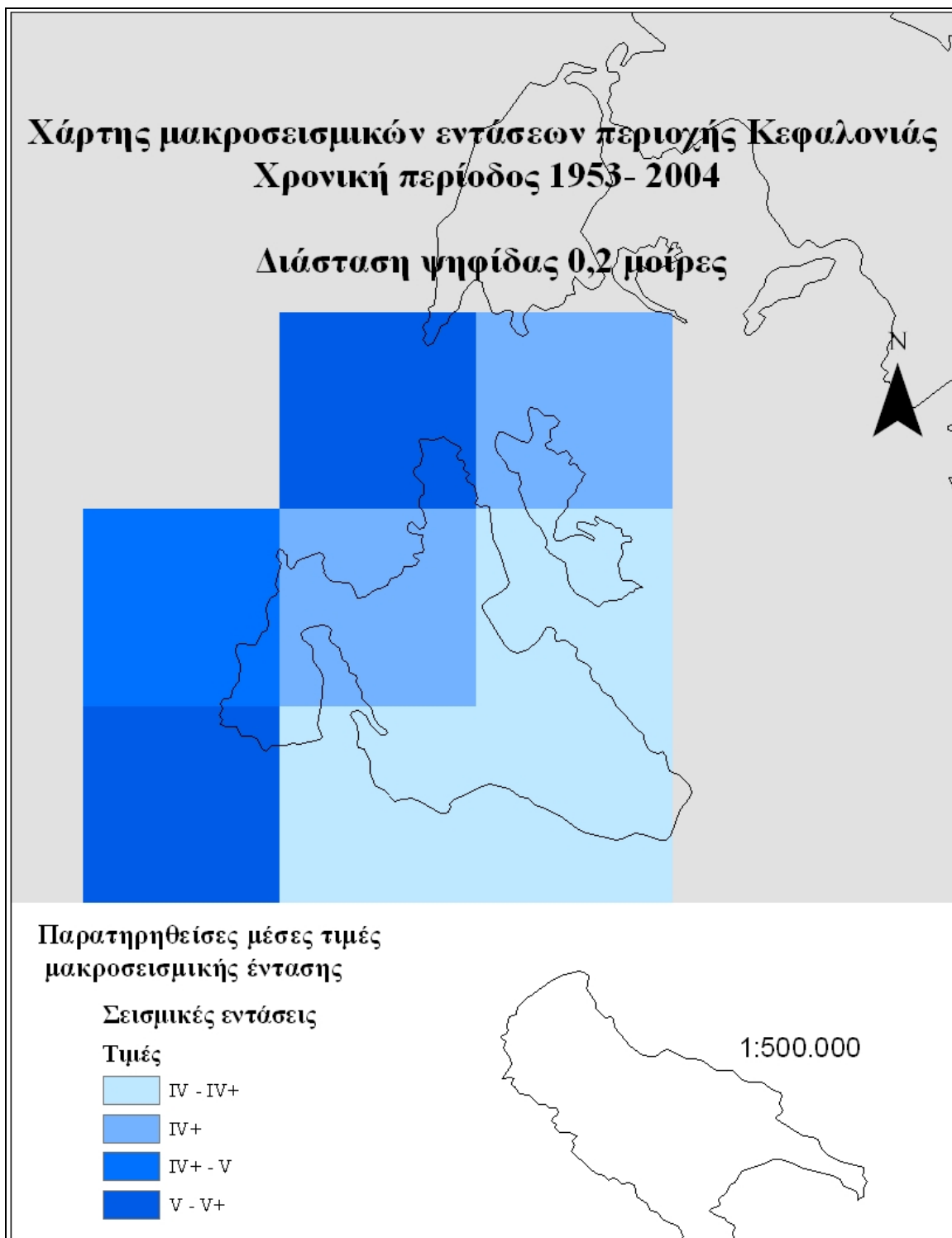
4,5

4,4

-1

-1





## Κεφαλονιά

		0,1 μέση τιμή	0,1 μέγιστη τιμή
39	20	-1	-1
	20,1	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,3	-1	-1
	20,4	-1	-1
	20,5	-1	-1
	20,6	-1	-1
	20,7	-1	-1
	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1
38,9	20	-1	-1
	20,1	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,3	-1	-1
	20,4	-1	-1
	20,5	-1	-1
	20,6	-1	-1
	20,7	-1	-1
	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1
38,8	20	-1	-1
	20,1	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,3	-1	-1
	20,4	-1	-1
	20,5	-1	-1
	20,6	-1	-1
	20,7	-1	-1
	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1
38,7	20	-1	-1
	20,1	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,3	-1	-1
	20,4	-1	-1
	20,5	-1	-1
	20,6	-1	-1
	20,7	-1	-1
	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1
38,6	20	-1	-1
	20,1	-1	-1

	20,2	-1	-1
	20,3	-1	-1
	20,4	-1	-1
	20,5	-1	-1
	20,6	-1	-1
	20,7	-1	-1
	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1
38,5	20	-1	-1
	20,1	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,3	-1	-1
	20,4	-1	-1
	20,5	-1	-1
	20,6	-1	-1
	20,7	-1	-1
	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1
38,4	20	-1	-1
	20,1	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,3	-1	-1
	20,4	-1	-1
	20,5	5,5	7,5
	20,6	4,8	8
	20,7	-1	-1
	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1
38,3	20	-1	-1
	20,1	-1	-1
	20,2	5,2	9
	20,3	6,8	9
	20,4	4,5	9
	20,5	4,9	9
	20,6	4,3	10
	20,7	-1	-1
	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1
38,2	20	-1	-1
	20,1	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,3	4,8	8,5
	20,4	4,7	10
	20,5	4,5	9
	20,6	4,4	9
	20,7	-1	-1



	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1
38,1	20	-1	-1
	20,1	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,3	5,4	8,5
	20,4	4,6	10
	20,5	4,4	10
	20,6	4,5	9
	20,7	4,3	9
	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1
38	20	-1	-1
	20,1	-1	-1
	20,2	-1	-1
	20,3	-1	-1
	20,4	-1	-1
	20,5	-1	-1
	20,6	-1	-1
	20,7	4,2	9
	20,8	-1	-1
	20,9	-1	-1
	21	-1	-1

**Μέγιστη τιμή**

ncols 11

nrows 11

xllcorner 20

yllcorner 38

cellsize 0,1

nodata\_value -1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1







**Μέση τιμή**

ncols 11

nrows 11

xllcorner 20

yllcorner 38

cellsize 0,1

nodata\_value -1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1



-1  
-1  
-1  
-1  
5,5  
4,8  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
5,2  
6,8  
4,5  
4,9  
4,3  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
4,8  
4,7  
4,5  
4,4  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
-1  
5,4  
4,6

4,4

4,5

4,3

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

-1

4,2

-1

-1

-1



