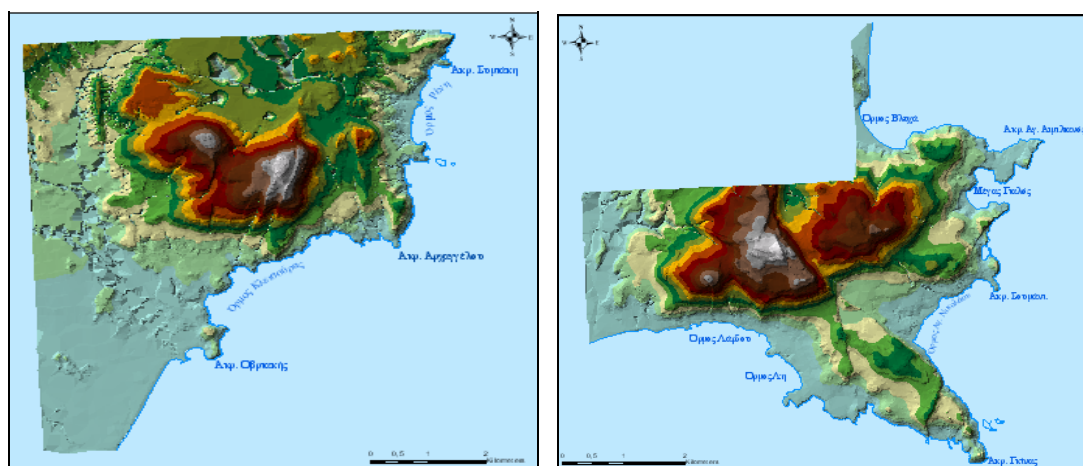


ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Τμήμα Γεωγραφίας

Μορφολογικές Παρατηρήσεις στην παράκτια ζώνη των περιοχών Λίνδου και Αρχαγγέλου της νήσου Ρόδου



Πτυχιακή εργασία της Καραχάλιου Αγγελικής

Αθήνα, Οκτώβριος 2006

ΧΑΡΟΚΟΠΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
Τμήμα Γεωγραφίας

**Μορφολογικές Παρατηρήσεις στην παράκτια ζώνη των περιοχών
Λίνδου και Αρχαγγέλου της νήσου Ρόδου**

Πτυχιακή εργασία της Καραχάλιου Αγγελικής

Μέλη Τριμελούς Επιτροπής:

Καρύμπαλης Ευθύμιος (Λέκτορας Τμήματος Γεωγραφίας, Επιβλέπων)

Παρχαρίδης Ισαάκ (Λέκτορας Τμήματος Γεωγραφίας)

Χαλκιάς Χρήστος (Λέκτορας Τμήματος Γεωγραφίας)

Αθήνα, Οκτώβριος 2006

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
1.1 Γεωγραφική τοποθέτηση της περιοχής μελέτης	1
1.2 Διοικητική διαίρεση της νήσου Ρόδου	2
1.3 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά και μορφολογία της νήσου Ρόδου	3
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΑ	 7
2.1 Δημογραφική εξέλιξη της Ρόδου	7
2.2 Δημογραφικά χαρακτηριστικά των δήμων Λίνδου και Αρχαγγέλου	8
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	 13
3.1 Η οικονομία στο σύνολο της χώρας	13
3.2 Οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης για το έτος 1991	13
3.3 Οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης για το έτος 2001	17
3.4 Διάρθρωση της απασχόλησης στις περιοχές μελέτης το έτος 2001	19
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	 21
4.1 Το κλίμα της Ελλάδας.....	21
4.2 Μετεωρολογικοί σταθμοί παρατήρησης.....	22
4.3 Βροχόπτωση.....	24
4.4 Θερμοκρασία αέρα.....	26
4.5 Ανεμολογικό καθεστώς.....	27
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΤΕΚΤΟΝΙΣΜΟΣ	 30
5.1 Η δομή της Γης	30
5.2 Η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών.....	31
5.3 Σεισμικότητα Ελληνικού χώρου	32
5.4: Γεωλογία και τεκτονική της νήσου Ρόδου	35
5.5: Πρόσφατες τεκτονικές κινήσεις των περιοχών μελέτης.....	37
 ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ	 40
6.1 Γενικά.....	40
6.2 Άνοδος θαλάσσιας στάθμης.....	41

6.3 Αίτια μεταβολής θαλάσσιας στάθμης.....	42
6.4 Μεταβολές θαλάσσιας στάθμης κατά το Ολόκαινο	43
6.5 Η συμπεριφορά των ακτών στις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης.....	44
6.6 Κλιματικά μοντέλα και σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης έως το 2100	45
6.7 Γενικά για τα tsunamì	47
6.8 Γενεσιουργά αίτια των τσουνάμι	48
6.9 Τα κυματικά χαρακτηριστικά των τσουνάμι	48
6.10 Επικινδυνότητα των τσουνάμι στην Ελλάδα	49

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΑΝΟΔΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΕΝΟΣ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ ΤΣΟΥΝΑΜΙ..... 53

7.1 Μεθοδολογίες που ακολουθούνται παγκοσμίως	53
7.2 Μεθοδολογία για την εκτίμηση των επιπτώσεων από τη μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας στην περιοχή μελέτης.....	53
7.3: Χάρτες υψομετρικών ζωνών.....	61
7.4: Ποσοτική εκτίμηση εκτάσεων ανά υψομετρική ζώνη για τις χρήσεις γης.....	62
7.4.1: Περιοχή Αρχάγγελος. Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ της ακτογραμμής και των 4 m	64
7.4.2: Περιοχή Αρχάγγελος. Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 4-8 m	65
7.4.3: Περιοχή Αρχάγγελος. Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 8-12 m	66
7.4.4 Περιοχή Λίνδος. Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 0-4 m.	67
7.4.5 Περιοχή Λίνδος. Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 4-8 m	68
7.4.6 Περιοχή Λίνδος. Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 8-12 m	69
7.5: Συνολική εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη 0-12 m	70
7.6: Δημιουργία και σχολιασμός ψηφιακών μοντέλων εδάφους.....	72

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ..... 78

8.1 Σύνθεση αποτελεσμάτων	78
8.2: Πιθανά μελλοντικά μέτρα προστασίας.....	80

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ 82

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1.1: Η έκταση και ο πληθυσμός βάσει απογραφών των ετών 1971, 1981, 1991 και 2001 των 15 μεγαλύτερων ελληνικών νησιών	4
Πίνακας 2.1: Πληθυσμιακή εξέλιξη από το 1951-2001 για το νησί της Ρόδου, το νομό της Δωδεκανήσου και το σύνολο της χώρας.	7
Πίνακας 3.1: Αναλυτικά Στοιχεία Απασχόλησης Δήμου Αρχαγγέλου το 199.....	16
Πίνακας 3.2: Αναλυτικά Στοιχεία Απασχόλησης Δήμου Λινδίων το 1991	17
Πίνακας 3.3: Οικονομικώς ενεργός πληθυσμός έτος απογραφής 2001	19
Πίνακας 3.4: Απασχολούμενοι κατά τομέα οικονομικής δραστηριότητας έτος 2001 ..	20
Πίνακας 4.1: Χαρακτηριστικά του μετεωρολογικού σταθμού της περιοχής μελέτης,..	23
Πίνακας 4.2: Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές ύψους βροχής σε (mm) για τον μετεωρολογικό σταθμό της Ρόδου.....	24
Πίνακας 4.3: Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα και μέσα ετήσια θερμοκρασιακά εύρη για τον μετεωρολογικό σταθμό της Ρόδου	26
Πίνακας 6.1: Πληροφορίες για τους τσουναμογόνους σεισμούς στην περιοχή μελέτης και τις γύρω περιοχές και για τα τσουνάμι που προκλήθηκαν από αυτές	50
Πίνακας 7.1: Προσδιορισμός των θεματικών επιπέδων	56
Πίνακας 7.2: Έκταση (km ²) και ποσοστά % των χρήσεων γης για τις 3 υψομετρικές ζώνες στην περιοχή του Αρχαγγέλου	63
Πίνακας 7.3: Έκταση (km ²) και ποσοστά % των χρήσεων γης για τις 3 υψομετρικές ζώνες στην περιοχή της Λίνδου	64

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Δορυφορική εικόνα της ευρύτερης περιοχής μελέτης.....	5
Σχήμα 4.3: Διάγραμμα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του αέρα για το σταθμό της Ρόδου κατά τα έτη 1955-2004	26
Σχήμα 4.4: Συγκριτικό διάγραμμα βροχόπτωσης θερμοκρασίας για το σταθμό της Ρόδου κατά τα έτη 1955-2004	27
Σχήμα 4.5: Μέσες ετήσιες εντάσεις ανέμου σε κόμβους, περίοδος παρατήρησης 1955-2001	28
Σχήμα 5.1: Σχηματική απεικόνιση του εσωτερικού της γης.....	30
Σχήμα 5.2: Παγκόσμιος χάρτης όπου φαίνονται οι κυριότερες λιθοσφαιρικές πλάκες της γης. Με κόκκινη γραμμή απεικονίζονται τα όρια των πλακών.....	32
Σχήμα 5.3: Κατανομή των επικέντρων των επιφανειακών σεισμών στον ελληνικό χώρο.....	33
Σχήμα 5.4: Σχηματική απεικόνιση (τομή) του ελληνικού τόξου.....	34
Σχήμα 5.5_A και 5.5_B: Ενδείξεις παλαιών ακτογραμμών από τις περιοχές Αρχαγγέλου και Λίνδου αντίστοιχα. Στους μικρούς χάρτες αριστερά φαίνεται η θέση των περιοχών ενώ δεξιά απεικονίζονται τα προφίλ των αντίστοιχων θέσεων. Οι ενδείξεις E και F αντιστοιχούν στις παλαιές ακτογραμμές που διαπιστώθηκαν στις συγκεκριμένες θέσεις. Η κλίμακα δεξιά αντιστοιχεί σε μέτρα πάνω από τη σημερινή μέση θαλάσσια στάθμη.....	37-38
Σχήμα 6.1: Σχηματική απεικόνιση του γεωλογικού χρόνου	43
Σχήμα 6.2: Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και των πιθανών μελλοντικών συνεπειών του στον πλανήτη	4

Σχήμα 6.3: Μέγιστη και ελάχιστη εκτιμώμενη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα και της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως μέχρι το έτος 2100	47
Σχήμα 6.4: Τσουναμογόνες πηγές στην Ελλάδα και τις γειτονικές περιοχές	51
Σχήμα 7.1: Σχηματική απεικόνιση των εντολών Clip και Intersect.....	59
Σχήμα 7.2: Διάγραμμα Α. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή του Αρχαγγέλου	65
Σχήμα 7.3: Διάγραμμα Β. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή του Αρχαγγέλου	66
Σχήμα 7.4: Διάγραμμα Γ. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή του Αρχαγγέλου	67
Σχήμα 7.5: Διάγραμμα Α. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή της Λίνδου.....	68
Σχήμα 7.6: Διάγραμμα Β. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή της Λίνδου.....	69
Σχήμα 7.7: Διάγραμμα Γ. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή της Λίνδου.....	70
Σχήμα 7.8: Διάγραμμα Δ. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-12m στην περιοχή του Αρχαγγέλου	71
Σχήμα 7.9: Διάγραμμα Δ. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-12m στην περιοχή της Λίνδου.....	72
Σχήμα 7.10: Διακυμάνσεις του ισοτόπου ^{18}O σε πυρήνα γεώτρησης μέχρι $1 \cdot 10^6$ έτη BP (πριν από σήμερα).....	75

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Διάγραμμα 2.1: Πληθυσμιακή εξέλιξη των Δήμων της Ρόδου 1991-2001	8
Διάγραμμα 2.2: Ηλικιακή πυραμίδα Δήμου Λινδίων για το 2001	10
Διάγραμμα 2.3: Ηλικιακή πυραμίδα Δήμου Αρχαγγέλου για το 2001	10
Διάγραμμα 2.4: Ηλικιακή πυραμίδα των Δήμων της Ρόδου για το 2001	11
Διάγραμμα 3.1: Οικονομική Διάρθρωση του Δήμου Λινδίων για το 1991	14
Διάγραμμα 3. 2: Οικονομική διάρθρωση του Δήμου Αρχαγγέλου το 1991	14
Διάγραμμα 3.3: Οικονομική Διάρθρωση του Δήμου Λινδίων το 2001	18
Διάγραμμα 3.4: Οικονομική Διάρθρωση του Δήμου Αρχαγγέλου το 2001	18
Διάγραμμα 4.1: Διάγραμμα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης (σε mm) κατά τα έτη 1955-2004.....	24
Διάγραμμα 4.2: Διάγραμμα ετήσιου ύψους βροχής ανά έτος	25

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 7.1: Απεικόνιση των επίπεδων επιφανειών στην περιοχή μελέτης του δήμου Λινδίων	74
Εικόνα 7.2: Απεικόνιση των επίπεδων επιφανειών στην περιοχή μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου.....	77

ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΧΑΡΤΩΝ

Χάρτης 1: Χάρτης διοικητικής διαίρεσης της Ρόδου όπου φαίνεται η γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης	1
Χάρτης 2: Διοικητική διαίρεση της Ρόδου πριν την εφαρμογή του σχεδίου Καποδίστριας.....	Παράρτημα II
Χάρτης 3: Διοικητική διαίρεση της Ρόδου μετά την εφαρμογή του σχεδίου Καποδίστριας.....	Παράρτημα II
Χάρτης 4: Τοπογραφικός χάρτης της Ρόδου όπου απεικονίζονται τα τοπωνύμια της περιοχής	Παράρτημα II
Χάρτης 5: Πραγματικός πληθυσμός στους δήμους της νήσου Ρόδου το έτος απογραφής 1991.....	Παράρτημα II
Χάρτης 6: Πραγματικός πληθυσμός στους δήμους της νήσου Ρόδου το έτος απογραφής 2001.....	Παράρτημα II
Χάρτης 7: Χάρτης γεωγραφικής τοποθέτησης του μοναδικού μετεωρολογικού σταθμού της Ε.Μ.Υ.	23
Χάρτης 8: Απεικόνιση των γεωλογικών σχηματισμών στο νησί της Ρόδου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 9: Απεικόνιση των χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 10: Απεικόνιση των χρήσεων γης στην περιοχή μελέτης του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 11: Τοπογραφία και ζώνες επικινδυνότητας στην περιοχή μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 12: Τοπογραφική οργάνωση στην παράκτια ζώνη της περιοχής 1 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 13: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή 1 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 14: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή 1 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 15: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 8-12m στην περιοχή 1 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 16: Τοπογραφική οργάνωση στην παράκτια ζώνη της περιοχής 2 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 17: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή 2 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 18: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή 2 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 19: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 8-12m στην περιοχή 2 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 20: Τοπογραφική οργάνωση στην παράκτια ζώνη της περιοχής 3 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 21: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή 3 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 22: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή 3 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 23: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 8-12m στην περιοχή 3 του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 24: Τοπογραφία και ζώνες επικινδυνότητας στην περιοχή μελέτης του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II

Χάρτης 25: Τοπογραφική οργάνωση στην παράκτια ζώνη της περιοχής 1 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 26: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή 1 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 27: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή 1 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 28: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 8-12m στην περιοχή 1 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 29: Τοπογραφική οργάνωση στην παράκτια ζώνη της περιοχής 2 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 30: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή 2 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 31: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή 2 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 32: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 8-12m στην περιοχή 2 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 33: Τοπογραφική οργάνωση στην παράκτια ζώνη της περιοχής 3 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 34: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή 3 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 35: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή 3 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 36: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 8-12m στην περιοχή 3 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 37: Τοπογραφική οργάνωση στην παράκτια ζώνη της περιοχής 4 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 38: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή 4 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 39: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή 4 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 40: Χρήσεις γης στην υψομετρική ζώνη 8-12m στην περιοχή 4 του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 41: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους στην περιοχή μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 42: Ψηφιακό μοντέλο εδάφους στην περιοχή μελέτης του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 43: Απεικόνιση Σκιασμένου Αναγλύφου στην περιοχή μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου.....	Παράρτημα II
Χάρτης 44: Απεικόνιση Σκιασμένου Αναγλύφου στην περιοχή μελέτης του δήμου Λινδίων	Παράρτημα II
Χάρτης 45: Τοπογραφία της περιοχής μελέτης του δήμου Λινδίων και απεικόνιση των επίπεδων επιφανειών	Παράρτημα II
Χάρτης 46: Τοπογραφία της περιοχής μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου και απεικόνιση των επίπεδων επιφανειών	Παράρτημα II

Πρόλογος

Η πτυχιακή αυτή εργασία με τίτλο «Μορφολογικές παρατηρήσεις στην παράκτια ζώνη των περιοχών Αρχαγγέλου και Λίνδου της νήσου Ρόδου» μου ανετέθη από τον Λέκτορα του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου κ. Ευθύμιο Καρύμπαλη, τον Οκτώβριο του 2005.

Με την εργασία αυτή ολοκληρώνεται η φοίτηση μου στο τμήμα Γεωγραφίας του Χαροκοπείου Πανεπιστημίου Αθηνών και από τη θέση αυτή θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όλους τους ανθρώπους που με δίδαξαν, μου μετέδωσαν τις γνώσεις τους και μου έδωσαν τη δυνατότητα να τις συνθέσω ώστε να πραγματοποιηθεί η παρούσα εργασία.

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον Λέκτορα του τμήματος Γεωγραφίας κ. Καρύμπαλη Ευθύμιο, ο οποίος είχε την επίβλεψη αυτής της εργασίας. Τον ευχαριστώ διότι θα ήταν αδύνατο να ολοκληρωθεί η εργασία αυτή χωρίς την πολύτιμη βοήθεια, καθοδήγηση, τις συνεχείς υποδείξεις του καθώς και την ενθάρρυνση κατά τη διάρκεια συγγραφής της

Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω τον Λέκτορα του τμήματος Γεωγραφίας κ. Χαλκιά Χρήστο για τις υποδείξεις του και τις εύστοχες παρατηρήσεις του οι οποίες αποδείχθηκαν πολύτιμες για την εργασία αυτή και την οδήγησαν στη σημερινή της μορφή.

Θα ήθελα να αναφέρω στο σημείο αυτό πως έναυσμα για την περιοχή μελέτης ήταν η ενασχόλησή μου στα πλαίσια του κατ' επιλογήν μαθήματος της Πρακτικής Άσκησης, κατά τη διάρκεια της οποίας εργάστηκα στο Γεωδυναμικό Ινστιτούτο Αστεροσκοπείου Αθηνών με το διευθυντή ερευνών Δρ. Δημήτριο Παπαναστασίου. Από τη θέση αυτή θα ήθελε να ευχαριστήσω θερμά τον κ. Παπαναστασίου για την καθοδήγησή του καθώς και τη σημαντική συμβολή του στην αναγνώριση των επίπεδων επιφανειών.

Επιπλέον θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά την συνάδελφο και φίλη κ. Σενή Αρχόντω που με τις πολύτιμες συμβουλές της μου συμπαραστάθηκε σε όλες τις φάσεις της εργασίας αυτής.

Τέλος, ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου και τα αδέρφια μου για την αμέριστη βοήθεια και την ηθική υποστήριξη που μου παρείχαν όλα τα χρόνια των σπουδών μου!

Καραχάλιου Αγγελική

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Σκοπός της πτυχιακής αυτής εργασίας είναι ο καθορισμός των περιοχών της παράκτιας ζώνης, σε τμήματα των περιοχών Αρχαγγέλου και Λίνδου στο νησί της Ρόδου, που ενδέχεται να αντιμετωπίσουν πρόβλημα από δύο από τις πιο σημαντικότερες φυσικές καταστροφές που απειλούν τις χαμηλές παράκτιες περιοχές: τα κύματα tsunamí και τη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης λόγω του φαινομένου του θερμοκηπίου.

Για την επίτευξη του σκοπού αυτού χρησιμοποιήθηκε η τεχνολογία των Γεωγραφικών Συστημάτων Πληροφοριών και συγκεκριμένα το λογισμικό ArcGIS 9.1. Δημιουργήθηκε μια βάση δεδομένων από αναλογικούς χάρτες διαφόρων ειδών και κλίμακων. Συγκεκριμένα τα πρωτογενή δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν ήταν 10 τοπογραφικά διαγράμματα των περιοχών μελέτης κλίμακας 1:5.000 της Γ.Υ.Σ., ένας τοπογραφικός χάρτης της Σμύρνης κλίμακας 1: 1.000.000, ένας γεωλογικός χάρτης της Ελλάδας, του Ι.Γ.Μ.Ε. κλίμακας 1:500.000 καθώς και ένας χάρτης χρήσεων γης του νομού Δωδεκανήσου, κλίμακας 1:100.000 του Ο.Κ.Χ.Ε.

Διακρίθηκαν οι περιοχές χαμηλού υψομέτρου, εκτιμήθηκαν οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν οι χαμηλές αυτές περιοχές των 0–4m, των 4–8m και των 8–12m καθώς και οι αντίστοιχες χρήσεις γης και τέλος εκτιμήθηκε το ποσοστό τους στο σύνολο των περιοχών μελέτης. Οι χρήσεις γης σε συνδυασμό με το υψόμετρο αποτέλεσαν τα κριτήρια για τον καθορισμό της επικινδυνότητας. Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε ήταν κοινή και για τις δύο φυσικές καταστροφές που πιθανότατα θα πλήξουν το παράκτιο τμήμα των περιοχών μελέτης.

Διαπιστώθηκε ότι η περιοχή είναι ιδιαίτερα ευάλωτη στις φυσικές αυτές καταστροφές δεδομένου ότι 3.50km² βρίσκονται στην υψομετρική ζώνη από 0–8m στην περιοχή μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου και 1.93km² βρίσκονται στην περιοχή μελέτης του δήμου Λινδίων και καταλαμβάνονται από χρήσεις γης ιδιαίτερα σημαντικές για τον πρωτογενή τομέα παραγωγής.

Η κατασκευή του τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου αναγλύφου βοήθησε στον προσδιορισμό επίπεδων επιφανειών σε υψόμετρα που πιθανά αντιστοιχούν σε θαλάσσιες αναβαθμίδες ή συνέχεια των οποίων διακόπτεται από την παρουσία ρηγμάτων.

Τέλος έγιναν προτάσεις για τη λήψη μέτρων πρόληψης και αντιμετώπισης των πιθανών μελλοντικών αρνητικών επιπτώσεων.

ABSTRACT

The aim of this thesis is to determine low-land areas along the coastal zone of the broader district of Archangelos and Lindos (Rhode Island) that are probably going to face severe problems due to tsunamis and the anticipated sea level rise triggered by the Greenhouse effect.

Geographical Information Systems techniques were used utilizing ArcGIS 9.1. A digital database was constructed derived from the following analogue maps at different scales: 10 topographic diagrams at scale of 1:5.000 obtained from the Hellenic Geographical Army Survey, 1 topographic map of Greece at the scale of 1:1.000.000, 1 geological map at the scale of 1:500.000 published by IGME and finally 1 land use map for the municipality of Dodecanese at the scale of 1:100.000.

Low-lying areas were recognized and estimated for various elevation zones (0-4m, 4-8m, 8-12m). Additionally, land uses that occupy the above elevation zones were mapped and calculated. Land uses and absolute elevation were the basic criterion for the definition of vulnerability zones. The same methodology was applied for the both natural hazards.

It was concluded that the study area is especially prone to the above mentioned natural hazards as 3.50km² lie below the contour line of 8m for the area of Archangelos and 1.93km² lie below this elevation for the Lindos area. These low-lying districts are characterized by land uses of great importance primary sector.

The constructions of the Triangulated Irregular Network (TIN) of the area lead to the mapping of relatively plane surfaces at various elevations. These plane surfaces may correspond to marine terraces cut by faults.

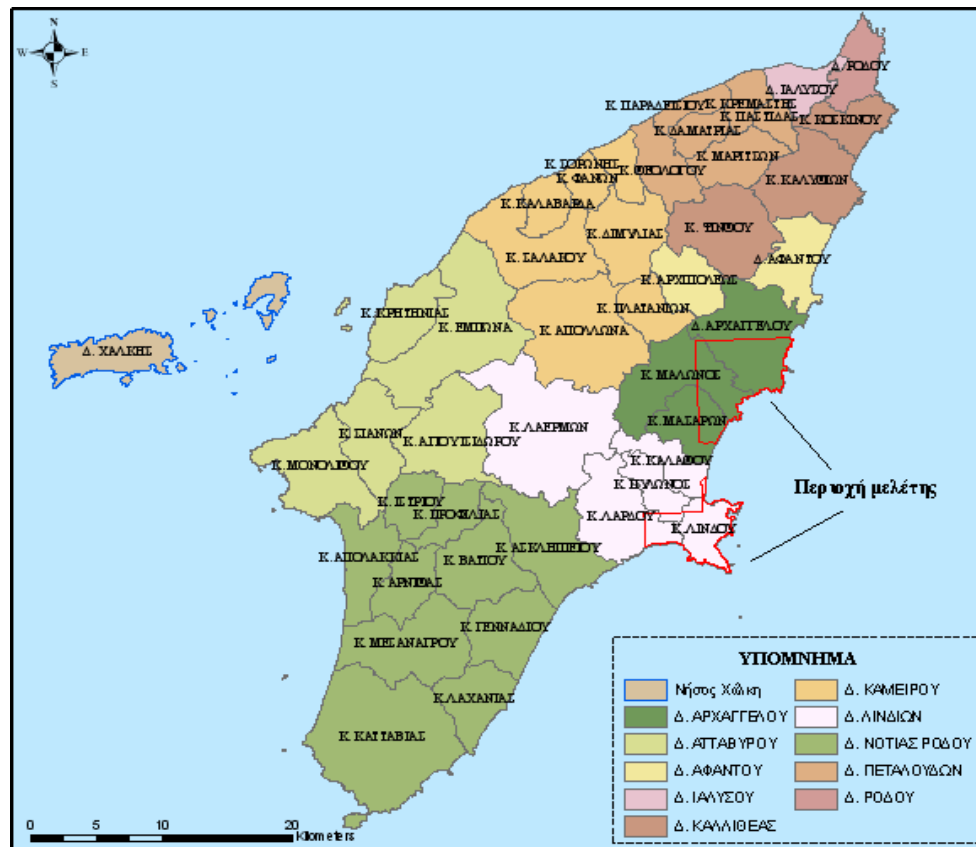
Finally in order to prevent and mitigate undesirable socioeconomic impacts specific proposals are given.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

1.1 Γεωγραφική τοποθέτηση της περιοχής μελέτης

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει τμήμα των παράκτιων περιοχών των δήμων Λίνδου και Αρχαγγέλου της νήσου Ρόδου. Έχει συνολικό μήκος ακτογραμμής 29.33km και 19.73km ενώ το μέγιστο υψόμετρο στο οποίο φθάνει είναι τα 456m και 512m αντίστοιχα.

Χάρτης 1: Χάρτης διοικητικής διαίρεσης της Ρόδου όπου φαίνεται η γεωγραφική θέση της περιοχής μελέτης (πηγή Γ.Υ.Σ.- προσωπική επεξεργασία)



Πιο συγκεκριμένα στο μέσο της νοτιοανατολικής ακτής του νησιού, βρίσκεται η Λίνδος, μία από τις τρεις αρχαίες πόλεις της Ρόδου που κατοικήθηκε σε όλους τους αιώνες.

Η περιοχή της Λίνδου απέχει 46.5 χλμ. από την πόλη της Ρόδου και είναι χτισμένη πλάι στη θάλασσα και κάτω από τον επιβλητικό βράχο της ακρόπολης, της αρχαίας και μεσαιωνικής πόλης της Ρόδου. Η εντυπωσιακή της ακρόπολη με το πλήθος

των αρχαίων μνημείων, η βυζαντινή της εκκλησία και τα μεσαιωνικά σπίτια σε συνδυασμό με τις φυσικές της ομορφιές, αναδुकνειουν τη Λίνδο σε ένα εξαιρετο τουριστικό κέντρο. Η περιοχή του Αρχαγγέλου βρίσκεται στην ανατολική πλευρά του νησιού και απέχει μόλις 29 χλμ. από την πόλη της Ρόδου. Η περιοχή αυτή είναι γνωστή στη Ρόδο για τους παραδοσιακούς οικισμούς της καθώς και για τα εργαστήρια κεραμικών και χαλιών που διαθέτει.

1.2 Διοικητική διαίρεση της νήσου Ρόδου

Ο Ελληνικός χώρος έχει διαιρεθεί με τρεις τρόπους σε μικρότερες οντότητες, με στόχο την καλύτερη αντιμετώπιση των διαφορετικών προβλημάτων και αναγκών των κατοίκων των πόλεων και των επαρχιών, ανάλογα με τα χαρακτηριστικά της περιοχής στην οποία βρίσκεται η πόλη ή η επαρχία.

Το χαμηλότερο ή αλλιώς τοπικό διοικητικό χωρικό επίπεδο είναι οι Πρωτοβάθμιοι Οργανισμοί Τοπικής Αυτοδιοίκησης (ΟΤΑ), οι Δήμοι. Πριν την εφαρμογή του προγράμματος Ι. Καποδίστριας, για την ανασυγκρότηση της τοπικής αυτοδιοίκησης, υπήρχαν 4 Δήμοι και 39 κοινότητες στο νησί της Ρόδου. Η απεικόνιση τους βρίσκεται στο Χάρτη2 (Παράρτημα ΙΙ).

Πρόσφατα με την εφαρμογή του Σχεδίου Καποδίστριας και το νόμο 2539/97 ο αριθμός των ΟΤΑ μειώθηκε εντυπωσιακά. Οι νέοι Δήμοι έχουν προκύψει από τη συνένωση παλαιών Κοινοτήτων και Δήμων με στόχο να αποτελέσουν βιώσιμες ανθρωπογεωγραφικές και αναπτυξιακές οντότητες (Σαπουντζάκη Π., Σκορδίλη Σ., 2003). Σήμερα η Ρόδος χωρίζεται διοικητικά στους ακόλουθους Δήμους:

1. Ρόδου, που περιλαμβάνει τον Δήμο Ροδίων.
2. Αρχαγγέλου, που περιλαμβάνει τις πρώην Κοινότητες Αρχαγγέλου, Μαλώνας και Μασσάρων.
3. Ατταβύρου, που περιλαμβάνει τις πρώην Κοινότητες Αγίου Ισιδώρου, Έμπωνα, Κρητηνίας, Μονολίθου και Σιάννων.
4. Αφάντου, που περιλαμβάνει τις πρώην Κοινότητες Αφάντου και Αρχίπολης.
5. Ιαλυσού, που περιλαμβάνει την πρώην Κοινότητα Ιαλυσού (Τριάντα).
6. Καλλιθέας, που περιλαμβάνει τις πρώην Κοινότητες Καλυθιών, Κοσκινού και Ψίνθου.
7. Καμείρου, που περιλαμβάνει τις πρώην Κοινότητες Σορωνής, Απολλώνων, Διμυλιάς, Καλαβάρδων, Πλατανιών, Σαλάκου και Φανών.

8. Λινδίων, που περιλαμβάνει τις πρώην Κοινότητες Λίνδου, Καλάθου Λαέρμων, Λάρδου και Πυλώνας.
9. Νότιας Ρόδου, που περιλαμβάνει τις πρώην Κοινότητες Γενναδίου, Απολακκιάς, Αρνίθας, Ασκληπιείου, Βατίου, Ιστρίου, Κατταβίας, Λαχανιάς, Μεσαναγρού και Προφίλιας.
10. Πεταλούδων, που περιλαμβάνει τις πρώην Κοινότητες Κρεμαστής, Δαματριάς, Θεολόγου, Μαριτσών, Παραδεισίου και Παστίδας. Η διοικητική διαίρεση της Ρόδου σε δήμους απεικονίζεται στο Χάρτη 3 (Παράρτημα II).

Η ενδιαμέση δευτεροβάθμια διοικητική βαθμίδα είναι ο νομός και αποτελεί διαχρονικά την πιο σταθερή διοικητική βαθμίδα. Η Ελλάδα διαιρείται σε 51 νομούς και η νήσος Ρόδος αποτελεί την πρωτεύουσα του νομού Δωδεκανήσου.

Τέλος οι διοικητικές περιφέρειες αποτελούν την τριτοβάθμια βαθμίδα αυτοδιοίκησης. Τα όρια των περιφερειών αυτών αντιστοιχούν με μεγαλύτερες ή μικρότερες παραλλαγές στα όρια των δέκα παραδοσιακών γεωγραφικών διαμερισμάτων της Ελλάδας. Από τα τέλη της δεκαετίας του 1980 η χώρα μας υποδιαιρείται σε 13 διοικητικές περιφέρειες (Σαπουντζάκη Π., Σκορδίλη Σ., 2003). Η περιοχή μελέτης υπάγεται στη διοικητική περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου η οποία περιλαμβάνει τόσο το νομό Δωδεκανήσου όσο και το νομό Κυκλάδων.

1.3 Γεωγραφικά χαρακτηριστικά και μορφολογία της νήσου Ρόδου

Η Ρόδος ανήκει στο γεωγραφικό διαμέρισμα των νήσων Αιγαίου και αποτελεί την πρωτεύουσα της Δωδεκανήσου, του νησιωτικού δηλαδή συμπλέγματος, το οποίο συνορεύει στα βόρεια με τη Σάμο και την Ικαρία, με τις Κυκλάδες στα δυτικά, με την Κρήτη στα νοτιοδυτικά και τα μικρασιατικά παράλια στα ανατολικά.

Συγκεκριμένα, βρίσκεται στο νοτιοανατολικό άκρο της ελληνικής επικρατείας, μεταξύ των παραλλήλων 35° 31' Β και 36° 27' Β και των μεσημβρινών 27° 40' Α και 28° 15' Α. Το νησί έχει σχήμα επίμηκες ελλειψοειδές, διεύθυνση Ν.ΝΔ.-Β.ΒΑ., έκταση 1.398 τετραγωνικά χιλιόμετρα με μέγιστο μήκος 77 χλμ. και μέγιστο πλάτος 37 χλμ. και μήκος ακτών 220 χιλιόμετρα (www.rhodes.gr). Χωρίζεται από τις μικρασιατικές ακτές, από τις οποίες απέχει μόνο 11 μίλια, με τον Πορθμό της Ρόδου, πλάτους 18 χιλιομέτρων, και νοτιοδυτικά από την Κάρπαθο με τον Πορθμό της Καρπάθου, πλάτους

47 χιλιομέτρων. Δυτικά βρέχεται από το Καρπάθιο πέλαγος, ενώ βόρεια και βορειοδυτικά της εκτείνεται η Θάλασσα της Ρόδου.

Από πλευράς έκτασης η Ρόδος είναι το μεγαλύτερο νησί της Δωδεκανήσου και το τέταρτο στην Ελλάδα όπως φαίνεται στον πίνακα 1.1 που ακολουθεί.

**ΤΑ ΜΕΓΑΛΥΤΕΡΑ ΕΛΛΗΝΙΚΑ ΝΗΣΙΑ
(ΕΚΤΑΣΗ-ΠΛΗΘΥΣΜΟΣ)**

Κατοικημένες νήσοι	Επιφάνεια σε τετ. χλμ.	Απογραφή 1971	Απογραφή 1981	Απογραφή 1991	Απογραφή 2001
Κρήτη	8.315,651	456.471	502.082	540.054	601.131
Εύβοια	3.902,78	162.986	185.626	208.408	215.136
Λέσβος	2.155,455	97.008	88.601	105.082	109.118
Ρόδος	1.401,459	66.606	87.831	98.181	117.007
Χίος	904,753	52.487	48.700	52.184	53.408
Κεφαλληνία	855,413	31.787	27.649	32.474	39.488
Κέρκυρα	633,107	89.578	96.533	107.592	111.975
Σάμος	777,313	32.664	31.629	41.965	43.595
Λήμνος	476,288	117.367	15.721	17.645	18.475
Ζάκυνθος	407,779	30.180	30.011	32.557	39.015
Νάξος	389,434	14.201	14.037	14.838	17.093
Θάσος	383,672	13.316	13.111	13.527	13.765
Λευκάδα	353,785	22.917	19.947	21.111	22.506
Κως	287,611	16.650	20.350	26.379	30.947
Κάλυμνος	110,581	13.097	14.295	15.706	16.400

Πίνακας 1.1. Η έκταση και ο πληθυσμός βάσει απογραφών των ετών 1971, 1981, 1991 και 2001 των 15 μεγαλύτερων ελληνικών νησιών (πηγή: ΕΣΥΕ)

Το νησί μπορεί να χαρακτηριστεί ημιορεινό με ψηλότερη κορυφή τον Αττάβυρο (1215μ.) που βρίσκεται στο δυτικό τμήμα του. Οι ορεινοί όγκοι του νησιού είναι ο Προφήτης Ηλίας (800μ.), ο Ακραμύτης (823μ.) που φαίνεται να αποτελεί τη φυσική συνέχεια του Αττάβυρου, η Κούμουλη, το Παραδείσι, η Φιλήρημος κ.τ.λ. Οι ορεινοί αυτοί όγκοι αποτελούνται κυρίως από ασβεστολιθικά πετρώματα και φλύσχη. Το βόρειο και ανατολικό τμήμα του νησιού χαρακτηρίζεται από ομαλή σχετικά μορφολογία και λοφώδεις ανάγλυφο που αποτελείται από Πλειοκαινικές και

Πλειστοκαινικές αποθέσεις. Σε διάφορα σημεία του υπεδάφους υπάρχουν ασήμαντες λιγνιτοφόρες εμφανίσεις και γύψος.

