

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ

ΣΧΟΛΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

Διατμηματικό Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών

«ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΠΑΡΑΚΤΙΩΝ ΠΕΡΙΟΧΩΝ»

«ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΑΚΤΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΩΝ

ΣΤΟ ΝΗΣΙ ΤΗΣ ΛΕΣΒΟΥ»

Μεταπτυχιακή Εργασία

της

Ευτυχίας Λεοντή

Επιβλέπων καθηγητής: Δρ. Θεοφάνης Β. Καραμπάς

Αναπληρωτής Καθηγητής

Μυτιλήνη 2006

" Τα μυστικά της θάλασσας
ξεχνιούνται στ'ακρογιάλια,
η σκοτεινάγρα του βυθού
ξεχνιέται στον αφρό..."

Γιώργος Σεφέρης

.... στο Γιώργη που μας κοιτούσε πάντα από τον "ουρανό"..
... στη "θάλασσα" που τώρα πια κρατά συντροφιά στην Ευτυχία...
.... στη Φινέτω που της άρεσε το "ηλάκι"....
.... στην "ελευθερία" που μας δίδαξε ο παππούς Γιάννης...

Ευχαριστίες

Με την ευκαιρία της ολοκλήρωσης της παρούσας εργασίας θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Δρ. Θεοφάνη Καραμπά για τη συνεργασία, τη διάθεση του πολύτιμου χρόνου του και τις χρήσιμες συμβουλές του.

Τις ευχαριστίες μου θα ήθελα να εκφράσω και στους καθηγητές του τμήματος "Επιστημών της Θάλασσας", Δρ. Βασίλη Ζερβάκη και Δρ. Ελένη-Ανθή Τράγου που δέχτηκαν να είναι μέλη της εξεταστικής επιτροπής, καθώς και στη Δρ. Αρετή Κοντογιάννη για τις παρατηρήσεις της κατά το σχεδιασμό των ερωτηματολογίων.

Βοήθεια στη συλλογή στοιχείων για την περιοχή μελέτης μου προσέφερε ο αρχιτέκτονας κ. Νίκος Βερβενιώτης, τον οποίο επίσης ευχαριστώ. Στον κ. Μανώλη Μπίνο, που απλόχερα μου διέθεσε φωτογραφίες από το οικογενειακό του αρχείο δεν θα μπορούσα παρά να εκφράσω τις ευχαριστίες μου.

Οφείλω επίσης να ευχαριστήσω την Μαρία και το Δημήτρη, οι οποίοι μου πρότειναν τη "θάλασσα" και τον Αργύρη για τις "Τρίτες" που μου χάρισε.

Όσο για την "παρέα της θάλασσας" που έδωσε ιδιαίτερο τόνο στη χρονιά του μεταπτυχιακού, εκτός από το να την ευχαριστήσω, έχω να της πω ότι κι αν ακόμη δεν βρισκόμαστε, είναι σίγουρο πως οι ματιές όλων μας συναντιόνται και θα συναντιόνται στη *θάλασσα*, αφού κανείς μας δε θα πάψει να την κοιτά με νοσταλγία. Για την Περσεφόνη και τη Γεωργία εύχομαι πάντα ένας χορός και ένα τραγούδι να τις ταξιδεύουν *σε θάλασσες μαγικές*.

Τέλος, στην οικογένεια μου η οποία "μένει" θερμός υποστηρικτής των επιλογών μου και με λαχτάρα με "περιμένει", ένα ακόμη "ευχαριστώ".

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία επιχειρεί να καταγράψει και να διερευνήσει, μέσα από την οπτική της ακτομηχανικής επιστήμης, τη διαμορφωμένη κατάσταση στην παράκτια ζώνη νοτίως της πόλης της Μυτιλήνης, στο νησί της Λέσβου. Μέσα από τη φυσιογνωμία της περιοχής, την ανάλυση του ανεμολογικού καθεστώτος και τον υπολογισμό του κυματικού κλίματος γίνεται διερεύνηση των ακτομηχανικών συνθηκών που διαμορφώνουν την εικόνα της ακτής. Παράλληλα εξετάζεται η δυνατότητα «επέμβασης» η οποία θα μπορούσε να διαμορφώσει αμμώδεις παραλίες στην περιοχή. Χαρακτηριστικό της περιοχής είναι η απουσία οργανωμένης παραλίας σε μια ζώνη που αποτελεί πνεύμονα για τους κατοίκους αλλά και τους επισκέπτες. Τα αποτελέσματα της μαθηματικής προσομοίωσης, για ένα τμήμα της περιοχής μελέτης, ήταν ενθαρρυντικά για την προτεινόμενη τεχνική λύση εμπλουτισμού της ακτής με προσθήκη δάνειου υλικού.

ABSTRACT

The present work attempts to report and examine, from the point of view of coastal engineering, the ongoing processes at the coastal zone, south of Mytiline (Lesbos). To be more precise, the work examines the conditions relating to coastal engineering and shaping the general image of the shore through the study of the region's morphology, the analysis of the wind regime and the evaluation of the wave field. At the same time, the possibility of a "purposeful engineering intervention" that could create sandy beaches in the region is being considered. The region in question is being characterized by the absence of organized beaches within a zone which is more than vital both for the locals and the visitors. The findings of the mathematical simulation concerning only a part of the study region, were encouraging as far as the proposed soft engineering technique of replenishment or beach nourishment is concerned. The technique involves imparting dredged sand and piling it on top of the existing sand.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Κεφάλαιο 1^ο	
1. Εισαγωγή	1
Κεφάλαιο 2^ο	
2. Ολοκληρωμένη Διαχείριση Παράκτιων Ζωνών & Ακτομηχανική	
2.1 Παράκτια Ζώνη και Ολοκληρωμένη Διαχείριση (Ο.Δ.Π.Ζ.)	3
2.2 Το αντικείμενο της Ακτομηχανικής	5
2.3 Μαθηματικά Ομοιώματα-Μοντέλα	8
2.4 Θαλάσσιοι κυματισμοί	8
2.4.1 Ανεμογενή κύματα	9
2.5 Παράκτιοι κυματογενείς μηχανισμοί	11
2.5.1 Κυματογενή ρεύματα	11
2.5.2 Διάθλαση κυματισμών	13
2.5.3 Περίθλαση	14
2.5.4 Θραύση κυματισμών.....	14
2.5.5 Αναρρίχηση στην ακτή.....	16

2.6 Μεταφορά φερτών υλών	17
2.6.1 Εγκάρσια στην ακτή.....	17
2.6.2 Στερεομεταφορά κατά μήκος της ακτής.....	19
2.7 Μορφή παραλιακού προφίλ	21
2.8 Παράκτια τεχνικά έργα	23
2.8.1 Έργα βαριά μορφής.....	24
2.8.2 Έργα ήπιας μορφής.....	25

Κεφάλαιο 3°

3. Περιοχή μελέτης	
3.1 Χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής	32
3.1.1 Γεωγραφική χωροθέτηση.....	32
3.1.2 Διοικητική δομή.....	33
3.1.2 Δημογραφικά Στοιχεία.....	33
3.2 Χρήσεις στο δομημένο και μη χώρο	34
3.3 Γεωλογία	35
3.4 Γεωμορφολογία	36
3.5 Υδρολογικό Δίκτυο της περιοχής	36
3.6 Χαρακτηριστικός ακτών	37

Κεφάλαιο 4°

4. Δεδομένα & Μέθοδοι	
4.1 Συλλογή δεδομένων	40
4.1.1 Ανεμολογικά δεδομένα.....	40
4.1.2 Τοπογραφικά-Μορφολογικά δεδομένα.....	41
4.1.3 Κυματικές παράμετροι.....	42
4.1.4 Κοινωνικά δεδομένα.....	42
4.2 Επεξεργασία δεδομένων	43

4.2.1	Ανεμολογικά δεδομένα.....	43
4.2.2	Γραμμικό μήκος αναπτύγματος-Γωνία πρόσπτωσης των κυματισμών.....	44
4.2.3	Πρόγνωση κυματισμών.....	45
4.2.4	Στοιχεία κύματος στη ζώνη θραύσης.....	46
4.2.5	Ισοδύναμοι κυματισμοί.....	48
4.2.6	Απλοποιημένη προσέγγιση παράκτιας στερεομεταφοράς- Μοντέλο CERC.FOR.....	49
4.2.7	Μοντέλο εξέλιξης ακτογραμμής 1-Line	50
4.2.8	Μορφή παραλιακού προφίλ.....	55
4.2.9	Κοινωνικά δεδομένα.....	57

Κεφάλαιο 5°

5. Παρουσίαση αποτελεσμάτων

5.1	Άνεμοι.....	58
5.2	Μήκος αναπτύγματος.....	60
5.3	Κυματικές παράμετροι.....	61
5.4	Ισοδύναμοι κυματισμοί.....	65
5.5	Απλοποιημένη προσέγγιση στερεομεταφοράς.....	66
5.6	Εξέλιξη ακτογραμμής.....	67
5.7	Κλίση ακτής.....	68
5.8	Αποτελέσματα της δειγματοληπτικής έρευνας	70

Κεφάλαιο 6°

6. Συζήτηση-Συμπεράσματα

6.1	Συζήτηση.....	73
6.2	Συμπεράσματα.....	77

Βιβλιογραφία	79
Παραρτήματα	86
Παράρτημα I (Χάρτες).....	87
1. Απεικόνιση της περιοχής	
2 . Μήκος αναπτύγματος (F) των B, BA και A ανέμων	
3 . Μήκος αναπτύγματος (F) των B, BA, A και NA ανέμων	
4. Χάρτης Αρ.33	
Παράρτημα II Δεδομένα Ε.Μ.Υ.....	91
Παράρτημα III ΦΕΚ.....	105
Παράρτημα IV Ερωτηματολόγια.....	109
Παράρτημα V Φωτογραφίες.....	113

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

σελ.

Πίνακας 3.1. Μεταβολή πληθυσμού Δήμου Μυτιλήνης (1971 - 2001).	33
Πίνακας 3.2. Πληθυσμός Δήμου Μυτιλήνης ανά δημοτικό διαμέρισμα.	34
Πίνακας 3.3. Χαρακτηρισμός ακτών από Κυρίτσης κ.ά. (2002).	37
Πίνακας 5.1. Στοιχεία ανέμων για το τμήμα ΚΛ.	61
Πίνακας 5.2. Στοιχεία ανέμων για το τμήμα ΛΝ.	61
Πίνακας 5.3. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΚΛ για Β άνεμο, $F_{eff}=52000m$.	62
Πίνακας 5.4. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΚΛ για ΒΑ άνεμο, $F_{eff}=20.928m$.	62
Πίνακας 5.5. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΚΛ για Α άνεμο, $F_{eff}=26484m$.	63
Πίνακας 5.6. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΛΝ για Β άνεμο, $F_{eff}=57412m$.	63
Πίνακας 5.7. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΛΝ για ΒΑ άνεμο, $F_{eff}=20372m$.	64
Πίνακας 5.8. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΛΝ για Α άνεμο, $F_{eff}=22224m$.	64
Πίνακας 5.9. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΛΝ για ΝΑ άνεμο, $F_{eff}=42600m$.	65
Πίνακας 5.10. Χαρακτηριστικά ισοδύναμων κυματισμών τμήματος ΚΛ.	65
Πίνακας 5.11. Χαρακτηριστικά ισοδύναμων κυματισμών τμήματος ΛΝ.	66
Πίνακας 5.12. Κυματικά χαρακτηριστικά στη ζώνη θραύσης.	66
Πίνακας 5.13. Εκτίμηση στερεομεταφοράς στο τμήμα ΚΛ.	67
Πίνακας 5.14. Εκτίμηση στερεομεταφοράς στο τμήμα ΛΝ.	67
Πίνακας 5.15. Ύψος κύματος στα βαθειά νερά.	69
Πίνακας 5.16. Εκτίμηση του παράγοντα Α.	70

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

	σελ.
Σχήμα 2.12. Παράκτια ζώνη.	6
Σχήμα 2.2. Μορφολογικά στοιχεία περιγραφής του ημιτονοειδούς κυματισμού.	9
Σχήμα 2.3. Διάθλαση κυματισμών (παράλληλες ισοβαθείς).	13
Σχήμα 2.4. Περίθλαση κύματος.	14
Σχήμα 2.5. Βασικοί τύποι θραύσεως κατά Galvin (1968).	15
Σχήμα 2.6. Επίδραση της ρηχότητας, θραύση κυματισμών και αναρρίχηση στην ακτή.	16
Σχήμα 2.7. Χειμερινό προφίλ – διάβρωση.	18
Σχήμα 2.8. Θερινό προφίλ – πρόσχωση.	19
Σχήμα 2.9. Τρόποι μεταφοράς δάνειου υλικού.	28
Σχήμα 2.10. Απώλειες άμμου στην περίπτωση τεχνητής ανάπλασης ακτής (εγκάρσιοι κυματισμοί).	29
Σχήμα 2.11. Εγκάρσιες απώλειες άμμου μετά την τεχνητή αναπλήρωση της ακτής. Α: όταν αρχική μέση διάμετρος κόκκων d_{50}^* είναι μικρότερη από τη μέση διάμετρο κόκκων της άμμου που προστίθεται d_{50} , Β: όταν οι μέσες διαμέτροι κόκκων d_{50}^* και d_{50} είναι ίσες.	30
Σχήμα 2.12. Έργα συγκράτησης δάνειου ιζήματος.	31
Σχήμα 2.13. Εξέλιξη της ακτογραμμής σε ακτή που εφαρμόστηκε η τεχνητή ανάπλαση για την προστασίας της σε συνδυασμό με κυματοθραύστες παράλληλα στην ακτή.	31
Σχήμα 4.1. Επιμέρους τμήματα ΚΛ και ΛΝ στα οποία χωρίστηκε η περιοχή μελέτης (Απόσπασμα από το χάρτη Αρ.3322).	41
Σχήμα 4.2. Μήκος αναπτύγματος ανέμου.	44
Σχήμα 4.3. Ρυθμός στερεοπαροχής παράλληλα στην ακτή και εξέλιξη ακτογραμμής.	53
Σχήμα 5.1. Εξέλιξη της ακτογραμμής σε ακτή που εφαρμόστηκε η τεχνητή ανάπλαση.	68
Σχήμα 5.2. Αποτελέσματα ερωτηματολογίων.	71

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

σελ.

Εικόνα 2.1. Τεχνικές επεμβάσεις σε παράκτια ζώνη.	24
Εικόνα 2.2. Τεχνητή ανάπλαση ακτής.	27
Εικόνα 3.1. Ευρύτερη περιοχή μελέτης.	35
Εικόνα 3.2. Αποτελέσματα έρευνας της Δ.Ε.Τ.Α.Μ.	39
Εικόνα 5.1. Στοιχεία εμφάνισης ανέμων (1955-1992).	58
Εικόνα 5.2. Εντάσεις ανέμων (1955-1992).	59
Εικόνα 5.3. Κατεύθυνση ανέμων που επηρεάζουν την περιοχή μελέτης έχοντας εντάσεις μεγαλύτερες ή ίσες με 4BF.	59
Εικόνα 5.4. Κατανομή προέλευσης ανέμων στο σύνολο που αυτοί δρουν στην περιοχή μελέτης.	60

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΦΩΤΟΓΡΑΦΙΩΝ

σελ.

Φωτογραφία 3.1. Ακτή Τσαμάκια.	38
Φωτογραφία 4.1. Παραλίες της ευρύτερης περιοχής, με κάθετο προσανατολισμό στο Βοριά.	50



Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

Μετά την πόλη της Μυτιλήνης, τα ανατολικά παράλια της Λέσβου εκτείνονται προς τα νότια-νοτιοανατολικά, περίπου 4 μίλια, μέχρι το Ακρωτήριο Λένα, (Άκρα Λένα). Η ακτή παρουσιάζει έντονη ποικιλία ως προς τα χαρακτηριστικά που την συνθέτουν, αφού οι ανθρώπινες παρεμβάσεις είναι πολλές. Η διερεύνηση προβλημάτων ακτομηχανικής φύσεως, στην παραπάνω παράκτια ζώνη, αποτελεί το αντικείμενο μελέτης αυτής της εργασίας.

Οι τεχνικές επεμβάσεις (νόμιμες και μη) που έγιναν κατά το παρελθόν υποβάθμισαν τις μικρού μήκους και πλάτους αμμώδεις παραλίες της περιοχής. Κατά την περίοδο 1983-84 πραγματοποιήθηκαν, χωρίς μελέτη, επιχώσεις επαύξησης του εύρους της χερσαίας παραλίας από την εταιρεία, που είχε αναλάβει το έργο εκσκαφής του λόφου νότια του Αεροδρομίου Μυτιλήνης. Αποτέλεσμα των παραπάνω ενεργειών, λόγω μεταβολής του προφίλ της ακτής, ήταν η δημιουργία μιας σειράς προβλημάτων στους χρήστες της ακτής και στις εξόδους οχετών ομβρίων υδάτων.

Στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης διερευνάται και προτείνεται η πρόταση-δυνατότητα επεμβάσεων οι οποίες θα μπορούσαν να διαμορφώσουν και ενδεχομένως να υποστηρίξουν την ανάπλαση της ακτής. Αν και η μελέτη της ακτομηχανικής δίαιτας αφορά το ευρύτερο τμήμα της παραλιακής ζώνης, η πρόταση επέμβασης εστιάζεται σε ένα τμήμα αυτής. Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από τη χρήση του κατάλληλου μαθηματικού μοντέλου έδειξαν ότι η προτεινόμενη λύση ανάπλασης της ακτής είναι εφικτή.

Η δομή της εργασίας, μετά την Εισαγωγή (Κεφάλαιο 1), είναι η ακόλουθη: Αρχικά γίνεται αναφορά στις έννοιες της Παράκτιας Ζώνης (Π.Ζ.), της Ολοκληρωμένης Διαχείρισης καθώς και στο πεδίο μελέτης της Ακτομηχανικής επιστήμης και στις φυσικές διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην παραπάνω ζώνη (Κεφάλαιο 2). Ακολουθεί η περιγραφή των στοιχείων που συνθέτουν την ευρύτερη περιοχή μελέτης (Κεφάλαιο 3). Οι πηγές άντλησης των δεδομένων καθώς και οι μέθοδοι - εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν αναλύονται στο επόμενο κεφάλαιο (Κεφάλαιο 4). Την παρουσίαση των αποτελεσμάτων (Κεφάλαιο 5), ακολουθεί η Συζήτηση και τα Συμπεράσματα (Κεφάλαιο 6). Τέλος τα δεδομένα της Εθνικής Μετεωρολογικής Υπηρεσίας (Ε.Μ.Υ.), χάρτες και άλλα στοιχεία που χρησιμοποιήθηκαν, δίνονται στο Παράρτημα. Τις τελευταίες σελίδες αποτελούν μερικές φωτογραφίες «άλλης εποχής».



Κεφάλαιο 2

Ολοκληρωμένη Διαχείριση της Παράκτιας Ζώνης & Ακτομηχανική

2.1. Παράκτια Ζώνη και Ολοκληρωμένη Διαχείριση (Ο.Δ.Π.Ζ.)

Η έννοια της Παράκτιας Ζώνης συχνά παραπέμπει στην ευρέως διαδεδομένη αντίληψη περί της ακτής ή ακτογραμμής, μιας στενής ζώνης που περιλαμβάνει την ξηρά και το θαλάσσιο περιβάλλον λίγα μέτρα εκατέρωθεν της γραμμής διαχωρισμού τους. Μια συστηματική θεώρηση του παράκτιου περιβάλλοντος επιτάσσει την ένταξη στα πλαίσια της παράκτιας ζώνης του συνόλου των θαλάσσιων και χερσαίων εκτάσεων που αλληλεπιδρούν μεταξύ τους (Burke et al., 2001).

Η παράκτια ζώνη θεωρείται μια περιοχή προικισμένη με ιδιαίτερα γνωρίσματα, τα οποία καθορίζουν την σημασία της (Cian – Sain & Knecht, 1998; Post & Ludrin, 1996). Είναι μια περιοχή δυναμική με ευμετάβλητες βιογεωχημικές παραμέτρους. Μια περιοχή που περιλαμβάνει ποικιλία οικοσυστημάτων και ενδαιτημάτων, αποτελώντας συνάμα μια ρυθμιστική ζώνη η οποία μετριάζει τις επιπτώσεις των ανθρώπινων δραστηριοτήτων από την χέρσο στη θάλασσα και αντιστρόφως.

Ιδιαίτερη η σημασία αυτής της περιοχής για τον άνθρωπο, δεδομένου ότι αποτέλεσε την κύρια εστία ανάπτυξης κοινωνικοοικονομικών

δραστηριοτήτων για τις οργανωμένες ανθρώπινες κοινότητες, παρέχοντας άμεση και εύκολη πρόσβαση σε θαλάσσιους εμπορικούς δρόμους καθώς και τη δυνατότητα εύκολης εκμετάλλευσης των θαλάσσιων πόρων. Σήμερα, λόγω της ευαισθησίας τους και των πιέσεων που δέχονται, οι παράκτιες περιοχές αντιμετωπίζουν πληθώρα προβλημάτων, που οδηγούν στην σταδιακή υποβάθμισή τους. Η αυξημένη αστικοποίηση, η κακοπρογραμματισμένη τουριστική ανάπτυξη, τα κακοσχεδιασμένα δίκτυα μεταφορών, η ρύπανση, αλλά και η διάβρωση των ακτών είναι μερικά παραδείγματα που αποτελούν απάνθισμα των πλέον γνωστών προβλημάτων.

Η συντονισμένη προσέγγιση που απαιτείται προκειμένου να αποτραπεί η επιδείνωση των προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι παράκτιες περιοχές, οδηγεί την Ευρωπαϊκή Ένωση στην προσπάθεια θέσπισης συντονισμένης πολιτικής για ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης (Ο.Δ.Π.Ζ.) (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2001). Η ολοκληρωμένη διαχείριση των παράκτιων ζωνών ορίζεται ως « μια συνεχής διεργασία, που έχει ως στόχο τη βιώσιμη ανάπτυξη των παράκτιων ζωνών και διατήρηση της βιοποικιλότητάς τους. Αποβλέπει μέσω πιο αποτελεσματικής διαχείρισης, να εδραιώσει και διατηρήσει τη βέλτιστη χρήση και τα βιώσιμα επίπεδα ανάπτυξης των δραστηριοτήτων στην παράκτια ζώνη και με το χρόνο να βελτιώσει τη φυσική κατάσταση του παράκτιου περιβάλλοντος » (Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1999).

Η ολοκληρωμένη διαχείριση της παράκτιας ζώνης αποβλέπει στην διαπλοκή των διαφόρων πολιτικών που έχουν αντίκτυπο στις παράκτιες περιοχές. Η προσέγγιση αυτή αφορά ταυτοχρόνως τον προγραμματισμό και τη διαχείριση των παράκτιων πόρων και του παράκτιου χώρου. Κατά τον Clark (1992) η Ο.Δ.Π.Ζ. αποτελεί ένα σύστημα ελέγχου της ανάπτυξης και άλλων ανθρωπίνων δραστηριοτήτων που επιδρούν στην κατάσταση των οικονομικών πόρων και στην ποιότητα του περιβάλλοντος στις παράκτιες περιοχές.

Με την παραδοχή ότι η διαχείριση των παράκτιων πόρων διαφέρει από τις μεμονωμένες πρακτικές διαχείρισης των χερσαίων και των θαλάσσιων πόρων, υιοθετείται μια ολιστική θεώρηση. Θάλασσα και παρακείμενη χέρσος αποτελούν μια ενότητα αλληλεπιδρώντων στοιχείων. Με αρχή την

βιωσιμότητα, επιχειρείται μια ρύθμιση εξισορρόπησης των αλληλοσυγκρουόμενων δραστηριοτήτων που λαμβάνουν χώρα στην περιοχή.

Η διαδικασία της Ο.Δ.Π.Ζ. περιλαμβάνει όλο τον κύκλο δράσης: την συλλογή δεδομένων, τον σχεδιασμό, τον συντονισμό ενεργειών, την υλοποίηση και την παρακολούθηση των αποφάσεων. Περιλαμβάνει συντονισμό μεταξύ όλων των αρμόδιων μηχανισμών και φορέων αλλά και της τοπικής κοινωνίας καθώς και την συνεργασία επιστημόνων διαφορετικών ειδικοτήτων. Η αξία και η σημασία της παράκτιας ζώνης καθιστούν αναγκαία την εφαρμογή μιας ολοκληρωμένης διαχείρισης κατά την ανάπτυξη της όποιας ανθρώπινης δραστηριότητας.

2.2. Το αντικείμενο της Ακτομηχανικής

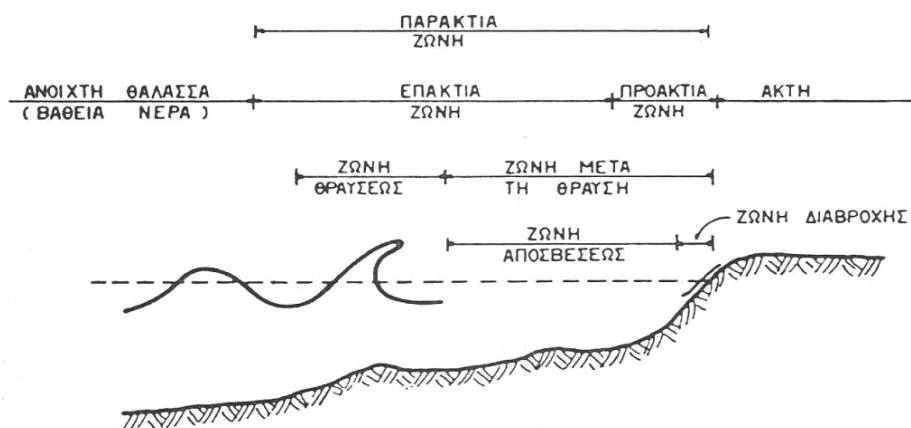
Η Ακτομηχανική είναι κλάδος της θαλάσσιας Μηχανικής που ασχολείται με τα φαινόμενα και τους μηχανισμούς που εμφανίζονται ιδιαίτερα στις ζώνες θραύσεως και αποσβέσεως μιας παράκτιας ζώνης.

Γενικά εξετάζει την στατική και δυναμική ισορροπία της παράκτιας ζώνης. Ειδικότερα μελετάται η μορφή, η δυναμική εξέλιξη και η απόκριση της παράκτιας ζώνης στη δράση της θάλασσας - των κυματισμών. Παράλληλα μελετώνται και σχεδιάζονται έργα που απαιτούν εφαρμογές μεθόδων Ακτομηχανικής · όπως τα έργα προστασίας ακτών.

Η παράκτια ζώνη, στην οποία αλληλεπιδρούν υδρόσφαιρα, λιθόσφαιρα, ατμόσφαιρα και βιόσφαιρα, συνθέτει ένα πολύπλοκο φυσικό σύστημα. Λόγω αυτής της ιδιαιτερότητας και της αλληλεπίδρασης παραγόντων που χαρακτηρίζουν τις παραπάνω έννοιες, η Ακτομηχανική καλείται να συνεργαστεί με επιστήμες που σχετίζονται με τη θάλασσα, την ξηρά, την ατμόσφαιρα αλλά και τον άνθρωπο.

Ως παράκτια ζώνη (nearshore zone) για την Ακτομηχανική ορίζεται η θαλάσσια ζώνη αμέσως μετά την ακτή (Μουτζούρης, 1985). Το εσωτερικό όριο της είναι η ακτογραμμή· η τομή της θαλάσσιας επιφάνειας με την επιφάνεια του εδάφους της ξηράς ή του πυθμένα της θάλασσας. Το εξωτερικό όριο ορίζεται από την ισοβαθή, στην οποία γίνεται αισθητή η επίδραση των κυμάτων ως τον πυθμένα. Η επάκτια ζώνη (inshore zone) και η προάκτια ζώνη

(foreshore zone) ή μέτωπο αυτής αποτελούν τμήματα στα οποία υποδιαιρείται η παράκτια ζώνη. Το όριο μεταξύ της επάκτιας και της προάκτιας ζώνης τοποθετείται στη γραμμή της κατώτατης ρηχίας (mean lower low-water line).



Σχήμα 2.1. Παράκτια ζώνη (Μουτζούρης, 1985).

Επίσης η παράκτια ζώνη περιλαμβάνει τις παρακάτω επιμέρους ζώνες:

- Βαθύτερη ζώνη ή ζώνη πριν από τη θραύση: αποτελεί το πεδίο όπου εμφανίζονται οι παραμορφώσεις των κυμάτων, που τελικά έχουν ως αποτέλεσμα τη θραύση
- Ζώνη θραύσης (break zone): είναι το δυναμικότερο τμήμα της παράκτιας ζώνης αφού σ' αυτήν εμφανίζεται και ολοκληρώνεται ο μηχανισμός της θραύσης των κυμάτων. Ένας μηχανισμός που ουσιαστικά είναι η γενεσιουργός αιτία των περισσότερων διαδικασιών-διεργασιών της ακτομηχανικής.
- Ζώνη μετά τη θραύση (after-breaker zone). Η ζώνη αυτή υποδιαιρείται σε δύο ζώνες:
 - Ζώνη απόσβεσης (surf zone)
 - Ζώνη διαβροχής (swash zone)

Ζώνη απόσβεσης (surf zone): Είναι η ζώνη εκείνη όπου αποσβένεται το μεγαλύτερο μέρος του θραυόμενου κύματος. Χαρακτηρίζεται ως μια ζώνη όπου η δυναμική ισορροπία είναι ευμετάβλητη. Άλλωστε στη ζώνη αυτή πραγματοποιούνται οι παράλληλες και κάθετες μεταφορές των διαφόρων

κοκκομετρικών κλασμάτων (Χρόνης & Αναγνώστου, 1997). Η κλίση του πυθμένα, τα χαρακτηριστικά των κυμάτων αλλά και το εύρος της παραλίας αποτελούν κύριους παράγοντες που επηρεάζουν το εύρος της παραπάνω ζώνης. Όσο μικρότερες είναι οι κλίσεις της τοπογραφικής διατομής μιας παραλίας τόσο πιο αναπτυγμένη είναι η ζώνη απόσβεσης, ενώ σε μεγάλες κλίσεις δεν εμφανίζεται καν.

Τα ρεύματα κατά μήκος της ακτής αναπτύσσονται στη ζώνη απόσβεσης. Η ταχύτητα τους εξαρτάται από το εύρος και το βάθος της ζώνης. Σε ακτές όπου απουσιάζει η ζώνη απόσβεσης δεν δημιουργούνται πραγματικά ρεύματα κατά μήκος της ακτής, οπότε η κίνηση παράλληλα στην ακτογραμμή γίνεται μέσα από λοξές πορείες που σκιαγραφούν τεθλασμένες γραμμές («πριονωτή» μορφή κίνησης).

Ζώνη διαβροχής (swash zone): Αποτελεί τμήμα της χερσαίας παραλίας στο οποίο τελικά εξασθενούν τα κύματα ενώ συγχρόνως παρατηρείται επιστροφή μάζας νερού λόγω βαρύτητας προς τη ζώνη απόσβεσης. Στην ουσία ένα λεπτό «στρώμα» νερού ανεβαίνει στο μέτωπο της παραλίας μέχρι τον μηδενισμό της κινητικής του ενέργειας συμπαρασύροντας στη χερσαία παραλία κλάσματα (άμμου, χαλικιών και κροκαλών) τα οποία βρίσκονται σε αιώρηση στη ζώνη θραύσης. Το «στρώμα» αυτό ονομάζεται ανοδικό στρώμα διαβροχής και ευθύνεται για την απόθεση υλικών, τα οποία συμπαρασύρει στη χερσαία παραλία. Το πλάτος της ζώνης εξαρτάται τόσο από την κλίση του πυθμένα όσο κι από τις περιβαλλοντικές συνθήκες.

Μετά τον μηδενισμό της κινητικής ενέργειας το ανοδικό στρώμα διαβροχής αποκτά μια δυναμική ενέργεια η οποία μετατρέπεται σε κινητική με αντίθετη κατεύθυνση προς το κάτω μέρος της χερσαίας παραλίας. Η μάζα του νερού με τη μορφή ενός λεπτού στρώματος επιστρέφει λόγω της βαρύτητας δημιουργώντας το καθοδικό ρεύμα διαβροχής (backwash). Το ρεύμα αυτό διευθετεί το υλικό που απόθεσε την προηγούμενη χρονική στιγμή το ανοδικό ρεύμα διαβροχής ανάλογα με το σχήμα, τη διάμετρο και την πυκνότητα των κόκκων της χερσαίας παραλίας.