Τα βουνά της Ρόδου είναι κατάφυτα από πεύκα και τα διασχίζουν πολλές πηγές. Μεγάλα ποτάμια και λίμνες δεν υπάρχουν στο νησί, υπάρχουν όμως πολλοί χείμαρροι και πηγαία νερά.

Προς την παράκτια ζώνη υπάρχουν πεδιάδες με τις οποίες συνδέονται γραφικές κοιλάδες, που έχουν διανοιχθεί ανάμεσα στους ορεινούς όγκους, με νερά και πλούσια βλάστηση. Στο εσωτερικό του νησιού μικρά οροπέδια είναι κατάφυτα από ελαιώνες και οπωροφόρα δέντρα ενώ στις κλιτύες των λόφων αναπτύσσονται ποικίλες καλλιέργειες. Η μορφολογία των ακτών του νησιού χαρακτηρίζεται από την εναλλαγή σημαντικών κόλπων ή όρμων και ακρωτηρίων.

Σχήμα 1: Δορυφορική εικόνα της ευρύτερης περιοχής μελέτης



(πηγή: www.google-earth.gr)

Τα σπουδαιότερα ακρωτήρια της Ρόδου είναι: η Ψιλή Άμμος που βρίσκεται ΒΑ και απέναντι από τα μικρασιατικά παράλια. του Αρχαγγέλου, του Αγίου Αιμιλιανού,

και του Λάρδου στα ανατολικά παράλια, το Πρασονήσι στα ΝΔ και ο Αρμενιστής στα δυτικά.

Οι σημαντικότεροι όρμοι είναι της Καλλιθέας, Αφάντου, Αρχαγγέλου, Μάλωνος, Βλιχά, Λίνδου, Λάδου, Απολακιάς και Τριάντα. Τα τοπωνυμία απεικονίζονται στο Χάρτη 4 (*Παράρτημα II*).

Τέλος αξίζει να σημειωθεί πως το μέγιστο βάθος του Αιγαίου πελάγους βρίσκεται στα ανατολικά της νήσου Ρόδου και φτάνει τα 4.452μ. γνωστό και σαν ***Φρέαρ Ρόδου*** και προφανώς σχετίζεται με την ζώνη υποβύθισης της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2. ΔΗΜΟΓΡΑΦΙΑ

2.1 Δημογραφική εξέλιξη της Ρόδου

Ο αριθμός του πληθυσμού αποτελεί το πρωτεύον δεδομένο στο οποίο αναφέρεται η δημογραφική ανάλυση. Το πρόβλημα που συνεχώς τίθεται για το συνολικό πληθυσμό είναι το πρόβλημα του προσεκτικού ορισμού.

Στις απογραφές του πληθυσμού, διακρίνουμε τον πραγματικό πληθυσμό, δηλαδή εκείνον που είναι φυσικά παρών κατά την στιγμή της παρατήρησης και το μόνιμο πληθυσμό, τα άτομα δηλαδή που έχουν τη συνήθη κατοικία τους στον τόπο της παρατήρησης. Επομένως, ο νόμιμος πληθυσμός εξ' ορισμού ισούται με τον παρόντα πληθυσμό, αυξανόμενος από τα πρόσωπα που λείπουν προσωρινά από την κατοικία τους και ελαττούμενος από τα περαστικά πρόσωπα (Ταπεινός Γ., 1993).

Σύμφωνα με την απογραφή του πληθυσμού του 2001 (Ε.Σ.Υ.Ε.), ο πραγματικός πληθυσμός της Ρόδου ήταν 117.007 κάτοικοι και του νομού Δωδεκανήσου 190.071. Ο πληθυσμός της νήσου αποτελεί το 62% του πληθυσμού της Δωδεκανήσου και πλησιάζει το 1% του συνολικού πληθυσμού της Ελλάδας. Όσον αφορά τις δημογραφικές μεταβολές, μετά το 1951 παρατηρείται μία αξιόλογη αύξηση του πληθυσμού του νησιού όσο και των Δωδεκανήσων. Ο πληθυσμός της Δωδεκανήσου κατά το χρονικό αυτό διάστημα αυξήθηκε κατά 56.5% και της νήσου κατά 98%. Αξίζει να αναφερθεί πως αυτοί οι ρυθμοί αύξησης είναι πολύ υψηλότεροι αν συγκριθούν με αντίστοιχους άλλων περιοχών της χώρας ανάλογου μεγέθους, αλλά και με το μέσο όρο του συνόλου της Ελλάδας. Η αύξηση αυτή έχει να κάνει με την ανάπτυξη του τουρισμού στο νησί η οποία υπήρξε αλματώδης κατά τις τελευταίες δεκαετίες.

Πίνακας 2.1: Πληθυσμιακή εξέλιξη από το 1951-2001 για το νησί της Ρόδου, το νομό της Δωδεκανήσου και το σύνολο της χώρας. (πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε.)

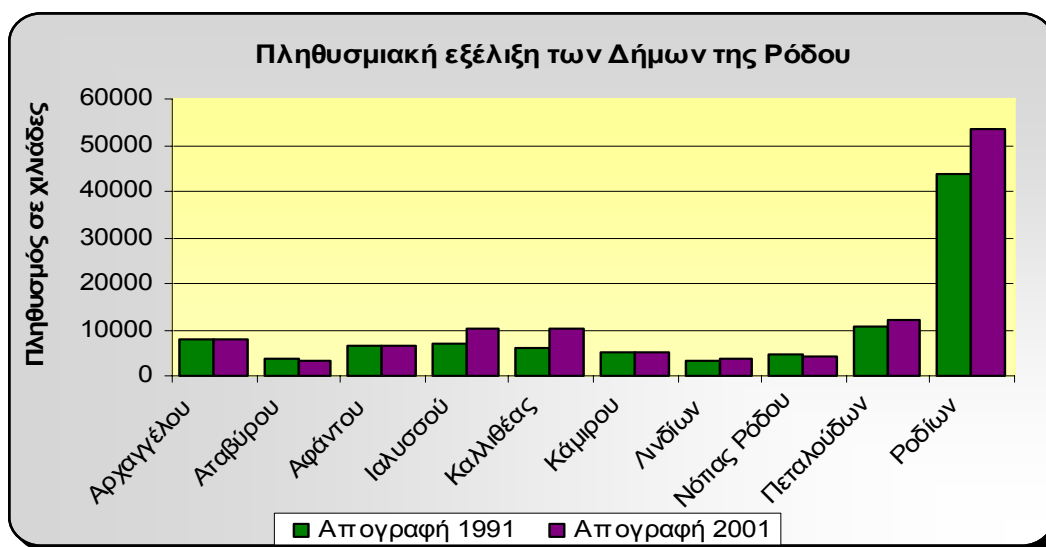
	1951	1961	1971	1981	1991	2001	Μεταβολή 2001-1991
Σύνολο χώρας	7.632.801	8.388.533	8.768.641	9.740.417	10.259.900	10.964.020	6.8%
Νομός Δωδ/σου	121.480	123.021	121.017	145.071	163.476	190.071	16.3%
Ρόδος	59.087	63.954	66.609	87.833	98.181	117.007	19.2%

2.2 Δημογραφικά χαρακτηριστικά Λίνδου και Αρχαγγέλου

Όπως αναφέρθηκε στην εισαγωγή (παράγραφος 1.2), η διοικητική διαίρεση του νησιού διαφοροποιήθηκε μετά την εφαρμογή του σχεδίου Καποδίστριας. Επομένως για την διαχρονική σύγκριση μεταξύ των στοιχείων των πρόσφατων απογραφών του πληθυσμού, χρησιμοποιήθηκαν τα δεδομένα που αφορούν το σύνολο των στοιχείων των 3 οικισμών από τους οποίους δημιουργήθηκε ο Δήμος Αρχαγγέλου και των 5 οικισμών από τους οποίους δημιουργήθηκε ο Δήμος Λινδίων (www.ando.gr).

Ο μεγαλύτερος πληθυσμιακά δήμος στη νήσο σύμφωνα με την απογραφή του 2001 είναι των Ροδίων με 53.709 κατοίκους, ακολουθεί ο Δήμος Πεταλούδων με 12.133 κατοίκους, ο Δήμος Καλλιθέας με 10.251 άτομα, ο Δήμος Ιαλυσού με 10.107 και ο Δήμος Αρχαγγέλου με 7.779 κατοίκους. Στο διάγραμμα 2.1 φαίνεται η πληθυσμιακή εξέλιξη των δήμων της Ρόδου, την τελευταία δεκαετία.

Διάγραμμα 2.1: Πληθυσμιακή εξέλιξη των Δήμων της Ρόδου 1991-2001



(πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε.)

Η συγκριτική παρατήρηση του Διαγράμματος 2.1 και του χάρτη 1 της διοικητικής διαίρεσης του νησιού οδηγεί στην διαπίστωση ότι υπάρχει μία άνιση χωρική κατανομή του πληθυσμού. Μεγάλος αριθμός κατοίκων βρίσκεται συγκεντρωμένος στο βόρειο τμήμα του νησιού, που περιλαμβάνει την πόλη της Ρόδου, τα περίχωρα της καθώς και τους διάσπαρτους παραθαλάσσιους οικισμούς. Ο πραγματικός πληθυσμός των δήμων

της Ρόδου το έτος 1991 και 2001 φαίνεται αναλυτικά στους χάρτες 5 και 6 αντίστοιχα στο *Παράρτημα II*.

Στα διαγράμματα 2.2, 2.3, 2.4 απεικονίζονται αντίστοιχα οι ηλικιακές πυραμίδες του Δήμου Λινδίων, Αρχαγγέλου, καθώς και του συνόλου των δήμων του νησιού για το έτος 2001.

Η ηλικιακή πυραμίδα αποτελεί ένα είδος σχηματικής απεικόνισης της κατά ηλικία και φύλο δομής του πληθυσμού σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο, που στην περίπτωση των διαγραμμάτων αυτών είναι το έτος 2001. Αποτελείται από δύο οριζόντια ιστογράμματα που τοποθετούνται το ένα δίπλα στο άλλο. Στον άξονα των X τοποθετούνται οι πενταετείς ομάδες ηλικιών, ενώ στον άξονα των Y τοποθετείται το απόλυτο μέγεθος της κάθε ηλικιακής ομάδας.

Η συμμετρικότητα σε σχέση με τον κάθετο άξονα του διαγράμματος βοηθά τη μελέτη της ισορροπίας μεταξύ ανδρών και γυναικών, ενώ ο οριζόντιος άξονας επιτρέπει τη σύγκριση του μεγέθους της κάθε ηλικιακής ομάδας στον πληθυσμό (Μπαγκαβός Χ., 2003).

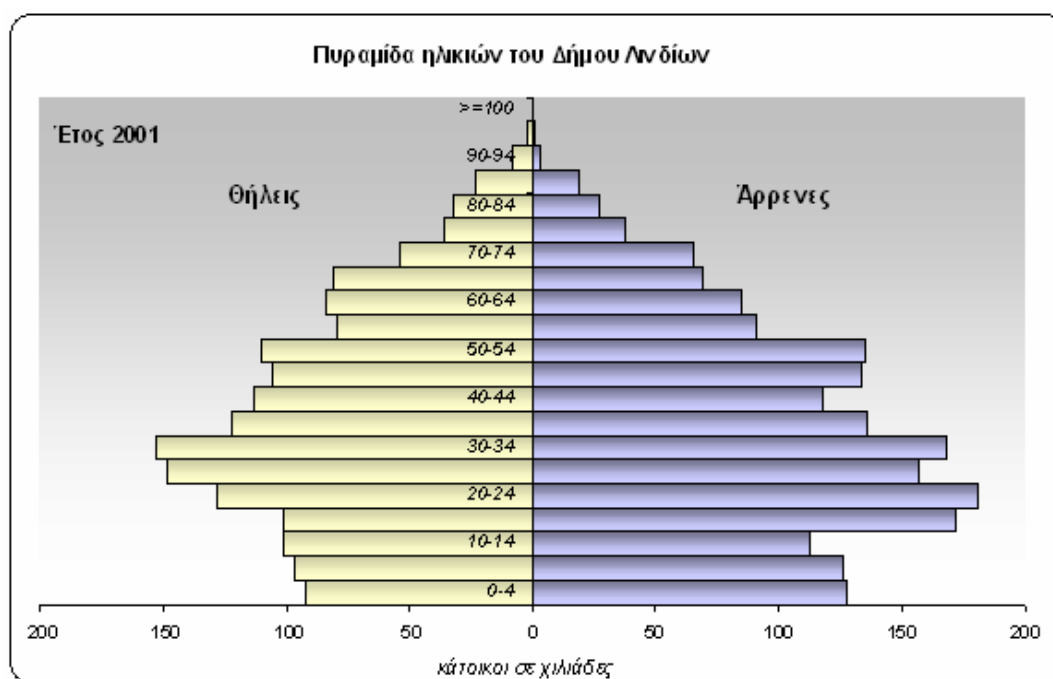
Παρατηρώντας τα διαγράμματα διαπιστώνεται πως στο Δήμο Λινδίων η κατά ηλικία και φύλο κατανομή του πληθυσμού έχει ένα ανομοιόμορφο σχήμα με στενή βάση και σχετικά πεπλατυσμένο κεντρικό τμήμα. Ερμηνεύοντας αυτή τη δομή διαπιστώνεται πως κατά τη διάρκεια του έτους 2001 υπάρχει ένας αρκετά μεγάλος παραγωγικός πληθυσμός, σε αντίθεση με τον ηλικιωμένο πληθυσμό που παρουσιάζει χαμηλά ποσοστά αύξησης στην ηλικιακή πυραμίδα. Ο πληθυσμός αυτός είναι σε ηλικία εργασίας και ορίζεται συνήθως ως το σύνολο των ατόμων τα οποία ανήκουν στην ηλικιακή ομάδα των 15-64 ετών .

Για το Δήμο Αρχαγγέλου παρατηρείται μία πιο πεπλατυσμένη βάση σε σχέση με το Δήμο Λινδίων γεγονός που υποδηλώνει πως τα ποσοστά γονιμότητας είναι υψηλότερα στο συγκεκριμένο Δήμο και αυτό συνεπάγεται πως βραχυπρόθεσμα ο νεαρός αυτός πληθυσμός θα δώσει υψηλά ποσοστά αύξησης των παραγωγικών ηλικιών. Και στο δήμο Αρχαγγέλου ο ηλικιωμένος πληθυσμός έχει χαμηλότερα ποσοστά αύξησης από τον νεότερο πληθυσμό.

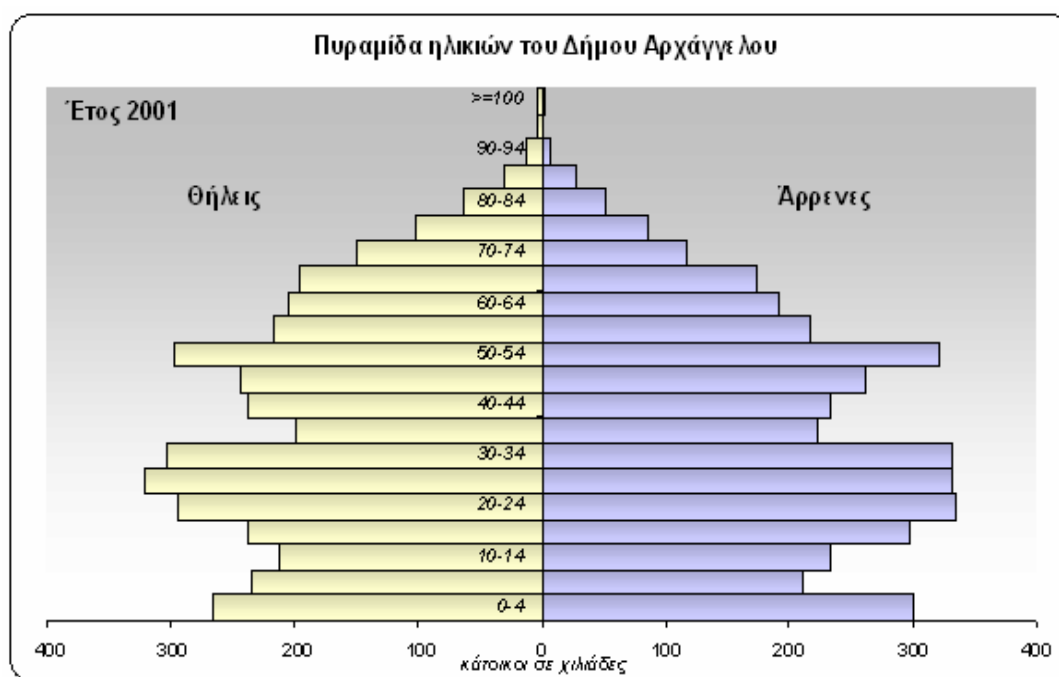
Αξίζει να σημειωθεί πως οι πυραμίδες ηλικιών και των δύο περιοχών παρά το γεγονός ότι παρουσιάζουν μια δημογραφική δυναμικότητα η μείωση των γεννήσεων κατά τη διάρκεια της δεκαετίας του '90 έχει ως συνέπεια οι πυραμίδες τους να παρουσιάζουν έντονες εσοχές στις ηλικιακές ομάδες των 0-9 ετών. Επιπλέον και στους δύο Δήμους παρατηρείται ότι οι ηλικιακές ομάδες των 10-64 ετών διατηρούνται σε

υψηλό ποσοστό και υπάρχει μια ομαλή σχετική μείωση στις ηλικιακές ομάδες μεγαλύτερες των 65 ετών.

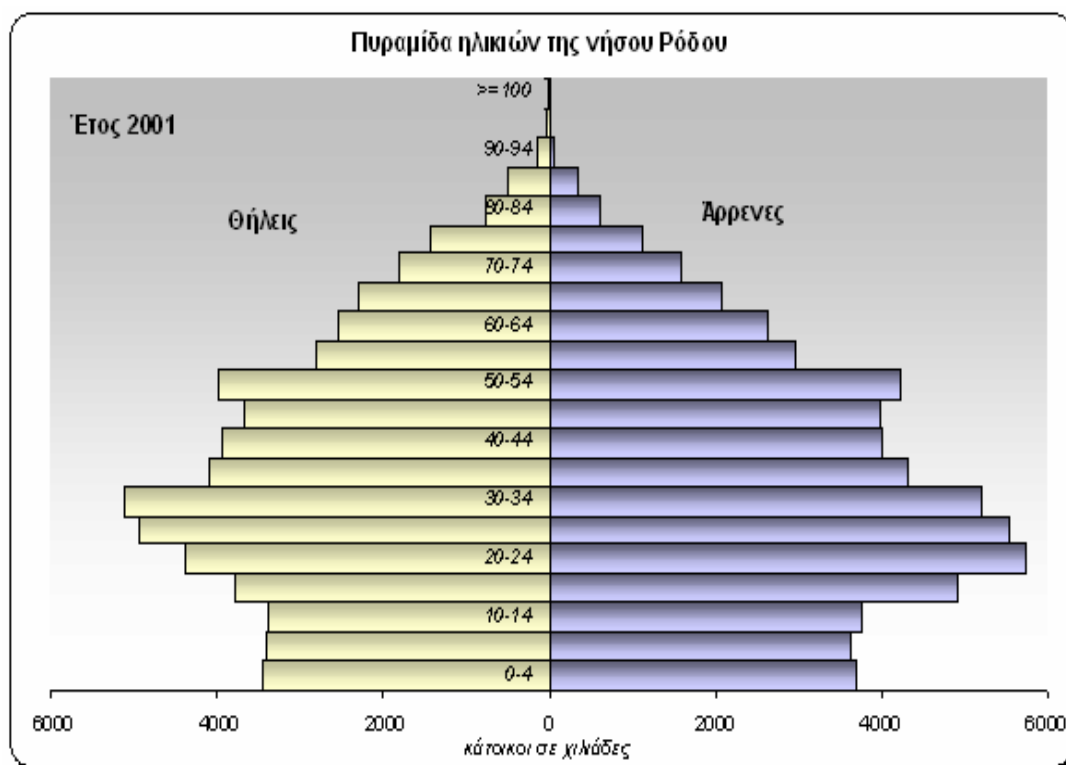
Διάγραμμα 2.2: Ηλικιακή πυραμίδα Δήμου Λινδίων για το 2001 (Στοιχεία: Ε.Σ.Υ.Ε.)



Διάγραμμα 2.3: Ηλικιακή πυραμίδα Δήμου Αρχαγγέλου για το 2001 (Στοιχεία: Ε.Σ.Υ.Ε.)



Διάγραμμα 2.4: Ηλικιακή πυραμίδα των Δήμων της Ρόδου για το 2001 (Στοιχεία: Ε.Σ.Υ.Ε.)



Από τη παρατήρηση του διαγράμματος 2.4 συμπεραίνεται ότι η κατά ηλικία και φύλο δομή του πληθυσμού της Ρόδου το 2001 έχει την ίδια περίπου μορφή με τις πυραμίδες ηλικιών της περιοχής μελέτης. Πιο αναλυτικά ως προς τη κατανομή του πληθυσμού ανά φύλο στο σύνολο των κατοίκων (7.779) του δήμου Αρχαγγέλου οι 3.953 (51%) είναι άνδρες και 3.826 (49%) γυναίκες. Αντίστοιχα στο σύνολο των κατοίκων (3.633) του δήμου Λινδίων οι 1.965 (54%) είναι άνδρες και 1.668 (46%) γυναίκες. Τέλος στο σύνολο (117.007) των κατοίκων της Ρόδου ο ανδρικός πληθυσμός 60.460 κατέχει ποσοστό 52% ενώ ο γυναικείος πληθυσμός με 56.547 κατέχει το 48%. Αξίζει επομένως να τονιστεί ότι τόσο στην περιοχή μελέτης όσο και στο σύνολο της Ρόδου ο ανδρικός πληθυσμός υπερτερεί έναντι του γυναικείου με μικρή όμως διαφορά, βάσει της απογραφής του 2001.

Ως προς την κατανομή του πληθυσμού ανά ομάδες ηλικιών, ο πληθυσμός του Δήμου Αρχαγγέλου εμφανίζεται ηλικιακά νεότερος σε σχέση με το πληθυσμό του Δήμου Λινδίων και του συνόλου της Ρόδου. Συγκεκριμένα, το ποσοστό συντηρούμενων παιδιών (ηλικίας 0-14 ετών) φτάνει το 18.8% έναντι 18% του δήμου

Λινδίων και 18,2% του συνόλου του νησιού. Το ποσοστό των ατόμων παραγωγικής ηλικίας του Δήμου Αρχαγγέλου αποτελεί το 68% του συνολικού πληθυσμού του. Στο δήμο Λινδίων το αντίστοιχο ποσοστό είναι 69% και στο σύνολο των δήμων του νησιού είναι 71%.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3. ΟΙΚΟΝΟΜΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

3.1 Η οικονομία στο σύνολο της χώρας

Η Ελλάδα, κυρίως μετά το 1985 οπότε εντάχθηκε στην Ευρωπαϊκή Ένωση ως προηγμένη οικονομικά χώρα.

Στην ελληνική οικονομία σήμερα επιδρούν πολλοί θετικοί αναπτυξιακοί παράγοντες όπως είναι η μείωση των επιτοκίων, η απελευθέρωση των αγορών, η προώθηση των διαρθρωτικών μεταρρυθμίσεων και ιδιωτικοποιήσεων, η προώθηση των μεγάλων δημόσιων έργων υποδομής. Οι αναπτυξιακοί αυτοί παράγοντες θα οδηγήσουν σε αυξημένους ρυθμούς ανάπτυξης, μείωση του δημόσιου εξωτερικού χρέους και πληθωρισμό που θα κινείται σε χαμηλά επίπεδα της τάξεως του 2%, καθώς και σε πλεόνασμα στον κρατικό προϋπολογισμό.

Αυτή η αναπτυξιακή πορεία της ελληνικής οικονομίας, κατά τις τελευταίες δεκαετίες, είχε ως συνέπεια τη βελτίωση του βιοτικού επιπέδου, ιδιαίτερα των ασθενέστερων τάξεων (Εγκυκλοπαίδεια «Grand Larousse», τόμος 5^{ος}, 2001, σελ.151).

3.2 Οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης για το 1991

Ο όρος **Εργατικό Δυναμικό** ή **Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός** εκφράζει τον αριθμό των ατόμων τα οποία σε μια συγκεκριμένη χρονική περίοδο είτε απασχολούνται είτε είναι άνεργοι, δηλαδή συμμετέχουν στο εργατικό δυναμικό ή συμμετέχουν στην αγορά εργασίας.

Το **Εργατικό Δυναμικό** αποτελεί ένα υποσύνολο του πληθυσμού σε ηλικία εργασίας. Επιπλέον είναι γνωστό πως ο αριθμός των ατόμων που ανήκουν στον πληθυσμό σε ηλικία εργασίας αλλά δεν ανήκουν στο εργατικό δυναμικό, δηλαδή ούτε απασχολούνται αλλά ούτε είναι άνεργοι, αποτελούν τον **μη οικονομικά ενεργό πληθυσμό** (Μπαγκαβός Χ., 2003).

Σύμφωνα με την τακτική απογραφή του 1991, στο σύνολο του εργατικού δυναμικού του Δήμου Λινδίων από τα 2.784 άτομα, ο Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός ανέρχεται σε 1.275 άτομα κατέχοντας ποσοστό **45.7%** του συνόλου, αποτελώντας έτσι ένα ποσοστό λίγο υψηλότερο τόσο από το αντίστοιχο του Νομού Δωδεκανήσου

(45.33%), όσο και από εκείνον ολόκληρης της χώρας (43.5%). Αντίστοιχα ο Οικονομικά μη ενεργός πληθυσμός ανέρχεται σε 1.509 άτομα με ποσοστό 54.3% .

Το διάγραμμα 3.1 απεικονίζει την οικονομική διάρθρωση του Δήμου Λινδίων το έτος 1991.

Διάγραμμα 3.1: Οικονομική Διάρθρωση του Δήμου Λινδίων για το 1991



Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε.

Αντίστοιχα, στο σύνολο του εργατικού δυναμικού του Δήμου Αρχαγγέλου το έτος απογραφής 1991 από τα 6.586 άτομα, ο Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός ανέρχεται σε **2.963** άτομα κατέχοντας ποσοστό **44.98%** του συνόλου, ενώ ο Οικονομικά μη ενεργός πληθυσμός ανέρχεται σε 3.623 άτομα με ποσοστό 55.02%.

Διάγραμμα 3. 2: Οικονομική διάρθρωση του Δήμου Αρχαγγέλου το 1991



Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε

Τόσο για τη δημογραφική όσο και για την οικονομική ανάλυση η ηλικιακή πυραμίδα, η οποία απεικονίζει την κατά ηλικία δομή ενός πληθυσμού σε ένα

ημερολογιακό έτος (βλ. Κεφάλαιο 2), αποτελεί ένα πολύ χρήσιμο εργαλείο. Για το λόγο αυτό έχουν καθιερωθεί κάποιοι δείκτες, οι οποίοι αναφέρονται στις τρεις βασικές ηλικιακές ομάδες του πληθυσμού: τους νέους (0-14 ετών), τα άτομα των ωρίμων ηλικιών (15-64 ετών) και τους ηλικιωμένους (65 ετών και άνω) και χρησιμοποιούνται ξεχωριστά ή μεταξύ τους σε συνδυασμό ανάλογα με το σκοπό της εκάστοτε μελέτης.

Ο λόγος μεταξύ του μεγέθους της κάθε ηλικιακής ομάδας προς τον συνολικό πληθυσμό δίνει το ποσοστό των νέων, των ατόμων ώριμης ηλικίας και των ηλικιωμένων αντίστοιχα. Επειδή ο πληθυσμός των ωρίμων ηλικιών αποτελείται από άτομα που αργά ή γρήγορα εκδηλώνουν την επιθυμία να εργασθούν, συναντάται συχνά με τους όρους πληθυσμός σε ηλικία εργασίας ή πληθυσμός εργάσιμης ηλικίας. Ο προσδιορισμός του πληθυσμού εργάσιμης ηλικίας βασίζεται επομένως στον καθορισμό ενός κατώτερου ορίου ηλικίας σύμφωνα με ότι επικρατεί για την ελάχιστη υποχρεωτική εκπαίδευση και τη νομοθεσία για την απασχόληση των νέων. Σε πολλές περιπτώσεις ορίζεται και ανώτερο όριο που αποκλείει τους ηλικιωμένους από τον υπολογισμό του ενεργού πληθυσμού. (Hussmanns et al, 1990, σελ. 11-13).

Οι άνθρωποι που συνιστούν τον πληθυσμό εργάσιμης ηλικίας εντάσσονται σε τρεις κατηγορίες σύμφωνα με τρία γενικά χαρακτηριστικά απασχόλησης:

- α. το κριτήριο της εργασίας
- β. το κριτήριο της ανεργίας
- γ. το κριτήριο της αεργίας.

Στην πρώτη κατηγορία εντάσσονται οι απασχολούμενοι. Η ευρύτερη έννοια της απασχόλησης περιλαμβάνει δύο γενικές κατηγορίες εργαζομένων. Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει όλους όσους εργάζονται υπό όρους εξαρτημένης εργασίας (paid employment) και η δεύτερη όλους όσους εργάζονται υπό όρους μη εξαρτημένης εργασίας (self employment).

Στην δεύτερη κατηγορία εντάσσονται συμβατικά όλοι όσοι δεν έχουν εργασία, βρίσκονται στην διαδικασία της αναζήτησης και ταυτόχρονα είναι έτοιμοι και διαθέσιμοι να την αναλάβουν μόλις τους δοθεί. Αξίζει να αναφερθεί πως το άθροισμα των δύο παραπάνω κατηγοριών συνιστά το εργατικό δυναμικό ή τον οικονομικά ενεργό πληθυσμό, ο οποίος αποτελεί υποσύνολο του πληθυσμού εργασίας.

Τέλος στην τρίτη κατηγορία περιλαμβάνονται όλοι όσοι δεν έχουν καμία εργασία ούτε και αναζητούν, και αποτελούν το θεωρούμενο ως μη εργατικό δυναμικό ή τον μη οικονομικά ενεργό πληθυσμό ή αλλιώς τους άεργους της κοινωνίας. (Hussmanns et al, 1990, σελ. 36).

Ακολουθούν αναλυτικοί πίνακες του οικονομικά ενεργού πληθυσμού σε απασχολούμενους και ανέργους για τους δήμους Αρχαγγέλου και Λινδίων για το έτος απογραφής 1991.

Πίνακας 3.1: Αναλυτικά Στοιχεία Απασχόλησης Δήμου Αρχαγγέλου το 1991

Γεωγραφικές περιοχές	Οικονομικός ενεργοί	Απασχολούμενοι		Άνεργοι	
	Σύνολο	Άρρενες	Θήλεις	Άρρενες	Θήλεις
Κ. Αρχαγγέλου	2.205	1.608	532	39	26
Κ. Μάλωνας	395	274	111	5	5
Κ. Μασάρων	363	229	123	8	3
Δήμος Αρχαγγέλου	2.963	2.111	766	52	34

Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε

Παρατηρώντας τους πίνακες 3.1 και 3.2 διαπιστώνεται πως στο σύνολο του οικονομικά ενεργού πληθυσμού τόσο του Δήμου Λινδίων όσο και του Δήμου Αρχαγγέλου κατά το έτος απογραφής 1991, ο αριθμός των απασχολούμενων αποτελεί την πλειοψηφία του ενεργού πληθυσμού των περιοχών, σε αντίθεση με τον αριθμό των ανέργων που είναι σχεδόν αμελητέος. Πιο συγκεκριμένα στο Δήμο Αρχαγγέλου το 1991 οι απασχολούμενοι κατέχουν ποσοστό 97.1% του συνόλου του οικονομικά ενεργού πληθυσμού ενώ οι άνεργοι κατέχουν ένα ποσοστό μόλις της τάξεως του 2.9% του συνόλου. Ομοίως στο Δήμο Λινδίων ο αριθμός των απασχολούμενων αποτελεί το 96.7% του οικονομικά ενεργού πληθυσμού της περιοχής εν αντιθέσει με τον αριθμό των ανέργων που αγγίζει το 3.3% του συνόλου.

Πίνακας 3.2: Αναλυτικά Στοιχεία Απασχόλησης Δήμου Λινδίων το 1991

Γεωγραφικές περιοχές	Οικονομικώς ενεργοί	Απασχολούμενοι		Άνεργοι	
	Σύνολο	Άρρενες	Θήλεις	Άρρενες	Θήλεις
Κ. Καλάθου	168	116	51	1	0
Κ. Λαερμών	273	196	71	3	3
Κ. Λάρδου	353	265	74	10	4
Κ. Λίνδος	348	269	70	8	1
Κ. Πυλώνας	133	112	9	12	0
Δήμος Λινδίων	1275	958	275	34	8

Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε

3.3 Οικονομικά χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης το 2001

Σύμφωνα με την τακτική απογραφή του 2001 στο σύνολο του εργατικού δυναμικού του Δήμου Λινδίων από τα 3.411 άτομα, ο Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός ανέρχεται σε 1.357 άτομα κατέχοντας ποσοστό **39.78%** του συνόλου, ποσοστό δηλαδή χαμηλότερο από το αντίστοιχο του Νομού Δωδεκανήσου (43.24%), και από αυτό ολόκληρης της χώρας (42.21%). Αντίστοιχα ο Οικονομικά μη ενεργός πληθυσμός ανέρχεται σε 2.054 άτομα με ποσοστό 60.22% . Επομένως γίνεται άμεσα αντιληπτό πως το 2001 σε αντίθεση με το 1991 η αύξηση που σημειώθηκε στον πληθυσμό εργάσιμης ηλικίας οφειλόταν στην αύξηση του μη οικονομικά ενεργού πληθυσμού, δηλαδή στη μείωση του οικονομικά ενεργού. Τα διαγράμματα 3.3. και 3.4 απεικονίζουν την οικονομική διάρθρωση του δήμου Λινδίων και Αρχαγγέλου αντίστοιχα για την τακτική απογραφή του έτους 2001.

Διάγραμμα 3.3: Οικονομική Διάρθρωση του Δήμου Λινδίων το 2001

Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε.

Αντίστοιχα, στο σύνολο του εργατικού δυναμικού του Δήμου Αρχαγγέλου το έτος απογραφής 2001 από τα 7.731 άτομα, ο Οικονομικά Ενεργός Πληθυσμός ανέρχεται σε 3.228 άτομα κατέχοντας ποσοστό **41.75%** του συνόλου, ενώ ο Οικονομικά μη ενεργός πληθυσμός ανέρχεται σε 4.503 άτομα με ποσοστό 58.25%, όπως απεικονίζεται στο διάγραμμα 3.4.

Διάγραμμα 3.4: Οικονομική Διάρθρωση του Δήμου Αρχαγγέλου το 2001

Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε.

Συμπερασματικά μπορεί να αναφερθεί πως κατά την απογραφή του 2001 και στις δύο περιοχές μελέτης παρατηρήθηκε μια αύξηση του ποσοστού του οικονομικά μη ενεργού πληθυσμού σε βάρος του ενεργού.

Βάσει της απογραφής του 2001 στο σύνολο του οικονομικά ενεργού πληθυσμού τόσο του Δήμου Λινδίων όσο και του Δήμου Αρχαγγέλου ο αριθμός των

απασχολούμενων σημείωσε μείωση ως προς την απογραφή του 1991 από 1233 σε 818 άτομα και από 2877 σε 2625 αντίστοιχα. Συγκεκριμένα στο Δήμο Λινδίων το 2001 οι απασχολούμενοι κατέχουν ποσοστό 60.3% του συνόλου του οικονομικά ενεργού πληθυσμού ενώ οι άνεργοι κατέχουν το 39.7%. Στο Δήμο Αρχαγγέλου ο αριθμός των απασχολούμενων αποτελεί το 81.3% του οικονομικά ενεργού πληθυσμού της περιοχής ενώ ο αριθμός των ανέργων αγγίζει το 18.7% του συνόλου. Κατά τη δεκαετία επομένως 1991-2001 σημειώθηκε μια σημαντική αύξηση του αριθμού των ανέργων και στους δύο δήμους.