2.3. Μαθηματικά Ομοιώματα-Μοντέλα

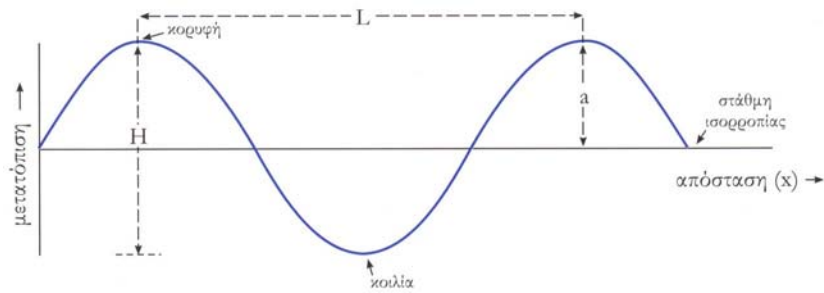
Ιδιαίτερη ώθηση στην πορεία της Ακτομηχανικής έδωσαν την τελευταία πενήνταετία η ανάπτυξη και η εξέλιξη τόσο των ηλεκτρονικών υπολογιστών όσο και των μαθηματικών ομοιωμάτων. Πρόκειται για «εργαλεία» με τα οποία δίνεται η δυνατότητα προσομοίωσης των φαινομένων - μηχανισμών που λαμβάνουν χώρα στην παράκτια ζώνη, απαλλάσσοντας από το οικονομικό και χρονικό κόστος διεξαγωγής πειραμάτων στα κατάλληλα εξοπλισμένα εργαστήρια. Έχουν κατασκευαστεί μαθηματικά μοντέλα, όπως έχει επικρατήσει να λέγονται, τα οποία αναφέρονται στην μετάδοση κυματισμών στον παράκτιο χώρο (WAVE-L), (Κουτίτας, 1985; Copeland, 1985α; Watanabe & Maruyama, 1986; Karambas, 1999), στην κυματογενή κυκλοφορία (WICIR), (Copeland, 1985β; Κουτίτας, 1994; Καπαμπάς, 2004), αλλά και στην κυματογενή μεταφορά ιζημάτων στον παράκτιο χώρο (SEDTR), (Κουτίτας, 1994; Leont'yeu, 1999; Ahrens, 2000).

2.4. Θαλάσσιοι κυματισμοί

Κάθε περιοδική ή μη περιοδική διαταραχή της επιφάνειας της θάλασσας ορίζεται ως θαλάσσιος κυματισμός.

Με βάση της αιτίες που προκαλούν τα κύματα αλλά και τα χαρακτηριστικά των κυμάτων, τα κύματα διαφοροποιούνται σε πολλά είδη. Πολλές είναι και οι θεωρίες που έχουν αναπτυχθεί για την μελέτη των κυματισμών: i) Γραμμική θεωρία κυματισμών ή θεωρία του Airy, ii) θεωρίες Stokes ανώτερης τάξεως, iii) θεωρία κυματισμών ελλειπτικού συνημίτονου και iv) η θεωρία του μοναχικού κύματος.

Στην απλούστερη περίπτωση (θεωρία του Airy) θεωρείται ότι η κίνηση της επιφάνειας της θάλασσας περιγράφεται από μια συνάρτηση ημιτονοειδούς μορφής η οποία δίνεται στο **Σχήμα 2.2**. (Κουτίτας, 1994; Θεοδώρου, 2004).



Σχήμα 2.2. Μορφολογικά στοιχεία περιγραφής του ημιτονοειδούς κυματισμού (Θεοδώρου, 2004).

Στοιχεία περιγραφής ενός κυματισμού, αποτελούν τα:

Κορυφή: Το υψηλότερο σημείο ενός κύματος.

Κοιλιά: Το χαμηλότερο σημείο ενός κύματος.

Μήκος κύματος (L): Η οριζόντια απόσταση μεταξύ δυο διαδοχικών κορυφών ή κοιλιών.

Ύψος κύματος (H): Η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ της κορυφής και της κοιλιάς.

Πλάτος κύματος (a): Η μέγιστη κατακόρυφη μετατόπιση της επιφάνειας της θάλασσας από την στάθμη ισορροπίας. Στους απλούς ημιτονοειδείς κυματισμούς το πλάτος ισούται με το μισό του ύψους του κύματος.

Περίοδος κύματος (T): Η χρονική απόσταση ανάμεσα στην εμφάνιση δυο διαδοχικών κορυφών σε μια θέση.

Ταχύτητα κύματος (c): Η ταχύτητα με την οποία το κύμα περνάει από ένα στάσιμο σημείο.

Καμπυλότητα κύματος: Ο λόγος του ύψους (H) προς το μήκος (L) ενός κύματος (H/L).

Στάθμη ισορροπίας: Η μέση στάθμη της θάλασσας σε ηρεμία.

2.4.1. Ανεμογενή κύματα

Η γένεση των ανεμογενών κυματισμών είναι αποτέλεσμα της επίδρασης του ανέμου στην επιφάνεια της θάλασσας, με τη μεταφορά της ενέργειας του ανέμου στις επιφανειακές θαλάσσιες μάζες. Άνεμοι πολύ μικρών εντάσεων

διαταράσσουν την επιφάνεια της θάλασσας δημιουργώντας σ' αυτήν «ρυτιδώσεις», τα τριχοειδή κύματα. Η δράση ισχυρότερων ανέμων έχει ως αποτέλεσμα τη δημιουργία κυμάτων που χαρακτηρίζονται από μεγαλύτερα μήκη κύματος. Η ολοένα αυξανόμενη δράση του ανέμου καθιστά πιο κυματώδη τη θάλασσα, μεταφέροντας όλο και περισσότερη ενέργεια από τον άνεμο σ' αυτήν.

Σύμφωνα με τη θεωρία των Phillips (1957) και Miles (1960) ,(Κουτίτας, 1998), η δημιουργία των ανεμογενών κυματισμών ξεκινά με γραμμική αύξηση του κύματος λόγω του συντονισμού με τις διαταραχές πιέσεως και τριβής στην επιφάνεια, ενώ στη συνέχεια αναπτύσσεται με εκθετικό ρυθμό λόγω υδροδυναμικής αστάθειας. Η επίδραση ανέμου μιας συγκεκριμένης κατευθύνσεως διαπιστώθηκε ότι προκαλεί γένεση κυματισμών σε έναν τομέα $\pm 45^\circ$ εκατέρωθεν της διεύθυνσης του ανέμου με αποτέλεσμα τη διαμόρφωση ενός πεδίου τρισδιάστατων κυματισμών.

Τα στατιστικά χαρακτηριστικά μεγέθη των ανεμογενών κυματισμών είναι συναρτήσεις των εξής ανεξάρτητων μεταβλητών:

F: μήκος αναπτύγματος. Είναι η χαρακτηριστική γραμμική διάσταση του θαλάσσιου πεδίου από ακτή σε ακτή κατά μήκος της οποίας δρα ο κυματισμός.

t_D : Η διάρκεια πνοής του ανέμου.

U: Η χαρακτηριστική ταχύτητα του ανέμου, αναφερόμενη σε ύψος 10m πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας.

Τα παραπάνω μεγέθη U, F, t_D ευθύνονται ανάλογα με τις τιμές τους για την πλήρη ή όχι ανάπτυξη των κυματισμών. Συγκεκριμένα διακρίνονται οι παρακάτω τρεις καταστάσεις:

- Ανάπτυξη με περιορισμένο μήκος αναπτύγματος (F) : Η διάρκεια πνοής t_D του ανέμου είναι πολύ μεγάλη και τα στοιχεία του κύματος εξαρτώνται από το μήκος αναπτύγματος (F) και από την χαρακτηριστική ταχύτητα του ανέμου (U).

- Ανάπτυξη με περιορισμένη διάρκεια πνοής t_D του ανέμου: Το μήκος αναπτύγματος είναι πολύ μεγάλο και τα στοιχεία του κύματος εξαρτώνται από τη διάρκεια πνοής t_D και την ταχύτητα (U) του ανέμου.
- Πλήρως αναπτυγμένη κατάσταση κυματισμών (FDS) : Στην περίπτωση αυτή η μεταφορά ενέργειας από τα κατώτερα ατμοσφαιρικά στρώματα στις επιφανειακές θαλάσσιες μάζες εξαρτάται μόνο από την χαρακτηριστική ταχύτητα του ανέμου.

2.5. Παράκτιοι κυματογενείς μηχανισμοί

2.5.1. Κυματογενή ρεύματα

Ζώνη πριν τη θραύση

Οι κινήσεις των υγρών σωματιδίων, που προκαλούν οι θαλάσσιοι κυματισμοί, είναι πιο έντονες στα επιφανειακά στρώματα και αποσβήνονται με το βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια. Η μορφή των τροχιών των σωματιδίων, σε μια περίοδο κύματος, εξαρτάται από την τιμή του σχετικού βάθους.

Στη ζώνη της ανοικτής θάλασσας οι τροχιές τείνουν προς κλειστούς κύκλους, η ακτίνα των οποίων ελαττώνεται με το βάθος από την ελεύθερη επιφάνεια. Σε μικρά σχετικά βάθη ($d/L < 0.50$) τα κινούμενα σωματίδια τείνουν να καταλάβουν όλο το υδάτινο στρώμα. Οι τροχιές είναι πεπλατυσμένες με την τάση να γίνουν ελλείψεις. Το χαρακτηριστικό των παραπάνω τροχιών είναι ότι δεν πρόκειται για κλειστές τροχιές. Αυτό ισοδυναμεί με την ύπαρξη μιας μεταφοράς μάζας ή ενός οριζόντιου κυματογενούς ρεύματος κατά τη διεύθυνση μετάδοσης των κυματισμών. Τέλος στη ζώνη των πολύ μικρών σχετικών βαθών όλα τα σωματίδια κινούνται σε ανοιχτές σχεδόν ευθύγραμμες τροχιές.

Η ένταση του κυματογενούς ρεύματος αυξάνει καθώς μειώνεται το σχετικό βάθος και μεγιστοποιείται στη ζώνη θραύσης των κυμάτων (Μουτζούρης, 1985). Η μάζα που μεταφέρεται από το κυματογενές ρεύμα τείνει στη συσσώρευση υγρών σωματιδίων στην ακτή, ανυψώνοντας την ελεύθερη επιφάνεια και στη δημιουργία βαθμίδας πίεσεως. Η τελευταία έχει ως

αποτέλεσμα την εμφάνιση ενός ρεύματος αντίθετης φοράς προς τη φορά μετάδοσης των κυματισμών. Η παρουσία – ροή αυτού του ρεύματος προς τ' ανοιχτά εμποδίζει τη συσσώρευση υγρής μάζας στην παράκτια ζώνη κατά τη διάρκεια ροής κυμάτων. Κοντά στον πυθμένα η διεύθυνση κινήσεως του ρεύματος συμπίπτει με τη διεύθυνση μετάδοσης του κυματισμού. Στην περιοχή των μικρών σχετικών βαθών η διεύθυνση του ρεύματος στην επιφάνεια είναι αντίθετη προς τη διεύθυνση του κυματισμού.

Γραμμή θραύσης και ζώνη μετά τη θραύση

Η δημιουργία κυματογενούς ρεύματος στη γραμμή θραύσης οφείλεται στην κίνηση μεταφοράς του θραυόμενου κύματος. Στη ζώνη μετά τη θραύση δημιουργούνται έντονα ρεύματα κατά μήκος της ακτής, αλλά και κάθετα προς αυτήν.

Η γένεση των ρευμάτων κατά μήκος της ακτής οφείλεται στη μη ομοιόμορφη κατανομή του ύψους κύματος στη ζώνη θραύσης αλλά και στην κλίση της γραμμής θραύσης ως προς την ακτογραμμή. Η ανομοιόμορφη κατανομή που μπορεί να οφείλεται σε ανωμαλίες του πυθμένα και σε αλληλοεπιδράσεις μεταξύ κυμάτων, δημιουργεί υδραυλικές βαθμίδες με αποτέλεσμα τη ροή ρευμάτων. Σε γραμμές θραύσεις υπό γωνία ως προς την ακτογραμμή, η εμφάνιση ρεύματος κατά μήκος της ακτής είναι αποτέλεσμα της ανάκλασης μέρους της ενέργειας του κύματος .

Οι κυριότερες δυνάμεις που επιδρούν στη γένεση των ρευμάτων κατά μήκος της ακτής προέρχονται από τη διατμηματική τάση ακτινοβολίας και την τριβή στον πυθμένα. Αμελητέες θεωρούνται οι δυνάμεις τύρβης.

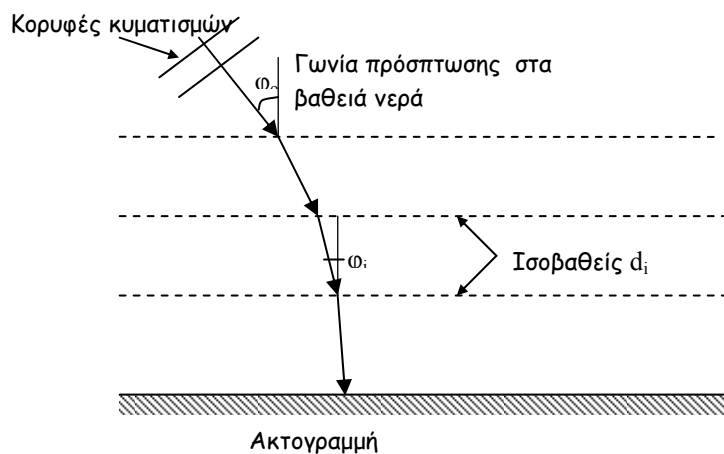
Βελοειδές ρεύμα - Ρεύμα διαφυγής

Όταν διαμήκη ρεύματα έρθουν αντιμέτωπα, στρέφονται προς την ανοιχτή θάλασσα δημιουργώντας ένα νέο ρεύμα. Πρόκειται για ένα ρεύμα επιστροφής μάζας από τη ζώνη μετά τη θραύση στη ζώνη πριν από τη θραύση όπου και εκφυλίζεται. Το ρεύμα αυτό ονομάζεται βελοειδές ρεύμα ή ρεύμα διαφυγής.

Η συμβολή δυο αντίθετων ρευμάτων κατά μήκος της ακτής δεν είναι η μοναδική αιτία δημιουργίας ρευμάτων διαφυγής. Η μορφολογία του πυθμένα και πιο συγκεκριμένα κάποια ανωμαλία του πυθμένα είναι δυνατό να προκαλέσει εκτροπή ενός διαμήκους ρεύματος, προς τ' ανοιχτά. Η μορφολογία της παράκτιας ζώνης, τα χαρακτηριστικά των κυμάτων αλλά και η ένταση των ρευμάτων κατά μήκος της ακτής αποτελούν παράγοντες από τους οποίους εξαρτάται η εμφάνιση διαδοχικών ρευμάτων διαφυγής κατά μήκος μιας ακτής.

2.5.2. Διάθλαση κυματισμών

Το φαινόμενο της διάθλασης των κυματισμών οφείλεται στη διαφοροποίηση της ταχύτητας διάδοσης (c) ενός δισδιάστατου κυματισμού λόγω της επίδρασης του βάθους d στην ταχύτητα. Αποτέλεσμα του παραπάνω μηχανισμού είναι η καμπύλωση των αρχικά ευθύγραμμων κορυφογραμμών με τάση να γίνουν παράλληλες προς τις ισοβαθείς. Ουσιαστικά μεταβάλλεται η διεύθυνση διάδοσης των κυματισμών καθώς αυτοί πλησιάζουν προς την ακτή με αποτέλεσμα οι κυματισμοί να τείνουν να προσπέσουν κάθετα στην ακτή. Τέλος να σημειωθεί ότι η διάθλαση κυματισμών μπορεί να συμβεί σε βάθος d μικρότερο του $L/2$ δεδομένου ότι στα βαθιά νερά η ταχύτητα (c) εξαρτάται από την περίοδο (T) και όχι από το βάθος (d).

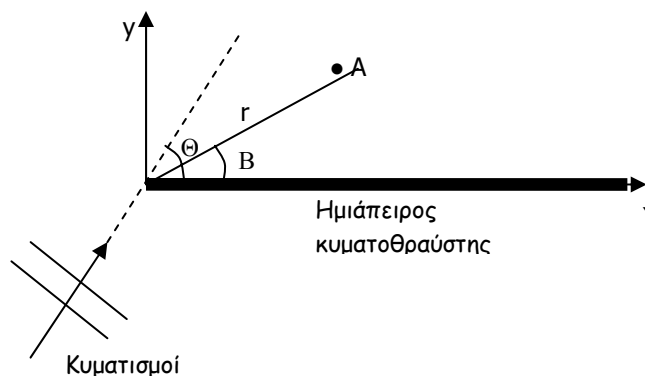


Σχήμα 2.3. Διάθλαση κυματισμών (παράλληλες ισοβαθείς).