Πίνακας 3.3: Οικονομικώς ενεργός πληθυσμός έτος απογραφής 2001

Γεωγραφικές περιοχές	Οικονομικώς ενεργοί	Απασχολούμενοι	Άνεργοι
Νομός Δωδεκανήσου	81.513	66.997	14.516
Δήμος Αρχαγγέλου	3.228	2.625	603
Δήμος Λινδίων	1.357	818	539

3.4 Διάρθρωση της απασχόλησης στις περιοχές μελέτης το έτος 2001

Η απασχόληση διακρίνεται σε τρεις τομείς οικονομικής δραστηριότητας, στον Πρωτογενή, στο Δευτερογενή και στον Τριτογενή Τομέα. Κάθε τομέας περιλαμβάνει μία ομάδα από κλάδους οικονομικής δραστηριότητας. Έτσι λοιπόν, στον πρωτογενή τομέα αντιστοιχούν η γεωργία, η κτηνοτροφία, η δασοκομία και η αλιεία, στο δευτερογενή τομέα τα ορυχεία-λατομεία, οι μεταποιητικές βιομηχανίες, η παροχή ηλεκτρισμού-φωταερίου-νερού και οι κατασκευές και τέλος, στον τριτογενή τομέα αντιστοιχούν το εμπόριο-οι επισκευές-τα ξενοδοχεία-τα εστιατόρια, οι μεταφορές-αποθηκεύσεις-επικοινωνίες, οι ενδιάμεσοι χρηματοπιστωτικοί οργανισμοί και οι λοιπές υπηρεσίες.

Από τη μελέτη των στοιχείων της Ε.Σ.Υ.Ε. της απογραφής του 2001 παρατηρούμε πως τόσο στο δήμο Λινδίων όσο και στο Δήμο Αρχαγγέλου το μεγαλύτερο ποσοστό των απασχολούμενων δραστηριοποιείται στον τριτογενή τομέα απασχόλησης. Έπεται ο

δευτερογενής τομέας ενώ ένας πολύ μικρός αριθμός απασχολούμενων ασχολείται με τον πρωτογενή τομέα απασχόλησης.

Από την παραπάνω ανάλυση του αριθμού των απασχολούμενων και στους τρεις κλάδους οικονομικής δραστηριότητας της περιοχής μελέτης, διαπιστώνεται ότι η επαγγελματική διάρθρωση της απασχόλησης και των δύο Δήμων, χαρακτηρίζεται από μια κινητικότητα ιδιαίτερου τύπου, που έχει την τάση να αναδείξει ως βασικό κανονιστικό πρότυπο ένταξης στην αγορά εργασίας τα περισσότερα και πιο εξειδικευμένα εκπαιδευτικά προσόντα. Η μεγάλη αύξηση του ποσοστού της απασχόλησης στις υπηρεσίες (δηλ. στον τριτογενή τομέα) είναι ένα αδιαμφισβήτητο γεγονός που χαρακτηρίζει την πλειοψηφία των νομών της Ελλάδος αλλά και το σύνολο των οικονομιών των μεσογειακών χωρών.

Πίνακας 3.4: Απασχολούμενοι κατά τομέα οικονομικής δραστηριότητας έτος 2001

Γεωγραφικές περιοχές	Απασχολούμενοι Σύνολο	Πρωτογενής τομέας	Δευτερογενής τομέας	Τριτογενής τομέας	Δε δήλωσαν κλάδο
Δήμος Αρχαγγέλου	2.625	192	571	1.708	154
Δήμος Λινδίων	818	59	193	544	22

Πηγή: Ε.Σ.Υ.Ε.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4. ΚΛΙΜΑΤΟΛΟΓΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

4.1: Το κλίμα της Ελλάδας

Το κλίμα της Ελλάδας, σύμφωνα με όλες τις κλιματικές ταξινομήσεις από πλευράς μακροκλίματος, είναι μεσογειακό-εύκρατο, με κύρια χαρακτηριστικά γνωρίσματα τη μεγάλη ηλιοφάνεια και την ξηρασία, ιδίως κατά τους θερινούς μήνες, την περιορισμένη εποχή των βροχών και τους ήπιους χειμώνες. Έτσι, δεν υπάρχουν εξαιρετικά υψηλές θερμοκρασίες ούτε όμως και ιδιαίτερα χαμηλές.

Η Ελλάδα επομένως αποτελεί μια περιοχή με πολλές διαφοροποιήσεις στο κλίμα της, λόγω φυσικογεωγραφικών και δυναμικών παραγόντων (Παυλόπουλος Κ., 1997). Οι κυριότεροι παράγοντες διαμόρφωσης του κλίματος της χώρας είναι η ηλιακή ακτινοβολία που δέχεται, η κυκλοφορία των αέριων μαζών, η μορφολογία του αναγλύφου, οι εποχιακοί και τοπικοί άνεμοι που πνέουν σε μια περιοχή, η απόσταση από τις θαλάσσιες μάζες, η διαφοροποίηση του υψομέτρου και η βλάστηση.

Εξαιτίας του ποικιλόμορφου αναγλύφου της, το κλίμα της Ελλάδας ποικίλει από περιοχή σε περιοχή. Σημαντικότερο ρόλο στη διαμόρφωση του κλίματος της χώρας παίζει η οροσειρά της Πίνδου. Ο ορεινός αυτός όγκος έχοντας διεύθυνση Β.Δ.-Ν.Α. αποτελεί ένα φυσικό φράγμα που εμποδίζει τους υετοφόρους δυτικούς και νοτιοδυτικούς ανέμους να διασχίσουν την Ανατολική Ελλάδα, οπότε ανεβαίνουν ψηλά, ψύχονται, υγροποιούνται και προκαλούν πολλές βροχές στην δυτική Ελλάδα. Στη συνέχεια κατεβαίνουν θερμοί και ξηροί στην Ανατολική Ελλάδα. Επιπλέον στην Ανατολική Ελλάδα φτάνουν οι βόρειοι και βορειοανατολικοί άνεμοι, με αποτέλεσμα κατά τη χειμερινή περίοδο να επικρατούν χαμηλές θερμοκρασίες και παγετός. Οι άνεμοι αυτοί δεν επηρεάζουν τη Δυτική Ελλάδα, που προστατεύεται από την οροσειρά της Πίνδου (Εγκυκλοπαίδεια «Grand Larousse», τόμος 5^{ος}, 2001, σελ.134).

Σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του κλίματος της Ελλάδας παίζει το μικρό πλάτος του ηπειρωτικού της κορμού και ο μεγάλος θαλάσσιος διαμελισμός της. Όλα σχεδόν τα σημεία της βρίσκονται κοντά στη θάλασσα κι έτσι από το νοτιότερο άκρο της μέχρι τις βόρειες ακτές οι χειμώνες είναι ήπιοι και τα καλοκαίρια δροσερά ενώ οι χιονοπτώσεις είναι περιορισμένες σε σύγκριση με άλλες χώρες της Ευρώπης.

Τέλος, εξαιτίας του πλούσιου κάθετου και οριζόντιου διαμελισμού της διακρίνουμε μια ποικιλία κλιματικών τύπων όπως: κλίμα ορεινό (συναντάται σε περιοχές με μεγάλο υψόμετρο), κλίμα ηπειρωτικό (συναντάται στη βόρεια Ελλάδα

και στο εσωτερικό της Ηπείρου και της Θεσσαλίας), κλίμα εύκρατο θαλάσσιο (συναντάται στα Νησιά του Αιγαίου, Αττική, Εύβοια, ανατολική Θεσσαλία, Κρήτη) και κλίμα μεσογειακό θαλάσσιο (Ιόνια νησιά, Δυτική Ελλάδα και βορειοδυτική Πελοπόννησος).

Αξίζει να σημειωθεί πως οι γεωμορφολογικές διεργασίες που διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη διαμόρφωση του αναγλύφου σε ένα τόπο συνδέονται άμεσα με τις κλιματολογικές συνθήκες. Η θερμοκρασία του αέρα και τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα αποτελούν δύο από τους κυριότερους παράγοντες καθορισμού του είδους (χημική, μηχανική) και της ταχύτητας αποσάθρωσης των πετρωμάτων. Η ένταση, η συχνότητα και η διεύθυνση του ανέμου αποτελούν στοιχεία που επηρεάζουν την ένταση, ο ύψος και τη διεύθυνση πρόσπτωσης του κυματισμού στις παράκτιες περιοχές (Pethic J., 1984).

Η κατανομή της κυματικής ενέργειας κατά μήκος της ακτογραμμής αποτελεί έναν από τους κυριότερους παράγοντες διαμόρφωσης των ακτών. Η αλληλεπίδραση μεταξύ παραγόντων όπως η λιθολογία των σχηματισμών που δομούν την παράκτια ζώνη και η ανθεκτικότητα τους στη διάβρωση, η κυματική ενέργεια και τα παράκτια ρεύματα, η απόθεση φερτών υλικών από τους χείμαρρους και του κλιματικού καθεστώτος που επικρατεί, αποτελούν τις κύριες αιτίες διαμόρφωσης του σημερινού παράκτιου περιβάλλοντος της περιοχής μελέτης.

Για την περιγραφή των κλιματικών συνθηκών που επικρατούν στην ευρύτερη περιοχή της νήσου Ρόδου κρίθηκε αναγκαία η συλλογή και η επεξεργασία μετρήσεων που αφορούν τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, την θερμοκρασία του αέρα και τον άνεμο.

4.2: Μετεωρολογικοί σταθμοί παρατήρησης

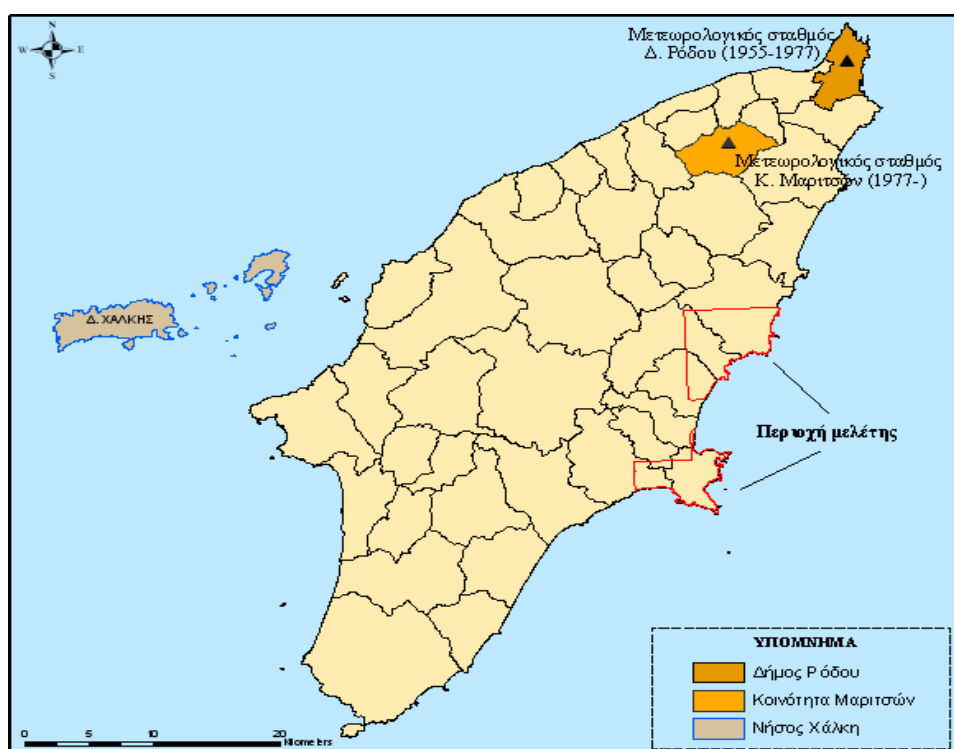
Για την σκιαγράφηση του κλιματικού καθεστώτος της περιοχής χρησιμοποιήθηκαν τα πρωτογενή δεδομένα του μοναδικού μετεωρολογικού σταθμού της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.) που έχει εγκατασταθεί στο νησί της Ρόδου. Αξίζει να σημειωθεί ότι από το 1955 οπότε πρωτοεγκαταστάθηκε μέχρι τον Ιούνιο του 1977 ο σταθμός βρισκόταν στα Μαριτσά ενώ από το 1977 και μετά ο σταθμός μετεγκαταστάθηκε στο Δήμο Ρόδου. Τα χαρακτηριστικά του σταθμού φαίνονται στον Πίνακα 4.1 ενώ η γεωγραφική του θέση στο νησί στο χάρτη 7 που ακολουθεί.

Πίνακας 4.1: Χαρακτηριστικά του μετεωρολογικού σταθμού της περιοχής μελέτης, (όπου χ : γεωγραφικό μήκος, Ψ : γεωγραφικό πλάτος, $\beta\rho$: βροχόμετρο, $\theta\epsilon\rho$: θερμόμετρο και $\alpha\nu$: ανεμόμετρο)

Σταθμός	X	Ψ	Υψόμετρο	Όργανα μέτρησης	Περίοδος λειτουργίας	Φορέας
Ρόδος	28 ^ο 05'	36 ^ο 24'	12m	$\beta\rho$, $\theta\rho$, $\alpha\nu$	1955-2001	E.M.Y.

Η στατιστική επεξεργασία των πρωτογενών δεδομένων, η σχεδίαση των διαγραμμάτων και η αξιολόγηση των μέσων τιμών της ετήσιας κύμανσης των κλιματικών παραμέτρων του σταθμού, οδηγούν στην περιγραφή των κλιματικών συνθηκών που χαρακτηρίζουν την περιοχή μελέτης.

Χάρτης 7: Χάρτης γεωγραφικής τοποθέτησης του μοναδικού μετεωρολογικού σταθμού της E.M.Y. που βρίσκεται πλησιέστερα στην περιοχή μελέτης



Για κάθε κλιματικό στοιχείο από τα πρωτογενή δεδομένα του μετεωρολογικού σταθμού υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές καθώς και η μέση τιμή για τη συνολική χρονική περίοδο λειτουργίας του. Βάσει των στοιχείων αυτών σχεδιάστηκαν τα αντίστοιχα διαγράμματα της ετήσιας κύμανσης της θερμοκρασίας του αέρα και της βροχόπτωσης καθώς και τα μηνιαία ανεμοδιαγράμματα συχνότητας έντασης των ανέμων.

4.3: Βροχόπτωση

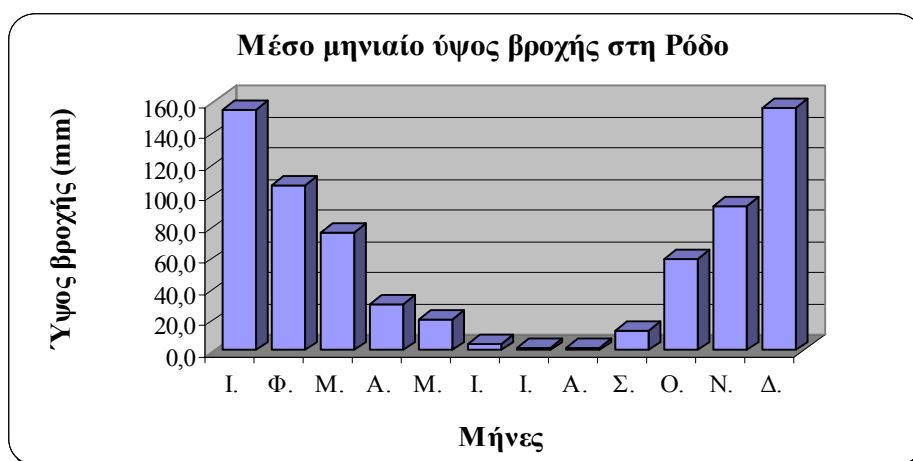
Ο πίνακας 4.2 περιλαμβάνει τα μέσα μηνιαία και τα μέσα ετήσια ύψη βροχής για το μετεωρολογικό σταθμό της Ρόδου για το χρονικό διάστημα λειτουργίας του (1955-2004).

Πίνακας 4.2: Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές ύψους βροχής σε (mm) για τον μετεωρολογικό σταθμό της Ρόδου. (πηγή: Προσωπική επεξεργασία στοιχείων Ε.Μ.Υ.)

Μετεωρολογικός σταθμός	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μαι.	Ιουν.	Ιουλ.
Ρόδος	154,3	105,7	76,2	30,1	20,1	4,4	1,8
Μετεωρολογικός σταθμός	Αυγ.	Σεπ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Έτος	
Ρόδος	1,5	13,1	58,9	93,0	155,9	715,0	

Από τον παραπάνω πίνακα διαπιστώνεται ότι η ετήσια κύμανση της βροχόπτωσης για το σταθμό της Ρόδου είναι απλή και παρουσιάζει ένα μέγιστο κατά το μήνα Δεκέμβριο (155,9mm) και ένα ελάχιστο το μήνα Αύγουστο (1.5mm) και το μέσο ύψος βροχής ανέρχεται σε 715mm. Άξιο παρατήρησης είναι το γεγονός ότι ο μετεωρολογικός σταθμός εμφανίζει αρκετά μεγάλο ύψος βροχής κατά τη διάρκεια των δύο πρώτων μηνών του χειμώνα και το ελάχιστο κατά τους καλοκαιρινούς μήνες, χαρακτηριστικό του Μεσογειακού τύπου κλίματος.

Διάγραμμα 4.1: Διάγραμμα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας βροχόπτωσης (σε mm) κατά τα έτη 1955-2004. (πηγή: Προσωπική επεξεργασία στοιχείων της Ε.Μ.Υ.)

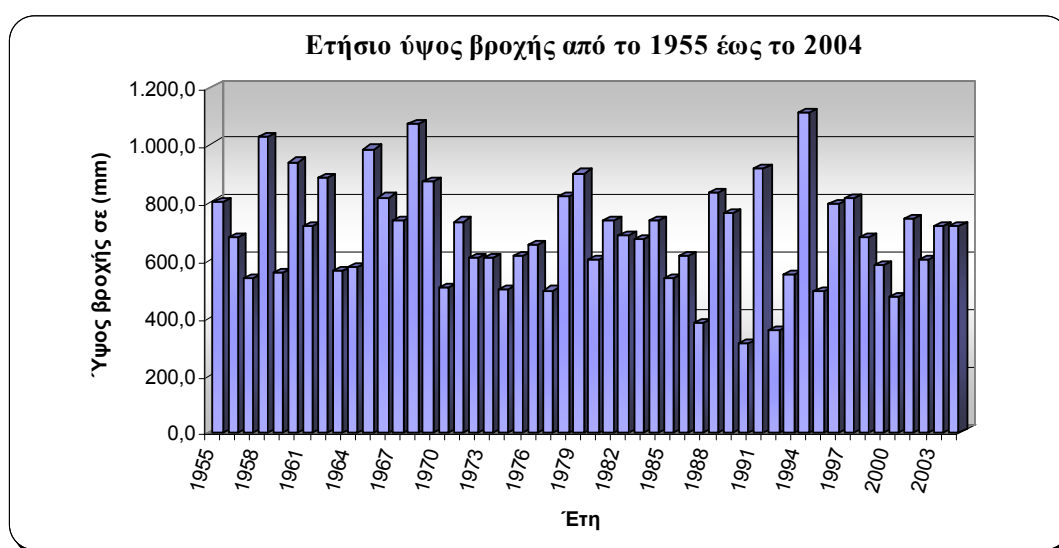


Θα πρέπει να αναφερθεί, ότι η ελάττωση του μέσου μηνιαίου ύψους βροχής, από τον υγρότερο στον ξηρότερο μήνα, μεταβάλλεται ομαλά σε σχέση με την απότομη αύξηση της βροχόπτωσης που παρατηρείται κατά τους φθινοπωρινούς μήνες. Η ομαλή μετάβαση είναι εμφανής στο παραπάνω διάγραμμα μηνιαίας κύμανσης της βροχόπτωσης. (Διάγραμμα 4.1)

Συνοψίζοντας τα παραπάνω μπορούμε να ισχυριστούμε για την περιοχή μελέτης διαπιστώνεται πως ο χειμώνας είναι η υγρότερη εποχή του έτους και το καλοκαίρι η ξηρότερη, ενώ η άνοιξη έχει χαμηλότερο ύψος βροχής σε σχέση με το φθινόπωρο. Με βάση την ετήσια πορεία της βροχόπτωσης, η περιοχή ανήκει στο Μεσογειακό ή υποτροπικό βροχομετρικό σύστημα με το μέγιστο των βροχοπτώσεων να συμβαίνει το χειμώνα και το ελάχιστο το καλοκαίρι. Τέλος η γεωγραφική θέση του σταθμού συνηγορεί ότι τα βροχομετρικά χαρακτηριστικά του μπορούν να θεωρηθούν αντιπροσωπευτικά των συνθηκών που επικρατούν στην περιοχή μελέτης.

Στη συνέχεια ακολουθεί το διάγραμμα του ετήσιου ύψους βροχής ανά έτος για το μετεωρολογικό σταθμό της Ρόδου. Αξίζει να σημειωθεί πως τα διαθέσιμα δεδομένα για τη μελέτη του φαινομένου αυτού ήταν για τη χρονική περίοδο 1955 έως 2003. Τα μεγαλύτερα ετήσια ύψη βροχής σημειώθηκαν τα έτη 1994, 1968 και 1958. Το μεγαλύτερο ύψος βροχής τη χρονική περίοδο διαθεσιμότητας των στοιχείων σημειώθηκε το έτος 1994 με 112.5mm και το χαμηλότερο το έτος 1990 με 35.7mm.

Διάγραμμα 4.2: Διάγραμμα ετήσιου ύψους βροχής ανά έτος (πηγή: Προσωπική επεξεργασία στοιχείων της Ε.Μ.Υ.)



4.4: Θερμοκρασία αέρα

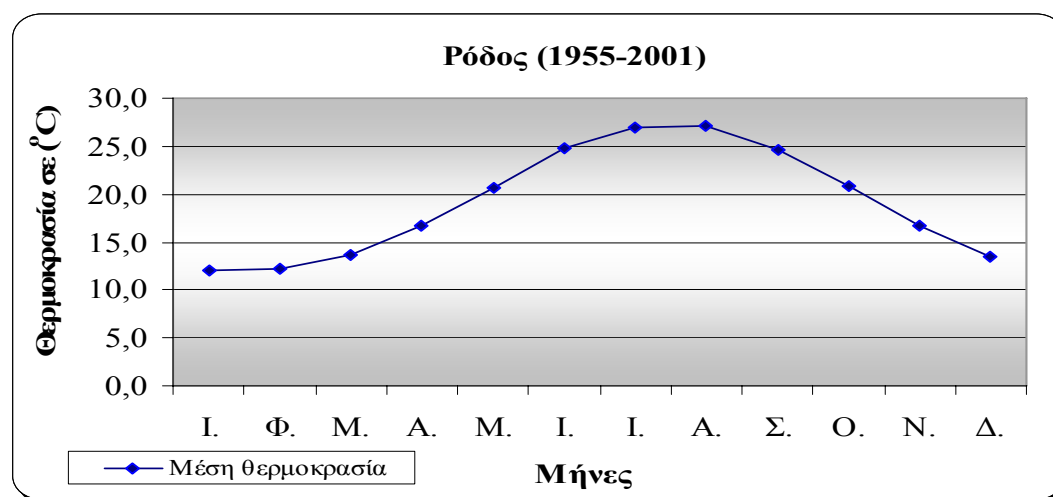
Για τον σταθμό παρατήρησης, υπολογίστηκαν οι μέσες μηνιαίες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα, οι αντίστοιχες μέσες ετήσιες τιμές καθώς και το ετήσιο και μέσο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος για το χρονικό διάστημα λειτουργίας του σταθμού (1955-2004).

Πίνακας 4.3: Μέσες μηνιαίες και μέσες ετήσιες τιμές της θερμοκρασίας του αέρα και μέσα ετήσια θερμοκρασιακά εύρη για τον μετεωρολογικό σταθμό της Ρόδου.

Μετεωρολογικός σταθμός	Ιαν.	Φεβ.	Μαρ.	Απρ.	Μάι.	Ιουν.	Ιουλ.
Ρόδος	12	12,2	13,7	16,6	20,6	24,8	26,9
Μετεωρολογικός σταθμός	Αυγ.	Σεπτ.	Οκτ.	Νοε.	Δεκ.	Έτος	Ε.Θ.Ε.
Ρόδος	27,1	24,7	20,9	16,7	13,5	19,1	16

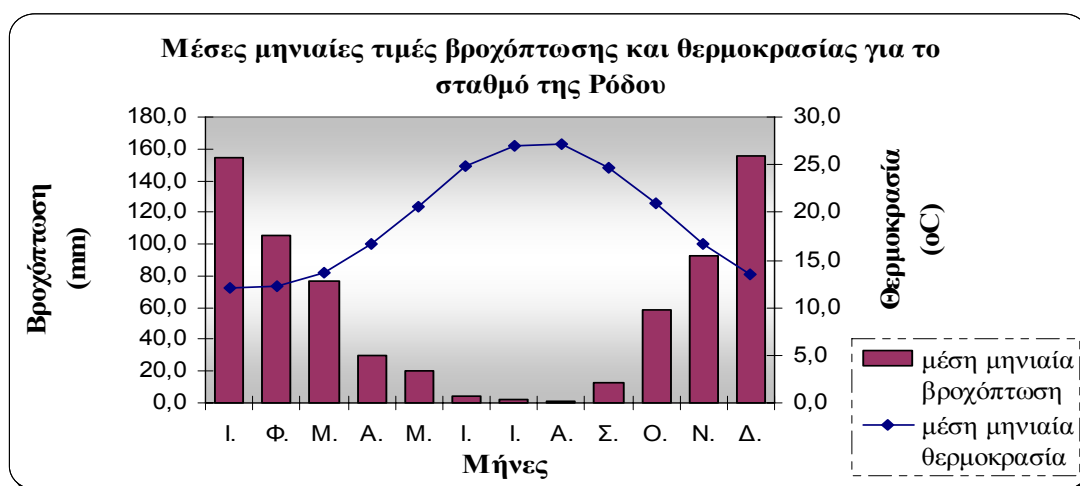
Όπως είναι εμφανές και στο διάγραμμα που ακολουθεί (Σχήμα 4.3) η Ρόδος παρουσιάζει τις μεγαλύτερες θερμοκρασίες κατά τους καλοκαιρινούς μήνες και τις μικρότερες τους χειμερινούς. Η μέση μέγιστη θερμοκρασία σημειώνεται το μήνα Αύγουστο (27.1°C), ενώ η μέση ελάχιστη θερμοκρασία του αέρα λαμβάνει χώρα τον Ιανουάριο (12°C). Η μέση ετήσια θερμοκρασία υπολογίστηκε 19.1 °C και το μέσο ετήσιο θερμοκρασιακό εύρος 16 °C.

Σχήμα 4.3: Διάγραμμα ετήσιας πορείας της μέσης μηνιαίας θερμοκρασίας του αέρα για το σταθμό της Ρόδου κατά τα έτη 1955-2004. (πηγή: Προσωπική επεξεργασία στοιχείων της Ε.Μ.Υ.)



Στο διάγραμμα 4.4 παρουσιάζονται οι μέσες μηνιαίες τιμές βροχόπτωσης και θερμοκρασίας για το σταθμό της Ρόδου. Αξίζει να σημειωθεί ότι τα θερμοκρασιακά και βροχομετρικά δεδομένα αφορούν την ίδια χρονική περίοδο. Εντούτοις το διάγραμμα θεωρήθηκε ότι αποτελεί μια ένδειξη της συνδυασμένης ετήσια πορείας των δύο αυτών κλιματικών στοιχείων για την περιοχή μελέτη.

Σχήμα 4.4: Συγκριτικό διάγραμμα βροχόπτωσης θερμοκρασίας για το σταθμό της Ρόδου κατά τα έτη 1955-2004. (πηγή: Προσωπική επεξεργασία στοιχείων της Ε.Μ.Υ.)



Το γράφημα απεικονίζει σαφώς μια θερμή και ξηρή εποχή του έτους που διαρκεί από το Μάιο μέχρι το Σεπτέμβριο και μία υγρή εποχή που διαρκεί από τον Οκτώβριο μέχρι τον Απρίλιο, και μια ξερή και θερμή εποχή από τον Απρίλιο μέχρι τον Σεπτέμβριο γεγονός που υποδηλώνει τον Μεσογειακό χαρακτήρα του κλίματος της περιοχής. Ένα πρώτο συμπέρασμα που μπορεί να εξαχθεί μετά την επεξεργασία των κλιματικών στοιχείων της περιοχής είναι ότι αναμένεται μια αυξημένη παροχή και στερεοπαροχή στους χειμάρρους κατά τους ψυχρούς και υγρούς χειμερινούς και φθινοπωρινούς μήνες, οφειλόμενη στις έντονου χαρακτήρα βροχοπτώσεις που σημειώνονται κατά τη διάρκεια των μηνών αυτών, με αποτέλεσμα τη τροφοδοσία της παράκτιας ζώνης με υλικό που προκύπτει από τη διάβρωση στις λεκάνες απορροής.

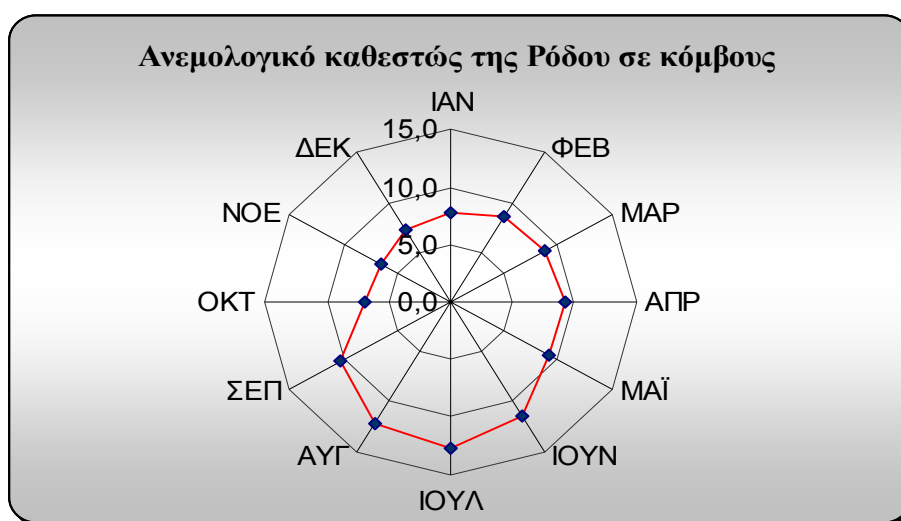
4.5: Ανεμολογικό καθεστώς

Ο ατμοσφαιρικός αέρας βρίσκεται σε μια αέναη κίνηση. Οι παράγοντες που διαμορφώνουν και δημιουργούν αυτές τις κινήσεις των αερίων μαζών είναι η ηλιακή ενέργεια που προσλαμβάνει η ατμόσφαιρα και η επιφάνεια του εδάφους, οι ανωμαλίες του γήινου αναγλύφου καθώς και η περιστροφή της γης γύρω από τον άξονά της. Ιδιαίτερο όμως κλιματικό ενδιαφέρον παρουσιάζουν οι οριζόντιες μετακινήσεις του ανέμου. Σαν άνεμος επομένως ορίζεται κάθε οριζόντια μετακίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα σε σχέση με το έδαφος (Καρύμπαλης Ε., 2003).

Ο άνεμος συνεπώς είναι ένας κλιματικός παράγοντας που εξαρτάται από τα γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά της περιοχής και σε αρκετές περιπτώσεις καθορίζει τις τοπικές ιδιομορφίες των κλιματικών τύπων των διαφόρων περιοχών στις οποίες πνέει (Καρύμπαλης Ε., 1996). Αξίζει να αναφερθεί πως σε αρκετές περιπτώσεις η παρουσία ενός χαρακτηριστικού ανέμου σε έναν τόπο δημιουργεί έναν χαρακτηριστικό τύπο κλίματος όπως για παράδειγμα οι μουσσώνες ή οι ετησίες.

Βάσει των ανεμολογικών στοιχείων συχνότητας και έντασης του ανέμου του Σταθμού της Ρόδου παρατηρείται μια ομαλή μεταβολή της έντασης των ανέμων που πνέουν στην ευρύτερη περιοχή του νησιού από μήνα σε μήνα, γεγονός που οφείλεται τόσο στην μορφολογία του χερσαίου αναγλύφου όσο και στη διανομή ξηράς-θάλασσας. Είναι αναμενόμενο οι διακυμάνσεις στην ένταση του ανέμου να είναι μεγαλύτερες πάνω από την ξηρά εξαιτίας της ύπαρξης μορφολογικών εξάρσεων και ανωμαλιών του αναγλύφου.

Σχήμα 4.5: Μέσες ετήσιες εντάσεις ανέμου σε κόμβους, περίοδος παρατήρησης 1955-2001(πηγή: Ε.Μ.Υ.)



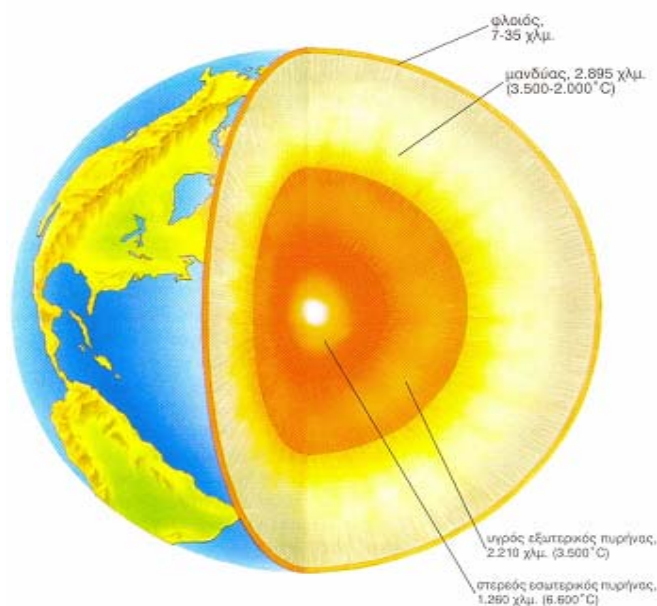
Παρατηρώντας το διάγραμμα 4.5 μπορεί να εξαχθεί το συμπέρασμα πως στο νησί πνέουν άνεμοι καθ' όλη τη διάρκεια του έτους, η μέση ένταση των οποίων κυμαίνεται από 6.4 κόμβους μέχρι 12.7 κόμβους. Η μεγαλύτερη συχνότητα των ανέμων σημειώνεται από τα μέσα Ιουλίου μέχρι τα μέσα Σεπτεμβρίου, γεγονός αναμενόμενο καθώς στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου και ιδιαίτερα στο Αιγαίο από το Μάιο μέχρι τον Οκτώβριο πνέουν τα μελτέμια, συνεχείς και σταθεροί άνεμοι βόρειας, βορειοδυτικής και βορειοανατολικής διεύθυνσης. Τα μελτέμια ονομάζονται και «ετησίες» λόγω της κανονικής χρονικής τους εμφάνισης και συνήθως πνέουν κατά τη διάρκεια της ημέρας ενώ κοπάζουν με τη δύση του ηλίου. Οι Ετησίες πολλές φορές στο Αιγαίο φθάνουν να χαρακτηρισθούν σαν θυελλώδεις και είναι ικανοί να προκαλέσουν μεγάλο κυματισμό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5. Γεωλογία και Τεκτονισμός

5.1: Η Δομή της Γης

Η γη αποτελεί ένα πεπλατυσμένο ελλειψοειδές εκ περιστροφής, με διάμετρο 13.000χλμ. περίπου. Όπως κάθε περιστρεφόμενο σώμα, παρουσιάζει πλάτυνση στον Ισημερινό και συμπίεση στους πόλους. Το 29% της επιφάνειας της γης αποτελείται από ξηρά και το 71% από θάλασσα (Καρύμπαλης Ε., 2003). Η τεχνική όμως που επέτρεψε τη μελέτη του εσωτερικού της Γης ήταν η μελέτη της συμπεριφοράς των σεισμικών κυμάτων καθώς και άλλων φυσικών ιδιοτήτων της γης. Μελετώντας τη συμπεριφορά των κυμάτων αυτών, τόσο από φυσικές πηγές (σεισμοί) αλλά και με τεχνητά μέσα, παρατηρήθηκαν τέσσερα σημεία στο εσωτερικό της γης όπου σημειώνεται σημαντική αλλαγή στην ταχύτητα των P κυμάτων (σε κάποια από αυτά και στην ταχύτητα των S), και μια ζώνη όπου τα κύματα S φαίνεται να μη διαδίδονται.

Με τον τρόπο αυτό το εσωτερικό της γης διαιρείται σε τέσσερις κύριες ζώνες: το Φλοιό (Crust), το Μανδύα (Mandle), τον εξωτερικό και τον εσωτερικό Πυρήνα (Core), όπως φαίνεται και στο διπλανό σχήμα. Ο εσωτερικός Πυρήνας αποτελείται αποκλειστικά από σίδηρο με πιθανή την παρουσία νικελίου και αποτελεί το 1.7% της μάζας της Γης. Η πίεση των 3500 kb έχει σαν αποτέλεσμα το κομμάτι αυτό να παραμένει σε στερεά μορφή



Σχήμα 5.1: Σχηματική απεικόνιση του εσωτερικού της γης
(πηγή: Grand Larousse)

Ο εξωτερικός πυρήνας αποτελείται από σίδηρο με ποσοστό 90% ενώ το υπόλοιπο 10% καταλαμβάνεται από ήλιο ίσως και από οξυγόνο. Αποτελεί το 30.8% της μάζας της γης και αξίζει να σημειωθεί πως η ύπαρξη αυτής της ζώνης σε συνδυασμό με την

περιστροφή της γης είναι η γενεσιουργός αιτία του μαγνητικού πεδίου της. (Κ. Κιτσόπουλος, 2001).

Ο Μανδύας είναι το τμήμα εκείνο της γης που υπόκειται του φλοιού και υπέρκειται του πυρήνα. Αντιπροσωπεύει το 83% του όγκου της γης και διακρίνεται στον εξωτερικό και τον εσωτερικό μανδύα. Ο Φλοιός είναι η εξωτερική και η λεπτότερη από τις ζώνες της γης και αποτελεί περίπου το 2% του όγκου του πλανήτη και το 1% της μάζας του, ενώ αποτελεί την πιο καλά μελετημένη περιοχή καθώς προσφέρεται κυρίως το εξωτερικό τμήμα της για άμεση παρατήρηση (Ε. Καρύμπαλης, 2003). Ο Φλοιός με τη σειρά του χωρίζεται σε δύο τύπους: στον ωκεάνιο με πάχος 8-10 km περίπου και στον ηπειρωτικό φλοιό που το πάχος του μεταβάλλεται σημαντικά. Και τα δύο είδη φλοιού επικάθονται σε ένα τμήμα του μανδύα (τον εξωτερικό μανδύα) που είναι σχετικά άκαμπτο. Τα δύο αυτά στρώματα αποτελούν μαζί τη **λιθόσφαιρα** η οποία επιπλέει επάνω στο πυκνότερο παχύρρευστο υλικό της ασθενόσφαιρας η οποία υπόκειται (Κ. Αλμπανάκης, 1999).

5.2: Η θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών

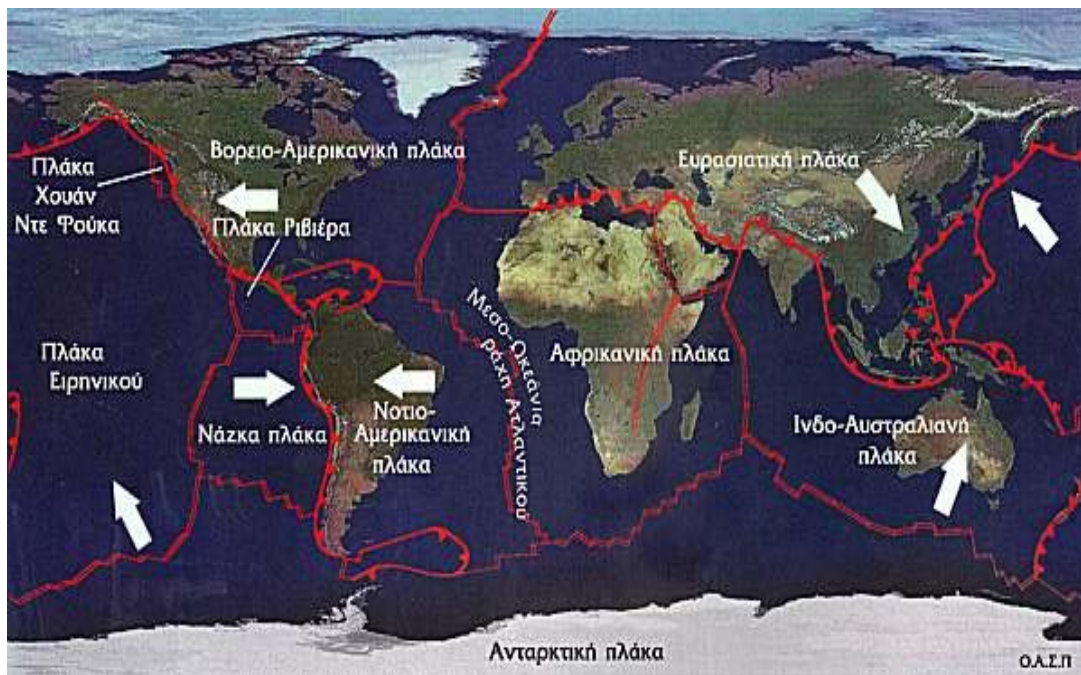
Σύμφωνα με τη σύγχρονη θεωρία των λιθοσφαιρικών πλακών η λιθόσφαιρα χωρίζεται σε ένα αριθμό επτά μικρών και οκτώ μεγάλων πλακών. Κάποιες είναι αποκλειστικά ωκεάνιες, αλλά οι περισσότερες περιλαμβάνουν τόσο ηπειρωτικές όσο και ωκεάνιες περιοχές. Στο σύνολό τους καμία σχεδόν λιθοσφαιρική πλάκα δεν αποτελείται μόνο από ηπειρωτικές περιοχές. Το πάχος τους κυμαίνεται μεταξύ 70 και 125 km και ολισθαίνουν πάνω στην ασθενόσφαιρα. Είναι άκαμπτες με κύριο χαρακτηριστικό τους τις έντονες παραμορφώσεις στα όριά τους.

Καθώς αυτές οι πλάκες κινούνται στο παχύρρευστο υπόστρωμα της ασθενόσφαιρας, στα όριά τους μπορεί να συμβούν τα εξής: Πρώτον οι δυο πλάκες να αποκλίνουν μεταξύ τους. Να κινούνται δηλαδή προς διαφορετικές διευθύνσεις. Το αποτέλεσμα θα είναι στα όριά τους να δημιουργείται κενός χώρος ο οποίος πληρώνεται με υλικό της ασθενόσφαιρας το οποίο ανέρχεται. Το υλικό αυτό μόλις έρθει σε επαφή με τον αέρα ή το νερό των ωκεανών ψύχεται δημιουργώντας νέο φλοιό. Δεύτερον οι λιθοσφαιρικές πλάκες μπορεί να συγκλίνουν πλησιάζοντας η μία την άλλη. Στην περίπτωση αυτή η μία βυθίζεται κάτω από την άλλη οπότε το υλικό της τήκεται σε συνθήκες υψηλών θερμοκρασιών και πιέσεων. Σε αυτή την περίπτωση έχουμε καταστροφή του φλοιού. Η τρίτη περίπτωση ορίων των πλακών είναι τα ρήγματα

μετασχηματισμού, όπου δεν συμβαίνει ούτε δημιουργία ούτε καταστροφή φλοιού. Το όριο των πλακών σ' αυτήν την περίπτωση είναι μεγάλα ρήγματα οριζόντιας μετατόπισης.

Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητο να τονιστεί ότι οι λιθοσφαιρικές πλάκες καταλαμβάνουν εκτάσεις χωρών ευρύτερων από τη γεωγραφική ονομασία που τους έχει δοθεί, ενώ τόσο η θέση όσο και ο τύπος των ορίων τους μπορεί να αλλάζει στο χρόνο, με αποτέλεσμα την ανακατανομή ηπείρων και ωκεανών. Στις μέρες μας η κατανομή των σεισμικών εστιών και της ηφαιστειακής δραστηριότητας γενικά ακολουθεί τα όρια μεταξύ των λιθοσφαιρικών πλακών.

Σχήμα 5.2: Παγκόσμιος χάρτης όπου φαίνονται οι κυριότερες λιθοσφαιρικές πλάκες της γης. Με κόκκινη γραμμή απεικονίζονται τα όρια των πλακών. (Πηγή: Ο.Α.Σ.Π.)



5.3: Σεισμικότητα Ελληνικού χώρου

Η Ελλάδα αποτελεί μια χώρα που χαρακτηρίζεται από μεγάλη σεισμικότητα και είναι η πιο σεισμογενής περιοχή της Μεσογείου, κατέχοντας την **έκτη** θέση στην παγκόσμια κατάταξη και την **πρώτη** στην Ευρώπη από πλευράς σεισμικής δραστηριότητας. Η ιδιότητα αυτή οφείλεται στα ιδιαίτερα γεωδυναμικά χαρακτηριστικά του χώρου της Ανατολικής Μεσογείου. Στην περιοχή αυτή συγκλίνουν τρεις λιθοσφαιρικές πλάκες, η Αφρικανική, η Ευρασιατική και η Αραβική. Ειδικότερα

κυριαρχεί η υποβύθιση της Αφρικανικής πλάκας κάτω από την Ευρασιατική και η προς τα δυτικά μετακίνηση της Ανατολίας, ωθούμενη από την προς το βορρά κίνηση της πλάκας της Αραβίας. Σαν αποτέλεσμα αυτών των κινήσεων, ο Ελλαδικός χώρος υφίσταται εφελκυσμό και δημιουργούνται σεισμοί όχι μόνο σε καλά καθορισμένες ζώνες (π.χ. Ελληνικό τόξο) αλλά και σε όλη την επιφάνειά του (Παπαναστασίου Δ., 2005).

Σχήμα 5.3: Κατανομή των επικέντρων των επιφανειακών σεισμών στον ελληνικό χώρο (Parazachos B.C. et al, 1997).

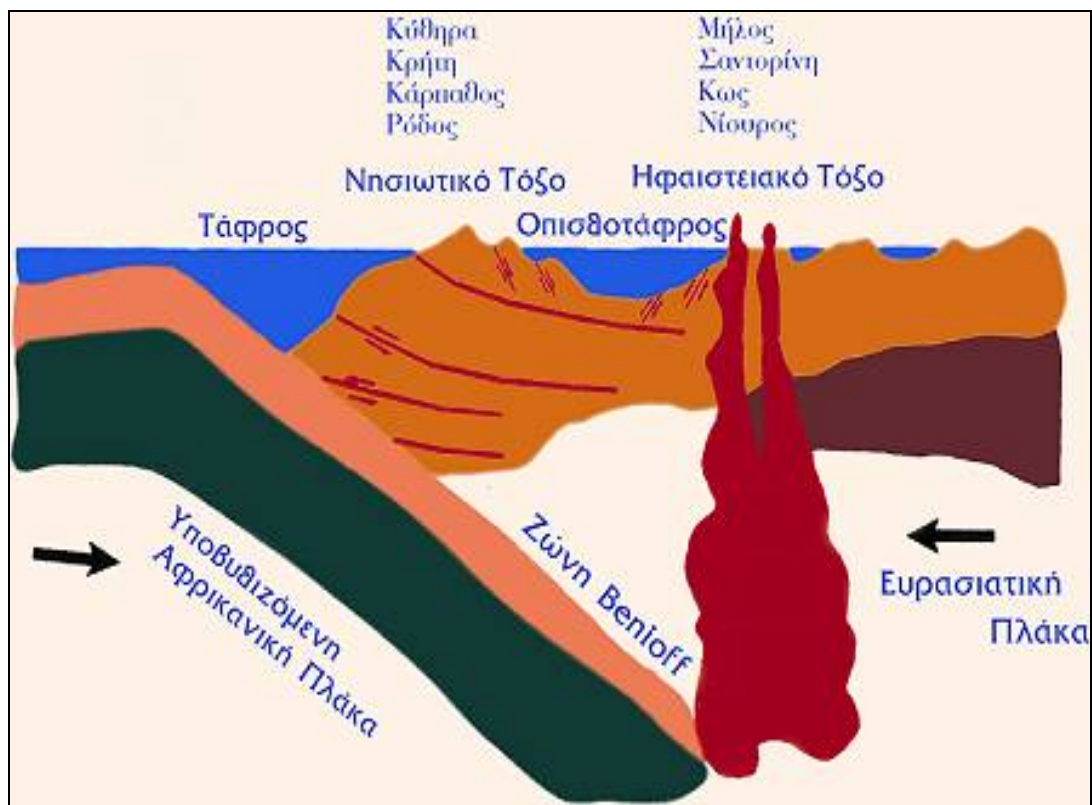


Έχει διαπιστωθεί ότι σχεδόν σε κάθε επιμέρους περιοχή στον ελλαδικό χώρο υπάρχει σεισμική εστία. Η αυξημένη όμως σεισμική δραστηριότητα εκτείνεται κατά μήκος της κοίλης πλευράς του ελληνικού τόξου, δηλαδή στις ακτές της δυτικής Ελλάδας, στα Ιόνια νησιά, στη Ν.Δ. Πελοπόννησο, στη νότια Κρήτη, στην Ρόδο και στην Κάρπαθο. Υπάρχουν όμως και ορισμένες σεισμικές περιοχές που εμφανίζονται και στο εσωτερικό της χώρας μας δηλαδή στην Ανατολική Ελλάδα και στο Αιγαίο πέλαγος. Οι περιοχές αυτές συνδέονται με την ύπαρξη συστημάτων ρηγμάτων όπως

είναι οι περιοχές του Κορινθιακού Κόλπου, Αταλάντης, Χαλκιδικής, Βόλου (Καρύμπαλης, Ε., 2003, σελ.55).

Τα πιο εντυπωσιακά μορφολογικά χαρακτηριστικά τεκτονικής προέλευσης του Ελλαδικού χώρου είναι το **Ελληνικό τόξο** και η **Ελληνική τάφρος**. Η ελληνική τάφρος είναι ένα σύστημα τάφρων, μια σειρά δηλαδή από βαθιές λεκάνες που εκτείνεται από την Κεφαλληνία έως τη Ρόδο. Δημιουργήθηκε κατά μήκος της επαφής της Αφρικανικής με την Ευρασιατική πλάκα και το μεγαλύτερο βάθος της εντοπίστηκε νοτιοδυτικά της Πελοποννήσου και φτάνει περίπου τα 4.500 μέτρα (www.conceptum.gr).

Σχήμα 5.4: Σχηματική απεικόνιση (τομή) του ελληνικού τόξου (Παπανικολάου Δ., 1998).



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 Ανατολικής Μεσογείου. Οι δύο λιθοσφαιρικές πλάκες συγκλίνουν στην περιοχή αυτή με σχετική ταχύτητα 2.5 εκατοστά το χρόνο, με αποτέλεσμα την καταβύθιση της ωκεάνιας πλάκας της Ανατολικής Μεσογείου κάτω από την ηπειρωτική πλάκα του Αιγαίου εξαιτίας της μεγαλύτερης πυκνότητάς της.

Το Ελληνικό τόξο που δημιουργείται αποτελείται από την **οπισθόταφρο**, το **νησιωτικό τόξο** καθώς και το **ηφαιστειακό τόξο**.

Η οπισθόταφρος είναι μια θαλάσσια λεκάνη (Κρητικό πέλαγος) που εντοπίζεται μπροστά από το νησιωτικό τόξο και πάνω στην Ευρασιατική πλάκα, με μικρότερο βάθος από την ελληνική τάφρο, με το βαθύτερο σημείο της να φτάνει τα 2.000 μέτρα. Το νησιωτικό τόξο αποτελείται από μια σειρά διαδοχικών νησιών όπως η Ρόδος, η Κάρπαθος, η Κρήτη, τα Κύθηρα και από την Πελοπόννησο. Είναι τοποθετημένο παράλληλα ως προς την τάφρο και σε μικρή απόσταση από αυτήν. Το τόξο αυτό δημιουργείται κυρίως από την παραμόρφωση και την ανύψωση ιζηματογενών πετρωμάτων του περιθωρίου της Ευρασιατικής πλάκας. Τέλος, το ηφαιστειακό τόξο αποτελείται από διαδοχικά ηφαίστεια τόσο ενεργά όσο και ανενεργά όπως Σουσάκι, Μέθανα, Μήλος, Σαντορίνη, Νίσυρος, που η δημιουργία τους είναι αποτέλεσμα της ανάτηξης υλικού της υποβυθιζόμενης Αφρικανικής πλάκας (www.oasp.gr).

Η ερμηνεία της τεκτονικής του Αιγαίου, σύμφωνα με τον Rostein (1985), βρίσκεται στη σύγκρουση η οποία συμβαίνει στην πλευρά του Ελληνικού τόξου κοντά στην περιοχή της Ρόδου. Στην περιοχή της Ρόδου συγκρούονται τα δύο συμπαγή τμήματα της λιθόσφαιρας. Στο υπόλοιπο μεγαλύτερο τμήμα υπάρχουν τα συμπαγή και ημισυμπαγή θερμά τμήματα της υποθούμενης ωκεάνιας λιθόσφαιρας, τα οποία αλληλεπιδρούν με το πλαστικό τμήμα της ηπειρωτικής λιθόσφαιρας. Έτσι η ζώνη της αλληλεπίδρασης ακολουθεί το πλευρικό άκρο της βυθιζόμενης ωκεάνιας πλάκας. Στο Ελληνικό τόξο αυτή η ζώνη φαίνεται να επεκτείνεται περίπου από τη Ρόδο μέχρι το δυτικό άκρο της τάφρου του Kerme και ακολουθώντας τη βυθιζόμενη πλάκα κλίνει προς τα βορειοδυτικά.

Το αποτέλεσμα επομένως της κίνησης των πλακών στο Β. Αιγαίο και τη ΒΑ. Ανατολία, σε συνδυασμό με την παρεμπόδιση της περιστροφής κοντά στη Ρόδο είναι η δημιουργία μιας ροπής στρέψης στο δυτικό τμήμα του συμπλέγματος των πλακών της Ανατολίας και του Αιγαίου. Έτσι παρατηρείται μια κλειστέ περιστροφή με αριστερόστροφη φορά και με πόλο περιστροφής στην περιοχή της σύγκρουσης στην πλευρά του τόξου (Τσελέντης Α., 1997).

5.4: Γεωλογία και τεκτονική της νήσου Ρόδου

Για τη γεωλογία της περιοχής κρίθηκε σκόπιμη η σχεδίαση του γεωλογικού χάρτη της νήσου Ρόδου. Ο χάρτης 8 (*Παράρτημα II*) περιλαμβάνει τους γεωλογικούς

σηματισμούς καθώς και τα τεκτονικά στοιχεία που απαντώνται στο νησί και προέκυψε από επεξεργασία του γεωλογικού χάρτη της Ελλάδας του Ι.Γ.Μ.Ε. κλίμακας 1:500.000, έτους έκδοσης 1983.

Παρατηρώντας τον χάρτη 8 διαπιστώνουμε ότι η Ρόδος ανήκει σε τέσσερις γεωτεκτονικές ζώνες: τη Ζώνη Παξών, την Ιόνιο Ζώνη, τη Ζώνη Γαβρόβου-Τριπόλεως και τη Ζώνη Πίνδου. Συγκεκριμένα οι γεωλογικοί σχηματισμοί που απαντώνται στο νησί είναι από τους παλαιότερους προς τους νεότερους οι εξής:

Αλπικές σειρές

♦ Ζώνη Πίνδου

↯ Φλύσχης ηλικίας Ιουρασικού-Κρητιδικού. Πρόκειται για τον «πρώτο» φλύσχη καθώς και μια σειρά πηλινών και ραδιολαριτών με ψαμμίτες και ενίοτε λεπτοπλακώδεις ασβεστόλιθους

♦ Ζώνη Γαβρόβου – Τριπόλεως

↯ Ασβεστόλιθοι και δολομίτες μη διαχωριζόμενοι, ηλικίας Μεσοζωικού-Ηώκαινου..

↯ Ασβεστόλιθοι κυρίως δολομιτικοί (βιοσπαρουδίτες, βιομικρουδίτες), ηλικίας Ανώτερου Τριαδικού - Ιουρασικού.

♦ Ιόνιος Ζώνη

↯ Ασβεστόλιθοι κυρίως βιομικρουδίτες, ηλικίας Ανώτερου Σενώνιου.

↯ Φλύσχης

♦ Ζώνη Παξών

↯ Ασβεστόλιθοι (βιομικρουδίτες, βιοσπαρουδίτες, βιομικρίτες), ηλικίας Κενομάνιου - Μαιστρίχτιου.

↯ Κρυπτοφλύσχης ηλικίας Μειόκαινου.

Μεταλπικά

↯ Μολασσικοί σχηματισμοί: άργιλοι, κροκαλοπαγή, ψαμμίτες, μάργες, ηλικίας Ολιγόκαινου.

↯ Λιμναίες αποθέσεις: κροκαλοπαγή, άμμοι, άργιλοι, μάργες, μαργαϊκοί ασβεστόλιθοι και συχνά στρώματα λιγνίτη, ηλικίας Πλειόκαινου.

↯ Λιμναίες αποθέσεις: άμμοι, κροκαλοπαγή, άργιλοι, στρώματα τύρφης ή λιγνίτη, ενίοτε κοκκινοχώματα. Περιλαμβάνονται και ποταμολιμναίες αποθέσεις, ηλικίας Πλειο-Πλειστόκαινου.

↯ Θαλάσσιες αποθέσεις: μάργες, άργιλοι, άμμοι, κροκαλοπαγή, παράκτιες αναβαθμίδες, ηλικίας Πλειστόκαινου.

↳ Λιμναίες και χερσαίες αποθέσεις: άργιλοι, πηλοί, άμμοι, κροκαλοπαγή, ηλικίας Πλειστόκαινου.

↳ Αλλούβιο: Σύγχρονες προσχώσεις κοιλάδων, πεδιάδων και παράκτιες αποθέσεις, ηλικίας Ολόκαινου.

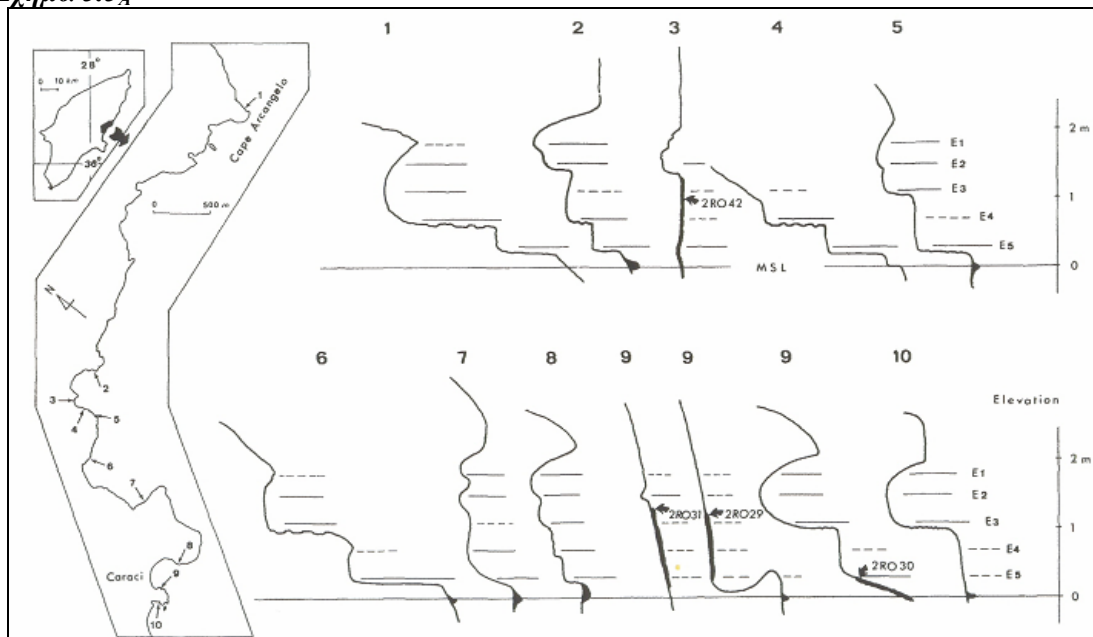
Επίσης χαρακτηριστική είναι η παρουσία ρηγμάτων με κύριες διευθύνσεις ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ.

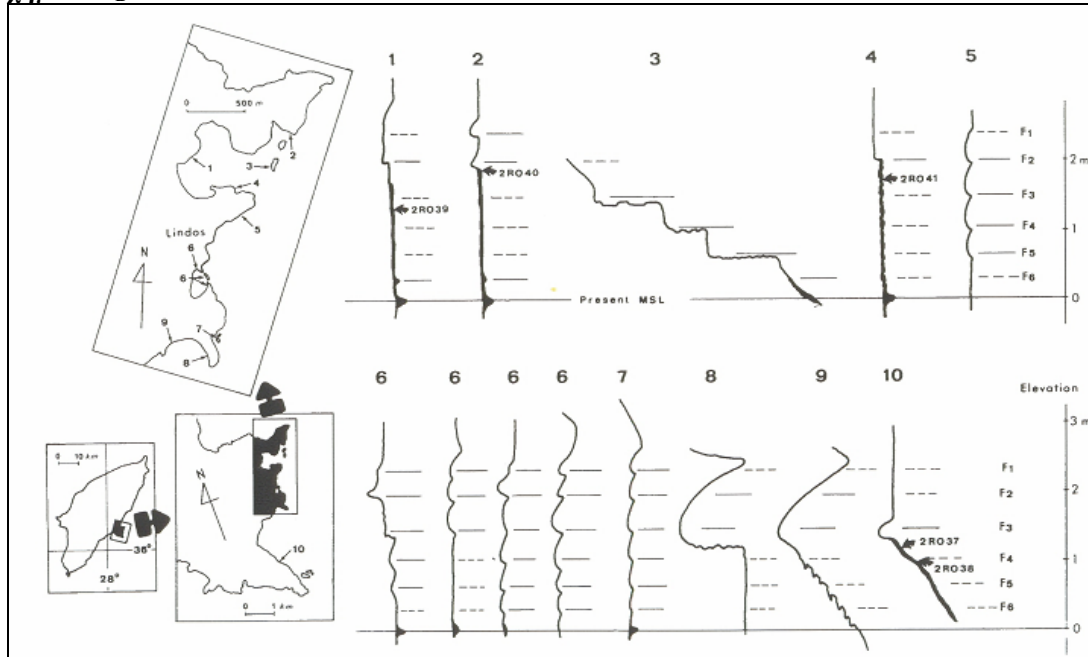
Από τους παραπάνω γεωλογικούς σχηματισμούς στην περιοχή μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου συναντώνται αλλούβια κυρίως στο βορειοανατολικό και νοτιοανατολικό τμήμα της, λιμναίες αποθέσεις (πλειο-πλειστόκαινο) στο κεντρικό τμήμα ενώ λιμναίες αποθέσεις και δολομιτικοί ασβεστόλιθοι στο κεντροανατολικό. Στην περιοχή μελέτης του δήμου Λινδίων συναντώνται αλλούβια στο νοτιοανατολικό και βορειοανατολικό της τμήμα ενώ στο κεντρικό της τμήμα απαντώνται εναλλαγές λιμναίων αποθέσεων (πλειο-πλειστόκαινο) με ασβεστόλιθους (κενομάνιο-μαιστρίχτιο).

5.5: Πρόσφατες τεκτονικές κινήσεις των περιοχών μελέτης

Οι Pirazzoli et. al. (1989) μελέτησαν τις τεκτονικές κινήσεις του φλοιού στο νησί της Ρόδου λαμβάνοντας υπόψη παλαιές ακτογραμμές του Ολόκαινου.

Σχήμα 5.5_Α



Σχήμα 5.5_B

Σχήμα 5.5_A και 5.5_B: Ενδείξεις παλαιών ακτογραμμών από τις περιοχές Αρχαγγέλου και Λίνδου αντίστοιχα. Στους μικρούς χάρτες αριστερά φαίνεται η θέση των περιοχών ενώ δεξιά απεικονίζονται τα προφίλ των αντίστοιχων θέσεων. Οι ενδείξεις E και F αντιστοιχούν στις παλαιές ακτογραμμές που διαπιστώθηκαν στις συγκεκριμένες θέσεις. Η κλίμακα δεξιά αντιστοιχεί σε μέτρα πάνω από τη σημερινή μέση θαλάσσια στάθμη. (Pirazzoli et. al.).

Στα σχήμα 5.5_A φαίνονται τα αποτελέσματα στα οποία κατέληξαν μελετώντας τις ενδείξεις των παλαιών γραμμών ακτών και χρονολογώντας τις με τη μέθοδο του C₁₄. Για την περιοχή του Αρχαγγέλου όπου η ακτή αποτελείται από ασβεστόλιθους άλλοτε μικρότερης και άλλοτε μεγαλύτερης ανθεκτικότητας στη διάβρωση μαζί με στρώματα μικρότερης αντοχής, μεταλλικές αποθέσεις, τα διαθέσιμα δεδομένα δείχνουν διάφορα στάδια μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης τα οποία μάλλον συνέβησαν βαθμιαία. Το παλαιότερο δείγμα συλλέχθηκε στα +1.3m πάνω από τη σημερινή στάθμη θάλασσας και χρονολογήθηκε στα 4.900 ± 100 χρόνια πριν από σήμερα και πιθανά βρίσκονται πολύ κοντά στην επιφάνεια της θάλασσας δεδομένου ότι περιλαμβάνει είδη που ζουν σ' αυτό το επίπεδο. Η ίδια στάθμη θάλασσας πιστοποιείται από την παρουσία μιας μικρής συνεχούς ανυψωμένης θαλάσσιας εγκοπής που έχει αναπτυχθεί στους ασβεστόλιθους. Περίπου 2.630 ± 70 χρόνια πριν από σήμερα η θαλάσσια στάθμη βρισκόταν πολύ κοντά, στην ίδια θέση όπως πιστοποιεί το δείγμα 2R029. Στη συνέχεια η θαλάσσια στάθμη έπεσε κατά τη διάρκεια τριών σταδίων και έφτασε τα +0.3m πάνω από τη σημερινή, περίπου 1840 ± 60 έτη πριν από σήμερα. Η τελευταία κίνηση έφερε την θαλάσσιας στάθμη στη σημερινή της θέση.

Βασιζόμενοι σε ανάλογες παρατηρήσεις για την περιοχή της Λίνδου (σχήμα 5.5B) διαπίστωσαν έξι παλαιές ακτογραμμές οι οποίες έχουν διατηρηθεί καλά σε παράκτιους ασβεστολιθικούς κρημνούς, ενώ δεν έχουν διατηρηθεί αντίστοιχα ίχνη στους σχηματισμούς του Τεταρτογενούς. Όπως και σε άλλα τμήματα των ανατολικών ακτών του νησιού, η παλαιότερη ακτογραμμή βρίσκεται σε υψόμετρο +2m πάνω από τη σημερινή θαλάσσια στάθμη και έχει υποστεί μια σειρά φάσεων ανάδυσης - βύθισης - ανάδυσης. Αυτή η παλαιά ακτογραμμή χρονολογήθηκε μεταξύ 3.800 και 5.000 ετών πριν από σήμερα. Ο κύκλος ανύψωσης – βύθισης αυτής της ακτογραμμής συνέβη αμέσως μετά τα 3.800 χρόνια πριν από σήμερα και ολοκληρώθηκε περίπου 2.620 έτη πριν από σήμερα. Μεταγενέστερα ανοδικές κινήσεις κατέβασαν την ακτογραμμή σε δύο φάσεις φέρνοντας την στη σημερινή της θέση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6. ΦΥΣΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΤΡΟΦΕΣ

6.1:Γενικά

Οι φυσικές καταστροφές υπήρχαν πάντοτε στη γεωλογική ιστορία σαν ακραία φαινόμενα στο χρόνο, στην ένταση ή στο χώρο. Οι επιπτώσεις των οποίων εξαρτώνται από την ύπαρξη ή όχι οργανωμένων κοινωνιών και από το γενικό επίπεδο πολιτισμού σχετικής ενημέρωσης και εκπαίδευσης και τεχνολογικής ανάπτυξης του ανθρώπου. Οι φυσικές καταστροφές εξαρτώνται κατά βάση από φυσικά φαινόμενα, η γνώση των οποίων μπορεί να επιτρέπει τη χρησιμοποίηση της σύγχρονης τεχνολογίας για την ελαχιστοποίηση των δυσμενών επιπτώσεων.

Τις τελευταίες δεκαετίες οι αλληπάλληλες πλημμύρες, οι σεισμοί, τα γεγονότα τσουνάμι και άλλα φαινόμενα σε διάφορα σημεία του πλανήτη με έντονες γεωτεκτονικές ανακατατάξεις, δίνουν την εντύπωση μιας ολοένα επιταχυνόμενης διαδικασίας αλλαγών στη γήινη επιφάνεια. Υπάρχει επομένως μια διατάραξη των ισορροπιών στη γήινη επιφάνεια. Οι ισορροπίες αυτές έχουν διαταραχθεί όχι μόνο από εξωγενείς και ενδογενείς δυνάμεις αλλά και σε κάποιο βαθμό και από τις συνεχώς αυξανόμενες ανθρωπογενείς επεμβάσεις, όπως η ρύπανση της ατμόσφαιρας και η συνεπακόλουθη αλλαγή των κλιματολογικών συνθηκών, η μόλυνση των υπόγειων στρωμάτων νερού και γενικότερα η παρεμπόδιση κάποιων φυσικών διεργασιών και η επιτάχυνση ορισμένων άλλων (Λέκκας Ε., 2000).

Η φυσική καταστροφή συνεπώς μπορεί να αποτελεί μια ταχύτατη, στιγμιαία ή μεγάλη σύγκρουση του φυσικού περιβάλλοντος με το κοινωνικό-οικονομικό σύστημα. Στην περίπτωση που τα ανθρωπογενή κοινωνικοοικονομικά συστήματα δεν έχουν την ικανότητα να αντιμετωπίσουν τις συνέπειες ενός τέτοιου γεγονότος οι καταστροφές θα είναι μεγάλες.

Δεδομένου ότι η περιοχή μελέτης αποτελεί ένα παράκτιο περιβάλλον, στο νησί της Ρόδου που κατέχει συγκεκριμένη γεωτεκτονική θέση στην ζώνη σύγκλισης της Αφρικανικής και Ευρασιατικής πλάκας, στα πλαίσια της εργασίας αυτής επιχειρήθηκε αφενός η εκτίμηση των επιπτώσεων που θα προκληθούν από τη παγκόσμια άνοδο της στάθμης της θάλασσας καθώς και από την πιθανότητα εμφάνισης ενός γεγονότος τσουνάμι σε αυτήν. Στη συνέχεια κρίθηκε σκόπιμη η αναφορά τόσο στις εκτιμήσεις για τη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης εξαιτίας του φαινομένου του

θερμοκηπίου όσο και των χαρακτηριστικών των γενεσιουργών αιτιών των κυμάτων τσουνάμι.

6.2: Άνοδος θαλάσσιας στάθμης

Είναι γενικά αποδεκτό ότι οι παράκτιες περιοχές λόγω των πολλών και ποικίλων δραστηριοτήτων που συγκεντρώνουν, έχουν μεγάλη κοινωνικο-οικονομική σημασία για έναν τόπο. Μια ενδεχόμενη επομένως άνοδος της θαλάσσιας στάθμης με όλες τις αρνητικές συνέπειες που αυτή συνεπάγεται, αποτελεί έναν από τους μεγαλύτερους κινδύνους που ελλοχεύουν σε αυτά τα εύθραυστα δυναμικά περιβάλλοντα (Meler M. And Wahr M., 2002).

Στο σημείο αυτό κρίνεται αναγκαίος ο αποσαφινισμός των όρων *Θαλάσσια Στάθμη* και *Σχετική Στάθμη Θάλασσας*. Η ακτογραμμή αποτελεί μια δυναμική οντότητα που μεταβάλλεται συνεχώς συναρτήσει του χρόνου και η εξελικτική της πορεία είναι αποτέλεσμα μιας σειράς μη γραμμικών παραγόντων όπως ο ευστατισμός, οι κατακόρυφες τεκτονικές, οι ισοστατικές κινήσεις, η ιζηματογένεση, οι παλίρροιες, ο κυματισμός, οι αιολικές διεργασίες και η ανθρώπινη δραστηριότητα.

Ο καθορισμός της θαλάσσιας στάθμης δεν είναι εύκολος καθώς η επιφάνεια της θάλασσας δεν είναι επίπεδη και επηρεάζεται σημαντικά από πολλές διεργασίες όχι μόνο μεγάλης αλλά και μικρής περιόδου. Η θαλάσσια στάθμη ορίζεται σαν το μέσο υψόμετρο της επιφάνειας της θάλασσας ενώ με τον όρο μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης εννοούμε την μακράς διαρκείας διακύμανση του επιπέδου της θάλασσας που οφείλεται σε ευστατικά και τοπικά αίτια. (Ε. Καρύμπαλης, 2005).

Ο όρος *σχετική στάθμη θάλασσας* αναφέρεται στο επίπεδο της θαλάσσιας επιφάνειας σε σχέση με την ξηρά. Η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης ή η βύθιση της ξηράς συνεπάγεται την **επίκλυση**, μια θετική μεταβολή της θαλάσσιας στάθμης δηλαδή την κατάκλιση τμήματος της ξηράς από τη θάλασσα. Αντίθετα η πτώση του επιπέδου της θάλασσας που οφείλεται σε ευστατικές, τεκτονικές ή ισοστατικές ανυψώσεις της ξηράς καλείται **απόσυρση** και έχει σαν επακόλουθο την ανάδυση μιας παράκτιας περιοχής (Ε. Καρύμπαλης, 2005).

6.3: Αίτια μεταβολής θαλάσσιας στάθμης

Στη διεθνή βιβλιογραφία κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί αρκετές ερμηνείες για τα αίτια του φαινομένου των μεταβολών της θαλάσσιας στάθμης. Η επικρατέστερη ερμηνεία υποστηρίζει ότι η αιτία που ευθύνεται σχεδόν αποκλειστικά για τις παγκόσμιας κλίμακας μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης είναι η αυξομείωση του όγκου του θαλάσσιου νερού εξαιτίας των αλλαγών που σημειώθηκαν στις κλιματικές συνθήκες του πλανήτη (Ε. Καρύμπαλης, 2005).