2.5.3. Περίθλαση

Η περίθλαση κυματισμών είναι η διαδικασία που συνεπάγεται διάδοση κυματισμών στη «σκιά» στερεών ορίων (π.χ. το ακρομώλιο ενός μώλου) με αλλαγή κατεύθυνσης και μείωση του ύψους τους. Οι κυματισμοί διαδίδονται με συνεχή μείωση της κυματικής ισχύος κατά μήκος της κορυφογραμμής πλευρικά και διαμορφώνουν κυκλικά κυματοκορυφές στην σκιά της κατασκευής.

Γενικά διακρίνονται δυο πρακτικές περιπτώσεις περίθλασης, πάντα με την παραδοχή ότι στο χώρο που συμβαίνει η περίθλαση το βάθος παραμένει σταθερό. Η πρώτη αναφέρεται στην περίθλαση γύρω από ένα άκρο (ακρομώλιο) και η δεύτερη στην περίθλαση σε είσοδο λιμενολεκάνης.



Σχήμα 2.4. Περίθλαση κύματος.

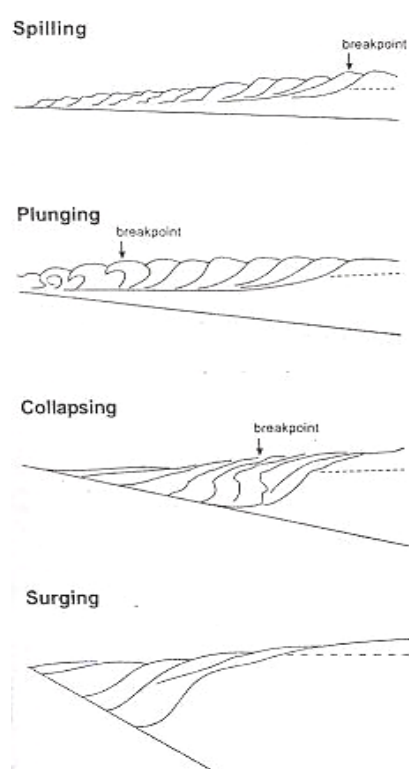
2.5.4. Θραύση κυματισμών

Η θραύση των κυματισμών οφείλεται είτε στην αύξηση της καμπυλότητας H/L πέρα από ένα επιτρεπόμενο όριο (θραύση στην ανοικτή θάλασσα), είτε στην επίδραση της ρηχότητας που προκαλεί υδροδυναμική αστάθεια.

Όταν τα βασικά γεωμετρικά χαρακτηριστικά ενός κυματισμού δεν υπερβαίνουν κάποιες οριακές τιμές, ο κυματισμός χαρακτηρίζεται από μια ευστάθεια. Σε αντίθετη περίπτωση το κύμα παρουσιάζει αστάθεια με αποκορύφωμα τη θραύση.

Στα βαθιά νερά η υδροδυναμική αστάθεια εκδηλώνεται όταν η καμπυλότητα του κυματισμού (Ho/Lo) ξεπεράσει την οριακή τιμή του 1/7.

Η θραύση συνοδεύεται από μετατροπή ενός μέρους της κινητικής ενέργειας του κύματος σε ενέργεια τύρβης με ταυτόχρονη εμφάνιση αφρού. Δεν είναι λίγες οι περιπτώσεις κατά τις οποίες ένα λεπτό στρώμα νερού εκτινάσσεται από την κορυφή του κύματος. Αν η εκτινασσόμενη μάζα περιέχει το μεγαλύτερο μέρος της μάζας του κύματος τότε η θραύση είναι ολική και το κύμα οδηγείται σε πλήρη καταστροφή.



Σχήμα 2.5. Βασικοί τύποι θραύσεως κατά Galvin (1968).

Διαφορετικά, αν η εκτινασσόμενη μάζα περιέχει μικρό μέρος της μάζας του κύματος, το λεπτό στρώμα νερού κινείται με την επίδραση της βαρύτητας και προσκρούει στο υδάτινο στρώμα προς την ακτή.

Η εμφάνιση της θραύσης εξαρτάται από την κλίση του πυθμένα, το αρχικό ύψος και μήκος κύματος καθώς και από το βάθος νερού στο σημείο θραύσης. Ανάλογα με την τιμή της παραμέτρου ξ , (κριτήριο θραύσης), οι μορφές θραύσης διακρίνονται σε : α) θραύση κυλίσεως, β) εκτινάξεως, γ) εφορμήσεως (Weggel, 1972). Ο Galvin (1968) διέκρινε έναν τέταρτο τύπο θραύσεως, τη θραύση κατάρρευσης (Σχήμα 2.5.).

Κριτήριο Θραύσης

Στα ρηχά νερά, κατά τη μετάδοσή του προς την ακτή, ο κυματισμός αυξάνει το ύψος του λόγω της επίδρασης της ρηχότητας (η μείωση του μήκους του οδηγεί στην αύξηση του ύψους του ώστε να διατηρηθεί η ισχύς

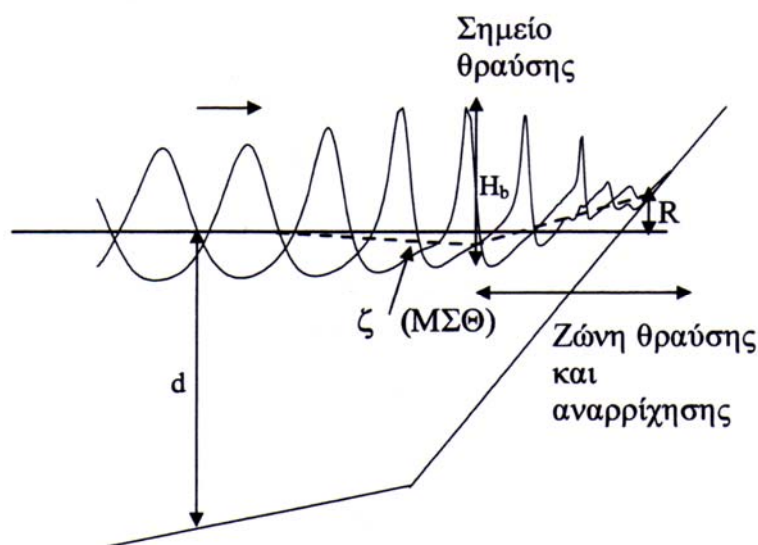
σταθερή). Όταν όμως ο λόγος του ύψους H προς το βάθος d ξεπεράσει μία οριακή τιμή ο κυματισμός θραύεται. Το κριτήριο θραύσης γράφεται:

$$\gamma = \frac{H_b}{d_b} = \xi^{0.17} + 0.08 \quad (2.1)$$

όπου H_b είναι το ύψος του κύματος στο σημείο θραύσης (που αποτελεί και τη μέγιστη δυνατή τιμή του) d_b το βάθος του νερού στο σημείο θραύσης και ξ η παράμετρος Irribaren:

$$\xi = \frac{\tan\theta}{\sqrt{\frac{H_o}{L_o}}} \quad (2.2)$$

με $\tan\theta$ την κλίση του πυθμένα και H_o και L_o το ύψος και το μήκος κύματος στα βαθειά νερά.



Σχήμα 2.6. Επίδραση της ρηχότητας, θραύση κυματισμών και αναρρίχηση στην ακτή.

2.5.5. Αναρρίχηση στην ακτή

Το μέγιστο ύψος R (Σχήμα 2.6.) πάνω από τη στάθμη ηρεμίας της θάλασσας που αναρριχάται ένας κυματισμός δίνεται από την απλή σχέση του Hunt:

$$R = H_b \xi \quad \text{για } \xi < 2.3$$

$$R = 2.3 H_b \quad \text{για } \xi \geq 2. \quad (2.3)$$

Στην παραπάνω τιμή συμπεριλαμβάνεται και η μέγιστη ανύψωση της Μέσης Στάθμης Θάλασσας ζ_{\max} στη ζώνη αναρρίχησης (Σχήμα 2.6.).

Η Μέση Στάθμη Θάλασσας ζ μεταβάλλεται σύμφωνα με:

$$\zeta = \frac{\frac{5}{16} \gamma H_b - \frac{3}{8} \gamma^2 d}{1 + \frac{3}{8} \gamma^2} \quad (2.4)$$

με ελάχιστη τιμή $\zeta_{\min} = -0.0625 (\gamma H_b)$ κοντά στο σημείο θραύσης και μέγιστη $\zeta_{\max} = 0.3125 (\gamma H_b)$)στη ζώνη αναρρίχησης.

2.6. Μεταφορά φερτών υλών

2.6.1. Εγκάρσια στην ακτή

Η μεταφορά φερτών υλών εγκάρσια στην ακτή αποτελεί μια από τις συνιστώσες που συμβάλλει στη διαμόρφωση του προφίλ ακτής. Εγκάρσια στην ακτή διακρίνεται το όριο της επίδρασης των κυματισμών προς την ανοικτή θάλασσα, μια ζώνη (offshore) μεταξύ αυτού του ορίου και της γραμμής θραύσεως και μια ζώνη (inshore-surf zone) μεταξύ της γραμμής θραύσεως και του ορίου αναρρίχησης κυματισμών είναι το μέτωπο της ακτής (foreshore). Πίσω από τις ζώνες αυτές είναι η ράχη της ακτής (backshore) που φτάνει ως το μέγιστο όριο αναρρίχησης των χειμερινών κυματισμών. Η διαμόρφωση του βάθους του νερού ή του έξαλλου υψόμετρου των ζωνών αυτών επηρεάζεται από τις εγκάρσιες διαδικασίες μεταφοράς φερτών υλών.

Το όριο επιδράσεως των κυματισμών καθορίζεται από την σχέση των Swart-Flemming ή την αντίστοιχη του Halmeier που σχετίζει την μέγιστη κυματική ταχύτητα κοντά στον πυθμένα με τη διάμετρο και το ειδικό βάρος των φερτών (Κουτίτας, 1994):

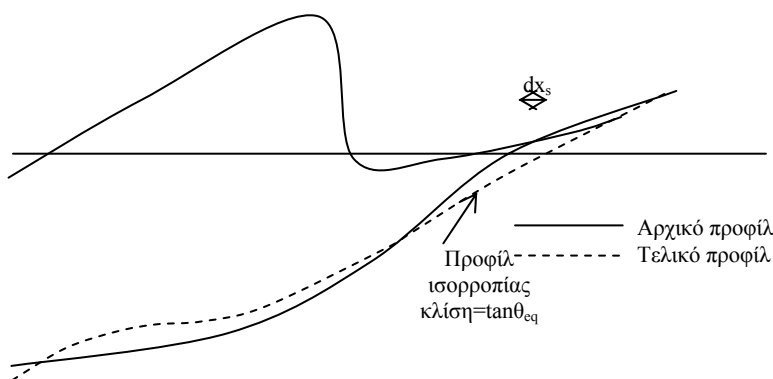
$$U_{0_{cr}} = \frac{\pi H}{T \sinh(kd)} = \left(8 \frac{\Delta \rho}{\rho} g D_{50} \right)^{0.5} \quad (2.5)$$

Η σχέση αυτή δίνει τους συνδυασμούς H , T για τους οποίους βρίσκεται το οριακό βάθος d επιδράσεως των κυματισμών.

Η εγκάρσια μεταφορά βασίζεται στην αποσταθεροποιητική δράση των κυματισμών και τα δευτερογενή ρεύματα εγκάρσια στην ακτή.

Αποτέλεσμα της δράσης των κυματισμών και κυματογενών ρευμάτων εγκάρσια στην ακτή είναι η διαμόρφωση του χειμερινού και του θερινού προφίλ.

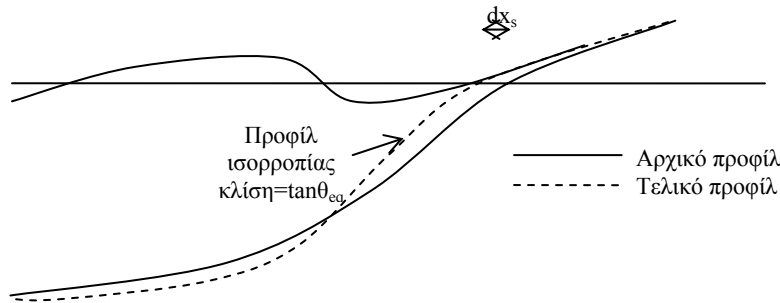
Χειμερινό προφίλ: Οι κυματισμοί μεγάλης καμπυλότητας H_o/L_o διαβρώνουν μέρος του υλικού του μετώπου της ακτής και του τμήματος του βυθού μεταξύ γραμμής θραύσεως και ακτογραμμής και το μεταφέρουν στην περιοχή θραύσεως, δημιουργώντας έναν επιμήκη ύφαλο (longshore bar) παράλληλα προς την ακτή.



Σχήμα 2.7. Χειμερινό προφίλ - διάβρωση.

Θερινό προφίλ: Οι θερινοί κυματισμοί μικρής καμπυλότητας επαναφέρουν υλικά στο έξαλο μέτωπο της ακτής μειώνοντας το ύψος του

υφάλου, με παράλληλη απόθεσή του στο χερσαίο τμήμα και δημιουργία του ιζηματογενούς υβώματος.



Σχήμα 2.8. Θερινό προφίλ - πρόσχωση.

Η σύγχρονη πειραματική και υπολογιστική τεχνική έχει κατορθώσει να προσομοιώσει και να περιγράψει ποσοτικά τις διεργασίες της διάβρωσης και της πρόσχωσης. Απλούστευση προσέγγιση για την αποτίμηση των συνθηκών διάβρωσης και πρόσχωσης, συναρτήσει των κυματικών συνθηκών και της κοκκομετρίας, αποτελούν οι σχέσεις των Dean και Sunamura – Horikawa.

Από την σχέση του Dean (Καραμπάς, 2004):

$$F_0 = \frac{H_0}{w_f T} \quad (2.6)$$

ανάλογα με την τιμή του F_0 διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

για $F_0 > 1$ συμβαίνει διάβρωση και για $F_0 < 1$ συμβαίνει πρόσχωση.

Στη σχέση Sunamura – Horikawa (Kraus and Horikawa, 1990):

$$G_0 = \frac{H_0}{L_0} (\tan \theta)^{0.27} \left(\frac{D_{50}}{L_0} \right)^{-0.67} \quad (2.7)$$

πάλι διακρίνονται δύο περιπτώσεις:

όταν $G_0 > 18$ συμβαίνει διάβρωση και όταν $G_0 < 9$ συμβαίνει πρόσχωση.

2.6.2. Στερεομεταφορά κατά μήκος της ακτής

Η στερεομεταφορά παράλληλα προς την ακτή είναι μια από τις σημαντικότερες διεργασίες που λαμβάνουν χώρα στην παράκτια ζώνη και

οφείλεται κυρίως στη θραύση κυμάτων υπό γωνία με την ακτογραμμή. Τα θραυόμενα κύματα διαταράσσουν και θέτουν σε αιώρηση τα παράκτια ιζήματα τα οποία στη συνέχεια μεταφέρονται στα κατάντη από τα ρεύματα κατά μήκος της ακτής (Βελεγράκης, 2005). Η παροχή στερεομεταφοράς εξαρτάται από τη γωνία προσπτώσεως των κυμάτων και την ενέργειά τους.

Η συσχέτιση ανάμεσα στην κατά μήκος της ακτής ροή της κυματικής ενέργειας και της παροχής σε βυθισμένο βάρος φερτών υλών κατά μήκος της ακτής έχει επισφραγιστεί από συστηματικές έρευνες στις ακτές των Ηνωμένων Πολιτειών της Αμερικής και της Δυτικής και Βόρειας Ευρώπης (Κουτίτας , 1994).

Η ροή ενέργειας κατά μήκος της ακτής, στο σύνολο της ζώνης θραύσης, δίδεται από:

$$P_{Is} = (1/16) H_{sb}^2 c_{gd} \sin 2\phi_b \quad (2.8)$$

Η σχέση της παραπάνω ροής με την παροχή σε βυθισμένο βάρος ή όγκο φερτών που δίνεται από πειραματική καμπύλη (Κουτίτας , 1994) είναι η :

$$Q_I = 1290 P_{Is} \quad (m^3/y) \quad (2.9)$$

Κατά την εφαρμογή της σχέσης (2.9) σε περίπτωση πειραματικής συχνότητας εμφάνισης $f(\%)$ του σημαντικού ύψους κύματος H_{sb} στην ακτή, απαιτείται πολλαπλασιασμός του δεύτερου μέλους της (1) με τη συχνότητα $f(\%)$. Με αυτό τον τρόπο είναι δυνατό να γίνει ο υπολογισμός των όγκων φερτών υλών που κινούνται κατά μήκος της ακτής και προσδιορισμός των κατευθύνσεών τους ανάλογα με το πρόσημο της γωνίας θραύσης ϕ_b .

Στο σημείο αυτό θα πρέπει να τονιστεί ότι από τη διασπορά των πειραματικών δεδομένων (Κουτίτας , 1994) φαίνεται ότι η εκτίμηση της ολικής παροχής φερτών γίνεται με ακρίβεια $\pm 50\%$. Επομένως απαιτείται κάποια επιφύλαξη στην εφαρμογή της ή υποστήριξη από παρατηρήσεις πεδίου.

Η σωστότερη μεθοδολογία υπολογισμού στερεοπαροχής εφόσον δεν είναι δυνατή η εκτέλεση μετρήσεων, είναι η χρήση στοιχείων από γειτονικές

περιοχές ή από χρονικές μεταβολές της ακτογραμμής. Δυστυχώς όμως η απουσία τέτοιων στοιχείων οδηγεί στην χρήση μεθόδων υπολογισμού παροχής στερεομεταφοράς. Τέτοιες μέθοδοι είναι η μέθοδος CERC ή μέθοδος ροής ενέργειας, η μέθοδος INMAN AND BANGNOLD και η μέθοδος CASTANHO (Μουτζούρης, 1985). Η πρώτη από αυτές τις μεθόδους είναι και η συχνότερα χρησιμοποιούμενη διεθνώς.

2.7. Μορφή παραλιακού προφίλ

Το γενικευμένο προφίλ των παραλιών αποτελείται από τμήματα που ελέγχονται από την υδροδυναμική, την αεροδυναμική και το είδος των ιζημάτων της περιοχής (Βελεγράκης, 2005). Η παραλία αποτελείται από χερσαία και υποθαλάσσια τμήματα. Το ιζηματογενές ύψωμα ή έξαλλος αναβαθμός (berm) και η "εσωτερική παραλία" (backshore) αποτελούν τα χαρακτηριστικά του χερσαίου τμήματος, ενώ ο επιμήκης ιζηματογενής ύφαλος (longshore bar) και η επιμήκης κοιλότητα ροής (longshore trough) είναι τα κύρια μορφολογικά χαρακτηριστικά της υποθαλάσσιας παραλίας.

Στη φύση το παραλιακό προφίλ είναι συνεχώς ανασχηματιζόμενο (CUR, 1987) και οι παραλίες δεν έχουν πάντοτε μια γενικευμένη μορφή, δεδομένου ότι δεν παραμένουν σταθερές ούτε στο χώρο ούτε στο χρόνο. Διαφορετική διατομή είναι δυνατό να έχουν τμήματα της ίδιας παραλίας, αλλά και η ίδια η παραλία σε διαφορετικές χρονικές κλίμακες.

Πέρα από τις μελέτες που αποσκοπούν στον καθορισμό κριτηρίων για τον τύπο του παραλιακού προφίλ, πολλές προσπάθειες έχουν γίνει για να περιγράψουν την μορφή του προφίλ ισορροπίας · ένα προφίλ παραλίας με σταθερή μορφή που δημιουργείται όταν η παραλία εκτίθεται για μεγάλο χρονικό διάστημα σε συγκεκριμένες κυματικές συνθήκες (CUR, 1987). Ο Bruun (1954) μελετώντας παραλίες της Καλιφόρνιας και της Δανίας (στη Βόρεια Θάλασσα) έδειξε πως το προφίλ ισορροπίας μπορεί να προσεγγιστεί από μια απλή συνάρτηση (Σχέση 2.10) :

$$h=Ay^{2/3} \quad (2.10)$$

όπου :

h : το βάθος του νερού

y : η απόσταση από την ακτή

A : μια παράμετρος, $A=f(H_0, L_0, d_{50})$

Ο Dean (1977) λαμβάνοντας υπόψη του τις ποικίλες δυνάμεις που επιδρούν στη ζώνη απόσβεσης (surf zone) κατέληξε στην παρακάτω γενική σχέση (Σχέση 2.11) :

$$h=Ay^m \quad (2.11)$$

Τα αποτελέσματα που προέκυψαν από εκτεταμένες αναλύσεις της συμπεριφοράς θυελλωδών κυμάτων (Dean, 1983), έδειξαν ότι το $m=0.67$.

Τα επαναλαμβανόμενα πειράματα πάνω στη διάβρωση των θινών κατά τη διάρκεια θυελλωδών κυμάτων και η πρόσθετη επεξεργασία των αποτελεσμάτων τους έδειξαν (Vellinga, 1984) πως ικανοποιητική είναι η παρακάτω προσέγγιση (Σχέση 2.12) :

$$h=0.08y^{0.78} \quad (2.12)$$

Τελικά με την συνεκτίμηση της επίδρασης των απότομων κυματισμών και το μέγεθος των κόκκων του ιζήματος (CUR, 1987) προέκυψε η ημιεμπειρική σχέση (Σχέση 2.13) :

$$h=0.70 (H_0/L_0)^{0.17} w^{0.44} y^{0.78} \quad (2.13)$$

όπου :

h : το βάθος του νερού, y η απόσταση από την ακτή, w η ταχύτητα καθίζησης των κόκκων και H_0 , L_0 το ύψος και το μήκος κύματος, αντίστοιχα, στα βαθιά νερά. Δηλαδή στην περίπτωση αυτή η παράμετρος A ισούται με :

$$A=0.70 (H_0/L_0)^{0.17} w^{0.44} \quad (2.14)$$

Συνεχίζοντας τις μελέτες και χρησιμοποιώντας την ταχύτητα καθίζησης των κόκκων w , ο Dean (1987), κατέληξε πως το A μπορεί να προσεγγιστεί και από την :

$$A=0.067w^{0.44} \quad (2.15)$$

Εν κατακλείδι είναι δύσκολο να βρεθεί μια ακριβής σχέση μεταξύ του προφίλ της παραλίας στη φύση και των κυματικών συνθηκών (CUR, 1987).

2.8. Παράκτια Τεχνικά Έργα

Οι πρώτες παράκτιες κατασκευές χρησίμευσαν ως έργα ελλιμενισμού, έργα προστασίας από θυελλώδεις κυματισμούς (Δασκαλάκης, 1999). Όμως η ανάγκη ανάπτυξης και προστασίας των παράκτιων ζωνών οδήγησε στην ανάπτυξη τεχνολογίας (έργων πολλαπλών αποστολών) αντιδιαβρωτικής προστασίας ακτών, διαμόρφωσης θαλάσσιου μετώπου, διευθέτησης εκβολών, υποβρύχιας διάθεσης λυμάτων και αποβλήτων, υποβρύχιας δικτύωσης ξηράς και νησιών, εντατικής και εκτατικής ιχθυοκαλλιέργειας.

Τα πρώτα έργα που κατασκευάστηκαν για την προστασία και την ανάπλαση των ακτών εμφανίστηκαν στα τέλη του 19ου αιώνα. Με την ίδρυση του Coastal Engineering Research Center (CERC) το 1930 επιχειρείται η επιστημονική προσέγγιση προβλήματος της διάβρωσης και της προστασίας ακτών.

Ανάλογα με τη λειτουργία τους τα έργα προστασίας ακτών μπορούν να διαχωριστούν κυρίως σε δυο κατηγορίες.

- έργα θωράκισης της ακτής
- έργα ανάπλασης της ακτής

Στα έργα θωράκισης της ακτής περιλαμβάνονται εκείνα που ως σκοπό έχουν την προστασία της ακτής από τη διάβρωση· η οποία οφείλεται στην απομάκρυνση φερτών υλών λόγω ισχυρών κυματισμών. Σκοπός των έργων ανάπλασης της ακτής είναι η αλλαγή ισορροπίας στο ισοζύγιο των φερτών υλών ώστε να δημιουργηθεί περίσσεια στερεοπαροχής, με απώτερο στόχο την προσάμμωση της ακτής.

Ανάλογα με την επίδραση που έχουν τα έργα στην αισθητική εικόνα παράκτιας ζώνης, μπορούν να διαχωριστούν σε

- έργα βαριάς μορφής
- έργα ήπιας μορφής

2.8.1 Έργα βαριάς μορφής

Στα έργα βαριάς μορφής περιλαμβάνονται οι παράλληλοι, στην ακτή, κυματοθραύστες (detached breakwaters), οι εγκάρσιοι κυματοθραύστες ή βραχίονες (groins) και οι θαλάσσιοι τοίχοι (seawalls).

Οι παράλληλοι στην ακτή κυματοθραύστες: κατασκευάζονται από οπλισμένο σκυρόδεμα, φυσικούς ογκόλιθους και συνδυασμό αυτών. Στην ουσία αποτελούν έργα ανάπλασης της ακτής καθώς μεταξύ των παράλληλων κυματοθραυστών και της ακτής σημειώνεται αλλαγή του ύψους και της κατεύθυνσης των κυματισμών, λόγω περίθλασης. Έτσι ποσότητες φερτών παγιδεύονται στο τμήμα της ζώνης θραύσης πίσω από το έργο προκαλώντας προσάμμωση και εμφάνιση «χερσονησίδων» (tombolo) που τείνουν να ενώσουν το έργο με την ακτή.

Έργα ανάπλασης αποτελούν και οι **εγκάρσιοι κυματοθραύστες**. Τοποθετούνται κάθετα στην ακτή και παράλληλα μεταξύ τους. Η παρουσία τους παγιδεύει φερτές ύλες στα ανάντη δημιουργώντας διάβρωση στα κατόντη. Αυτός είναι και ο λόγος που οι βραχίονες δεν κατασκευάζονται μεμονωμένοι αλλά σε συστοιχίες με πρόβλεψη για τους ακριανούς βραχίονες, να τοποθετηθούν έτσι ώστε στην πλευρά όπου θα σημειωθεί διάβρωση να μην υπάρχει κατασκευή που θα επηρεαστεί.



Εικόνα 2.1. Τεχνικές επεμβάσεις σε παράκτια ζώνη.

Τέλος οι **θαλάσσιοι τοίχοι** (seawalls) αποτελούν ογκώδεις κατασκευές θωράκισης των ακτών. Τοποθετούνται κατά μήκος της ακτογραμμής στοχεύοντας να εμποδίσουν την άμμο να απομακρυνθεί στ' ανοιχτά, αλλά και

τους κυματισμούς να φτάσουν στην ακτή. Κατασκευάζονται από λιθορριπή, οπλισμένο σκυρόδεμα ή ξύλα.

Λόγω της κατασκευής τους οι τοίχοι έχουν ως αποτέλεσμα τη μείωση του εύρους της παραλίας. Στην ουσία «εξαφανίζουν» την ακτή και φυσικά δεν εφαρμόζονται σε τουριστικές περιοχές και σε ακτές κολύμβησης.

Οι παράλληλοι προς την ακτογραμμή τοίχοι που είναι μέσα στη ζώνη αναρρίχησης των κυματισμών λόγω ανάκλασης κυμάτων διαβρώνουν την ακτή μπροστά από τον τοίχο και τον υποσκάπτουν γι' αυτό απαιτείται η θεμελίωσή τους να γίνει σε επαρκές βάθος ή θωράκιση προς τη μεριά της θάλασσας με πρηνή λιθορριπών θωρακίσεως.

2.8.2 Έργα ήπιας μορφής

Κυματοθραύστες χαμηλής στρέψης: πρόκειται για διαπερτούς κυματοθραύστες τραπεζοειδούς διατομής, των οποίων ένα μικρό τμήμα είναι ορατό. Αυτό είναι και το βασικό πλεονέκτημά τους σε σχέση με τους κλασσικούς κυματοθραύστες, αφού δεν προκαλούν οπτική αλλοίωση του περιβάλλοντα παράκτιου τοπίου, ενώ παράλληλα ευνοούν την ανανέωση των νερών. Κατασκευάζονται από ογκόλιθους, λιθορριπή αλλά και από σκυρόδεμα. Όπως και οι έξαλλοι κυματοθραύστες, οι κυματοθραύστες χαμηλής στρέψης μπορούν να κατασκευαστούν ως μια μεμονωμένη κατασκευή ή σειρά κατασκευών με κενά ανάμεσά τους.

Βυθισμένοι κυματοθραύστες : πρόκειται για κυματοθραύστες η στρέψη των οποίων βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας (Καραθανάση κ. α., 2005). Κατασκευάζονται συνήθως από ογκόλιθους, λιθορριπή και από σκυρόδεμα. Μια καινούργια τεχνική κατασκευής που προτείνεται από το CERC θέλει οι βυθισμένοι κυματοθραύστες να κατασκευάζονται από γεωσωλήνες ή σωλήνες πολυαιθυλενίου γεμισμένες με άμμο ή ισχνό σκυρόδεμα.

Τα τελευταία χρόνια παγκοσμίως υπάρχει προτίμηση σε αυτό το είδος των κυματοθραυστών, για την προστασία των ακτών από τη διάβρωση (Dean et al, 1997; Black, 2000). Παράλληλα διερευνάται κατά πόσο οι παραπάνω

κατασκευές μπορούν να έχουν διπλό ρόλο: προστασία ακτών και εμπλουτισμό του θαλάσσιου περιβάλλοντος.

Όπως οι έξαλλοι κυματοθραύστες και οι κυματοθραύστες χαμηλής στρέψης, έτσι και οι βυθισμένοι κυματοθραύστες μπορούν να κατασκευαστούν ως μια μεμονωμένη κατασκευή ή σειρά κατασκευών με κενά ανάμεσά τους.

Πλωτοί κυματοθραύστες: αποτελούν μια μορφή συστημάτων προστασίας των παράκτιων ζωνών και εμφανίζονται σήμερα ως η πλέον τεχνολογικά σύγχρονη και περιβαλλοντικά φιλική εναλλακτική λύση έναντι των παραδοσιακών σταθερών κυματοθραυστών (Λουκογεωργάκη κ.ά., 2005).

Η λειτουργία των πλωτών κυματοθραυστών (floating breakwaters) είναι όμοια με αυτή των κυματοθραυστών. Χαρακτηριστικό τους είναι ότι δεν εδράζονται στο βυθό της θάλασσας αλλά επιπλέουν στην επιφάνεια συγκρατούμενοι από άγκυρες. Οι κατασκευές αυτές εφαρμόζονται σε παράκτιες περιοχές με ήπιες κυματικές συνθήκες για την προστασία παράκτιων ζωνών από τη διάβρωση, για την προστασία λουομένων, για τη δευτερογενή προστασία λιμένων, καθώς και για τη διαμόρφωση μικρών λιμένων ή αλιευτικών καταφυγίων.

Η προσαμμοτική λειτουργία τους βασίζεται στο ότι εκτρέπουν το παράλληλο θαλάσσιο ρεύμα και συνεπώς και την στερεοπαροχή, συγκεντρώνοντας την στο μέρος της ακτής που βρίσκεται πίσω τους. Πλεονεκτούν έναντι των κλασικών κυματοθραυστών αφού κατασκευάζονται, τοποθετούνται και συντηρούνται πιο εύκολα. Επιπλέον η παρουσία τους δεν επηρεάζει ιδιαίτερα την αισθητική του χώρου, ενώ συγχρόνως εξασφαλίζεται καλύτερη ανακύκλωση των νερών κοντά στην ακτή. Σημαντικό είναι η δυνατότητα μετακίνησης τους από σημείο σε σημείο με αποτέλεσμα να μπορεί να γίνει προσάμμωση της ακτής σε οποιοδήποτε σημείο και όχι μόνο τοπικά.

Οι πλωτοί κυματοθραύστες κατασκευάζονται από διογκωμένη πολυστερίνη ή άλλα πλαστικά υλικά. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δίνεται στην αγκύρωσή τους και στην μεταξύ τους σύνδεση καθώς η συνεχής δράση των κυματισμών μπορεί να προκαλέσει δυσάρεστα αποτελέσματα (Καραμπάς, 2004).

Τεχνητή απόθεση άμμου - Εμπλουτισμός ακτής (beach nourishment/replenishment): Πρόκειται για μια ήπιας μορφής επέμβαση, στην ακτή, η οποία δεν απαιτεί κατά ανάγκη την κατασκευή κάποιου τεχνικού έργου. Η τεχνητή απόθεση άμμου είναι ουσιαστικά τοποθέτηση μεγάλων ποσοτήτων χαλαρών υλικών (άμμου ή χαλικιών) στην παραλία με σκοπό είτε την προστασία της από τη διάβρωση είτε τη δημιουργία καλύτερης ψυχαγωγικής ακτής. Απαραίτητα στοιχεία πριν την εφαρμογή αυτής της μεθόδου είναι η χρονοσειρά δεδομένων σχετικών με τη σύνθεση της παραλίας και του πυθμένα, με το ανεμολογικό και κυματικό κλίμα, αλλά και τις ανθρώπινες παρεμβάσεις που αφορούν την ευρύτερη περιοχή. Πολύτιμες πληροφορίες σαφώς θα προκύψουν από την παρατήρηση παλιών φωτογραφιών και αεροφωτογραφιών (CUR, 1987), εφόσον είναι δυνατή η εύρεσή τους.