Αποδεδειγμένα η ιστορία του πλανήτη χαρακτηρίζεται από εναλλαγές παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων. Κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων όγκοι νερού των ωκεανών συσσωρεύονται και δεσμεύονται με τη μορφή πάγου στην επιφάνεια της ξηράς με αποτέλεσμα την πτώση της θαλάσσιας στάθμης.

Αντίθετα κατά τη διάρκεια των μεσοπαγετωδών περιόδων, η τήξη των πάγων στην επιφάνεια της ξηράς έχει σαν αποτέλεσμα τη μεταφορά του νερού από την στερεά κατάσταση των πάγων της ξηράς στην υγρή κατάσταση που καταλήγει στα θαλάσσια περιβάλλοντα και κατά συνέπεια οδηγεί στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Η διεργασία αυτή καλείται ευστατισμός

Σε τοπική όμως κλίμακα υπάρχει μια διαφοροποίηση. Η μεταβολή της στάθμης της θάλασσας μπορεί να είναι αποτέλεσμα τοπικών αιτιών που οδηγούν στη μεταβολή της επιφάνειας της ξηράς (ανύψωση ή βύθιση). Οι μεταβολές αυτές σημειώνονται εξαιτίας των τεκτονικών ή των ισοστατικών κινήσεων.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί πως ο όρος ισοστασία περιγράφει τις κινήσεις της ξηράς που οφείλονται στην αυξομείωση του βάρους των πάγων που την καλύπτουν κατά τη διάρκεια των παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων (Ε. Καρύμπαλης, 2005).

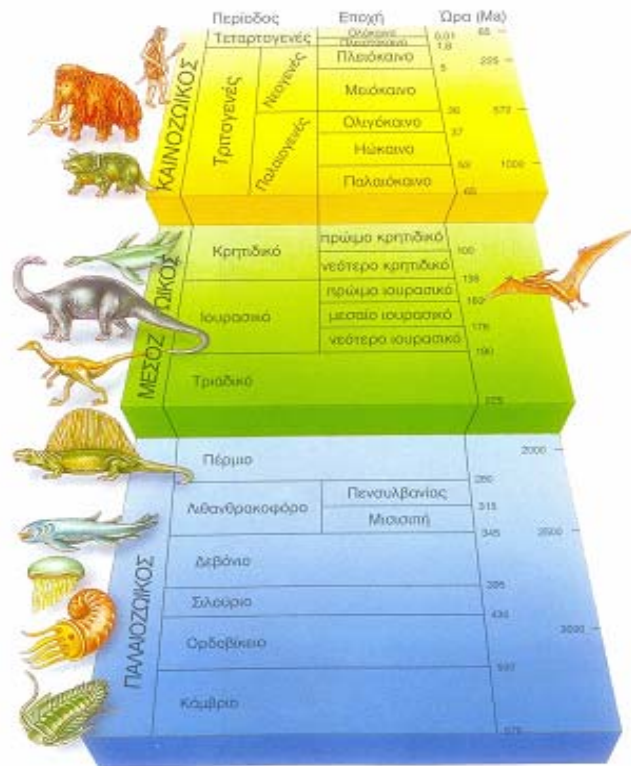
Αξίζει να σημειωθεί πως οι μεταβολές της στάθμης που σημειώνονται σε μια περιοχή οφείλονται στο συνδυασμό τόσο του ευστατισμού όσο και των τοπικών αιτιών.

Το φαινόμενο του θερμοκηπίου, που εκτείνεται από τη σταδιακή συνεχή εκπομπή CO₂ στον ατμοσφαιρικό αέρα κυρίως λόγω βιομηχανικών καύσεων, αποτελεί την κύρια αιτία αύξησης της μέσης θερμοκρασίας του αέρα του πλανήτη (Meler F. And Wahr M., 2002). Αυτή η θέρμανση ενδέχεται να προκαλέσει μία άνοδο της θαλάσσιας στάθμης με ρυθμούς αρκετά μεγαλύτερους από τους φυσιολογικούς.

6.4: Μεταβολές θαλάσσιας στάθμης κατά το Ολόκαινο

Η ιστορία της γης διαιρείται σε τέσσερις μεγάλες περιόδους. Η πρώτη, από την οποία τα στοιχεία των απολιθωμάτων είναι σπάνια και περιορίζονται μόνο σε απομεινάρια μικροσκοπικών όντων, είναι γνωστή ως **προκάμβρια** περίοδος. Στη συνέχεια ακολούθησαν τρεις αιώνες, από τους οποίους υπάρχουν άφθονα απολιθώματα μεγαλύτερων μορφών ζωής: ο **Παλαιοζωικός**, ο **Μεσοζωικός** και ο **Καινοζωικός** αιώνας. Καθένας από τους αιώνες υποδιαιρείται σε μικρότερες περιόδους (κυρίως ο πιο πρόσφατος), που με τη σειρά τους χωρίζονται σε εποχές. Το σχήμα που ακολουθεί απεικονίζει την κλίμακα των γεωλογικών χρόνων.

Ο Καινοζωικός αιώνας είναι ο πιο πρόσφατος γεωλογικός αιώνας, που εκτείνεται από το τέλος του Μεσοζωικού μέχρι σήμερα.



Σχήμα 6.1: Σχηματική απεικόνιση του γεωλογικού χρόνου.

Ο αιώνας αυτός διαιρείται σε δύο περιόδους το Τριτογενές και το Τεταρτογενές, όπως φαίνεται και στο σχήμα 6.1.

Οι περίοδοι αυτοί με τη σειρά τους διαιρούνται σε εποχές. Η περίοδος του Τεταρτογενούς έχει δύο εποχές: το Πλειστόκαινο και το Ολόκαινο. Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητο να σημειωθεί πως για τη μελέτη της γεωμορφολογίας των παράκτιων περιοχών το ενδιαφέρον εστιάζεται στον πρόσφατο γεωλογικό παρελθόν δηλαδή στις παγετώδεις περιόδους που σημειώθηκαν κατά τη διάρκεια του Τεταρτογενούς.

Κατά καιρούς έχουν πραγματοποιηθεί αρκετές προσπάθειες σχεδιασμού μιας ευστατικής καμπύλης μεταβολής της θαλάσσιας στάθμης για την εποχή του Ολοκαίνου. Όλες οι καμπύλες που έχουν προταθεί έχουν παρόμοια μορφή με κάποιες μικροδιαφορές

που οφείλονται κυρίως στη δυσκολία διαχωρισμού των μεταβολών λόγω ευστατισμού και αυτών που οφείλονται κυρίως σε τοπικά αίτια όπως ο τεκτονισμός και η ισοστασία, στις διάφορες περιοχές από όπου ο κάθε ερευνητής αντλούσε πληροφορίες (Haslett, 2002).

Η τελική μορφή της καμπύλης στάθμης θάλασσας-χρόνου δείχνει ότι κατά το μέγιστο της τελευταίας παγετώδους περιόδου 18000 έτη BP (πριν από σήμερα) η στάθμη της θάλασσας ήταν παγκοσμίως περίπου 120m χαμηλότερα από τη σημερινή. Αρκετοί ερευνητές έκαναν προσπάθειες απομόνωσης των τεκτονικών παραγόντων με απώτερο σκοπό την απόδοση μιας καμπύλης οφειλόμενης αποκλειστικά στις ευστατικές μεταβολές. (Fairbridge R.W., 1961, Shepard F.P., 1963, Jeigersma S., 1966, Morner N. A., 1971, Tooley M.J., 1978)

Η περισσότερη αποδεκτή παγκοσμίως καμπύλη για το Ολόκαινο, σχεδιάστηκε από το Morner (1971), ο οποίος βασίστηκε σε δεδομένα από τη Ν. Σουηδία, μια περιοχή με γνωστή τοπική ισοστατική ιστορία και κατέληξε στη σχεδίαση μιας ευστατικής καμπύλης για το Ολόκαινο.

6.5: Η συμπεριφορά των ακτών στις μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης

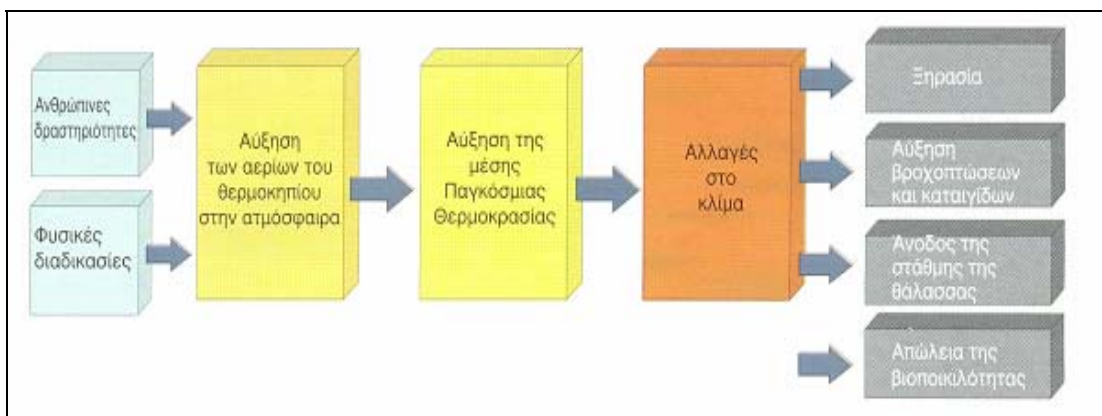
Η συμπεριφορά διαφόρων παράκτιων συστημάτων στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης κατά τη διάρκεια του Ολοκαίνου καθώς και η πρόβλεψη της ανταπόκρισης αυτών στο μέλλον έχει προσελκύσει το ερευνητικό ενδιαφέρον πολλών επιστημόνων. Η πρόβλεψη αυτή παρουσιάζει ιδιαίτερο ενδιαφέρον για τρωτούς και μεταβαλλόμενους τύπους ακτών που αποτελούνται από ίζημα. Όπως έχει προαναφερθεί (κεφ. 6.1) η επίκλυση και η απόσυρση οδηγούν στη βύθιση και ανάδυση των ακτών αντίστοιχα. Ο τρόπος με τον οποίο μια συγκεκριμένη ακτογραμμή ανταποκρίνεται σε τέτοιες μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης, εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά της ακτής και κυρίως από το αν αυτή κυριαρχείται από διεργασίες απόθεσης ή διάβρωσης.

Ο Bruun (1962) πρότεινε ένα μοντέλο που περιγράφει τη συμπεριφορά μιας αμμώδους ακτής στην άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Βάσει του μοντέλου αυτού η άνοδος της θαλάσσιας στάθμης έχει σαν αποτέλεσμα την υποχώρηση του αιγιαλού προς την πλευρά της ξηράς λόγω της διάβρωσης του τμήματος που εντοπίζεται πίσω από τον αιγιαλό. Τα υλικά που προκύπτουν από τη διάβρωση αυτή επανατίθενται στη βάση του και το τελικό αποτέλεσμα που προκύπτει αποτελεί η μετατόπιση όλου του αιγιαλού με στόχο τη διατήρηση του προφίλ ισορροπίας του (Healy, 1991).

6.6: Κλιματικά Μοντέλα και Σενάρια ανόδου της θαλάσσιας στάθμης έως το έτος 2100

Τα κλιματικά μοντέλα στοχεύουν στην πρόβλεψη των κλιματικών και άλλων σύνθετων συστημάτων σχετικά με το τι πρόκειται να συμβεί στο μέλλον. Τα μοντέλα αυτά γενικώς συμφωνούν στο ότι θα υπάρξει μια αύξηση της θερμοκρασίας του αέρα σε παγκόσμια κλίμακα αλλά ταυτόχρονα επικρατεί διαφωνία σε ότι αφορά τις επιπτώσεις αυτής της αλλαγής. Επικρατούν τέσσερις βασικές προβλέψεις από τα κύρια κλιματικά μοντέλα (G.Tyler Miller, JR, 1999).

Σχήμα 6.2: Σχηματική απεικόνιση του φαινομένου του θερμοκηπίου και των πιθανών μελλοντικών συνεπειών του στον πλανήτη.



Στο πρώτο μοντέλο επικρατεί η άποψη ότι θα υπάρξει μια αύξηση της μέσης επιφανειακής θερμοκρασίας της γης κατά $1.5 - 5.5^{\circ}\text{C}$ μέχρι το 2100, εάν εξακολουθήσει η συγκέντρωση των αερίων του θερμοκηπίου να αυξάνεται με τα τρέχοντα ποσοστά. Το κυριότερο πρόσφατο μοντέλο προβλέπει πως ακόμη και με τη πιο χαμηλή αύξηση του 1.5°C , ο πλανήτης θα είναι πιο θερμός απ' ό,τι ήταν εδώ και 10.000 χρόνια.

Το δεύτερο μοντέλο υποστηρίζει ότι το βόρειο ημισφαίριο θα θερμανθεί περισσότερο και ταχύτερα από το νότιο, διότι το τελευταίο καλύπτεται με ωκεανό στο μεγαλύτερο τμήμα του, απορροφά περισσότερη θερμότητα σε σχέση με τη στεριά και επειδή το νερό ψύχεται με πιο αργούς ρυθμούς από το έδαφος.

Σύμφωνα με το τρίτο μοντέλο εκτιμάται ότι οι θερμοκρασίες σε μεσαία και υψηλά γεωγραφικά πλάτη θα αυξήσουν τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία δυο έως τρεις φορές, ενώ οι θερμοκρασίες πλησίον του Ισημερινού θα σημειώσουν μικρότερη άνοδο σε

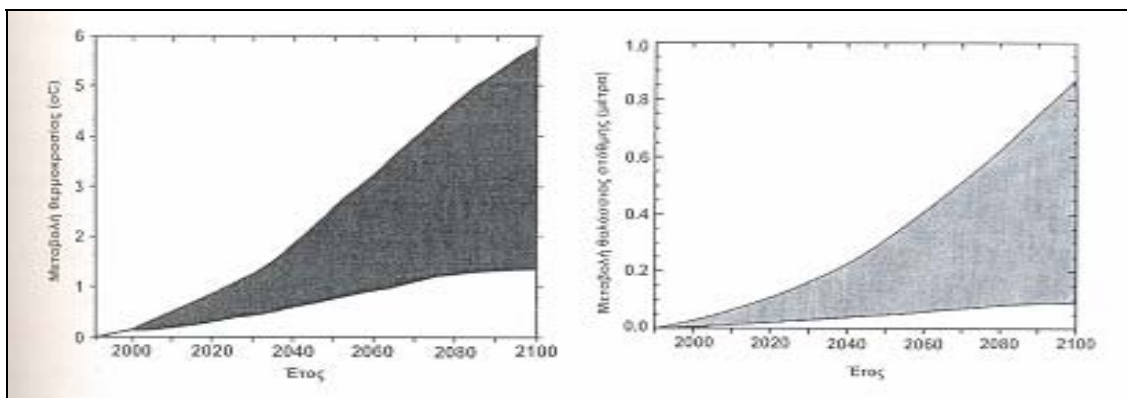
σύγκριση με τη μέση παγκόσμια θερμοκρασία. Έτσι αναμένεται στη Βόρεια Αμερική, στην Ευρώπη και στην Ιαπωνία να σημειωθούν οι μεγαλύτερες θερμοκρασίες καθώς αποτελούν γεωγραφικές περιοχές που εντοπίζονται μακριά από τον Ισημερινό, εν αντιθέσει με τις αναπτυσσόμενες χώρες οι οποίες εκτιμάται ότι θα υποστούν μικρότερη θερμοκρασιακή αύξηση.

Στο τελευταίο σενάριο επικρατεί η άποψη ότι τα παγκόσμια επίπεδα της θαλάσσιας στάθμης θα παρουσιάσουν άνοδο. Οι επιστήμονες εκτιμούν ότι τα 2/3 αυτής της αύξησης είναι αποτέλεσμα της παγκόσμιας θερμοκρασίας, ενώ το υπόλοιπο 1/3 πιθανόν να οφείλεται στην αποξήρανση των υδροβιοτόπων, στην καταστροφή των δασών και στην υπερβολική άντληση υπόγειων υδάτων από βαθύς υδροφόρους ορίζοντες (G.Tyler Miller, JR, 1999:105)

Βάσει των παγκόσμιων κλιματικών δεδομένων της U.S. Environmental Protection Agency (EPA) (Titus J.G. and Narayanan. V.K., 1995) καθώς και τη χρήση μαθηματικών μοντέλων (IPCC “Intergovernmental Panel on Climate Change”, 2001) έχει υπολογισθεί ότι μέχρι το έτος 2050, η μέση θερμοκρασία του αέρα του πλανήτη σε παγκόσμια κλίμακα θα αυξηθεί κατά 1°C και κατά συνέπεια μέχρι το 2100 αναμένεται μια αύξηση κατά 2°C σε σχέση με τα σημερινά επίπεδα. Κυριότερο λόγο αυτής της αύξησης αποτελεί η ραγδαία επιδείνωση του φαινομένου του θερμοκηπίου λόγω των συνεχώς αυξανόμενων συγκεντρώσεων CO₂ από τις βιομηχανικές εκπομπές στον ατμοσφαιρικό αέρα του πλανήτη.

Η αύξηση αυτή της θερμοκρασίας σε παγκόσμια κλίμακα θα προκαλέσει την τήξη τεράστιων μαζών πάγου τόσο στους πόλους όσο και στις ηπειρωτικές περιοχές, επιφέροντας παγκοσμίως άνοδο στη θαλάσσια στάθμη με συνέπεια εκτεταμένες παράκτιες περιοχές της Γης να καλυφθούν με νερά (πλημμύρες). Επιστήμονες διαφόρων ειδικοτήτων χρησιμοποιώντας στοιχεία του παρελθόντος, σύγχρονες μετρήσεις καθώς και δορυφορικές παρατηρήσεις διατύπωσαν διάφορα σενάρια μελλοντικής ανόδου της θαλάσσιας στάθμης βάσει των οποίων εκτιμάται ότι μέχρι το έτος 2050 η στάθμη θα είναι κατά 15cm υψηλότερη ενώ μέχρι το έτος 2100 η αύξηση θα αγγίζει τα 50cm, υπολογίζοντας έτσι ότι ο ρυθμός ανόδου της θαλάσσιας στάθμης θα φτάσει τα 4,2mm/έτος το 2100.

Σχήμα 6.3: Μέγιστη και ελάχιστη εκτιμώμενη μεταβολή της θερμοκρασίας του αέρα και της στάθμης της θάλασσας παγκοσμίως μέχρι το έτος 2100 από την IPCC (2001)



Είναι αναμενόμενο πως από αυτή τη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης οι χαμηλές παράκτιες περιοχές θα είναι οι πρώτες που θα υποστούν τις αρνητικές συνέπειες του φαινομένου και γι' αυτό το λόγο θεωρήθηκε σκόπιμο να εκτιμηθούν οι περιοχές που αναμένεται να πληγούν από μια τέτοια άνοδο καθώς και η αποτύπωση της κάλυψης των χρήσεων γης για την περιοχή μελέτης, η οποία αποτελεί ένα νησιωτικό παράκτιο περιβάλλον. Η εκτίμηση αυτή παρουσιάζει ένα ιδιαίτερο ενδιαφέρον δεδομένου ότι πρόκειται για μια νησιωτική περιοχή που εμφανίζει ραγδαία οικιστική ανάπτυξη, έντονη τουριστική αξιοποίηση καθώς και σημαντική συγκέντρωση κοινωνικο-οικονομικών δραστηριοτήτων κατά μήκος της παράκτιας ζώνης.

6.7: Γενικά για τα tsunami

Ο όρος **tsunami** προέρχεται από τις ιαπωνικές λέξεις tsu και nami που σημαίνουν λιμάνι και κύμα αντίστοιχα. Ο όρος αυτός υιοθετήθηκε κατά τη διεξαγωγή ενός διεθνούς επιστημονικού συνεδρίου σχετικού με το θέμα το 1963 προς τιμήν των Ιαπώνων που υποφέρουν αρκετά από το φαινόμενο αυτό.

Κρίνεται απαραίτητο να διασαφηνιστεί πως τα κύματα αυτά δεν περιορίζονται φυσικά στο χώρο των λιμανιών όπως δείχνει η ετυμολογία του όρου, αλλά πλήττουν όλους τους τύπους ακτών. Τα τσουνάμι επομένως αποτελούν γιγάντια θαλάσσια κύματα που δημιουργούνται από διάφορους μηχανισμούς και μπορούν να αποβούν καταστροφικά όταν πλησιάζουν τις ακτές και γενικότερα τις παράκτιες περιοχές.

6.8: Γενεσιουργά αίτια των τσουνάμι

➡ Τα τσουνάμι γεννιούνται από σεισμούς μεγέθους μεγαλύτερου των 6.5 βαθμών της κλίμακας Richter και εστιακού βάθους μικρότερου από 50km. Όλοι οι υποθαλάσσιοι σεισμοί δεν είναι σε θέση να προκαλέσουν τσουνάμι. Η δημιουργία τους εξαρτάται κυρίως από τη φύση και το μέγεθος της μετατόπισης του νερού πάνω από το σεισμικό επίκεντρο.

➡ Τσουνάμι επίσης μπορεί να προκληθεί από τις κατακόρυφες μετατοπίσεις του θαλάσσιου νερού που προκαλούνται από υποθαλάσσιους σεισμούς, οι οποίοι με τη σειρά τους προκαλούνται από την απότομη μετατόπιση κατά μήκος ενός υποθαλάσσιου ρήγματος.

➡ Οι μετατοπίσεις του θαλάσσιου νερού με σχετική βιαιότητα που μπορεί να προκληθούν από ηφαιστειακές εκρήξεις είναι ικανές να ενεργοποιήσουν κύματα τσουνάμι.

➡ Τέλος τα τσουνάμι μπορεί να προκληθούν και από μεγάλης έκτασης υποθαλάσσιες κατολισθήσεις.

Στην περίπτωση που υπάρξει μία μετατόπιση του υποθαλάσσιου πυθμένα οφειλόμενη σε κάποιον από τους παραπάνω λόγους, η θαλάσσια στάθμη ακριβώς πάνω από την περιοχή υποχώρησης του πυθμένα ταπεινώνεται καθώς το νερό τείνει να πληρώσει τον κενό χώρο που δημιουργήθηκε από την μετατόπιση. Τότε το νερό της επιφάνειας ορμά βίαια στην περιοχή που έπεσε η θαλάσσια στάθμη για να αποκαταστήσει το επίπεδο της θάλασσας. Η αντιστάθμιση όμως είναι υπερβολική με αποτέλεσμα να δημιουργείται μια τοπική αύξηση της θαλάσσιας στάθμης που στη συνέχεια διαδίδεται προς τις ακτές σαν κύμα τσουνάμι. (Smith & Dawson, 1990).

6.9: Τα κυματικά χαρακτηριστικά των τσουνάμι

Όταν ένα τσουνάμι διαδίδεται στον ανοιχτό ωκεανό έχει τεράστιο μήκος κύματος, το ύψος του είναι αρκετά μικρό φθάνοντας μόλις το 1 μέτρο, η περίοδος του είναι μεγάλη αγγίζοντας την μία ώρα και η ταχύτητά του φθάνει τα 1000 χιλιόμετρα την ώρα, προσεγγίζοντας δηλαδή την ταχύτητα του ήχου. Εξίσου μεγάλη είναι και η ενέργεια που μεταφέρουν. Η ταχύτητα αυτών των γιγάντιων κυμάτων είναι τόσο μεγαλύτερη, όσο μεγαλύτερο είναι το βάθος της θάλασσας και υπολογίζεται από τη σχέση $v=(g \cdot h)^{1/2}$, όπου g η επιτάχυνση της βαρύτητας και h το βάθος του νερού. Επομένως

γίνεται αντιληπτό πως μακριά από τις ακτές, στην ανοιχτή δηλαδή θάλασσα, τα κύματα αυτά δεν γίνονται αισθητά και δεν είναι επικίνδυνα.

Τα χαρακτηριστικά των κυμάτων που έχουν διαμορφωθεί σε συνθήκες βαθιών νερών μεταβάλλονται καθώς τα κύματα προσεγγίζουν την ακτή, όταν μεταβαίνουν δηλαδή από βαθιά νερά σε αβαθή. Πιο συγκεκριμένα το μήκος κύματος και η ταχύτητά τους μειώνονται, το ύψος τους αυξάνεται ενώ η περίοδος τους παραμένει αμετάβλητη.

Το ίδιο ακριβώς συμβαίνει και με το τσουνάμι, καθώς αυτό προσεγγίζει την υφαλοκρηπίδα, η τριβή του με τον όλο και πιο αβαθή βυθό προκαλεί μείωση της ταχύτητάς του και κατά συνέπεια και του μήκους κύματός του, ενώ το ύψος του αυξάνεται σημαντικά φθάνοντας τα 30 και 40 μέτρα. Εκεί οφείλεται και η μεγάλη καταστρεπτικότητα τους. Τα τσουνάμι ανακλώνται και διαθλώνται από το ανάγλυφο του παράκτιου βυθού και τις παράκτιες γεωμορφές. Επιπλέον προσεγγίζοντας τις ακτές μπορούν να υποστούν απόκλιση και σύγκλιση συγκεντρώνοντας έτσι την ενέργειά τους σε συγκεκριμένα τμήματα της ακτής προκαλώντας τεράστιες καταστροφές σε παράκτιες περιοχές.

Στο σημείο αυτό είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί πως ένα γεγονός τσουνάμι δεν προκαλεί ένα μεμονωμένο κύμα αλλά μια σειρά κυμάτων που επηρεάζουν απανωτά την ακτογραμμή για πάνω από 24 ώρες. Ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της άφιξης διαδοχικών κορυφών των κυμάτων ποικίλει από 5 μέχρι 90 λεπτά. Το πρώτο κύμα που φθάνει στην ακτή συνήθως δεν είναι και το πιο καταστρεπτικό.

6.10: Επικινδυνότητα των τσουνάμι στην Ελλάδα

Η ενέργεια ενός κύματος τσουνάμι είναι συνήθως ίση με το 1/10 της σεισμικής ενέργειας του αντίστοιχου σεισμού. Κατά καιρούς έχουν προταθεί διάφορες κλίμακες για τη μέτρηση των μεγεθών των τσουνάμι. Ο καθορισμός αυτών των μεγεθών βασίζεται κυρίως σε μετρήσεις του ύψους στο οποίο φθάνει το κύμα. Έχουν προταθεί διάφορες κλίμακες της έντασης, K , του τσουνάμι βασιζόμενες στα μακροσεισμικά τους αποτελέσματα. Μια τέτοια εξαβάθμια κλίμακα (I, II, III, IV, V, VI) προτάθηκε από τον Sieberg και αναθεωρήθηκε από τον Ambraseyes (1962) (Παπαζάχος, 2003).

Ερευνητικές εργασίες για τα τσουνάμι στην Ελλάδα και τις γειτονικές περιοχές έδειξαν πως ο κίνδυνος δεν είναι τόσο σημαντικός όσο αυτών που λαμβάνουν χώρα στον Ειρηνικό ωκεανό κατά μήκος της περιοχής γνωστής ως «*ring of fire*» η οποία χαρακτηρίζεται από έντονη σεισμική και ηφαιστειακή δραστηριότητα. Αν και

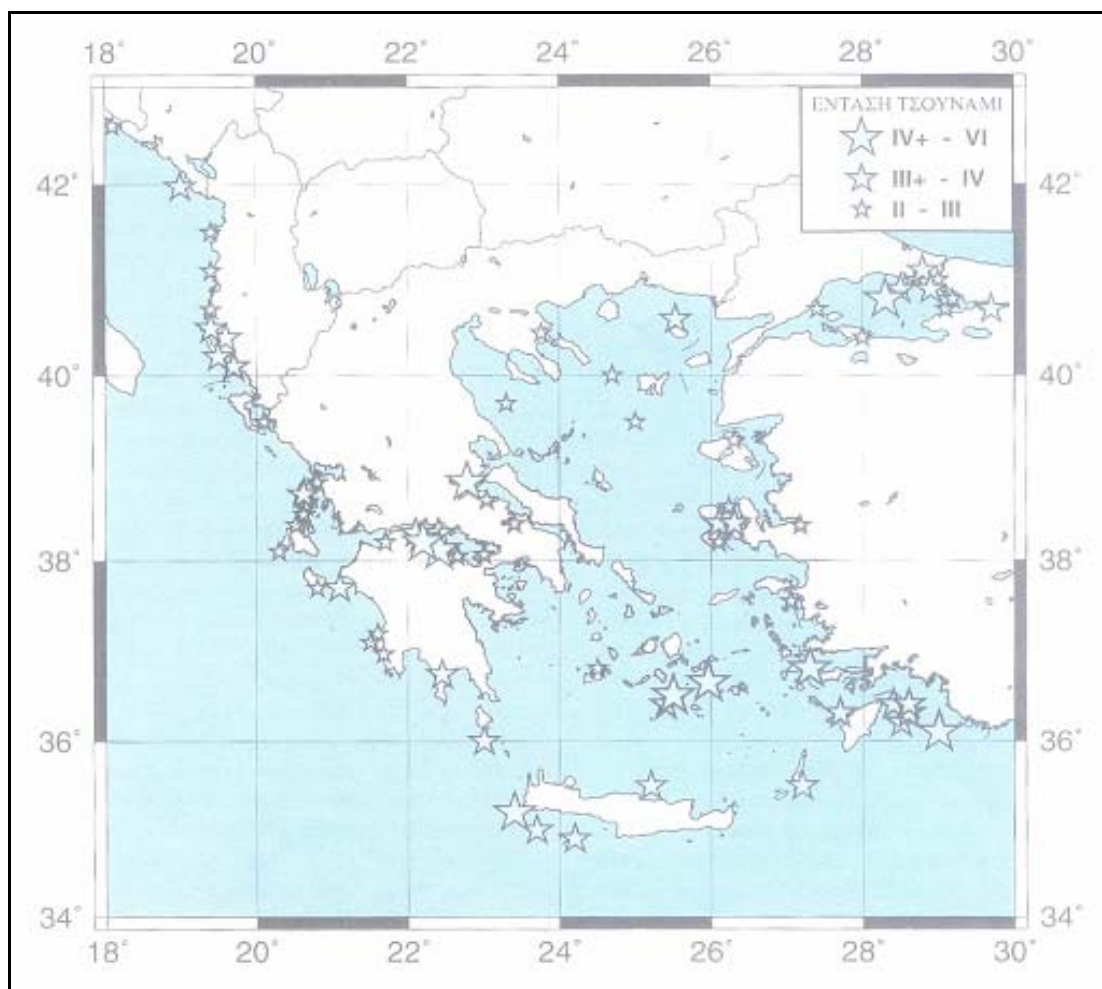
μικρότερος όμως είναι υπαρκτός ο κίνδυνος ενεργοποίησης τσουνάμι και στη Μεσόγειο Θάλασσα και ιδιαίτερα στην Ελλάδα λόγω της υψηλής της σεισμικότητας. Στον Ελλαδικό χώρο δεν γίνονται ισχυροί σεισμοί ικανοί να προκαλέσουν μεγάλο τσουνάμι. Το μέγεθός τους όμως είναι τέτοιο που μπορεί να ανακινήσει ιζήματα και να υπάρξουν υποθαλάσσιες κατολισθήσεις που θα δημιουργήσουν με τη σειρά τους τσουνάμι.

Πίνακας 6.1: Πληροφορίες για τους τσουναμογόνους σεισμούς στην περιοχή μελέτης και τις γύρω περιοχές και για τα τσουνάμι που προκλήθηκαν από αυτές. (πηγή: Παπαζάχος 1989)

Ημερομηνία	ϕ°_N	λ°_E	M	Περιοχή της τσουναμογόνου πηγής	Θέση της μέγιστης έντασης που παρατηρήθηκε	K_0
142 μ.Χ.	36.3	29.0	7.5	Α. της Ρόδου	Ρόδος	IV
365, 21 Ιουλ	35.2	23.4	8.3	Α. της Κρήτης	Μεθώνη	VI
1303, 8 Αυγ.	36.1	29.4	8.0	Α. της Ρόδου	Α. Μεσόγειος	VI
1481, 3 Μάι	36.2	29.0	7.2	Α. της Ρόδου	Ρόδος	IV
1741, 31 Ιαν.	36.2	29.3	7.3	Α. της Ρόδου	Ρόδος	IV
1843, 18 Οκτ	36.4	27.7	6.6	Ν. Αιγαίο	Χάλκη	IV

Ο Πίνακας 6.1 περιλαμβάνει τα σημαντικότερα γεγονότα τσουνάμι που έπληξαν την περιοχή της Ρόδου. Οι πρώτες τέσσερις στήλες του πίνακα δίνουν πληροφορίες που αφορούν τους τσουναμογόνους σεισμούς (ημερομηνία, συντεταγμένες επικέντρου, μέγεθος). Στην Πέμπτη στήλη δίνεται η θαλάσσια περιοχή όπου γεννήθηκε το τσουνάμι και στις δυο τελευταίες στήλες σημειώνεται η θέση όπου παρατηρήθηκε η μέγιστη ένταση του τσουνάμι και η τιμή αυτής της έντασης. Ακολουθεί χάρτης της Ελλάδας και των γειτονικών περιοχών που απεικονίζει τις τσουναμογόνες πηγές με αστερίσκους. Χρησιμοποιήθηκαν τρία μεγέθη αστερίσκων για να παραστήσουν αντίστοιχα διαστήματα ($II \leq K_0 \leq III$, $III < K_0 \leq IV$, $IV < K_0 \leq VI$) μέγιστων εντάσεων που παρατηρήθηκαν.

Σχήμα 6.4: Τσουναμογόνες πηγές στην Ελλάδα και τις γειτονικές περιοχές (πηγή: Παπαζάχος)



Το παραπάνω σχήμα δείχνει ότι οι περιοχές της Ελλάδας που πλήττονται από τσουνάμι είναι κυρίως ο Κορινθιακός κόλπος, ο Μαλιακός κόλπος, οι Κυκλάδες, η Κρήτη, τα Δωδεκάνησα, η Χίος και οι δυτικές ακτές της Ελλάδας.

Τα μεγαλύτερα γνωστά τσουνάμι που παρατηρήθηκαν στην Ελλάδα και τις γύρω περιοχές είναι αυτά που προκλήθηκαν από τους μεγάλους επιφανειακούς σεισμούς ($M \geq 8.0$) το 365 μ.Χ. και το 1303 μ.Χ. στην Ελληνική Τάφρο νοτιοδυτικά της Κρήτης και ανατολικά της Ρόδου, αντίστοιχα. Φαίνεται ότι αυτά τα μεγάλα τσουνάμι και οι αντίστοιχοι επιφανειακοί σεισμοί έχουν πολύ μεγάλες μέσες περιόδους επανάληψης (~1000 έτη). Αυτά τα τσουνάμι προξενούν σε διάφορες παράκτιες περιοχές της ανατολικής Μεσογείου εκτεταμένες καταστροφές. Τέλος οι παράκτιες περιοχές που διατρέχουν τον μεγαλύτερο κίνδυνο από τα γεγονότα τσουνάμι είναι αυτές που έχουν χαμηλό υψόμετρο και συνήθως θεωρούνται οι περιοχές που το υψόμετρό τους είναι κάτω από 10 μέτρα (Καρύπμαλης Ε., 2005).

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι η περιοχή μελέτης αποτελεί μια περιοχή υψηλού κινδύνου σε ότι αφορά την πιθανότητα να πληγεί από ένα γεγονός τσουνάμι. Για το λόγο αυτό κρίθηκε αναγκαία η εκτίμηση των πιθανών επιπτώσεων που θα έχει στην περιοχή που μελετήθηκε ένα τέτοιο γεγονός.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΑΠΟ ΤΗΝ ΑΝΑΜΕΝΟΜΕΝΗ ΑΝΟΔΟ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΙΑΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΚΑΙ ΤΗΣ ΠΙΘΑΝΟΤΗΤΑΣ ΕΜΦΑΝΙΣΗΣ ΕΝΟΣ ΓΕΓΟΝΟΤΟΣ ΤΣΟΥΝΑΜΙ

7.1: Μεθοδολογίες που ακολουθούνται παγκοσμίως

Για την εκτίμηση της επικινδυνότητας των παράκτιων περιοχών λόγω της παγκόσμιας ανόδου της θαλάσσιας στάθμης καθώς και της εμφάνισης γεγονότος τσουνάμι τόσο σε τοπική κλίμακα όσο και επίπεδο κρατών έχουν εφαρμοσθεί διάφορες μεθοδολογίες (El-Raey M., 1997, Li. C.X., et al., 2000, Titus J.G. et al., 1991, Titus J.G and Richman C., 2001). Σκοπό των περισσότερων μεθοδολογιών αποτελεί η αναγνώριση και η εκτίμηση των οικολογικών, φυσικογεωγραφικών και κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων από την αυξανόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, η κατανόηση του τρόπου με τον οποίο η ανάπτυξη και άλλοι κοινωνικοοικονομικοί παράγοντες επιδρούν στην επικινδυνότητα καθώς και η ποιοτική και η ποσοτική εκτίμηση των αρνητικών αποτελεσμάτων που οδηγούν στη λήψη μέτρων προστασίας. Η Common Methodology, η «συνήθης» δηλαδή μεθοδολογία είναι και αυτή που χρησιμοποιείται πιο συχνά (Titus J.G. and Richman C., 2001).