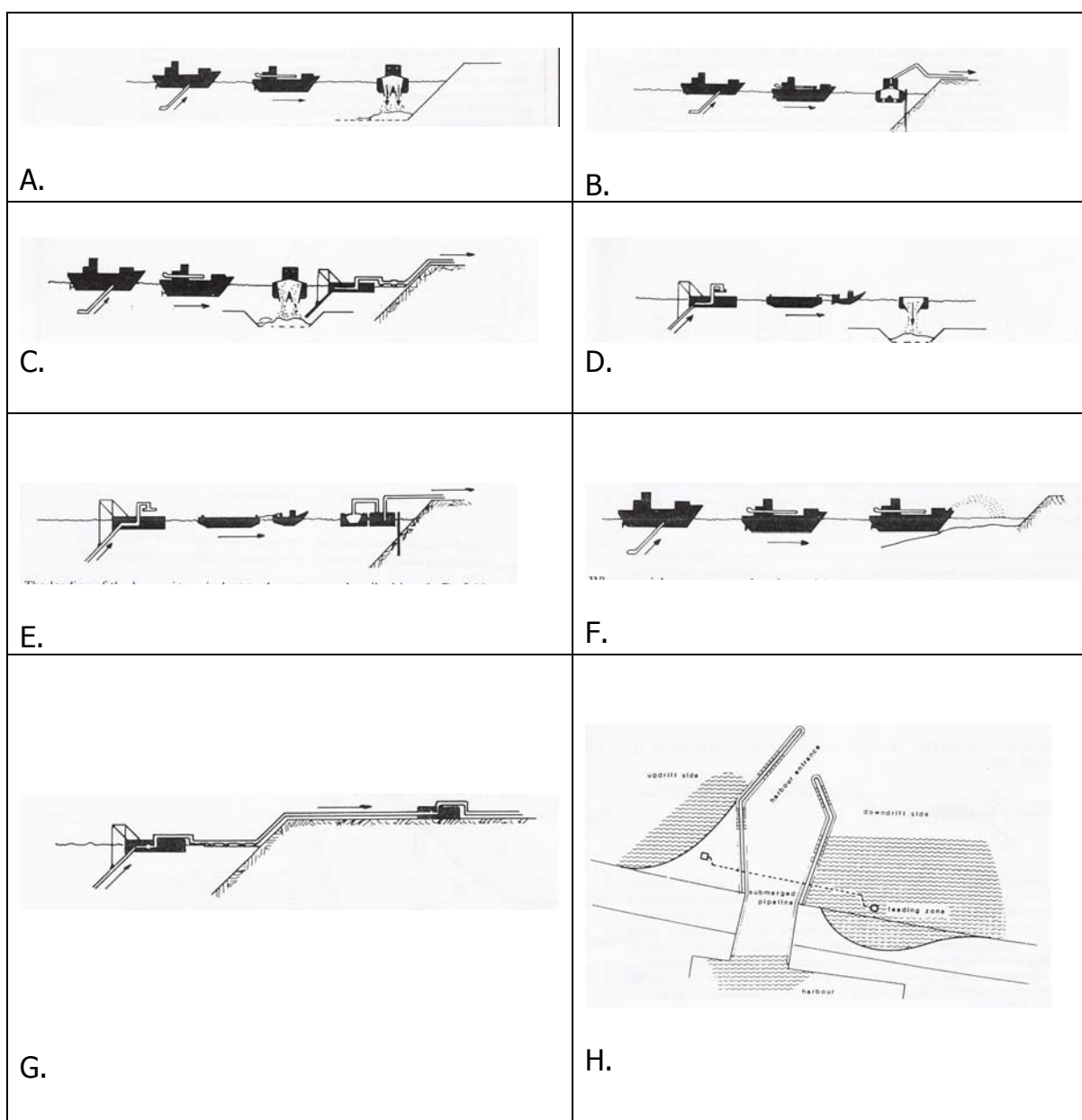


Εικόνα 2.2. Τεχνητή ανάπλαση ακτής.

Για τον σχεδιασμό ενός έργου τροφοδότησης παραλίας απαιτείται προσεκτική εκτίμηση πολλών παραγόντων προκειμένου να εξασφαλισθεί ότι το έργο θα καλύψει τις απαιτήσεις για τις οποίες σχεδιάστηκε. Κρίσιμες παράμετροι στο στάδιο αυτό (Μουτζούρης, 1985; CUR, 1987) είναι:

- Η γνώση των παράκτιων μηχανισμών
- Η γνώση του επιτόπιου ιζήματος
- Η κατάλληλη εκλογή του δανείου ιζήματος
- Η ρεαλιστική εκτίμηση του χρόνου ζωής της αναπλήρωσης
- Η σωστή εκλογή πιθανών απαραίτητων έργων στηρίξεως

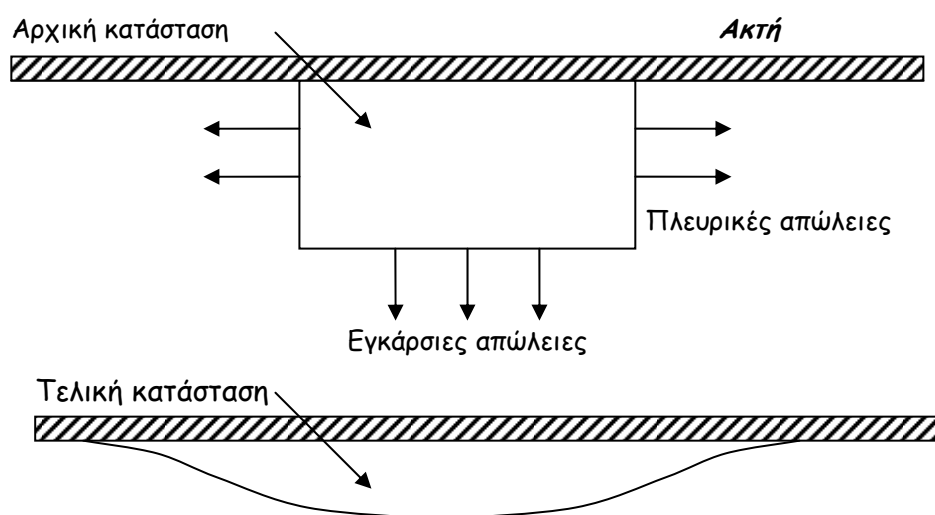
Η συλλογή και η απόθεση των υλικών γίνεται με διάφορους τρόπους (Σχήμα 2.9.), αφού το δάνειο υλικό μπορεί να προέρχεται από άλλες ακτές όπου υπάρχει περίσσεια υλικού αλλά και από τα ανοιχτά (CUR, 1987, Dean, 2003). Συνήθως, συνίσταται να γίνεται αμμοληψία από όσο το δυνατό πλησιέστερη θαλάσσια περιοχή ώστε να αυξάνονται οι πιθανότητες το υλικό απόθεσης να είναι συμβατό με τα χαρακτηριστικά του επιτόπιου υλικού, ενώ παράλληλα να μειώνεται το κόστος μεταφοράς αυτού.



Σχήμα 2.9. Τρόποι μεταφοράς δάνειου υλικού (CUR, 1987).

Η απόθεση του υλικού μπορεί να γίνει είτε με άμεση τοποθέτηση του, στην περιοχή εφαρμογής, είτε έμμεσα, (μέθοδος των αποθεμάτων), ακόμη και με συνεχή τροφοδότηση της ακτής σε ένα ή δύο σημεία. Η επιλογή του τύπου καθορίζεται ουσιαστικά από τις αιτίες απώλειας της παραλίας και το χρονοδιάγραμμα υλοποίησης του έργου.

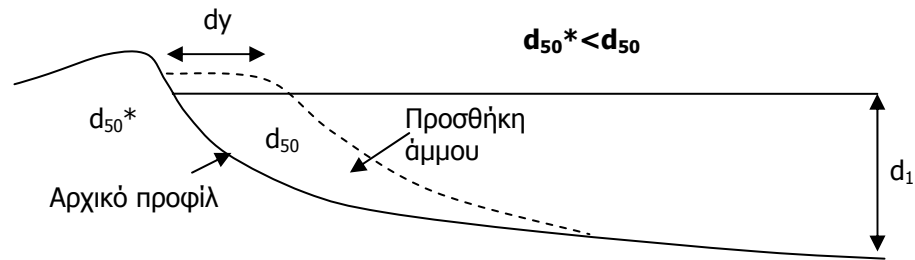
Η διαδικασία του εμπλουτισμού χρονικά πρέπει να γίνεται προς το τέλος της χειμερινής περιόδου, όπου σημειώνεται η μεγαλύτερης κλίμακας διάβρωση (CUR, 1987). Το υλικό τοποθετείται έτσι ώστε να επεκτείνεται η ακτή προς τη θάλασσα. Το ύψος που γίνεται η εναπόθεση υλικού είναι της τάξης 2-3m πάνω από την μέση στάθμη θάλασσας.



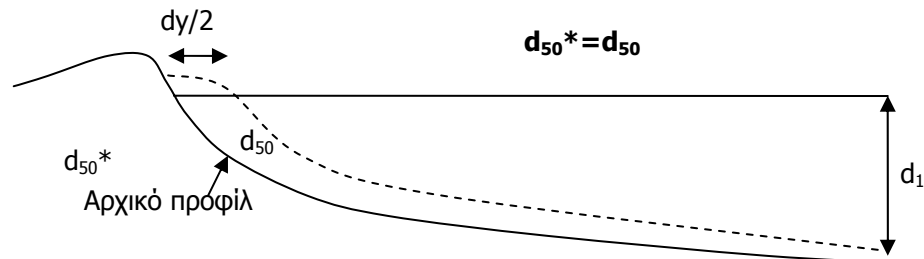
Σχήμα 2.10. Απώλειες άμμου στην περίπτωση τεχνητής ανάπλασης ακτής (engárisioi kumatismoí).

Μετά την εναπόθεση της άμμου οι κυματισμοί θα διαμορφώσουν μια νέα κατάσταση 'ισορροπίας'. Τα παράκτια κυματογενή ρεύματα θα οδηγήσουν σε πλευρικές απώλειες (Σχήμα 2.10.), ενώ οι κυματισμοί που προσπίπτουν κάθετα θα διαμορφώσουν το προφίλ ισορροπίας (Σχήμα 2.11.). Ανάλογα με τη χαρακτηριστική διάμετρο των κόκκων, που μπορεί να είναι μεγαλύτερη, ίση ή μικρότερη από αυτή των κόκκων της υφιστάμενης ακτής, θα διαμορφωθούν ανάλογα προφίλ. Τα προφίλ αυτά θα έχουν πιο ήπια, ίση ή μεγαλύτερη κλίση από την υφιστάμενη αντίστοιχα, με αποτέλεσμα τη διατήρηση του πλάτους της νέας παραλίας που διαμορφώθηκε, ή την μερική και ολική απώλειά της.

A.

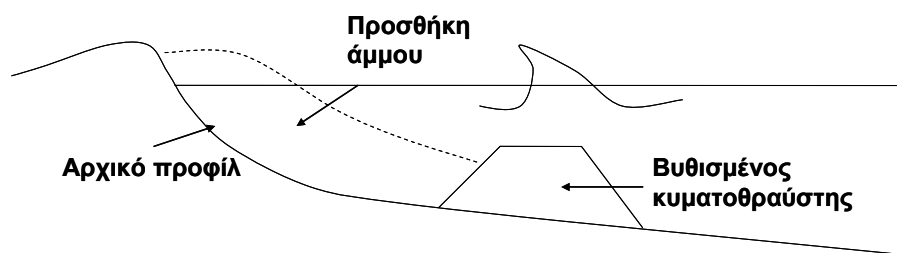


B.



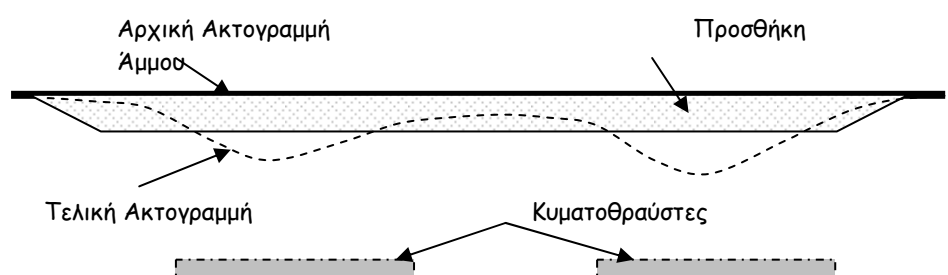
Σχήμα 2.11. Εγκάρσιες απώλειες άμμου μετά την τεχνητή αναπλήρωση της ακτής. A: όταν αρχική μέση διάμετρος κόκκων d_{50}^* είναι μικρότερη από τη μέση διάμετρο κόκκων της άμμου που προστίθεται d_{50} , B: όταν οι μέσες διαμέτροι κόκκων d_{50}^* και d_{50} είναι ίσες.

Γενικά η τεχνητή τροφοδότηση μιας ακτής δεν θεωρείται μια ακριβή μέθοδος προστασίας παρόλο που συνήθως απαιτείται, περιοδικά, επανεμπλουτισμός της ακτής (CUR, 1987). Ο χρόνος επανάληψης της διαδικασίας τροφοδότησης καθορίζεται από την ένταση των παράκτιων μηχανισμών που λαμβάνουν χώρα στην εν λόγω περιοχή. Επιμήκυνση του χρόνου επανάληψης της τροφοδότησης ενδέχεται να σημειωθεί όταν η επέμβαση του εμπλουτισμού συνοδευτεί από έργα συγκράτησης του υλικού-ιζήματος (Σχήμα 2.12.). Πρόκειται για τεχνικά έργα προστασίας που βοηθούν στον εγκλωβισμό των ποσοτήτων υλικού που μεταφέρθηκαν και ελαχιστοποιούν τις πλευρικές και εγκάρσιες απώλειες.



Σχήμα 2.12. Έργα συγκράτησης δάνειου ιζήματος.

Σίγουρα η επιλογή υποστηρικτικών έργων σε περιπτώσεις τροφοδότησης ακτής αυξάνει το κόστος και ενδεχομένως να διαταράσσει την εικόνα της περιοχής (Σχήμα 2.13.). Σε αυτές τις περιπτώσεις, τόσο οι οικονομικές όσο και περιβαλλοντικές διαστάσεις είναι παράμετροι που πρέπει σοβαρά να συνεκτιμηθούν.



Σχήμα 2.13. Εξέλιξη της ακτογραμμής σε ακτή που εφαρμόστηκε η τεχνητή ανάπλαση για την προστασίας της σε συνδυασμό με κυματοθραύστες παράλληλα στην ακτή.



Κεφάλαιο 3

Περιοχή Μελέτης

3.1 Χαρακτηριστικά της ευρύτερης περιοχής

3.1.1 Γεωγραφική Τοποθεσία

Η παράκτια ζώνη Ακλειδίου - Ακρωτηρίου Λένα βρίσκεται νότια-νοτιοανατολικά της πόλης της Μυτιλήνης. Η περιοχή μελέτης οριοθετείται στα βόρεια από την αρχή της παραλιακής οδού Μυτιλήνης-Κρατήγου (Οικία Σιφναίου) και στα νότια από το Ακρωτήριο Λένα. Το συνολικό μήκος της ακτής είναι περίπου 8Km και χαρακτηρίζεται από μικρό πλάτος χερσαίας παραλίας. Ο προσανατολισμός της ακτής είναι από ΒΔ προς ΝΑ δέχεται την πρόσπτωση κυματισμών του Β, ΒΑ, Α και ΝΑ τομέα.

3.1.2 Διοικητική δομή

Η περιοχή μελέτης περιλαμβάνει το θαλάσσιο μέτωπο των τριών Δημοτικών Διαμερισμάτων (Μυτιλήνης – Αγ. Μαρίνας – Ταξιαρχών) του διευρυμένου Δήμου Μυτιλήνης. Μετά την εφαρμογή του Ν 2539/26.02.1997 («Συγκρότηση της Πρωτοβάθμιας Τοπικής Αυτοδιοίκησης») για τη συνένωση Δήμων και Κοινοτήτων ο διευρυμένος Δήμος Μυτιλήνης απαρτίζεται από οκτώ Δημοτικά Διαμερίσματα. Στην υπό εξέταση περιοχή περιλαμβάνονται τα παρακάτω Δημοτικά Διαμερίσματα:

ΔΗΜΟΣ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ

- Δ.Δ. Μυτιλήνης: • Μυτιλήνη
• Βαρεία
• Κουμικό
• Νεάπολη
• Πλιγόνι
- Δ.Δ. Αγίας Μαρίνας: • Αγία Μαρίνα
• Αγία Παρασκευή
• Αγριλιά Κρατήγου
- Δ.Δ. Ταξιαρχες: • Ταξιαρχες

3.1.3 Δημογραφικά Στοιχεία

Ο συνολικός πληθυσμός του Δήμου Μυτιλήνης κατά την απογραφή του 2001, ήταν 36196 κάτοικοι. Σε σχέση με το ευρύτερο γεωγραφικό πλαίσιο η περιοχή μελέτης παρουσίασε έντονους ρυθμούς πληθυσμιακής αύξησης και εμφανίζεται ιδιαίτερα δυναμική στο να συγκρατεί και να αυξάνει τον πληθυσμό της.

Πίνακας 3.1. Μεταβολή πληθυσμού του Δήμου Μυτιλήνης (1971- 2001).

Πληθυσμός	1971	1981	1991	2001
Δήμος Μυτιλήνης	30654	31633	32157	36139

Πηγή: ΕΣΥΕ

Το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού κατανέμεται στην πόλη της Μυτιλήνης που είναι και η πρωτεύουσα του νησιού. Αυξητική τάση του πληθυσμού παρατηρείται στους επιμέρους οικισμούς της περιοχής Βαρεία, Νεάπολη, Πλιγόνι (Πίνακας 3.2).

Πίνακας 3.2. Πληθυσμός Δήμου Μυτιλήνης ανά δημοτικό διαμέρισμα.

Έτος απογραφής	1971	1981	1991	2001
Δήμος Μυτιλήνης	30654	31633	32157	36196
Δ.Δ. Μυτιλήνης	24376	24991	24953	28879
Μυτιλήνη	23426	24115	23971	27247
Βαρεία	711	661	745	1254
Κουμικό	33	12	11	
Νεάπολη	40	59	73	198
Πλιγόνι	166	144	153	180
Δ.Δ. Αγ. Μαρίνας	712	653	605	732
Αγ. Μαρίνα	552	494	448	426
Αγ. Παρασκευή		53	99	212
Αγριλιά Κρατήγου	160	88	58	94
Δ.Δ. Ταξιαρχών	426	373	444	344
Ταξιάρχες	426	373	444	344

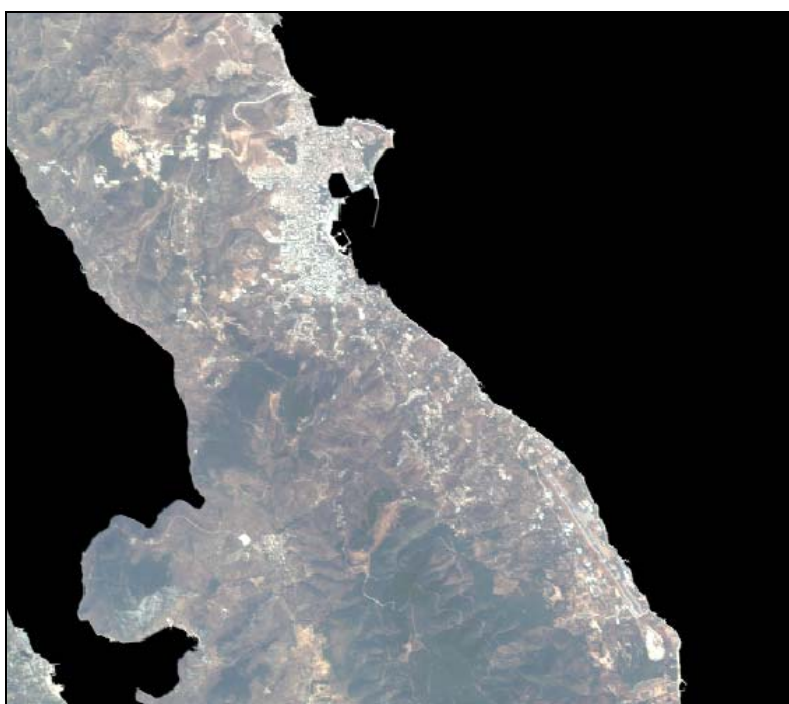
Πηγή: ΕΣΥΕ

3.2. Χρήσεις στο δομημένο και μη χώρο

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης παρουσιάζει διαφοροποιήσεις στις χρήσεις γης, στον τρόπο και στις προοπτικές ανάπτυξης, αποτελώντας μια δυναμική περιοχή. Κύριο χαρακτηριστικό της περιοχής είναι η μεγάλη ποικιλία χρήσεων, όπως ξενοδοχεία τυπικής μορφής, ξενοδοχεία επιπλωμένων διαμερισμάτων, άτυπα ξενοδοχειακά καταλύματα, χρήσεις εστίασης και αναψυχής καθώς και ανάμιξη όλων των παραπάνω. Αισθητή είναι η παρουσία του Κρατικού

Αερολιμένα «Οδυσσεάς Ελύτης» και των αθλητικών εγκαταστάσεων του Γυμναστηρίου Νεάπολης.

Η οικιστική δραστηριότητα επικεντρώνεται κυρίως στην παραλιακή ζώνη. Χαρακτηριστική είναι και η αύξηση των ξενοδοχειακών μονάδων και των ενοικιαζόμενων δωματίων ιδιαίτερα στις περιοχές Νεάπολης και Βαρειάς. Επιπλέον τα τελευταία χρόνια παρατηρείται η τάση των κατοίκων της Μυτιλήνης να μετακομίζουν την μόνιμη κατοικία τους σε κοντινούς προς την Μυτιλήνη οικισμούς. Με τον τρόπο αυτό η πόλη της Μυτιλήνης επεκτείνεται κύρια προς το νότο (π.χ. Νεάπολη). Έτσι οι παραθεριστικές κατοικίες που εντοπίζονται στη νότια έξοδο της πόλης, μετατρέπονται σε πρώτη κατοικία, ενώ για τον ίδιο σκοπό χτίζονται στην ίδια περιοχή καινούργιες με αποτέλεσμα να οικοδομείται σχεδόν όλη η περιοχή κατά μήκος του δρόμου Μυτιλήνης-Αεροδρομίου.



Εικόνα 3.1. Ευρύτερη περιοχή μελέτης.

3.3. Γεωλογία

Η ευρύτερη περιοχή μελέτης χαρακτηρίζεται από ομαλό λοφώδες ανάγλυφο με τις πεδινές αλλουβιακές περιοχές να εντοπίζονται κοντά στην ακτή, ενώ προς το εσωτερικό της χέρσου εμφανίζονται λόφοι ύψους μέχρι

200m πάνω σε ποικίλο υπόβαθρο σχιστόλιθων, ασβεστόλιθων και ηφαιστειακών πετρωμάτων.

Η παράκτια ζώνη αποτελείται από αλλουβιακές αποθέσεις χωρίς μορφολογικές εξάρσεις (Ματαράγκας, 2002). Η ακτή παρουσιάζει έντονη ποικιλία ως προς τα υλικά που τη συνθέτουν, αφού οι ανθρώπινες παρεμβάσεις είναι πολλές. Ως επί το πλείστον συνίσταται από κροκάλες, άμμους, χάλικες και άλλα φερτά υλικά, όπως ογκόλιθοι διαφόρων πετρωμάτων (Αλιευτικό Καταφύγιο Βαρείας). Πηγαίνοντας από την ακτή προς τη χέρσο έντονη είναι η παρουσία πλευρικών κορημάτων και κροκαλοπαγών τα οποία με τη σειρά τους ακολουθούνται με την εμφάνιση ασβεστόλιθων(Ι.Γ.Μ.Ε., 1970).

Ο πυθμένας της θάλασσας καλύπτεται από κροκάλες, λατύπες, διαφόρου σύστασης άμμου και άλλα φερτά υλικά (Ματαράγκας, 2002).

3.4. Γεωμορφολογία

Υπάρχει πλήθος από ρυάκια και ρέματα που καταλήγουν στην ακτή. Η ευρύτερη περιοχή χαρακτηρίζεται από μικρή έκταση της επιφάνειας της λεκάνης απορροής και αντίστοιχα μικρό υδρογραφικό δίκτυο (ΤΕΔΚ, 2000). Η υποθαλάσσια περιοχή χαρακτηρίζεται από ομαλό ανάγλυφο και η κλίση της χερσαίας παραλίας είναι μικρή και ομαλή.

3.5. Υδρολογικό Δίκτυο της περιοχής

Οι παράγοντες που επιδρούν στην ανάπτυξη των λεκανών απορροής είναι το ανάγλυφο και ο τεκτονισμός κάθε περιοχής. Το μεταμορφωμένο υπόβαθρο ευνοεί την ανάπτυξη του υδρογραφικού δικτύου σε αντίθεση με τα υπερβασικά και ηφαιστειακά πετρώματα, στα οποία λόγω της σκληρότητας τους δεν αναπτύσσεται καλά.

Το υδρογραφικό δίκτυο είναι δενδρικής και κλιμακωτής μορφής όπου οι κύριοι κλάδοι των διαφόρων δικτύων είναι παράλληλοι μεταξύ τους με κατεύθυνση ανατολική, ενώ οι δευτερεύοντες συνδέονται ορθογωνικά ή

διατάσσονται παράλληλα με τους κλάδους. Οι διάφορες λεκάνες απορροής διαυλακώνονται σε όλα τα σημεία από πλήθος μικρών ρεμάτων με αποτέλεσμα το υδρογραφικό δίκτυο που αναπτύσσεται να είναι πυκνό (ΤΕΔΚ, 2000).

3.6. Χαρακτηρισμός των ακτών

Σύμφωνα με το Βουλβούλη (1996) η κατάσταση των ακτών κολύμβησης, κοντά στην πόλη της Μυτιλήνης, θεωρείται αρκετά ικανοποιητική όσον αφορά στην ποιότητα των νερών κολύμβησης. Η εικόνα όμως είναι διαφορετική σε ότι αφορά, από μορφολογικής άποψης τόσο το είδος της ακτής όσο και το είδος του πυθμένα. Από αισθητικής άποψης η κατάσταση χαρακτηρίζεται μέτρια. Η ποιότητα του οδικού δικτύου και η ύπαρξη δημόσιας συγκοινωνίας είναι ικανοποιητικές για τις πλησιέστερες ακτές στην πόλη της Μυτιλήνης. Η ποιότητα των ακτών είναι πολύ καλή όπως έχει προκύψει από το πρόγραμμα παρακολούθησης των ακτών του Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε (Υ.ΠΕ.ΧΩ.Δ.Ε, 2001).

Οι πλησιέστερες ακτές στην πόλη της Μυτιλήνης (Κυρίτσης κ.ά., 2002) χαρακτηρίζονται από ήπια μορφή αξιοποίησης. Μόνο η παραλία στην περιοχή Τσαμάκια θεωρείται πως έχει αξιοποιηθεί πλήρως. Πρόκειται για μια σχετικά μικρής έκτασης παραλία, με χονδρόκοκκο υλικό, η οποία γύρω στα 1970 αξιοποιήθηκε από τον Ελληνικό Οργανισμό Τουρισμού, Ε.Ο.Τ. και μόλις πριν λίγα χρόνια τη διαχείρισή της ανέλαβε η Δημοτική Επιχείρηση Τουριστικής Ανάπτυξης Μυτιλήνης (Δ.Ε.Τ.Α.Μ.).

Πίνακας 3.3. Χαρακτηρισμός ακτών από Κυρίτσης κ.ά. (2002).

Παραλία	Έκθεση	Τύπος	Πρόσβαση	Αξιοποίηση
Βαρεία	A	Πετρώδης	Εύκολη	Ήπια
Αεροδρόμιο	A	»	»	»
Τσαμάκια	A	»	»	Μεγάλη



Φωτογραφία 3.1. Ακτή Τσαμάκια.

Η παραπάνω Δημοτική Επιχείρηση (Δ.Ε.Τ.Α.Μ.) πραγματοποίησε μια έρευνα για την τουριστική κίνηση στο Δήμο Μυτιλήνης για το καλοκαίρι του 2005. Στόχος της έρευνας ήταν η καταγραφή της υφιστάμενης κατάστασης με απώτερο σκοπό τη χάραξη της στρατηγικής τουριστικής ανάπτυξης για την πόλη της Μυτιλήνης και τις άμεσες παρεμβάσεις, όπου κριθεί αναγκαίο, για το έτος 2006. Η έρευνα διεξήχθη από 10 Σεπτέμβρη ως 10 Οκτώβρη του 2005 και αναφέρεται στην αντίστοιχη τουριστική περίοδο (από 1 Μάη ως 31 Αυγούστου 2005).

Η επεξεργασία των 31 ερωτηματολογίων, τα οποία συμπληρώθηκαν από τους ιδιοκτήτες-στελέχη ξενοδοχείων και ενοικιαζόμενων δωματίων, έγινε από την εταιρεία Target Point (www.targetpoint.gr). Οι ερωτήσεις από τις οποίες απαρτίζονταν τα ερωτηματολόγια ήταν ποιοτικού και ποσοτικού χαρακτήρα και μεταξύ άλλων αφορούσαν τη γνώμη των τουριστών για την πόλη της Μυτιλήνης, τα τουριστικά ενδιαφέροντα αλλά και τι, κατά τη γνώμη τους, πρέπει να αλλάξει.



Εικόνα 3.2. Αποτελέσματα έρευνας της Δ.Ε.Τ.Α.Μ.

Μεγάλο ήταν το ενδιαφέρον των ερωτηθέντων για την έλλειψη διαμορφωμένων παραλιών, γεγονός το οποίο σχολιάστηκε αρνητικά από μεγάλη μερίδα αυτών (35,48%). Ιδιαίτερα επισημάνθηκε το γεγονός του ότι επί δεκαετίες μένει αναξιοποίητη η παραλιακή ζώνη από την Σουράδα μέχρι την Κράτηγο, με την επισήμανση πως αυτό το τμήμα της πόλης είναι η πρώτη εντύπωση των επισκεπτών που έρχονται, με το αεροπλάνο, στο νησί της Λέσβου.



Κεφάλαιο 4

Δεδομένα & Μέθοδοι

4.1. Συλλογή Δεδομένων

4.1.1. Ανεμολογικά δεδομένα

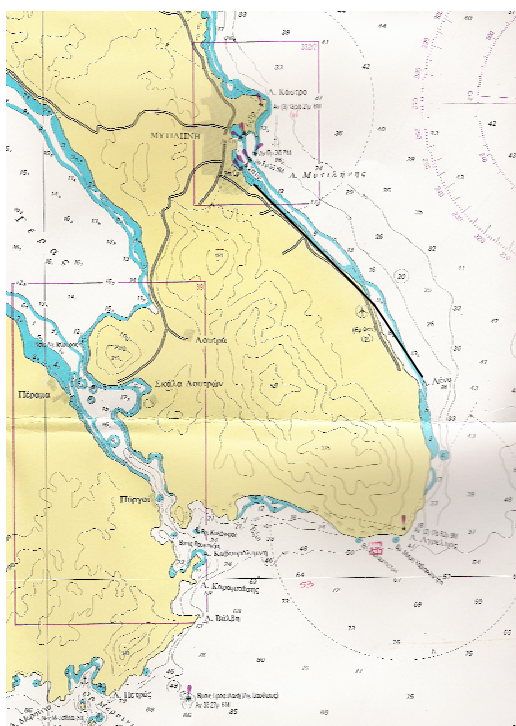
Πηγή των ανεμολογικών δεδομένων για την περιοχή μελέτης ήταν η Εθνική Μετεωρολογική Υπηρεσία (Ε.Μ.Υ.) και συγκεκριμένα ο Μετεωρολογικός Σταθμός Μυτιλήνης (Αεροδρόμιο). Ο Σταθμός βρίσκεται σε απόσταση 7,3Κm νοτιοανατολικά από την πόλη της Μυτιλήνης, σε υψόμετρο 4,8m και έχει συντεταγμένες: γεωγραφικό πλάτος $39,04^{\circ}$ και μήκος $26,36^{\circ}$.

Τα στοιχεία τα οποία χρησιμοποιήθηκαν ήταν η διεύθυνση, η ταχύτητα και η επί τοις εκατό σχετική συχνότητα (fi%) εμφάνισης των ανέμων οι οποίοι επηρεάζουν την περιοχή. Λόγω του ΒΔ-ΝΑ βορειοδυτικού προσανατολισμού της ακτής, της περιοχής μελέτης, αξιοποιήθηκαν τα στοιχεία που αφορούσαν τους Βόρειους, Βορειοανατολικούς, Ανατολικούς και, κατά ένα μέρος, Νοτιοανατολικούς ανέμους.