Στον Ελλαδικό χώρο οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης δεν έχουν εξετασθεί ικανοποιητικά και οργανωμένα σε εθνικό και τοπικό επίπεδο. Έχουν όμως εξετασθεί και έχουν εξαχθεί κάποιες πρώτες εκτιμήσεις και αποτελέσματα όσον αφορά τις επιπτώσεις που θα υποστούν οι χαμηλές ακτές της ηπειρωτικής χώρας (Gaki-Papanastasiou K., et al., 1997, Μαρουκιάν Χ. κ.α., 2001). Επιπλέον υπάρχουν κάποιες μελέτες που έγιναν και αφορούν τις επιπτώσεις που θα προκληθούν από τη μελλοντική άνοδο στον παράκτιο χώρο της νησιωτικής Ελλάδας (Georgas D., 2000, Παυλόπουλος Κ., κ.α., 2001).

Σε ότι αφορά την επικινδυνότητα και τις επιπτώσεις από ενδεχόμενα τσουνάμι οι μελέτες είναι περιορισμένες και εντοπίζονται στον Κορινθιακό κόλπο και την Κρήτη (Papathoma, 1989).

7.2: Μεθοδολογία για την εκτίμηση των επιπτώσεων από τη μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας στην περιοχή μελέτης

Στη σημερινή φάση ανάπτυξης όλων των κρατών του κόσμου, η ανάγκη για απόκτηση μεγάλου αριθμού δεδομένων και πληροφοριών που θα χρησιμοποιηθούν σε πολλαπλούς

σκοπούς, γίνεται ολοένα και πιο πιεστική, ως άμεσο αποτέλεσμα της ραγδαίας εξέλιξης και αύξησης της βιομηχανίας, του εμπορίου, της τεχνολογίας, της εκμετάλλευσης των φυσικών διαθεσίμων και παράλληλα των απαιτήσεων για καλύτερη ποιότητα ζωής και προστασία του περιβάλλοντος (Μανιάτης Γ., 1996).

Ιδιαίτερα την τελευταία 20ετία με την αλματώδη ανάπτυξη των ηλεκτρονικών υπολογιστών, οι πληροφορίες άρχισαν να οργανώνονται σε πληροφοριακές βάσεις. Είναι γεγονός πως σε διαδικασίες σχεδιασμού, τα πληροφοριακά αυτά δεδομένα είναι συνδεδεμένα άμεσα με χωρικές πληροφορίες. Η δημιουργία επομένως μιας τέτοιας βάσης, είναι απαραίτητο να περιλαμβάνει όχι μόνο τη θεματική – περιγραφική πληροφορία δηλαδή το είδος αλλά και τη γεωγραφική θέση της πληροφορίας (χωρική πληροφορία). Αυτή η διαπίστωση οδήγησε σε μια έντονη προσπάθεια ανάπτυξης αυτοματοποιημένων τρόπων για την αποτελεσματικότερη αποθήκευση, ανάλυση και παρουσίαση γεωγραφικών δεδομένων που να ικανοποιούν την αυξανόμενη ζήτηση χωρικών πληροφοριών. Τα **Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών Σ.Γ.Π.** ή Geographical Information System - *G.I.S.*) καλύπτουν τις ανάγκες αυτές και θεωρούνται σαν τη σπουδαιότερη επινόηση της επιστήμης της Γεωγραφίας μετά το χάρτη (Χαλκιάς, Χ., 2002).

Βάσει του διεθνούς γλωσσάριου όρων Σ.Γ.Π., έχουν δοθεί πολλοί ορισμοί για αυτά. Με απλά λόγια ένα G.I.S. αποτελεί ένα υπολογιστικό σύστημα για τη συλλογή, διαχείριση, ολοκλήρωση, εκμετάλλευση, ανάλυση και εμφάνιση δεδομένων τα οποία αναφέρονται σε ένα τμήμα της γήινης επιφάνειας (McDonnell P.& Kemp K., 1995).

Για την ποιοτική και ποσοτική εκτίμηση των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων από μια μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στην περιοχή μελέτης κρίθηκε αναγκαία η συλλογή πληροφοριών σχετικά με τις χρήσεις γης κατά μήκος της παράκτιας ζώνης. Οργανώθηκε και σχεδιάστηκε ένα Σ.Γ.Π. για την περιοχή μελέτης το οποίο περιλαμβάνει όλα τα δεδομένα που συλλέχθηκαν. Με τη βοήθεια αυτού πραγματοποιήθηκαν ποσοτικές εκτιμήσεις που αφορούν ζώνες επικινδυνότητας-τρωτότητας, υπολογίστηκαν εμβαδά κάλυψης χρήσεων γης κ.α. και για την καλύτερη οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων αυτών κατασκευάστηκαν θεματικοί χάρτες. Στη συνέχεια κρίνεται σκόπιμο να περιγραφεί η διαδικασία που ακολουθήθηκε ώστε να υλοποιηθεί το Σ.Γ.Π. και να εξαχθούν τα αποτελέσματα που οδήγησαν στην κατασκευή των χαρτών.

Τα πρωτογενή δεδομένα που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία ψηφιακού υποβάθρου της περιοχής μελέτης, ήταν μια σειρά από 10 τοπογραφικά διαγράμματα κλίμακας 1:5.000 της Γεωγραφικής Υπηρεσίας Στρατού (Γ.Υ.Σ.) και ένας χάρτης κάλυψης

γης (corine) κλίμακας 1:100.000 της διεύθυνσης χαρτογραφίσεων του Οργανισμού Κτηματολογίου και Χαρτογραφίσεων Ελλάδας (Ο.Κ.Χ.Ε.).

Η εισαγωγή του υποβάθρου εργασίας πραγματοποιήθηκε με τη σάρωση των παραπάνω χαρτών σε ψηφιακά αρχεία τύπου *.tif χρησιμοποιώντας συσκευή σάρωσης. Πραγματοποιήθηκε εισαγωγή των ψηφιακών αρχείων και οπτικοποίησή τους από το λογισμικό ArcGIS 9.1. Για την επεξεργασία των ψηφιακών χαρτών κρίθηκε απαραίτητη η γεωαναφορά τους. Η γεωαναφορά πραγματοποιήθηκε με την μετατροπή των συντεταγμένων του υπάρχοντος προβολικού συστήματος των χαρτών στο Ε.Γ.Σ.Α '87. Οι μετατροπές των συντεταγμένων όλων των επιπέδων χωρικών δεδομένων σε ένα ενιαίο σύστημα αναφοράς αποτελεί μια από τις βασικές λειτουργίες ενός Σ.Γ.Π. Η μετατροπή αυτή πραγματοποιήθηκε ως εξής: Αρχικά εντοπίστηκαν και αριθμήθηκαν, για κάθε τοπογραφικό διάγραμμα ξεχωριστά, τέσσερα τουλάχιστον ευκρινή σημεία ελέγχου τα οποία είχαν ένα ζεύγος συντεταγμένων X,Y σε αζιμουθιακή προβολή HATT ελλειψοειδούς BESSEL βάσει του διαγράμματος της Γ.Υ.Σ.. Στη συνέχεια με τη χρήση του προγράμματος COORD-GR έγινε μετατροπή των ζευγών αυτών (X,Y) από αζιμουθιακή προβολή HATT σε Ε.Γ.Σ.Α '87. Ακολούθησε η εισαγωγή κάθε διαγράμματος χωριστά και η οπτικοποίησή του μέσα στο Arc Map του ArcGIS με τη χρήση της εντολής "File→Add Data...". Ενεργοποιώντας την εντολή View→Toolbars→Georeferencing πραγματοποιήθηκε άμεσα, μέσω πληκτρολόγησης, η εισαγωγή των συντεταγμένων των επιλεγμένων σημείων του κάθε χάρτη σε Ε.Γ.Σ.Α '87.

Στο σημείο αυτό κρίνεται απαραίτητο να σημειωθεί ότι το Ελληνικό Γεωδαιτικό Σύστημα Αναφοράς (Ε.Γ.Σ.Α '87) εφαρμόζεται στην εγκάρσια μερκατορική προβολή και στο ελλειψοειδές GRS80. Η απεικόνιση αυτή διατηρεί αναλλοίωτες τις μορφές στοιχειωδών σχημάτων από το ελλειψοειδές στο επίπεδο (λόγω της συμμορφίας της εγκάρσιας μερκατορικής προβολής). Με το σύστημα αυτό η Ελλάδα απεικονίζεται σε μια μόνη ζώνη με κεντρικό μεσημβρινό $\lambda_0=24^0$ από το μεσημβρινό του Greenwich. Το σύστημα Ε.Γ.Σ.Α '87 είναι συμβατό με τις απαιτήσεις της σύγχρονης τεχνολογίας και αποτελεί πλέον σήμερα το επίσημο γεωδαιτικό σύστημα αναφοράς της χώρας ενώ την ευθύνη διαχείρισης του συστήματος έχει ο Ο.Κ.Χ.Ε (Στεφανάκης Ε., 2002).

Μέσα από τη διαδικασία της γεωαναφοράς υλοποιείται και ο υπολογισμός του μέσου τετραγωνικού σφάλματος (RMS). Το μέσο τετραγωνικό σφάλμα περιγράφει τη μετατόπιση των θέσεων των σημείων ελέγχου κατά το μετασχηματισμό. Ένας τέλειος μετασχηματισμός θα έδινε RMS error ίσο με το μηδέν. Γενικά όμως σε επιχειρησιακό επίπεδο, ανεκτή θεωρείται μια απόκλιση της τάξης του $\frac{1}{4}$ του χιλιοστού σε μονάδες ψηφιοποίησης καθώς το

όριο αυτό αποτελεί και τη διακριτική ικανότητα του ματιού (Χαλκιάς Χ., 2002). Στην παρούσα εργασία όπου χρησιμοποιήθηκαν χάρτες κλίμακας 1:5.000 το ανεκτό όριο αυτό αντιστοιχεί σε 1.25 μέτρα επί του εδάφους και πραγματοποιήθηκε έλεγχος στα 10 ψηφιακά αρχεία αμέσως μετά την ολοκλήρωση της διαδικασίας της γεωαναφοράς και διαπιστώθηκε η ορθότητά της σε όλα.

Τα γεωγραφικά δεδομένα της περιοχής μελέτης οργανώθηκαν μέσω του Arc Catalog του ArcGIS σε θεματικά επίπεδα (shapefiles) διανυσματικής μορφής των οποίων τα περιγραφικά χαρακτηριστικά καθώς και η πηγή δεδομένων παρατίθενται στον Πίνακα 6.1 που ακολουθεί. Η οργάνωση, η αποθήκευση, η επεξεργασία, η ανάλυση και η μοντελοποίηση των δεδομένων πραγματοποιήθηκε με τη χρήση του λογισμικού ArcGIS 9.1.

Πίνακας 7.1: Προσδιορισμός των θεματικών επιπέδων

Θεματικό επίπεδο (Shapefiles)	Μορφή (Feature Type)	Περιγραφικά χαρακτηριστικά	Πηγή δεδομένων
Ακτογραμμή	Γραμμικό	Κωδικός	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ.)
Ισοϋψείς	Γραμμικό	Υψόμετρο	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ.)
Υδρογραφικό δίκτυο	Γραμμικό	Κωδικός	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ.)
Οδικό δίκτυο	Γραμμικό	Κωδικός	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ.)
Υψομετρικά σημεία	Σημειακό	Κωδικός, υψόμετρο	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ.)
Οικισμοί	Πολυγωνικό	Κωδικός, όνομα οικισμού	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ.)
Αρχαιολογικοί χώροι	Σημειακό	Κωδικός	Τοπογραφικός 1:5000 (Γ.Υ.Σ.)
Χρήσεις Γης	Πολυγωνικό	Κωδικός χρήσης, έκταση	Ο.Κ.Χ.Ε

Τα γεωγραφικά δεδομένα αποτελούν ένα σύνολο από καταγραφές-μετρήσεις που σχετίζονται με αντικείμενα του γεωγραφικού χώρου. Ως προς τη φύση τους τα δεδομένα ενός Σ.Γ.Π. διακρίνονται σε **χωρικά**, στα οποία η βασική πληροφορία είναι η θέση τους στο χώρο

ως προς κάποιο σύστημα αναφοράς, και στα **περιγραφικά**, τα οποία αναφέρονται στις ιδιότητες κάποιων χωρικών θέσεων. Βάσει της παραδοσιακής χωρικής θεωρίας της γεωγραφίας, τα χωρικά δεδομένα διακρίνονται στις παρακάτω **κατηγορίες χωρικών αντικειμένων**:

- **Σημεία**: Αναφέρονται σε οντότητες οι οποίες παριστάνονται σε σημεία. Τα σημειακά δεδομένα ορίζονται με ζεύγη συντεταγμένων X, Y , ενώ η αναπαράσταση αυτή είναι συνάρτηση της κλίμακας παρατήρησης. Στην περιοχή μελέτης ως σημείο αναπαρίσταται οι αρχαιολογικοί χώροι και τα υψομετρικά σημεία.
- **Γραμμές**: Τα δεδομένα αυτά αφορούν γραμμικές οντότητες και αποτελούνται από μια απλή σειρά σημειακών δεδομένων τα οποία έχουν διαφορετική αρχή και τέλος. Τα γραμμικά δεδομένα της περιοχής μελέτης είναι η ακτογραμμή, οι ισοϋψείς καμπύλες, το υδρογραφικό και το οδικό δίκτυο.
- **Πολύγωνα**: Τα δεδομένα αυτά καλύπτουν μια περιοχή η οποία περικλείεται και ορίζεται από γραμμικά δεδομένα. Ως πολύγωνα στην περιοχή μελέτης οριοθετήθηκαν οι οικισμοί και οι χρήσεις γης στις οποίες υπολογίστηκε η έκταση του κάθε πολυγώνου που αποτελεί το εμβαδόν της κλειστής πολυγωνικής επιφάνειας που περιγράφουν οι γραμμικές αυτές οντότητες.

Τα **περιγραφικά δεδομένα** είναι ποιοτικά ή ποσοτικά και αφορούν στις ιδιότητες των γεωγραφικών δεδομένων οι οποίες πρέπει να διαχειριστούν σε ένα Σ.Γ.Π. Η εισαγωγή αυτών των δεδομένων επιτυγχάνεται με τη βοήθεια αριθμών, λέξεων κωδικών συμβόλων και χρωμάτων (Χαλκιάς $X.$, 2002). Τα περιγραφικά δεδομένα των οντοτήτων της περιοχής μελέτης παρουσιάζονται αναλυτικά στον παραπάνω πίνακα.

Ίσως το κυριότερο από όλα τα θεματικά επίπεδα που χρησιμοποιήθηκαν στην περιοχή μελέτης για τη δημιουργία του τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου εδάφους, αποτελεί το θεματικό επίπεδο με το όνομα «ισοϋψείς» καθώς συμβάλλει στην οπτική αναπαράσταση της μορφολογίας του αναγλύφου από τη διάταξη των ισοϋψών καμπυλών, και γι' αυτό το λόγο κρίνεται απαραίτητος ο προσδιορισμός του όρου του.

Ως ισοϋψή καμπύλη καλείται μια κλειστή γραμμή που διέρχεται από τα σημεία του εδάφους με το ίδιο υψόμετρο. Για τη δημιουργία τους γίνεται υπόθεση ότι το έδαφος τέμνεται από παράλληλα προς την επιφάνεια της θάλασσας επίπεδα, κάθετα στην διεύθυνση της κατακόρυφου που απέχουν μεταξύ τους σταθερές αποστάσεις. Η περίμετρος των τομών προβάλλονται και αποτελούν τις ισοϋψείς καμπύλες του χάρτη ενώ η σταθερή κατακόρυφη απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών επιπέδων καλείται ισοδιάσταση του χάρτη. Η ισοδιάσταση των τοπογραφικών χαρτών συνδέεται άμεσα με τη κλίμακα του χάρτη και είναι εμφανές ότι

στην περιοχή μελέτης λόγω της μεγάλης κλίμακας και κατά συνέπεια της μικρής ισοδιάστασης των χαρτών, που είναι της τάξης των 4μέτρων, η αναπαράσταση των λεπτομερειών του αναγλύφου είναι ευκρινής. Τέλος οι πυκνές καμπύλες συμβολίζουν μια περιοχή με μεγάλη κλίση, ενώ οι αραιές καμπύλες συμβολίζουν περιοχές με μικρή κλίση (Στεφανάκης Ε., 2002).

Τη γεωαναφορά των χαρτών και τον καθορισμό των θεματικών επιπέδων της περιοχής μελέτης ακολούθησε η διαδικασία της ψηφιοποίησης. Η εμπειρία και η βιβλιογραφία έχει δείξει ότι υπάρχουν δύο βασικές διαδικασίες-τεχνικές ψηφιοποίησης: η σημειακή και η αλυσιδωτή. (Κουτσόπουλος Κ., 2002). Ακολούθηθηκε η σημειακή μέθοδος αξιοποιώντας τις αντίστοιχες λειτουργίες και εντολές με σκοπό τον περιορισμό των σφαλμάτων. Στην συνέχεια πραγματοποιήθηκε η ανάθεση των τιμών στον πίνακα των περιγραφικών χαρακτηριστικών (attribute table).

Η παραπάνω διαδικασία αναφέρει όλες τις ενέργειες που ακολούθηθηκαν για την υλοποίηση των θεματικών χαρτών που παρουσιάζονται στο Παράρτημα II στο τέλος της εργασίας. Για την εκτίμηση των επιπτώσεων από μια πιθανή μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης καθώς και από μια πιθανή εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι στην παράκτια ζώνη πραγματοποιήθηκε ο προσδιορισμός της έκτασης των χαμηλών περιοχών που βρίσκονται μεταξύ των υψομετρικών ζωνών 0-4m, 4-8m και 8-12m., με στόχο να γίνει υπολογισμός των περιοχών που πιθανά θα πλημμυρίσουν ανάλογα με κάθε σενάριο ανόδου.

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι η παρουσία του έντονου αναγλύφου της περιοχής μελέτης, η απουσία εκτεταμένων χαμηλών παράκτιων περιοχών σε συνδυασμό με την πιθανότητα εμφάνισης ενός γεγονότος τσουνάμι που συνήθως απειλεί περιοχές που βρίσκονται σε υψόμετρο κάτω των 10 μέτρων είχε ως αποτέλεσμα την επιλογή των συγκεκριμένων υψομέτρων για τον καθορισμό των υψομετρικών ζωνών. Η ψηφιοποίηση των υψομετρικών ζωνών πραγματοποιήθηκε με την ακόλουθη διαδικασία: Αρχικά δημιουργήθηκε ένα καινούργιο Shapefile με feature type: πολυγωνικό στον ArcCatalog με την ονομασία Zones. Έπειτα ψηφιοποιήθηκε ένα μεγάλο πολύγωνο που περιείχε την ακτογραμμή και την ισοϋψή των 12 μέτρων. Στη συνέχεια με επιλεγμένο το παραπάνω πολύγωνο που ψηφιοποιήθηκε πραγματοποιήθηκε «κόψιμο» του σε τρεις διαφορετικές υψομετρικές ζώνες: 0-4m, 4-8m και 8-12m αντίστοιχα.

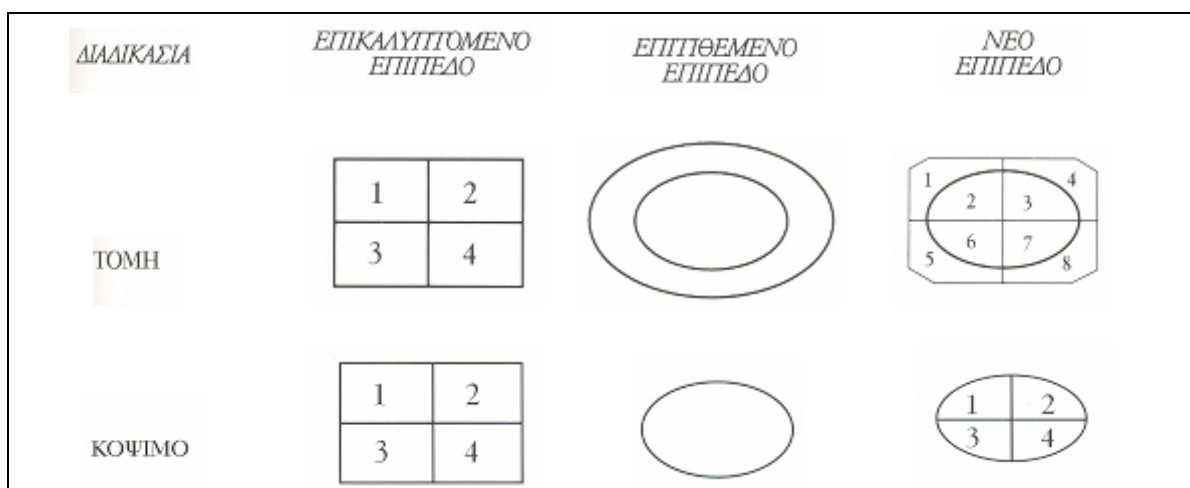
Έπειτα με σκοπό μια πρώτη προσέγγιση των κοινωνικοοικονομικών επιπτώσεων κρίθηκε σκόπιμο να εντοπιστούν οι χρήσεις γης που φιλοξενούνται στις καθορισμένες υψομετρικές ζώνες και να μετρηθούν οι εκτάσεις που καταλαμβάνουν αυτές ανά ζώνη.

Η κατασκευή των χαρτών που απεικονίζουν τις υψομετρικές ζώνες της χαμηλής παράκτιας περιοχής και τις χρήσεις γης ανά υψομετρική ζώνη, υλοποιήθηκε με την εντολή **clip** (αποκοπή): ArcToolbox→Analysis Tools→Extract→Clip και την εντολή **Intersect** (τομή) : ArcToolbox→Analysis Tools→Overlay→Intersect.

Με την εντολή clip πραγματοποιήθηκε η δημιουργία ενός καινούργιου επιπέδου που περιέχει μόνο τα πολύγωνα και τα χαρακτηριστικά που βρίσκονται εντός των ορίων του επιτιθέμενου επιπέδου. Είναι δηλαδή σα να υπάρχει «κόψιμο» του επικαλυπτόμενου επιπέδου (χρήσεις γης νομού Δωδεκανήσου) στα μέτρα του επιτιθέμενου (υψομετρικές ζώνες). Αξίζει να αναφερθεί πως η διαδικασία αυτή χρησιμοποιείται κυρίως όταν μόνο ένα τμήμα μιας περιοχής αποτελεί ενδιαφέρον για περαιτέρω ανάλυση. Η διαδικασία αυτή χρησιμοποιήθηκε διότι από το σύνολο των χρήσεων γης του νομού Δωδεκανήσου επιδιώχθηκε να επιλεγούν οι χρήσεις γης των περιοχών μελέτης και η διαδικασία Clip διευκόλυνε να επιλεχθούν οι χρήσεις γης ανά υψομετρική ζώνη που βρίσκονται εντός των ορίων των περιοχών ενδιαφέροντος.

Η εντολή Intersect πραγματοποιήθηκε μεταξύ του επιπέδου των χρήσεων γης της περιοχής μελέτης (επικαλυπτόμενο επίπεδο) και του επιπέδου των ζωνών της τοπογραφίας της χαμηλής περιοχής (επιτιθέμενο επίπεδο) με τη δημιουργία καινούργιου επιπέδου που περιέχει μόνο τα πολύγωνα και τα χαρακτηριστικά που βρίσκονται εντός των ορίων του επιτιθέμενου επιπέδου.

Σχήμα 7.1: Σχηματική απεικόνιση των εντολών Clip και Intersect



(πηγή: Κουτσόπουλος Κ., 2002)

Το καινούργιο επίπεδο που δημιουργείται εμπεριέχει μόνο εκείνα τα πολύγωνα και χαρακτηριστικά που είναι κοινά μεταξύ του επιτιθέμενου και του επικαλυπτόμενου επιπέδου.

Η διαδικασία αυτή αναφέρεται στην πράξη AND της άλγεβρας Boolean. Το νέο επίπεδο ουσιαστικά περιέχει μόνο τις περιοχές των πολυγώνων του επικαλυπτόμενου επιπέδου και των κύκλων του επιτιθέμενου επιπέδου, που είναι κοινές και για τα δύο επίπεδα (Κουτσόπουλος Κ., 2002).

Στόχος αυτής της διαδικασίας ήταν:

1. η κατασκευή των χαρτών χρήσεων γης ανά υψομετρική ζώνη
2. ο υπολογισμός των εμβαδών των χρήσεων γης που θα καλυφθούν σύμφωνα με τα διάφορα σενάρια, οι μελλοντικές κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις στην περιοχή μελέτης καθώς επίσης και
3. η λήψη μέτρων για τον περιορισμό αυτών.

Τελικό παραγόμενο από όλη τη διαδικασία ήταν η κατασκευή χαρτών για τις δύο περιοχές που απεικονίζουν τόσο τις υψομετρικές ζώνες όσο και τις χρήσεις γης ανά υψομετρική ζώνη κατάκλυσης.

Για την πραγματοποίηση των μετρήσεων που αφορούν τα μήκη ακτογραμμής καθώς και τα εμβαδά των εκτάσεων ανά υψομετρική ζώνη και με συγκεκριμένη χρήση γης, ακολουθήθηκε η εισαγωγή αυτοματοποιημένου υπολογισμού των εμβαδών με την αξιοποίηση των αναλυτικών λειτουργιών του λογισμικού (παραμετροποίηση με χρήση κώδικα VBA) για τις αντίστοιχες περιπτώσεις. Οι μετρήσεις που εκτιμήθηκαν επεξεργάστηκαν με τη χρήση του προγράμματος Excel και τα αποτελέσματα τους απεικονίστηκαν με τη μορφή ενιαίου πίνακα και διαγραμμάτων για κάθε σενάριο ανόδου της θαλάσσιας στάθμης.

Για την απεικόνιση των αποτελεσμάτων της παραπάνω μεθοδολογίας αξιοποιήθηκε το λογισμικό ως προς τις χαρτογραφικές δυνατότητές και σχεδιάστηκαν οι ακόλουθοι χάρτες:

- Χάρτες χρήσεων γης της περιοχής μελέτης
- Χάρτες υψομετρικών ζωνών
- Χάρτες ζωνών των χρήσεων γης που πρόκειται να κατακλυστούν και εκτείνονται από την ακτογραμμή έως τις ισούψείς καμπύλες των 4 m, 8 m, 12 m.

Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι η κλίμακα απεικόνισης των χρήσεων γης που αντλήθηκαν από το πρόγραμμα Corine, είναι διαφορετική από την κλίμακα απεικόνισης των υψομετρικών ζωνών. Πιο συγκεκριμένα η απεικόνιση του αναγλύφου ήταν λεπτομερής (κλίμακα 1:5.000) ενώ τα διαθέσιμα δεδομένα των χρήσεων γης του corine παρέχονται από δεδομένα κλίμακας 1:100.000 με επακόλουθο να πραγματοποιηθούν οι απαραίτητες ενέργειες για την βελτιστοποίηση της ακρίβειας των αποτελεσμάτων.

7.3: Χάρτες υψομετρικών ζωνών

Η εκτίμηση της έκτασης που βρίσκεται μεταξύ των διαφόρων υψομετρικών ζωνών βοήθησε στον αρχικό εντοπισμό των χαμηλών περιοχών κατά μήκος της ακτογραμμής που πρόκειται να αντιμετωπίσουν σημαντικό πρόβλημα. Για την οπτικοποίηση των περιοχών αυτών σχεδιάστηκαν οι χάρτες 11 και 24 (ΠαράρτημαII) στους οποίους φαίνονται οι περιοχές που βρίσκονται στις διάφορες υψομετρικές ζώνες και πρόκειται να διατρέξουν κίνδυνο σε μια πιθανή άνοδο της θαλάσσιας στάθμης τόσο στην περιοχή του Αρχαγγέλου όσο και στην περιοχή της Λίνδου. Επειδή όμως η τοπογραφία των περιοχών μελέτης, όπως φαίνεται και στους χάρτες 11 και 24, είναι απότομη, σχεδιάστηκαν και χάρτες που απεικονίζουν μόνο τις χαμηλής τοπογραφίας περιοχές που διατρέχουν και το μεγαλύτερο κίνδυνο από την εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι καθώς και από τη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης. Στην περιοχή μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου Χάρτης 11 (ΠαράρτημαII) εντοπίστηκαν 3 περιοχές χαμηλής τοπογραφίας: μία στο νοτιοανατολικό τμήμα της περιοχής που εκτείνεται έως το ακρωτήριο Οβριακής, μία κατά μήκος του όρμου Κλεισούρας στο κεντρικό τμήμα της περιοχής μελέτης και τέλος μία στο βορειοανατολικό τμήμα της κατά μήκος του όρμου Ρένη μέχρι το ακρωτήριο Συμιάκη. Η απεικόνιση των περιοχών αυτών βρίσκεται στους Χάρτες 12, 16 και 20 (ΠαράρτημαII) αντίστοιχα.

Στην περιοχή μελέτης του δήμου Λινδίων Χάρτης 24 (ΠαράρτημαII) εντοπίστηκαν 4 περιοχές χαμηλής τοπογραφίας: μία στο δυτικό τμήμα της περιοχής κατά μήκος των όρμων Λάρδου και Λη, μία κατά μήκος του όρμου Αγ. Νικολάου έως το ακρωτήριο Σουμάνι στο νοτιοανατολικό τμήμα, μία κατά μήκος του Μέγα Γιαλού στο βορειοανατολικό τμήμα και τέλος μία στο ανατολικό τμήμα της περιοχής που εκτείνεται από το ακρωτήριο του Αγ. Αιμιλιανού έως τον όρμο Βλυχά. Η απεικόνιση των περιοχών αυτών βρίσκεται στους Χάρτες 25, 29, 33 και 37 (ΠαράρτημαII) αντίστοιχα.

Είναι αναμενόμενο ότι όσο χαμηλότερο υψόμετρο έχει μια περιοχή τόσο περισσότερο κίνδυνο διατρέχει. Επομένως μεγάλης επικινδυνότητας θεωρούνται οι εκτάσεις μεταξύ 0 m και 4 m, μικρότερης οι εκτάσεις μεταξύ 4 και 8 m ενώ τον μικρότερο κίνδυνο διατρέχουν οι περιοχές που βρίσκονται μεταξύ 8 m και 12 m.

Η χρωματική διαβάθμιση στους χάρτες που σχεδιάστηκαν έχει στόχο τη διάκριση των εκτάσεων κατάκλυσης. Για το λόγο αυτό οι εκτάσεις μεταξύ 0 m και 4 m που πρόκειται να πληγούν άμεσα από την εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι καθώς και από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, απεικονίζονται με κόκκινο χρώμα, δείχνοντας ότι διατρέχουν μεγάλο κίνδυνο. Η δεύτερη υψομετρική ζώνη που περιλαμβάνει τις περιοχές που εκτείνονται μεταξύ

4 m και 8 m απεικονίζεται με πορτοκαλί χρώμα. Τέλος η τρίτη υψομετρική ζώνη, δηλαδή οι εκτάσεις της περιοχής μελέτης μεταξύ 8 m και 12 m είναι και οι λιγότερο επικίνδυνες και απεικονίζονται με κίτρινο χρώμα.

7.4: Ποσοτική εκτίμηση εκτάσεων ανά υψομετρική ζώνη για τις διάφορες χρήσεις γης

Στην περιοχή μελέτης πραγματοποιήθηκε μια πρώτη προσέγγιση της εκτίμησης των αρνητικών επιπτώσεων με τον ποσοτικό υπολογισμό τόσο της έκτασης των χαμηλών περιοχών που θα κατακλυστούν από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, της έκτασης των περιοχών που θα πληγούν από τη πιθανή εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι όσο και των εκτάσεων σε συγκεκριμένες χρήσεις των τμημάτων αυτών. Η οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων σε χάρτες βοηθά στον εντοπισμό τμημάτων της περιοχής μελέτης που βρίσκονται σε μεγαλύτερο κίνδυνο.

Στην περιοχή τόσο του Αρχαγγέλου όσο και της Λίνδου τέτοιες περιοχές είναι ακτές που έχουν πολύ χαμηλή τοπογραφία. Σε ορισμένα τμήματα της περιοχή μελέτης η κατάσταση επιδεινώνεται διότι πέραν της χαμηλής τοπογραφίας συγκεντρώνουν σημαντικό αριθμό ανθρώπινων δραστηριοτήτων (οικιστική ανάπτυξη, καλλιέργειες κ.α.). Για κάθε ζώνη υπολογίστηκαν οι εκτάσεις των χρήσεων γης που την καλύπτουν και το ποσοστό τους στην συνολική έκταση της κάθε ζώνης. Τα αποτελέσματα παρουσιάζονται στον πίνακα 6.2 και 6.3 και απεικονίζονται στα διαγράμματα α, β, γ για τα τμήματα των περιοχών Αρχαγγέλου και Λίνδου αντίστοιχα.

Πίνακας 7.2: Έκταση (km²) και ποσοστά % των χρήσεων γης για τις 3 υψομετρικές ζώνες στην περιοχή του Αρχαγγέλου.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	Χρήσεις από 0-4m		Χρήσεις από 4-8m		Χρήσεις από 8-12m	
	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %
Παραλίες, αιγιαλοί	0.374	30%	0.326	15%	0.164	12%
Γη που χρησιμοποιείται για γεωργία	0.215	17%	0.351	16%	0.180	13%
Σκληροφυλλική βλάστηση	0.046	4%	0.021	1%	0.014	1%
Φυσικοί βοσκότοποι	0.047	4%	0.033	1%	0.03	2%
Ελαιώνες	0.057	4%	0.831	36%	0.547	40%
Σύνθετες καλλιέργειες	0.521	41%	0.660	30%	0.430	31%
Μη αρδευόμενη αρόσιμη γη	0	0%	0.013	1%	0.002	0%
Σύνολο	1.26	100%	2.24	100%	1.37	100%

Στο σημείο αυτό αξίζει να σημειωθεί ότι οι χρήσεις γης που συναντώνται στην περιοχή μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου και του δήμου Λινδίων απεικονίζονται λεπτομερώς στους χάρτες 9 και 10 (Παράρτημα II) αντίστοιχα.

Πίνακας 7.3: Έκταση (km²) και ποσοστά % των χρήσεων γης για τις 3 υψομετρικές ζώνες στην περιοχή της Λίνδου

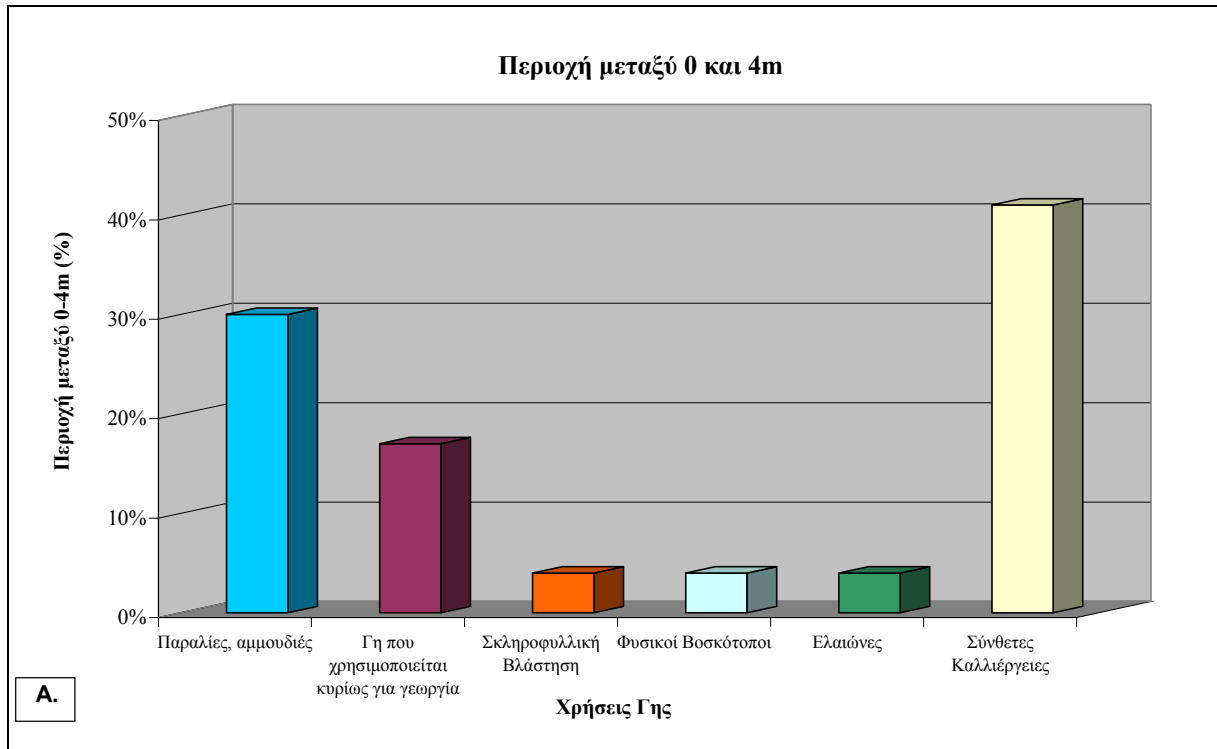
ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ	Χρήσεις από 0-4m		Χρήσεις από 4-8m		Χρήσεις από 8-12m	
	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %	Έκταση km ²	Ποσοστό %
Ασυνεχής αστικός ιστός	0.120	10%	0.007	1%	0.004	1%
Ελαιώνες	0.014	1%	0.080	12%	0.114	15%
Σύνθετες Καλλιέργειες	0.649	52%	0.249	37%	0.191	26%
Γη που χρησιμοποιείται για γεωργία	0.205	16%	0.152	23%	0.150	20%
Φυσικοί Βοσκότοποι	0.147	12%	0.144	21%	0.240	33%
Σκληροφυλλική Βλάστηση	0.061	5%	0.044	6%	0.039	5%
Παραλίες, αιγιαλοί	0.049	4%	0.002	0%	0	0%
Σύνολο	1.25	100%	0.68	100%	0.74	100%

7.4.1: Περιοχή Αρχάγγελος**Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ της ακτογραμμής και των 4 m**

Στην περιοχή του Αρχαγγέλου σύμφωνα με το πρώτο σενάριο 0-4m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας ανέρχεται σε 1.26km². Πρόκειται για τη χαμηλή περιοχή της παράκτιας ζώνης της περιοχής μελέτης. Οι αρνητικές επιπτώσεις, από τη μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης, στη ζώνη αυτή αναμένεται να είναι σημαντικές. Στη ζώνη αυτή η χρήσεις γης διακρίνονται σε παραλίες-αμμόλοφοι-αιγιαλοί (0.374 km²), γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης (0.215 km²), σκληροφυλλική βλάστηση (0.046 km²), φυσικοί

βοσκότοποι (0.047 km^2), ελαιώνες (0.057 km^2) και σύνθετες καλλιέργειες (0.521 km^2). Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζεται στις σύνθετες καλλιέργειες (41%).

Σχήμα 7.2: Διάγραμμα Α. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή του Αρχαγγέλου

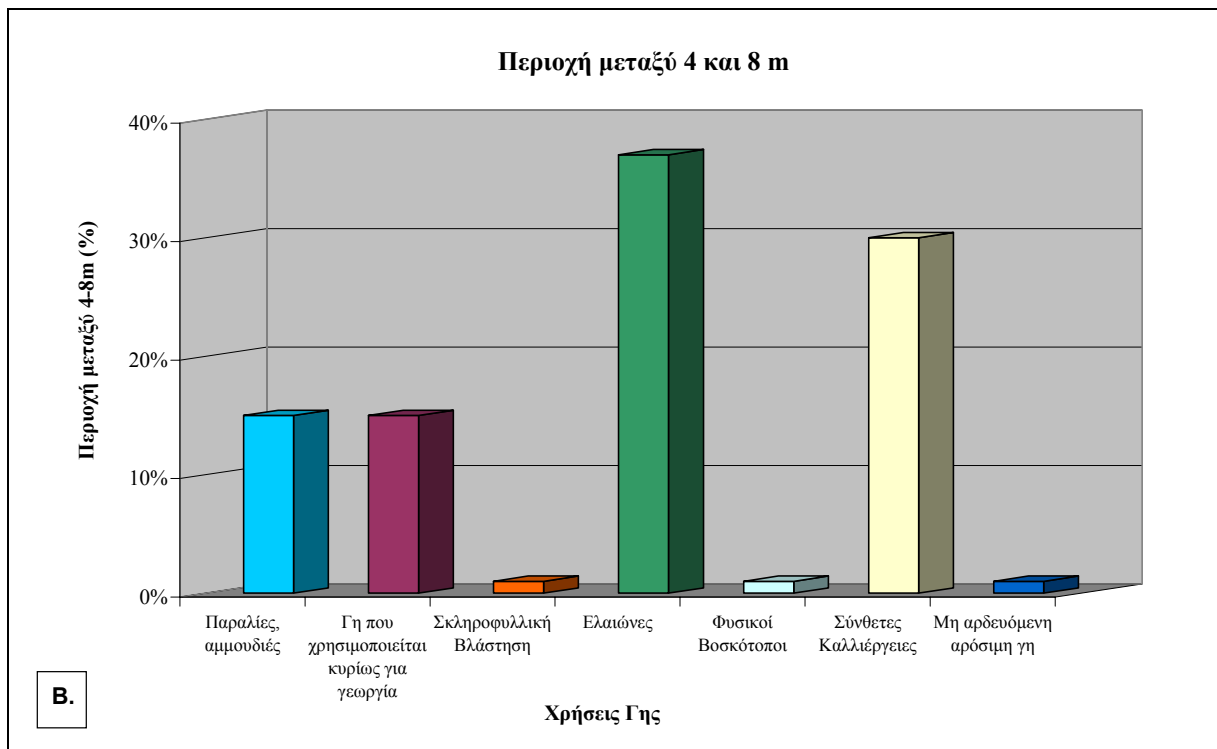


7.4.2: Περιοχή Αρχάγγελος

Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 4-8 m

Το δεύτερο σενάριο αφορά τον κίνδυνο από γεγονότα τσουνάμι και αναφέρεται στην κατάκλυση της υψομετρικής ζώνης που εκτείνεται από την ισοϋψή των 4m έως την ισοϋψή των 8m, από την πιθανή εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι. Η έκταση αυτή ανέρχεται σε 2.24 km^2 και καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση από τις τρεις συνολικά ζώνες, ενώ αν συνυπολογιστεί και η έκταση της πρώτης ζώνης τότε υπάρχει μια περιοχή που ανέρχεται στα 3.5 km^2 . Διακρίνονται ίδιες κατηγορίες χρήσεων γης με το πρώτο σενάριο. Ιδιαίτερα ενδιαφέρον είναι η εμφάνιση στο διάγραμμα ποσοστού που αφορά στην μη αρδευόμενη αρόσιμη γη. Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης στη ζώνη αυτή εμφανίζεται στους ελαιώνες (36%), ενώ υπάρχει μια αισθητή μείωση του ποσοστού των σύνθετων καλλιεργειών από 41% σε 30%. Τέλος παρατηρείται μια ελάχιστη μείωση του ποσοστού των υπολοίπων χρήσεων γης.

Σχήμα 7.3: Διάγραμμα Β. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή του Αρχαγγέλου



7.4.3: Περιοχή Αρχάγγελος

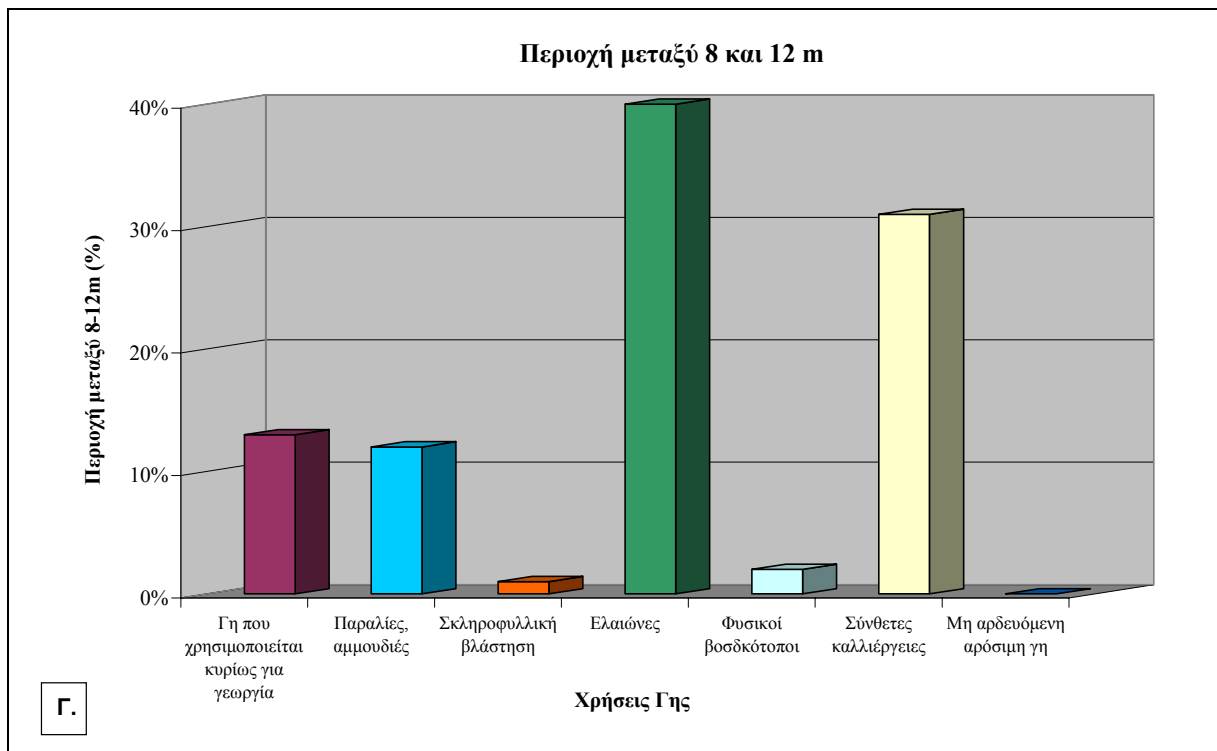
Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 8-12 m

Το τρίτο σενάριο αναφέρεται στην κατάκλυση της υψομετρικής ζώνης που εκτείνεται από την ισοϋψή των 8m έως την ισοϋψή των 12m, από την πιθανή εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι. Η έκταση αυτή ανέρχεται σε 1.37 km². Η ζώνη αυτή χαρακτηρίζεται από απουσία μη αρδευόμενης αρόσιμης γης, ενώ υπάρχει μια σταδιακή αύξηση του ποσοστού κατάκλυσης στους ελαιώνες που φτάνει το 40%. Χαρακτηριστικό στην περιοχή αυτή είναι ότι τα ποσοστά των φυσικών βοσκοτόπων, της σκληροφυλλικής βλάστησης καθώς και των σύνθετων καλλιεργειών παραμένουν σχεδόν αμετάβλητα. Όσον αφορά τους αιγιαλούς το ποσοστό κατάκλυσής τους είναι μειωμένο σε σύγκριση με το αντίστοιχο ποσοστό στις προηγούμενες ζώνες, όμως οι επιπτώσεις δεν είναι ασήμαντες.

Σύμφωνα με τον κανόνα του Bruun οι παράκτιες αυτές δυναμικά μεταβαλλόμενες γεωμορφές δεν θα εξαφανισθούν αλλά θα τροποποιήσουν τα χαρακτηριστικά τους (μορφολογικές κλίσεις, πλάτος, κοκκομετρία ιζημάτων κ.α.) και θα τα προσαρμόσουν στις

νέες συνθήκες στις οποίες θα κληθούν να διαμορφωθούν. Το αποτέλεσμα της αντίδρασης αυτής θα είναι η μετανάστευση τους στο εσωτερικό της ξηράς με αρνητικές συνέπειες στην κατανομή των χρήσεων μεγαλύτερων υψομετρικών ζωνών.

Σχήμα 7.4: Διάγραμμα Γ. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή του Αρχαγγέλου



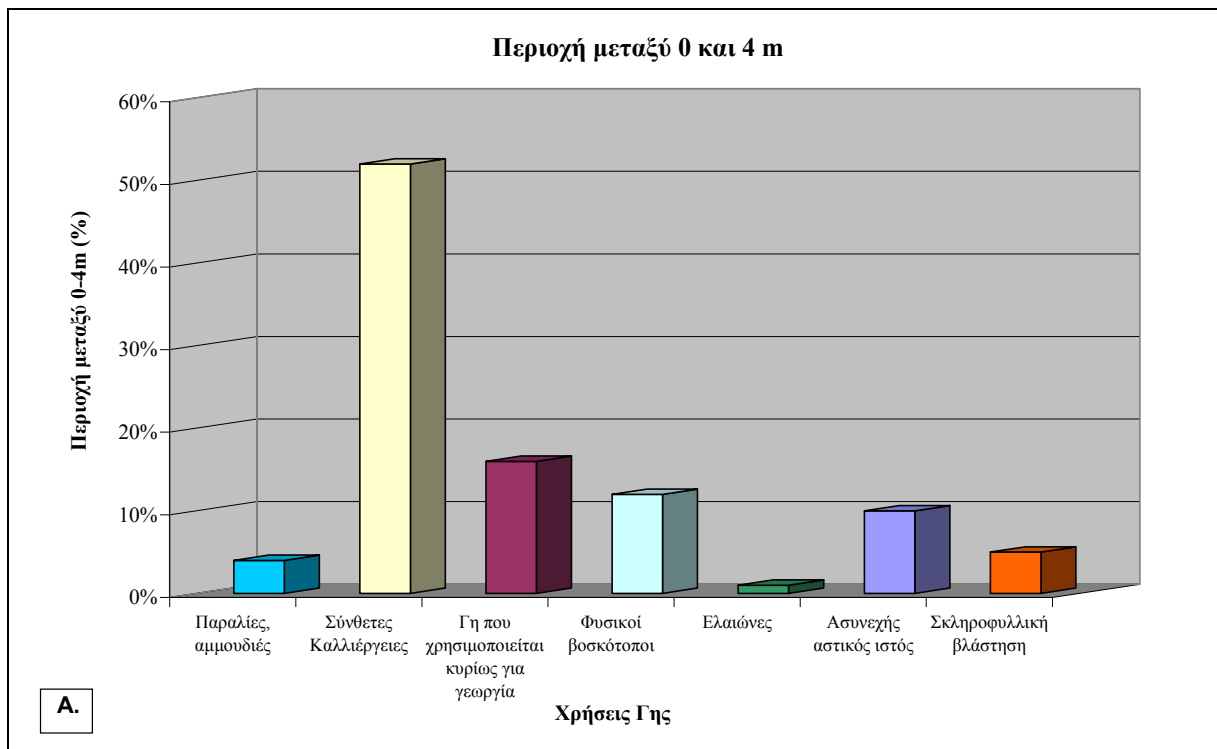
7.4.4 Περιοχή Λίνδος

Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 0-4 m

Στην περιοχή της Λίνδου βάσει του πρώτου σεναρίου 0-4m η συνολική έκταση που θα κατακλυστεί από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης ανέρχεται σε 1.25 km² και καταλαμβάνει τη μεγαλύτερη έκταση από τις τρεις συνολικά ζώνες. Η πρώτη υψομετρική ζώνη που βρίσκεται μεταξύ της ακτογραμμής και της ισοϋψούς των 4m έχει την ίδια περίπου έκταση κατάκλυσης και στις δυο περιοχές μελέτης. Στη ζώνη αυτή η χρήση με τη μεγαλύτερη έκταση είναι οι σύνθετες καλλιέργειες (0.649 km²) ενώ ακολουθεί η γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης (0.205 km²). Με μικρότερες εκτάσεις ακολουθούν χρήσεις όπως φυσικοί βοσκότοποι, σκληροφυλλική βλάστηση, αιγιαλοί και ελαιώνες. Αναμφίβολα οι δύο πρώτες χρήσεις γης είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας για τον πρωτογενή τομέα. Η κατάκλυση τους επομένως από την άνοδο της θαλάσσιας

στάθμης αναμένεται να επιφέρει αρνητικές συνέπειες στον πρωτογενή τομέα της παραγωγής. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει η εμφάνιση στο διάγραμμα ποσοστού που αφορά τις κατοικημένες περιοχές. Πρόκειται για τον παράκτιο οικισμό Λάρδος σημαντική έκταση του οποίου βρίσκεται κάτω από την ισοϋψή των 4m.

Σχήμα 7.5: Διάγραμμα Α. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-4m στην περιοχή της Λίνδου



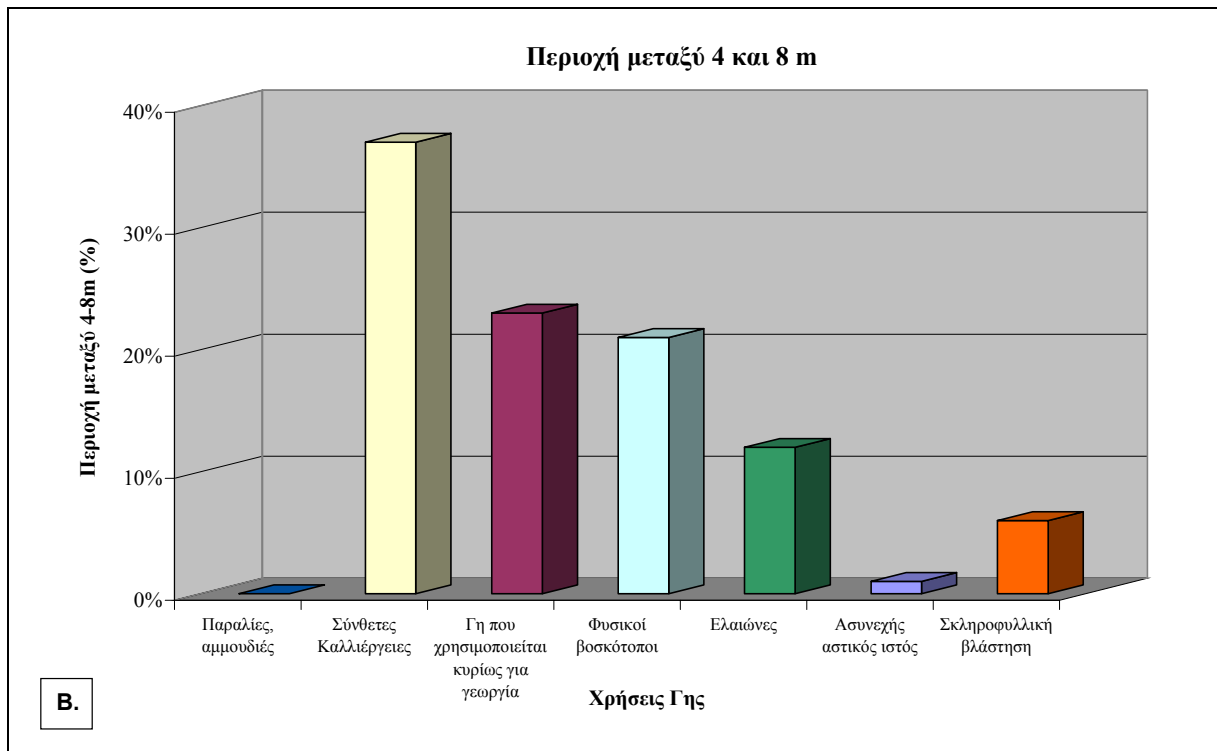
7.4.5: Περιοχή Λίνδος

Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 4-8 m

Το δεύτερο σενάριο αναφέρεται στην κατάκλυση της υψομετρικής ζώνης που εκτείνεται από την ισοϋψή των 4m έως την ισοϋψή των 8m, από την πιθανή εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι. Η έκταση αυτή ανέρχεται σε 0.68 km². Διακρίνονται ίδιες χρήσεις γης με το πρώτο σενάριο ενώ τα ποσοστά της έκτασής τους που πρόκειται να κατακλυστούν δεν εμφανίζουν σημαντικές μεταβολές. Συγκεκριμένα το μεγαλύτερο ποσοστό εμφανίζουν πάλι οι σύνθετες καλλιέργειες (37%). Χαρακτηριστικό της ζώνης αυτής αποτελεί η απουσία των αιγιαλών και το πολύ μικρό ποσοστό του ασυνεχούς αστικού ιστού (1%). Η δόμηση αν και σε μικρό ποσοστό από τις υπόλοιπες χρήσεις είναι μεγάλης οικονομικής σημασίας για το δήμο

της Λίνδου καθώς αφορά σε σημαντικό μέρος του τουριστικές εγκαταστάσεις, οπότε η ενδεχόμενη καταστροφή τους θα αποτελέσει μεγάλο πλήγμα για τον τουρισμό της περιοχής.

Σχήμα 7.6: Διάγραμμα Β. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή της Λίνδου

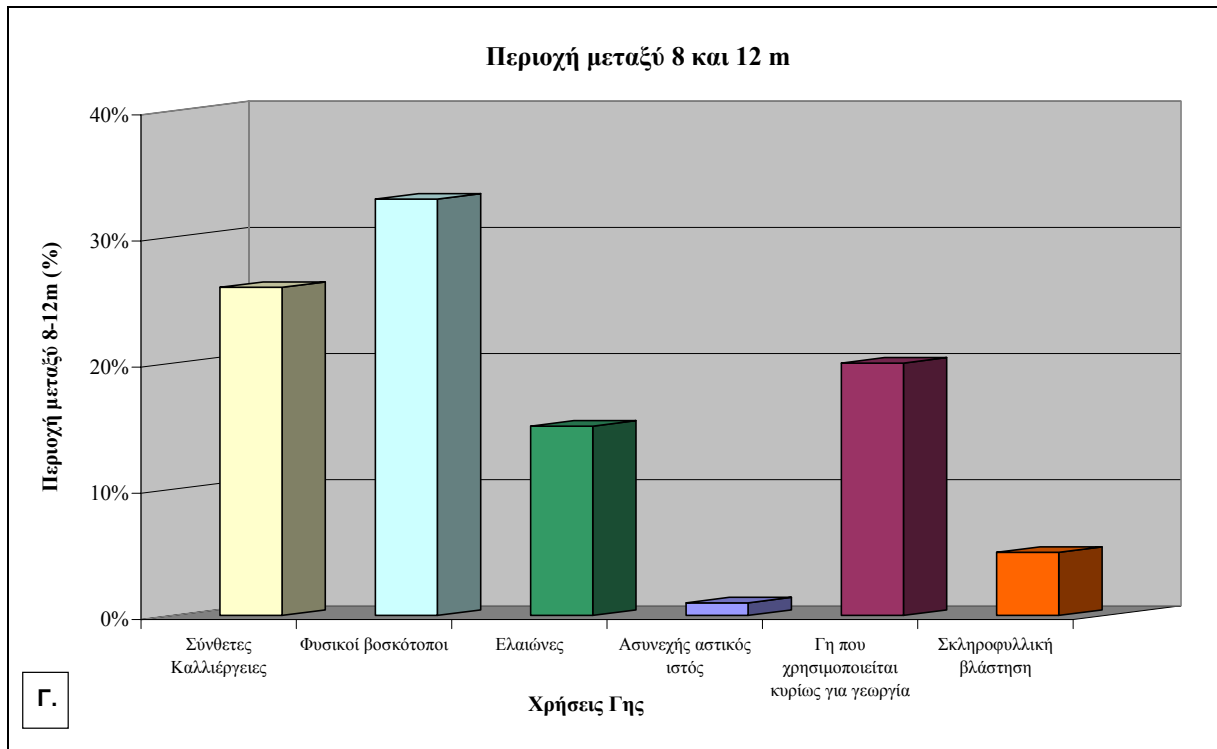


7.4.6: Περιοχή Λίνδος

Εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 8-12 m

Το τρίτο σενάριο αναφέρεται στην κατάκλυση της υψομετρικής ζώνης που εκτείνεται από την ισοϋψή των 8m έως την ισοϋψή των 12m, από την πιθανή εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι. Η έκταση αυτή ανέρχεται σε 0.74 km². Το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζεται και πάλι στις σύνθετες καλλιέργειες (26%), αξίζει όμως να σημειωθεί ότι είναι μειωμένο σε σχέση με το αντίστοιχο ποσοστό στην υψομετρική ζώνη ένα και δύο. Επιπλέον παρατηρείται μια σταδιακή αύξηση του ποσοστού των φυσικών βοσκοτόπων από τη χαμηλότερη έως την υψηλότερη υψομετρική ζώνη. Στην υψομετρική ζώνη 8-12 m το ποσοστό αυτό φτάνει το 20%. Τέλος, τα ποσοστά του συνεχούς αστικού ιστού, των αιγιαλών καθώς και της σκληροφυλλικής βλάστησης παραμένουν αμετάβλητα από την υψομετρική ζώνη δύο στην τρία.

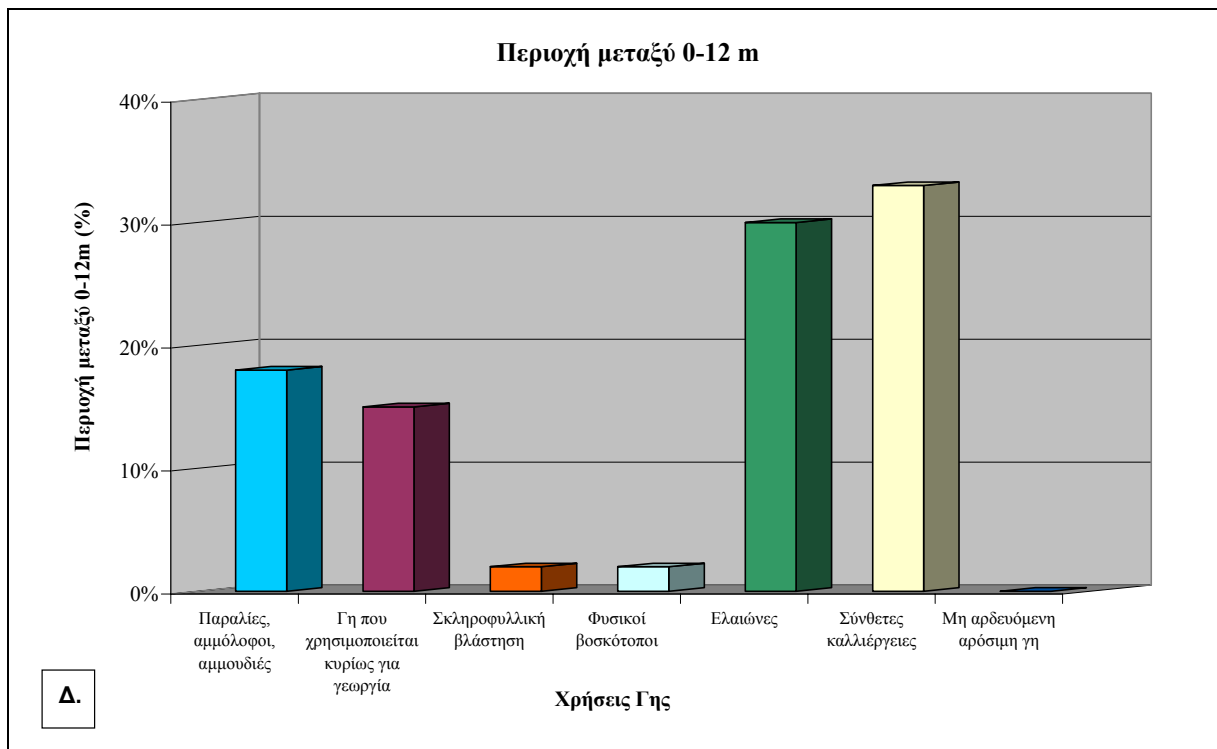
Σχήμα 7.7: Διάγραμμα Γ. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 4-8m στην περιοχή της Λίνδου



7.5: Συνολική εκτίμηση εκτάσεων στην υψομετρική ζώνη 0-12 m

Στην περιοχή του Αρχαγγέλου η συνολική έκταση που απειλείται από την παρουσία φυσικών καταστροφών και πιο συγκεκριμένα από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης καθώς και από την εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι ανέρχεται σε 4.87 km². Θα πρέπει να αναφερθεί ότι η υψομετρική ζώνη αυτή περικλείει τις τρεις προηγούμενες. Πιο συγκεκριμένα αξίζει να σημειωθεί ότι το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης στην υψομετρική ζώνη 0-12m παρουσιάζουν οι σύνθετες καλλιέργειες (33%). Στη συνέχεια ακολουθούν οι ελαιώνες (30%), οι αιγιαλοί (18%) και η γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης (15%). Οι φυσικοί βοσκότοποι και η σκληροφυλλική βλάστηση αποτελούν το (2%) της συνολικής έκτασης της περιοχής που πρόκειται να κατακλυστεί. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι η μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη έχει μηδενικό ποσοστό (0%) στην υψομετρική ζώνη 0-12m όμως μικρή έκτασή της καταλαμβάνει τμήμα της δεύτερης υψομετρικής ζώνης (4-8m).

Σχήμα 7.8: Διάγραμμα Α. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-12m στην περιοχή του Αρχαγγέλου

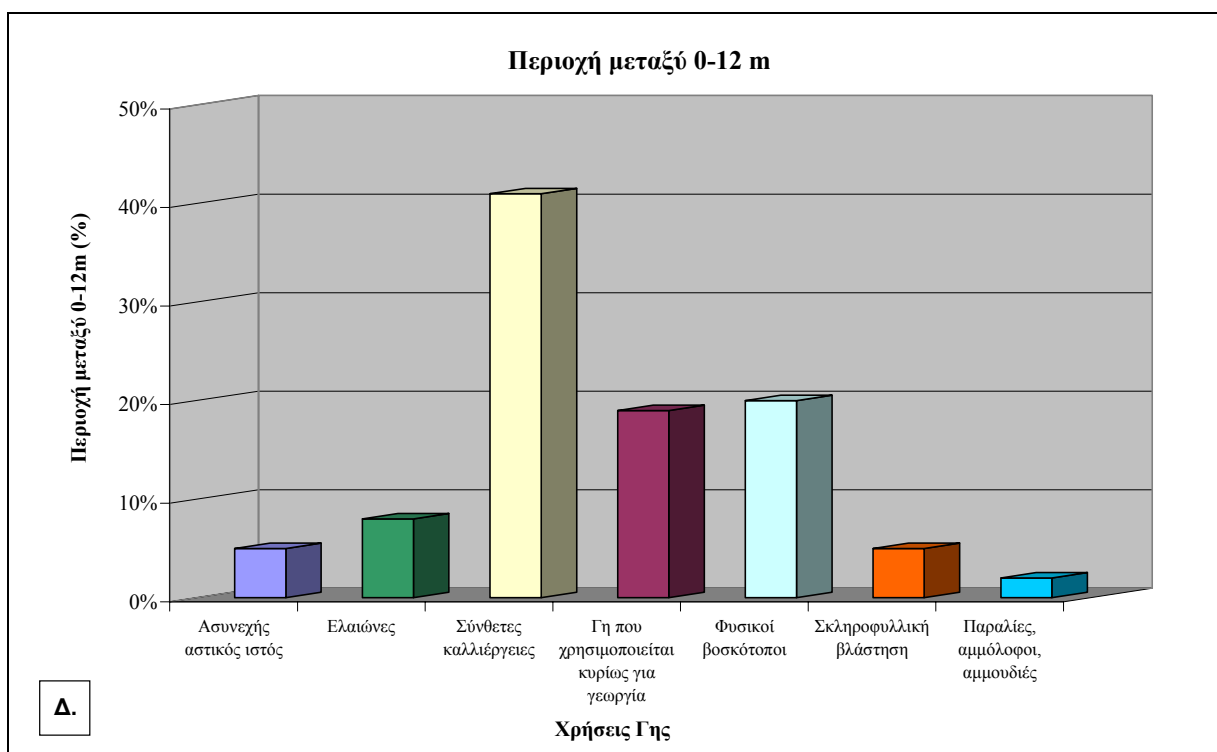


Αντίστοιχα στην περιοχή της Λίνδου η συνολική έκταση που απειλείται από την παρουσία φυσικών καταστροφών και πιο συγκεκριμένα από την μελλοντική άνοδο της θαλάσσιας στάθμης καθώς και από την πιθανή εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι ανέρχεται σε 2.67 km². Επομένως η έκταση της περιοχής του Αρχαγγέλου είναι διπλάσια της αντίστοιχης της Λίνδου. Στην υψομετρική ζώνη 0-12m το μεγαλύτερο ποσοστό κατάκλυσης εμφανίζουν οι σύνθετες καλλιέργειες (41%), όπως και στην περιοχή του Αρχαγγέλου, ακολουθούν οι φυσικοί βοσκότοποι με ποσοστό (20%) και η γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής κάλυψης (19%). Οι ελαιώνες (8%) και οι αιγιαλοί (2%) συγκεντρώνουν ποσοστό πολύ μικρότερο από το αντίστοιχο στην περιοχή του Αρχαγγέλου. Δεν υπάρχουν ουσιαστικές διαφορές στις χρήσεις γης και στις δύο περιοχές μελέτης. Η διαφοροποίηση εντοπίζεται στα ποσοστά κατάκλυσης της κάθε χρήσης ανά περιοχή μελέτη. Επιπλέον πρέπει να τονιστεί ότι η μη αρδεύσιμη αρόσιμη γη καθώς και ο ασυνεχής αστικός ιστός (5%) αποτελούν χρήσεις που εντοπίζονται μόνο στην περιοχή του Αρχαγγέλου και της Λίνδου αντίστοιχα.

Συνεπώς ένα μεγάλο μέρος των παράκτιων περιοχών που καλλιεργούνται θα πληγούν άμεσα ή έμμεσα. Είναι προφανές ότι οι άμεσες επιπτώσεις από την παρουσία ενός γεγονότος

τσουνάμι αφορούν τις εκτάσεις που βρίσκονται στην υψομετρική ζώνη μεταξύ 0-12m. Επιπλέον οι άμεσες και έμμεσες επιπτώσεις από την άνοδο της θαλάσσιας στάθμης αφορούν την υψομετρική ζώνη των 0-4m καθώς στην ζώνη αυτή περικλείονται οι χρήσεις μεταξύ 0 και 2 m που είναι και αυτές που αναμένεται να πληγούν σύμφωνα με τα πιο απαισιόδοξα σενάρια της IPCC (2001). Οι έμμεσες πάλι επιπτώσεις στη ζώνη αυτή αφορούν τις περιοχές που βρίσκονται σε σχετικά μεγαλύτερο υψόμετρο (2-4m) όπου πιθανά να μετατραπούν σε μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις εξαιτίας της υφαλμύρινσης των υδροφόρων οριζόντων.

Σχήμα 7.9: Διάγραμμα Α. Τα ποσοστά (%) των χρήσεων γης για την υψομετρική ζώνη 0-12m στην περιοχή της Αίνδου



7.6: Δημιουργία και σχολιασμός ψηφιακών μοντέλων εδάφους

Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους (Digital Terrain Models – DTM ή και Digital Elevation Models – DEM) είναι ιδιαίτερα χρήσιμα στις διαδικασίες ανάλυσης, επεξεργασίας και παρουσίασης των γεωγραφικών πληροφοριών που σχετίζονται με το ανάγλυφο. Παρά το γεγονός ότι έχουν χρησιμοποιηθεί από τη δεκαετία του '50, η ανάπτυξη της επιστήμης της Πληροφορικής αναβάθμισε το ρόλο τους τις τελευταίες δεκαετίες και τα κατέστησε ιδιαίτερα αξιόπιστα και αποτελεσματικά. Γι' αυτό το λόγο θεωρούνται ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο σε πληθώρα διαδικασιών γεωγραφικής ανάλυσης.

Ως **Ψηφιακό Μοντέλο Εδάφους** θεωρείται κάθε ψηφιακή αναπαράσταση της συνεχούς μεταβολής του αναγλύφου στο χώρο. Ο όρος **DEM** είναι πιο ειδικευμένος και αναφέρεται μόνο στην ψηφιακή αναπαράσταση του αναγλύφου, ενώ ο όρος **DTM** είναι γενικευμένος και χρησιμοποιείται και για οποιαδήποτε άλλη αναπαράσταση ενός χαρακτηριστικού, συνεχούς μεταβολής στο χώρο. Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους ξεφεύγουν από τη λογική της απεικόνισης θεματικών επιπέδων πληροφορίας σε δύο διαστάσεις. Βάσει των μοντέλων αυτών σε κάθε σημείο με συντεταγμένες x, y αντιστοιχεί μια τιμή της μεταβλητής Z , καθώς το υψόμετρο μιας περιοχής είναι μια συνεχή κατά χώρο μεταβολή. Είναι γεγονός ότι η αναπαράσταση της τοπογραφίας με τις ισοϋψείς καμπύλες είναι ιδανική για την παραστατική παρουσίαση του φαινομένου (Χαλκιάς Χ., 2003).

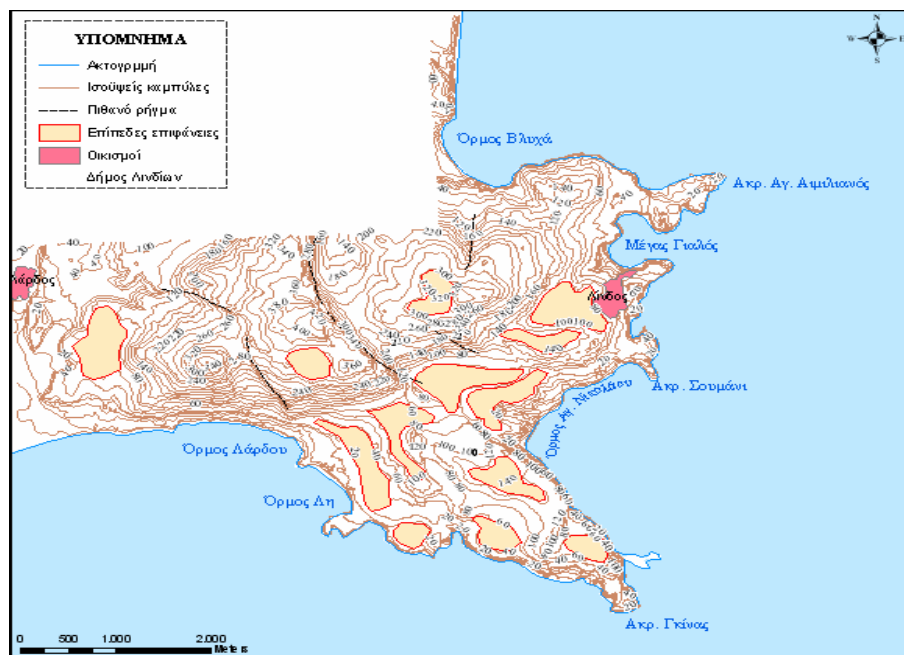
Από τη δεκαετία του '50 και μετά χρησιμοποιήθηκαν αρκετά είδη ψηφιακών μοντέλων εδάφους. Οι διαφορές τους εντοπίζονται τόσο στη δομή αποθήκευσής τους όσο και στον τρόπο διαχείρισης των δεδομένων τους. Τον τελευταίο καιρό χρησιμοποιούνται κυρίως δύο δομές δεδομένων για τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους: τα σημειακά μοντέλα και τα ακανόνιστα τριγωνικά δίκτυα (Triangulated Irregular Network, TIN). Για την παρουσίαση της τοπογραφίας των περιοχών μελέτης χρησιμοποιήθηκε το μοντέλο TIN.

Τα μοντέλα αυτά παριστούν τη συνεχή επιφάνεια σαν ένα σύνολο από τρίγωνα τα οποία έχουν σημεία για κορυφές με καθορισμένη τιμή της μεταβλητής Z (υψόμετρο) και συντεταγμένες X, Y . Αξίζει να αναφερθεί ότι η δημιουργία των τριγώνων αυτών ικανοποιεί το κριτήριο Delaunay, βάσει του οποίου ο περιγεγραμμένος στις κορυφές του τριγώνου κύκλος, δε θα πρέπει να περιέχει κανένα άλλο σημείο. Με τον τρόπο αυτό όλοι οι κόμβοι συνδέονται με τους δύο πλησιέστερους. Επιπλέον η ικανοποίηση του κριτηρίου αυτού εξασφαλίζει τη μονοσήμαντη δημιουργία του τριγωνικού δικτύου η οποία επιπρόσθετα δεν εξαρτάται από τη σειρά επεξεργασίας των δεδομένων.

Πιο αναλυτικά για τη δημιουργία του TIN χρησιμοποιήθηκαν τα ακόλουθα θεματικά επίπεδα: ακτογραμμή, ισοϋψείς από 0 έως 456 μέτρα για την περιοχή της Λίνδου και από 0 έως 512 μέτρα για τον Αρχάγγελο, τριγωνομετρικά σημεία και το υδρογραφικό δίκτυο και λήφθηκαν υπόψη τα αντίστοιχα πεδία. Τα ψηφιακά μοντέλα εδάφους της περιοχής του Αρχαγγέλου και της Λίνδου, που δημιουργήθηκαν με την παραπάνω διαδικασία, απεικονίζονται στους Χάρτες 41, 42 (Παράρτημα II) αντίστοιχα. Έπειτα με τη βοήθεια του TIN δημιουργήθηκαν και χάρτες σκίασης του αναγλύφου των περιοχών μελέτης. (χάρτες 43, 44 Παράρτημα II).

Από την παρατήρηση του τρισδιάστατου ψηφιακού μοντέλου εδάφους για την περιοχή Μελέτης στο δήμο Λινδίων μπορούν να εξαχθούν οι παρακάτω παρατηρήσεις: Σε όλο το μήκος της παράκτιας ζώνης παρατηρούνται σχετικά επίπεδες επιφάνειες. Συγκεκριμένα μπορούν να παρατηρηθούν 13 επίπεδες επιφάνειες σε υψόμετρα από 30 έως 335m με κύριο χαρακτηριστικό ότι ορισμένες από τις επιφάνειες αυτές διακόπτονται από ρήγματα διευθύνσεων ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ.

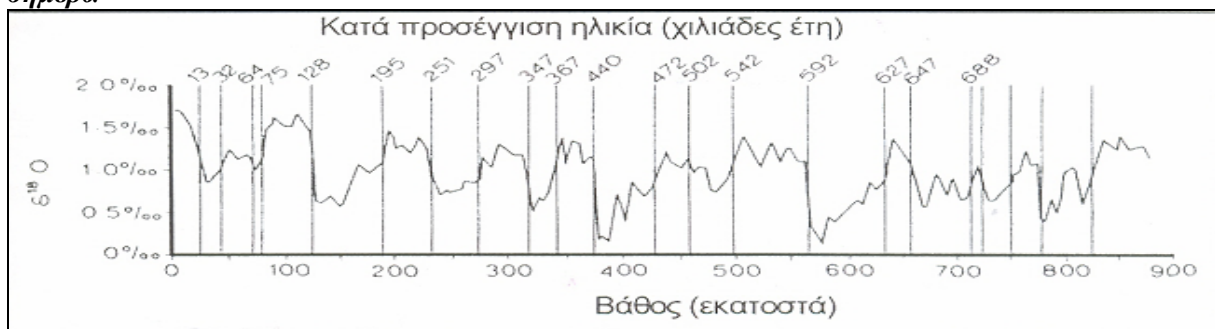
Εικόνα 7.1: Απεικόνιση των επίπεδων επιφανειών στην περιοχή μελέτης του δήμου Λινδίων



Είναι πολύ πιθανό οι επιφάνειες αυτές να είναι θαλάσσιες αναβαθμίδες. Ο όρος θαλάσσιες αναβαθμίδες αναφέρεται σε παλαιότερες θαλάσσιες πλατφόρμες. Οι γεωμορφές αυτές παρατηρούνται κοντά στις ακτές και πολλές φορές καταλαμβάνουν μεγάλες εκτάσεις. Ο σχηματισμός τους οφείλεται σε μεταβολές της επιφάνειας της θάλασσας λόγω ευστατισμού και στη διαβρωτική δράση των κυμάτων στην ακτή. Τέτοιου είδους αναβαθμίδες παρατηρούνται κατά τη διάρκεια των παγετώνων του Τεταρτογενούς (Παυλόπουλος Κ., Καρύμπαλης Ε., 2003). Έχει ήδη αναφερθεί ότι η στάθμη της θάλασσας κατά τη διάρκεια του γεωλογικού παρελθόντος μεταβαλλόταν κυρίως εξαιτίας της εναλλαγής παγετωδών και μεσοπαγετωδών περιόδων. Στις μεσοπαγετώδεις περιόδους η στάθμη της θάλασσας ήταν περίπου 100 μέτρα υψηλότερα από ότι στις παγετώδεις. Η ακριβής θέση της θαλάσσιας στάθμης σε σχέση με τη σημερινή κατά τη διάρκεια του Πλειστοκαίνου έχει προσδιορισθεί με πολύ μεγάλη ακρίβεια μετρώντας τις διακυμάνσεις των ισοτόπων του οξυγόνου ^{18}O και του οξυγόνου ^{16}O σε τρηματοφόρα που βρέθηκαν σε δείγματα ιζήματος που πάρθηκαν από

βαθείς γεωτρήσεις σε ωκεάνιες περιοχές της γης. Η σχετική αναλογία των δύο αυτών ισοτόπων στα τρηματοφόρα, καθορίζει και την αναλογία τους στο θαλάσσιο νερό κατά την περίοδο που έζησαν. Καθοριστικός παράγοντας των αναλογιών των δύο αυτών ισοτόπων στο θαλάσσιο νερό είναι η θερμοκρασία του νερού. Η απομάκρυνση του θαλάσσιου νερού από τους ωκεανούς και η δέσμευσή του με τη μορφή πάγου κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων άφηνε το νερό των ωκεανών πιο πλούσιο στο ισότοπο ^{18}O . Επομένως έναν άμεσο δείκτη της ποσότητας του νερού που απομακρύνθηκε από τους ωκεανούς κατά τη διάρκεια των παγετωδών περιόδων καθώς και της παγοκάλυψης της γήινης επιφάνειας αποτελεί η συγκέντρωση των ισοτόπων ^{18}O (Καρύμπαλης Ε., 2005). Ακολουθεί σχήμα με τις διακυμάνσεις του ^{18}O στα δείγματα των πυρήνων των γεωτρήσεων για τα τελευταία 1000000 έτη.

Σχήμα 7.10: Διακυμάνσεις του ισοτόπου ^{18}O σε πυρήνα γεώτρησης μέχρι $1 \cdot 10^6$ έτη BP (πριν από σήμερα)



Από την παρατήρηση του σχήματος 7.10 φαίνεται ότι οι μεταβολές της θαλάσσιας στάθμης σε παγκόσμιο επίπεδο κατά την ακολουθία παγετωδών – μεσοπαγετωδών επεισοδίων ήταν περίπου 100 m.

Οι θαλάσσιες αναβαθμίδες αντιστοιχούν σε παλαιότερες στάθμες θάλασσας και αποτελούν ένα είδος απολιθωμένων ακτογραμμών του παρελθόντος. Κάθε μία από αυτές δημιουργείται σε μεσοπαγετώδες στάδιο όπου η θαλάσσια στάθμη ήταν υψηλότερα από τη σημερινή. Η διατήρησή τους καθώς και η έκτασή την οποία καταλαμβάνουν εξαρτάται σε κάθε περίπτωση από το χρονικό διάστημα κατά το οποίο η στάθμη της θάλασσας παρέμεινε στη θέση αυτή, από τη λιθολογία πάνω στην οποία έχουν αναπτυχθεί καθώς και από τη μορφολογία της τότε περιοχής. Σε διάφορες περιοχές του κόσμου αλλά και στον Ελλαδικό χώρο εμφανίσαις τέτοιων θαλάσσιων αναβαθμίδων έχουν συσχετιστεί επιτυχώς με τα ισοτοπικά στάδια οξυγόνου.

Σε αρκετές περιπτώσεις η παρουσία θαλάσσιων αναβαθμίδων συνδέεται με την νέο-τεκτονική δραστηριότητα των παράκτιων περιοχών που εμφανίζονται. Με τον όρο νέο-τεκτονική δραστηριότητα εννοούμε τις τεκτονικές κινήσεις που χρονικά, βάσει της κλίμακας του γεωλογικού χρόνου, είναι αρκετά πρόσφατες καλύπτοντας την περίοδο του Τεταρτογενούς. Συνεπώς οι θαλάσσιες αναβαθμίδες αποτελούν τις παλαιές θέσεις της ακτογραμμής και παρέχουν σημαντικές πληροφορίες για τη γεωμορφολογική εξέλιξη των παράκτιων περιοχών (Παυλόπουλος Κ., Καρύμπαλης Ε., 2003).

Στην περιοχή της Λίνδου οι θαλάσσιες αναβαθμίδες που εντοπίζονται στο υψόμετρο των 30 έως 335 μέτρων και είναι αποτέλεσμα αυτών των σχετικών τεκτονικών κινήσεων (ανοδικές, καθοδικές) καθώς όπως έχει αναφερθεί η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από έντονη σεισμική δραστηριότητα λόγω της γεωτεκτονικής της θέσης. Οι θαλάσσιες αναβαθμίδες απεικονίζονται καλύτερα στο χάρτη 45 (*Παράρτημα II*).

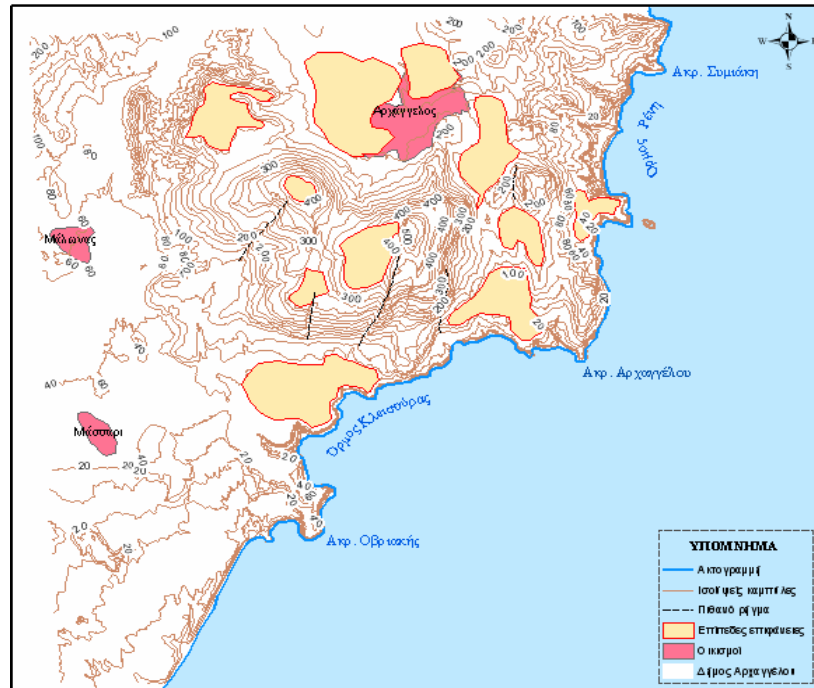
Από τη μελέτη του TIN και του χάρτη σκίασης αναγλύφου για την περιοχή Λίνδο παρατηρείται ότι διευκολύνεται ο εντοπισμός περιοχών με απότομη μορφολογική κλίση και γραμμική εμφάνιση. Στοιχεία με τέτοια γεωμορφολογικά χαρακτηριστικά είναι πολύ πιθανό να αντιστοιχούν σε τεκτονικά στοιχεία-ρήγματα. Παρατηρείται δηλαδή μία διακοπή των επίπεδων επιφανειών από την παρουσία ρηγμάτων. Τα ρήγματα αυτά είναι διεύθυνσης ΒΒΔ-ΝΝΑ στο κεντρικό τμήμα της Λίνδου και ΒΑ-ΝΔ στο νότιο ανατολικό άκρο καθώς και στο ακρωτήρι Γκίνας. Το κεντρικό τμήμα της περιοχής χαρακτηρίζεται από την παρουσία ορεινών όγκων το μέγιστο υψόμετρο των οποίων φτάνει τα 456 μέτρα. Η παράκτια ζώνη χαρακτηρίζεται από εναλλαγές ακρωτηρίων και όρμων. Το βορειοδυτικό καθώς και το νοτιοδυτικό τμήμα της περιοχής χαρακτηρίζεται από ομαλό ανάγλυφο με σταδιακή αύξηση του υψομέτρου. Δυτικά του ακρωτηρίου Γκίνας οι μορφολογικές κλίσεις του αναγλύφου είναι έντονες και η περιοχή εκεί αποτελείται από παράκτιους κρημνούς. Στο δυτικό τμήμα και συγκεκριμένα κατά μήκος του όρμου Αγίου Νικολάου η μορφολογία γίνεται πιο ομαλή με μικρές κλίσεις και σταδιακή αύξηση του υψομέτρου. Στην περιοχή αυτή είναι εμφανείς οι επίπεδες επιφάνειες που πιθανά αποτελούν θαλάσσιες αναβαθμίδες.

Από την παρατήρηση του τρισδιάστατου μοντέλου εδάφους καθώς και του χάρτη σκίασης του αναγλύφου της περιοχής μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου σημειώνεται ότι μπορούν να εντοπιστούν επίπεδες επιφάνειες των οποίων τα υψόμετρα αυξάνονται σταδιακά από την ακτογραμμή μέχρι το υψόμετρο των 400μ.

Οι επιφάνειες αυτές, 11 στον αριθμό, (βλ. Χάρτη 46, *Παράρτημα II*) όπως αναφέρθηκε και παραπάνω είναι πολύ πιθανό να αποτελούν ενδείξεις παλαιότερης στάθμης θάλασσας. Οι επίπεδες αυτές επιφάνειες εντοπίζονται στο υψόμετρο των 20 έως 400 μέτρων ως αποτέλεσμα

των σχετικών τεκτονικών κινήσεων (ανοδικές, καθοδικές) καθώς όπως έχει αναφερθεί η περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από έντονη σεισμική δραστηριότητα λόγω της γεωτεκτονικής της θέσης.

Εικόνα 7.2: Απεικόνιση των επίπεδων επιφανειών στην περιοχή μελέτης του δήμου Αρχαγγέλου



Το δυτικό τμήμα της περιοχής αυτής είναι πιο ομαλό και παρουσιάζει μια σταδιακή αύξηση του υψομέτρου, γεγονός που οφείλεται στην παρουσία έντονου υδρογραφικού δικτύου, του οποίου η τάση είναι η ταπείνωση του αναγλύφου. Το κεντρικό τμήμα της περιοχής μελέτης χαρακτηρίζεται από την παρουσία ορεινών όγκων το μέγιστο υψόμετρο των οποίων φτάνει τα 512 μέτρων. Η παράκτια ζώνη και συγκεκριμένα το νοτιοανατολικό τμήμα χαρακτηρίζεται από εναλλαγές ακρωτηρίων και μικρών κολπίσκων ενώ η μορφολογία είναι έντονη με εμφανή την παρουσία απότομων κλιτύων. Στο ανατολικό τμήμα της περιοχής και συγκεκριμένα η περιοχή μεταξύ του όρμου Κλεισούρας και του ακρωτηρίου Αρχαγγέλου χαρακτηρίζεται από απότομες κλιτύες ενώ κατά μήκος του όρμου Ρενή το ανάγλυφο παρουσιάζεται πιο ομαλό με σταδιακή αύξηση του υψομέτρου προς τα δυτικά. Στο σύνολο της περιοχής μελέτης εντοπίζονται δύο ρήγματα στο κεντρικό-δυτικό τμήμα με διεύθυνση BBA-NNΔ τα οποία διακόπτουν τη συνέχεια των ορεινών όγκων που βρίσκονται στο σημείο αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

8.1 Σύνθεση αποτελεσμάτων

Το παράκτιο περιβάλλον που μελετήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας, περιλαμβάνει τμήματα των δήμων Αρχαγγέλου και Λίνδου της νήσου Ρόδου. Συγκεκριμένα η περιοχή μελέτης στο δήμο Αρχαγγέλου εκτείνεται νότια από το ακρωτήριο Οβριακής και βόρεια έως το ακρωτήριο Συμιάκη, ενώ η περιοχή μελέτης στο δήμο Λινδίων εκτείνεται νότια από τον όρμο Λάρδου και βόρεια έως τον όρμο Βλυχά. Τα συμπεράσματα τα οποία εξήχθησαν από τη συλλογή και επεξεργασία των κλιματολογικών δεδομένων, τη μελέτη του τεκτονισμού και της γεωλογίας της ευρύτερης περιοχής καθώς και των χρήσεων γης κατά μήκος της παράκτιας ζώνης είναι τα ακόλουθα:

Η ανάλυση των κλιματικών στοιχείων οδήγησε στο συμπέρασμα ότι η μέση ετήσια θερμοκρασία της περιοχής φθάνει τους 19.1° C, με μέγιστη τιμή το μήνα Αύγουστο (27.1° C) και ελάχιστη τον Ιανουάριο (12° C) ενώ το μέγιστο θερμοκρασιακό εύρος αγγίζει τους 16° C. Η μέση ετήσια βροχόπτωση ανέρχεται σε 715mm με το μεγαλύτερο μέρος να σημειώνεται κατά τη χειμερινή περίοδο του έτους (μέγιστο το μήνα Δεκέμβριο-155.9mm) ενώ κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού οι βροχοπτώσεις είναι πολύ περιορισμένες (ελάχιστο το μήνα Αύγουστο-1.5mm). Στην περιοχή επομένως διακρίνεται μια θερμή και μια ξηρή περίοδος του έτους που διαρκεί από το Μάιο μέχρι το Σεπτέμβριο και μία υγρή και σχετικά ψυχρή περίοδος που διαρκεί από τον Οκτώβριο μέχρι το Μάρτιο κατά τη διάρκεια της οποίας γίνεται η κύρια τροφοδοσία της παράκτιας ζώνης με υλικό που προέρχεται από τα υδρογραφικά δίκτυα.

Από την ανάλυση των ανεμολογικών δεδομένων προέκυψε ότι καθ' όλη τη διάρκεια του έτους στο νησί πνέουν άνεμοι, η μέση ένταση των οποίων κυμαίνεται από 6.4 μέχρι 12.7 κόμβους. Μεγαλύτερη συχνότητα σημειώνεται από τον Ιούλιο μέχρι το Σεπτέμβριο με διευθύνσεις βόρειες και βορειοδυτικές που οφείλονται στους τοπικούς ανέμους “Ετησίες” που την περίοδο αυτή πνέουν στην ανατολική λεκάνη της Μεσογείου προκαλώντας κυματισμό.

Δεδομένου ότι η περιοχή μελέτης αποτελεί ένα παράκτιο περιβάλλον, στο νησί της Ρόδου που κατέχει συγκεκριμένη γεωτεκτονική θέση στην ζώνη σύγκλισης της Αφρικανικής και Ευρασιατικής πλάκας, επιχειρήθηκε αφενός η εκτίμηση των

επιπτώσεων που θα προκληθούν από τη παγκόσμια άνοδο της στάθμης της θάλασσας εξαιτίας του φαινομένου του θερμοκηπίου, καθώς και από την πιθανότητα εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι σε αυτήν, εφόσον αποτελεί μια περιοχή υψηλής σεισμικής επικινδυνότητας και κατά καιρούς η παράκτια ζώνη της έχει πληγεί από γεγονότα τσουνάμι.

Για την περιοχή μελέτης στο δήμο Αρχαγγέλου εκτιμήθηκε ότι έκταση 1.25 km^2 βρίσκεται σε υψόμετρο μεταξύ της ακτογραμμής και των 4μέτρων αποτελώντας περιοχή μεγάλης επικινδυνότητας, ενώ η συνολική έκταση, μεταξύ της ακτογραμμής και της ισοϋψούς των 12 μέτρων, που απειλείται από την μελλοντική άνοδο της θάλασσας στάθμης καθώς και από την εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι ανέρχεται σε 4.87 km^2 . Η συνολική αυτή έκταση φιλοξενεί χρήσεις γης μεγάλης κοινωνικοοικονομικής σημασίας για την περιοχή. Συγκεκριμένα απαντώνται σύνθετες καλλιέργειες (33%), ελαιώνες (30%), αιγιαλοί (18%) και γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής βλάστησης (15%).

Αντίστοιχα στην περιοχή μελέτης του δήμου Λινδίων η συνολική έκταση που απειλείται ανέρχεται σε 2.67 km^2 . Η συνολική αυτή έκταση φιλοξενεί σύνθετες καλλιέργειες (41%), φυσικούς βοσκότοπους (20%), γη που χρησιμοποιείται κυρίως για γεωργία μαζί με σημαντικά τμήματα φυσικής κάλυψης (19%), ελαιώνες (8%), και αιγιαλούς (2%). Αν και σε μικρό ποσοστό μόλις (5%) θεωρείται σημαντική η παρουσία ασυνεχούς αστικού ιστού, δεδομένου ότι η κοινότητα Λάρδου που βρίσκεται εκεί φιλοξενούσε το έτος 2001 μόλις 1170 κατοίκους.

Έγινε επομένως μια εκτίμηση ότι μια από τις επιπτώσεις εξαιτίας της εμφάνισης ενός γεγονότος τσουνάμι στις ζώνες που υπολογίστηκαν είναι πιθανώς η μετατροπή των εκτάσεων στα τμήματα αυτά σε μη καλλιεργήσιμες εκτάσεις εξαιτίας της υφαλμύρινσης των υδροφόρων οριζόντων καθώς και η αναδιανομή των χρήσεων γης.

Τέλος η κατασκευή του TIN χρησιμοποιώντας λεπτομερείς τοπογραφικούς αναλογικούς χάρτες κλίμακας 1:5.000 οδήγησε σε μια πρώτη εκτίμηση επίπεδων επιφανειών κατά μήκος της παράκτιας ζώνης. Οι επιστημονικές απόψεις που αναπτύχθηκαν μετά τη δεκαετία του 1970 σε συνδυασμό με τη γεωτεκτονική θέση του νησιού πιθανολογούν ότι οι επίπεδες αυτές επιφάνειες που αναγνωρίστηκαν και χαρτογραφήθηκαν αποτελούν θαλάσσιες αναβαθμίδες οι οποίες αντιστοιχούν σε περιόδους του Τεταρτογενούς που η στάθμη της θάλασσας βρισκόταν σε υψηλότερα επίπεδα από το σημερινό (μεσοπαγετώδεις περιόδους). Στην περιοχή του Αρχαγγέλου οι επίπεδες επιφάνειες που εντοπιστήκαν είναι 11 και βρίσκονται σε υψόμετρα από 20

έως 400m ενώ στην περιοχή της Λίνδου εντοπίστηκαν 13 επίπεδες επιφάνειες σε υψόμετρα από 30 έως 335m με κύριο χαρακτηριστικό ότι ορισμένες από τις επιφάνειες αυτές και στις δύο περιοχές μελέτης διακόπτονται από ρήγματα διευθύνσεων ΒΑ-ΝΔ και ΒΔ-ΝΑ.

8.2: Πιθανά μελλοντικά μέτρα προστασίας

Σε παγκόσμια κλίμακα ακολουθούνται τακτικές για την αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών τόσο από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας όσο και από την εμφάνιση ενός γεγονότος τσουνάμι. Οι τακτικές αυτές εστιάζουν περισσότερο στις αλλαγές των χρήσεων γης και στη μετακίνηση δραστηριοτήτων και κατασκευών σε ασφαλέστερες περιοχές (Titus J.G. and Richman C., 2001).

Στα πλαίσια της εργασίας που πραγματοποιήθηκε, έχει επιτευχθεί με ακρίβεια ο εντοπισμός των περιοχών που αναμένεται να πληγούν και να αντιμετωπίσουν σημαντικό πρόβλημα από τις αρνητικές επιπτώσεις των φυσικών καταστροφών που μελετήθηκαν. Επίσης έγινε εκτίμηση των χρήσεων γης των υψομετρικά χαμηλών περιοχών της παράκτιας ζώνης ενώ έγινε προσδιορισμός των γεωλογικών και γεωμορφολογικών χαρακτηριστικών καθώς και των γεωμορφολογικών διεργασιών που είναι ενεργές. Αυτό που θεωρείται αναγκαίο είναι εκείνο που διεθνώς ονομάζεται «Holding back the sea» (Titus J.G. and Richman C., 2001). Δηλαδή η ποσοτική εκτίμηση των οικονομικών συνεπειών σε τοπικό επίπεδο καθώς και ένας οικονομικός προγραμματισμός για το κόστος που απαιτείται για τις ενέργειες που πρέπει να γίνουν μακροπρόθεσμα ώστε να μειωθούν και όσο το δυνατόν να περιοριστούν οι αρνητικές συνέπειες.

Συμπερασματικά, λαμβάνοντας υπόψη τόσο την έκταση που ενδέχεται να κατακλυστεί όσο και τις πρώτες ποιοτικές εκτιμήσεις για τις επιπτώσεις από τη μελλοντική άνοδο της στάθμης της θάλασσας, προτείνονται τα ακόλουθα μέτρα με στόχο την πρόληψη και την αντιμετώπιση των αρνητικών συνεπειών στον ευρύτερο χώρο της περιοχής μελέτης:

- Πραγματοποίηση μελέτης για την οριοθέτηση των χαμηλών περιοχών υψηλού κινδύνου με βάση τα τοπογραφικά και γεωλογικά χαρακτηριστικά, τις παράκτιες γεωμορφολογικές διεργασίες και το κυματικό καθεστώς.
- Λεπτομερής αποτύπωση των χρήσεων γης της περιοχής μελέτης και παράλληλα σχεδιασμό της μετεγκατάστασής τους.

- Δημιουργία αρμόδιου φορέα με σκοπό την αντιμετώπιση των φυσικών καταστροφών της παράκτιας ζώνης ο οποίος θα βρίσκεται σε άμεση και συνεχή επαφή και συνεργασία με άλλους φορείς.
- Τη δημιουργία πολυεπίπεδης βάσης δεδομένων όλων των απαραίτητων χαρακτηριστικών και αξιοποίηση της μέσω ενός κεντρικού ΣΓΠ προκειμένου να πραγματοποιηθεί η σωστή διαχείριση της παράκτιας ζώνης με τη δημιουργία, ενημέρωση και επιχειρησιακή αποτελεσματικότητά του.
- Να πραγματοποιηθεί αποτελεσματικός σχεδιασμός ενός δικτύου συνεχούς παρακολούθησης της ανύψωσης της θαλάσσιας στάθμης στην παράκτια ζώνη μελέτης με τη χρήση δορυφορικών δεδομένων σε συνδυασμό με τη χαρτογράφηση των μεταβολών της ακτογραμμής και των ανθρωπίνων δραστηριοτήτων.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- El-Raey, M. (1997), “Vulnerability assessment of the coastal zone of the Nile delta of Egypt, to the impacts of sea level rise”, *Ocean & Coastal Management*, Vol. 37, No. 1, 29-40.
- Fairbridge, R.W. (1961), Eustatic changes in sea-level. *Physics and Chemistry of the earth* 4, 99-185.
- Gaki-Papanastasiou, K., Maroukian, H., Pavlopoulos, K., Zamani A. (1997), “ The implications of the expected sea level rise on the low lying areas of continental Greece in the next century”, *Proceedings International Symposium on Engineering Geology and the Environment*, 121-126.
- Georgas, D. (2000), Implications of Accelerated Sea-Level Rise (ASLR) for Greece, *Proceeding of SURVAS Expert Workshop on European Vulnerability and Adaptation to impacts of Accelerated Sea-Level Rise (ASLR)*, Hamburg, 32-33.
- Haslett, S. (2000). *Coastal Systems. Routledge Introductions to environment series*. London.
- Healy, T., (1991). *Coastal erosion and sea level rise. Zeitschrift fur Geomorphologie N.F.*, Supplementband, 81, 15-29.
- Husmanns, R., Mehran, F. and Verma, V. (1990), *Surveys of Economically Active Population. Employment, Unemployment and Underemployment. An ILO Manual on Concepts and Methods*, Geneva: International Labour Office.
- IPCC (2001): *Climate Change, Synthesis Report*. – Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.), Geneva, 184 pp (Stand - alone edition).
- Jelgersma, S. (1996), Sea-level changes during the last 10000 years. In Sawyer, J.S. (ed.), *World Climate 8000 to 0 BC. Proc. Int. Symp. On World Climates* 18-19 April, 1996 Royal Meteorological Society. London.
- Li, C.X., Fan, D.D., Deng, B., Wang, D.J. (2000), Some problems of vulnerability assessment in the coastal zone of China, *Proceedings of the APN/SURVAS/LOICZ Joint Conference on Coastal Impacts of Climate Change and Adaption in the Asia-Pasific Region*, Kobe, 1-8.
- McDonnell P. & K. Kemp. (1995). *International GIS Dictionary*. Cambridge: GeoInformation International.

- Meler, M. K. & Wahr, J. M. (2002), *Sea level is rising: Do we know why?* , 99/10:6524-6526, Boulder.
- Morner, N. A. (1973), Eustatic changes in last 300 years, *Paleogeogr. Paleoclimat. Paleoecol.* 13, 1-14.
- Pethic, J. (1984), *An Introduction to coastal geomorphology*. Ed. E. Arnold, London. pp 260.
- Pirazzoli P.A., Montaggioni L.F., Saliege J.F., Segonzac G., Thommeret Y., Vergnaud-Grazzini C. (1989), *Crustal block movements from Holocene shorelines: Rhodes Island*, *Tectonophysics* 170: 89-114.
- Shepard, F.P. (1963), *Submarine Geology* (3rd edition) Harper & Row, New York.
- Smith, D.E. and Dawson, A.G., (1990). Tsunami waves in the North Sea. *New Scientist*, 4 August, 46-49.
- Titus, J.G. & Narayanan, V.K. (1995), The probability of sea level rise. U.S. E.P.A., Washington, D.C.
- Titus, J.G., Park R.A., Leatherman, S., Weggel, R., Green, M.S., Treehan, M., Brown, S., Yohe, G. (1991), “Greenhouse Effect and Sea level Rise: The Cost of Holding Back the Sea”, *Coastal Management*, 19(3), 171-204.
- Titus, J.G., Richman, C. (2001), “Maps of Lands Vulnerable to Sea Level Rise: Modeled Elevations along the U.S. Atlantic and Gulf Coasts”, *Climate Research*, 18, 205-228.
- Tooley, M.J. (1974), Sea level changes during the last 9000 years in north west England. *Geogr. J.*, 140, 18-42.
- Tyller Miller, G., GR., (1999), *Βιώνοντας το Περιβάλλον II: Αρχές Περιβαλλοντικών Επιστημών*, Αθήνα: Ίων σελ.105-115.

ΕΛΛΗΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Αλμπανάκης, Κ. (1999), *Μαθήματα Ωκεανογραφίας*, Θεσσαλονίκη: University Studio press.
- Εγκυκλοπαίδεια «*Grand Larousse*» (2001), τόμος 5^{ος} , Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Εγκυκλοπαίδεια «*Grand Larousse*, (2001), τόμος 6^{ος} , Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
- Εγκυκλοπαίδεια «*Υδρογείος*, (2001), τόμος 5^{ος} , Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.

- Καρύμπαλης, Ε. (2005), *Σημειώσεις Παράκτιας Γεωμορφολογίας*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Καρύμπαλης, Ε. (1996), *Γεωμορφολογικές παρατηρήσεις στη λεκάνη απορροής του Εύηνου ποταμού*. Διδακτορική διατριβή, Τμήμα Γεωλογίας Πανεπιστημίου Αθηνών.
- Κιτσόπουλος, Κ. (2001), *Σημειώσεις Γεωλογίας*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος και Φυσικών Πόρων Πανεπιστημίου Ιωαννίνων.
- Κουτσόπουλος, Κ. (2002), *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών και Ανάλυση του Χώρου*, Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Λέκκας, Ε. (2000), *Φυσικές και Τεχνολογικές Καταστροφές*, Αθήνα: Access.
- Μανιάτης, Γ. (1996), *Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών Γης-Κτηματολογίου*, Θεσσαλονίκη: Ζήτη.
- Μαρουκιάν Χ., Παυλόπουλος Κ., Γάκη – Παπαναστασίου Κ. και Ζαμάνη Α. (2001), *Οι επιπτώσεις από την αναμενόμενη άνοδο της θαλάσσιας στάθμης στις χαμηλές παράκτιες περιοχές της ηπειρωτικής Ελλάδας κατά τον επόμενο αιώνα*. Περιοδικό Γεωγραφίες 1, 73-82.
- Μπακαβός, Χρ. (2003), *Δημογραφικές μεταβολές, Αγορά Εργασίας και Συντάξεις στην Ελλάδα και την Ευρωπαϊκή Ένωση*, Αθήνα: Gutenberg.
- Παπαζάχος Β., Παπαζάχου Κ. (2003), *Οι σεισμοί της Ελλάδος*, Θεσσαλονίκη: Ζήτη.
- Παπαναστασίου Δ., *Στόχοι και Ερευνητικές Δραστηριότητες του Γεωδυναμικού Ινστιτούτου*, Πρακτικά 3^{ης} διημερίδας επιχειρηματικότητας, Χαροκόπειο Πανεπιστήμιο, 15 & 16 Δεκεμβρίου 2005.
- Παυλόπουλος Κ., Καρύμπαλης Ε. (2003), *Σημειώσεις Φυσικής Γεωγραφίας*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Παυλόπουλος Κ., Καρύμπαλης Ε. (2003), *Σημειώσεις Γεωμορφολογίας*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Σαπουτζακη, Κ., Σκορδίλη, Σ. (2002), *Σημειώσεις Περιφερειακή Ανάπτυξη και Πολιτική Ι*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Στεφανάκης, Ε. (2002), *Σημειώσεις Εισαγωγή στη Χαρτογραφία*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.
- Ταπεινός, Γ. (1993), *Στοιχεία Δημογραφίας*, Αθήνα: Παπαζήση.

- Τσελέντης, Α. (1997), *Σύγχρονη Σεισμολογία*, Τόμος Α, Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Τσελέντης, Α. (1997), *Σύγχρονη Σεισμολογία*, Τόμος Β, Αθήνα: Παπασωτηρίου.
- Χαλκιάς, Χ. (2002), *Σημειώσεις Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών Ι*. Πανεπιστημιακές Σημειώσεις, Τμήμα Γεωγραφίας Χαροκοπείου Πανεπιστημίου.

ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

- Δημογραφικά στοιχεία Δωδεκανήσου. Εύρεση στις 20 Φεβρουαρίου 2006, <http://www.ando.gr>
- Διοικητική Διαίρεση Ρόδου. Εύρεση στις 17 Μαρτίου 2006, <http://www.literarycentre.gr>
- Ρόδος. Εύρεση στις 15 Φεβρουαρίου 2006, <http://www.rhodes.gr> και <http://www.greece.org>.
- Σεισμικότητα ελληνικού χώρου. Εύρεση στις 22 Μαΐου 2006, <http://www.gein.noa.gr>
- Σεισμοί και Ελλαδικός χώρος. Εύρεση στις 22 Μαΐου 2006, <http://www.oasp.gr>
- Το Ελληνικό τόξο. Εύρεση στις 22 Μαΐου 2006, <http://www.earthquakenet.gr>
- www.statistics.gr