4.1.2. Τοπογραφικά - Μορφολογικά Δεδομένα

Πηγές δεδομένων για την μορφολογία και τοπογραφία της περιοχής αποτέλεσαν οι Χάρτες Ελληνικής Έκδοσης (Χ.Ε.Ε.) της Υδρογραφικής Υπηρεσίας του Πολεμικού Ναυτικού, οι οποίοι παραχωρήθηκαν από το γραφείο χαρτών του τμήματος "Επιστημών της Θάλασσας", του Πανεπιστημίου Αιγαίου.

Ο χάρτης Αρ.3322 με τίτλο "Ανατολικές ακτές της Ν. Λέσβου και έναντι ακτές Μ. Ασίας", κλίμακας 1:75000 και εκδόσεως 2000, παρείχε πληροφορίες για μια πρώτη προσέγγιση της βαθυμετρίας. Στοιχεία του χάρτη Αρ.33, "Άκρα Σούνιο μέχρι Ν. Λέσβο και έναντι ακτές Μ. Ασίας", κλίμακας 1:300000 και εκδόσεως 1997 αξιοποιήθηκαν για τον υπολογισμό του μήκους ανάπτυξης των κυματισμών. Από τις απεικονίσεις των χαρτών η περιοχή μελέτης θεωρήθηκε σκόπιμο να χωριστεί σε δύο τμήματα, ΚΛ και ΛΝ, λόγω της διαφορετικής έκθεσης της ακτής στους ανέμους, αποσκοπώντας στην άντληση όσο το δυνατό πιο ρεαλιστικών δεδομένων (Σχήμα 4.1).



Σχήμα 4.1. Επιμέρους τμήματα ΚΛ και ΛΝ στα οποία χωρίστηκε η περιοχή μελέτης (Απόσπασμα από το χάρτη Αρ.3322).

Προκειμένου να παρασταθεί τμήμα της ακτογραμμής σε ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων αξιοποιήθηκε το 25.7.1983 τοπογραφικό διάγραμμα το οποίο παραχωρήθηκε από τη Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών Ν. Λέσβου. Το παραπάνω τοπογραφικό το οποίο συντάχθηκε την 25.7.1983, ελέγχθηκε για την ακρίβεια της αποτυπώσεώς του την 17.10.1984 από την προαναφερθείσα Διεύθυνση, αποτέλεσε βασικό στοιχείο της Έκθεσης της "Επιτροπής καθορισμού των ορίων του αιγιαλού και παραλίας και παλαιού αιγιαλού", συνέχεια της οποίας ήταν η Υπουργική Απόφαση 5689/ 11-06-1985 (ΦΕΚ Β' 338/1985) "Καθορισμός των ορίων του αιγιαλού και δημιουργία ζώνης παραλίας στη θέση από Μυτιλήνη μέχρι Κράτηγο Λέσβου".

4.1.3. Κυματικές παράμετροι

Χρησιμοποιώντας τα ανεμολογικά δεδομένα, διεύθυνση και ταχύτητα ανέμου και το μήκος αναπτυγμάτων F των κυματισμών, υπολογίστηκαν με την μέθοδο JONSWAP το σημαντικό ύψος κύματος H_s των ανεμογενών κυματισμών και η περίοδος μέγιστης ενεργειακής πυκνότητας T_p . Επιπλέον έγινε υπολογισμός των χαρακτηριστικών (περιόδου και ύψους κύματος) των ισοδύναμων κυματισμών που είναι αντιπροσωπευτικοί κυματισμοί της κυματικής κατάστασης σε ετήσια βάση.

Για την εκτίμηση της στερεοπαροχής των φερτών υλών κατά μήκος των ακτών, με τη χρήση της πιο καθιερωμένης, ημιεμπειριακής σχέσης του CERC υπολογίστηκαν προηγουμένως το ύψος H_{sb} στο σημείο θραύσης, το βάθος θραύσης d_b και η γωνία των κυμάτων και της ακτογραμμής κατά τη θραύση ϕ_b .

4.1.4. Κοινωνικά δεδομένα

Το πρωτογενές υλικό στις περισσότερες κοινωνικές έρευνες είναι σύνολα δεδομένων, που συνήθως αποκτώνται μέσω της παρατήρησης, του ερωτηματολογίου και του πειράματος και μέσα στα πλαίσια μιας δειγματοληπτικής έρευνας. Ο Gallup, προς τιμήν του οποίου οι δημοσκοπήσεις είναι γνωστές και με τον όρο "γκάλοπ", επισήμανε τη σημαντική συμβολή των

δειγματοληπτικών ερευνών στην πληροφόρηση των υπευθύνων για τη λήψη αποφάσεων δια της γρήγορης εκτίμησης της κοινής γνώμης, όπως επίσης και το ρόλο τους ως πηγή πληροφόρησης στις κοινωνικές επιστήμες (Καλαματιανού, 1997). Με βάση την παραπάνω επισήμανση, και με σκοπό την συλλογή πληροφοριών για τα χαρακτηριστικά των ερωτηθέντων, τις απόψεις και θέσεις ως προς την εικόνα των παραλιών, επιλέχθηκε η δειγματοληπτική έρευνα και το εργαλείο των ερωτηματολογίων (Δαμιανού, 1992).

Στη δειγματοληπτική έρευνα που πραγματοποιήθηκε ακολουθήθηκε η μέθοδος της τυχαίας δειγματοληψίας χωρίς επανάθεση (simple random sampling without replacement) και τα μέλη του δείγματος των ερωτηθέντων επιλέχθηκαν από τον πληθυσμό ένα-παρα-ένα χωρίς να ληφθεί υπόψη η σειρά επιλογής τους. Το εργαλείο των ερωτηματολογίων αξιοποιήθηκε για μια πρώτη αποτύπωση της γνώμης των χρηστών των παραλιών κατά μήκος της παραλιακής ζώνης Ακλειδιού - Ακρωτηρίου Λένα. Συμπληρώθηκαν με την μέθοδο της προσωπικής συνέντευξης (Hyman, 1954; Payne, 1951) τριάντα (30) ερωτηματολόγια, η δομή των οποίων αποτελούνταν από ερωτήσεις ποιοτικού και ποσοτικού χαρακτήρα. Η χρονική περίοδος κατά την οποία έγινε η συμπλήρωση των ερωτηματολογίων ήταν το τελευταίο δεκαήμερο του Αυγούστου του 2005.

4.2. Επεξεργασία Δεδομένων

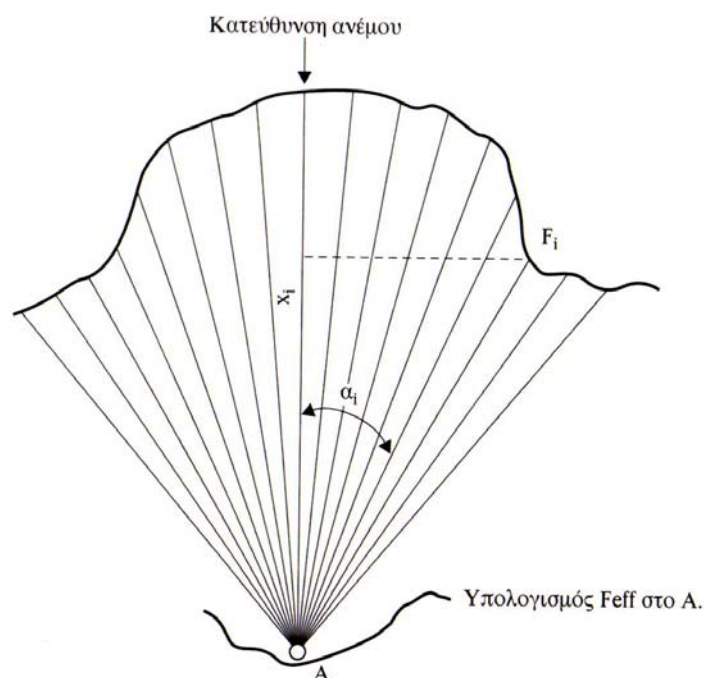
4.2.1. Ανεμολογικά δεδομένα

Ο μεγάλος, σχετικά, όγκος των πρωτογενών δεδομένων και η ενδεχόμενη ακατάστατη μορφή τους, συνηθίζεται να ταξινομείται και να παρουσιάζεται σε εύληπτη μορφή με τη βοήθεια της Περιγραφικής Στατιστικής. Δεδομένου ότι μια εικόνα είναι κατά πολύ προτιμότερη από το να προσπαθεί κανείς να εξάγει συμπεράσματα κοιτάζοντας απλά αριθμούς, τα στοιχεία των ανέμων αξιοποιήθηκαν για την κατασκευή γραφημάτων. Η επεξεργασία των δεδομένων των πινάκων συχνότητων, όπως αυτά παραχωρήθηκαν από την Ε.Μ.Υ., έγινε με τη χρήση του πακέτου Excel και

όλες οι πληροφορίες αποδόθηκαν με την μορφή ραβδογραμμάτων και κυκλικών διαγραμμάτων.

4.2.2. Γραμμικό μήκος αναπτύγματος - Γωνία πρόσπτωσης

Το γραμμικό μήκος αναπτύγματος (fetch) και η γωνία πρόσπτωσης των κυματισμών υπολογίστηκαν από ναυτικό χάρτη του Β. Αιγαίου (Αρ.33). Πρακτικά το μήκος αναπτύγματος (F) είναι η γραμμική διάσταση του θαλασσιού πεδίου από ακτή σε ακτή, κατά μήκος της οποίας δρα ο κυματισμός.



Σχήμα 4.2. Μήκος αναπτύγματος ανέμου (Κουτίτας, 1994).

Λόγω της πολύπλοκης τοπογραφίας των ακτών, εκτιμήθηκε το ισοδύναμο μήκος αναπτύγματος (F_{eff}) το οποίο ορίζεται ως εξής (Κουτίτας, 1994):

$$F_{eff} = \frac{\sum_i F_i \cos \alpha_i}{\sum_i \cos \alpha_i} \quad (4.1)$$

Όπου

i : ακέραιος που περιγράφει την κατεύθυνση ακτινών ανά 10° εκατέρωθεν της διεύθυνσης του ανέμου,

F_i : το γραμμικό μήκος αναπτύγματος της κατεύθυνση i και

a_i : η γωνία που σχηματίζει η ακτίνα i με την κατεύθυνση του ανέμου.

Τα μήκη αναπτύγματος F_i υπολογίστηκαν, όπως προαναφέρθηκε, από χάρτη της Υδρογραφικής Υπηρεσίας (Χ.Ε.Ε., Αρ.33).

4.2.3 Πρόγνωση Κυματισμών

Με δεδομένα την ταχύτητα του ανέμου U_A και το μήκος αναπτύγματος F , υπολογίστηκαν με τη μέθοδο JONSWAP το σημαντικό ύψος κύματος H_s του ανεμογενούς κυματισμού και η περίοδος μέγιστης ενεργειακής πυκνότητας T_p .

Από τα ανεμολογικά δεδομένα απομονώθηκαν εκείνα τα οποία επηρεάζουν την περιοχή μελέτης. Οι ασθενείς άνεμοι αγνοήθηκαν, καθώς δεν φαίνεται να δημιουργούν μετρήσιμες επιπτώσεις. Διάρκεια πνοής ανέμων θεωρήθηκε $T_d=30$ ώρες.

Κατά την εφαρμογή της μεθόδου JONSWAP αρχικά ελέγχεται εάν ισχύει η ανισότητα:

$$\frac{gF}{U_A^2} \geq 22.8 \cdot 10^3 \quad (4.2)$$

Εάν ισχύει η (4.2) τότε οι κυματισμοί έχουν πλήρη ανάπτυξη και εφαρμόζονται οι σχέσεις:

$$\begin{aligned} g \frac{H_s}{U_A^2} &= 0.243 \\ g \frac{T_p}{U_A} &= 8.13 \end{aligned} \quad (4.3)$$

όπου H_s το σημαντικό ύψος κύματος και T_p η περίοδος κορυφής του φάσματος.

Στην περίπτωση που δεν ισχύει η (4.2) εξετάζεται εάν ισχύει η ανισότητα:

$$\frac{gt_D}{U_A} > 68.8 \left(\frac{gF}{U_A^2} \right)^{0.66} \quad (4.4)$$

Αν ισχύει η (4.4) έχουμε περιορισμό μήκους και θέτουμε:

$$x=F$$

Κατόπιν, για τον υπολογισμό του H_s , T_p , εφαρμόζονται οι παρακάτω σχέσεις:

$$g \frac{H_s}{U_A^2} = 0.0016 \left(\frac{gx}{U_A^2} \right)^{0.5}$$

$$g \frac{T_p}{U_A} = 0.286 \left(\frac{gx}{U_A^2} \right)^{0.33} \quad (4.5)$$

Εάν δεν ισχύει η (4.4) (περιορισμός διάρκειας) τότε, για τον υπολογισμό νέου F επιλύεται η (4.4) σαν ισότητα,

$$F = \frac{U_A^2}{g} \left(\frac{gt_D}{68.8 U_A} \right)^{1.5} \quad (4.6)$$

κατόπιν θέτουμε $x=F$ (από την 4.6) και εφαρμόζουμε πάλι τις σχέσεις (4.5), για τον υπολογισμό των H_s , T_p .

4.2.4 Στοιχεία κύματος στη ζώνη θραύσης

Το ύψος του κύματος στο σημείο θραύσης H_b υπολογίζεται από τη σχέση:

$$\frac{H_b}{H'_o} = \frac{1}{3.3 \left(\frac{H'_o}{L_o} \right)^{1/3}} \quad (4.7)$$

όπου $H'_o = H_o k_R$, με H_o το ύψος στα βαθειά νερά και k_R τον συντελεστής διάθλασης.

Η χρήση της εμπειρικής σχέσης (4.7) για την εκτίμηση του ύψους θραύσης H_b απαιτεί τον υπολογισμό του ύψους κύματος

$$H'_o = H_o k_R \quad (4.8)$$

Ο συντελεστής διάθλασης k_R όμως, δεν μπορεί να υπολογιστεί αν δεν είναι γνωστό το βάθος θραύσης d_b . Για το σκοπό αυτό ακολουθείται η παρακάτω προσεγγιστική διαδικασία:

Υποθέτοντας ότι $H'_o = H_o$ (δηλαδή $k_R = 1$)

γίνεται υπολογισμός του ύψους θραύσης H_b από τη σχέση (4.7) και του βάθους θραύσης d_b , από τη σχέση (4.9)

$$d_b = H_b / \gamma \quad (4.9)$$

όπου γ ο δείκτης θραύσης :

$$\gamma = \frac{H_b}{d_b} = \xi^{0.17} + 0.08 \quad (4.10)$$

και H_b το ύψος του κύματος στο σημείο θραύσης (που αποτελεί και τη μέγιστη δυνατή τιμή του)

d_b το βάθος του νερού στο σημείο θραύσης και

ξ η παράμετρος Irribaren:

$$\xi = \frac{\tan\theta}{\sqrt{\frac{H_o}{L_o}}} \quad (4.11)$$

$\tan\theta$: η κλίση του πυθμένα

H_o : το ύψος και

L_o : το μήκος κύματος στα βαθειά νερά.

Σε αυτό το βάθος d_b που προκύπτει από τη σχέση (4.9), υπολογίζεται ο νέος συντελεστής διάθλασης k_R , $k_{R=} (\cos\phi_o / \cos\phi_i)^{0.5}$, που οδηγεί σε νέο ύψος θραύσης H_b . Η διαδικασία επαναλαμβάνεται έως ότου να συμπέσουν οι τιμές δύο διαδοχικών συντελεστών k_R . Στο βάθος αυτό εύκολα γίνεται υπολογισμός της γωνίας πρόσπτωσης ϕ_b , ($\phi_i = \phi_b$), από την (4.12):

$$\sin\phi_i = \left(\frac{L_i}{L_o} \sin\phi_o \right) \quad (4.12)$$

όπου ϕ_o η γωνία πρόσπτωσης των κυματισμών στα βαθειά νερά.

4.2.5. Ισοδύναμοι Κυματισμοί

Αντιπροσωπευτικοί κυματισμοί της κυματικής κατάστασης σε ετήσια βάση είναι οι χαρακτηριστικοί κυματισμοί που ορίζονται ως ισοδύναμοι κυματισμοί. Πρόκειται για κυματισμούς που έχουν το ίδιο ενεργειακό περιεχόμενο με το σύνολο των διάφορων εντάσεων του σχετικού τομέα (Καραμπάς, 2002).

Ο υπολογισμός των χαρακτηριστικών (περιόδου και ύψους κύματος) των ισοδύναμων κυματισμών γίνεται ως εξής :

Για την περίοδο του ισοδύναμου κυματισμού για κάθε διεύθυνση πνοής, υπολογίζεται ο ζυγισμένος μέσος όρος των επιμέρους περιόδων για τις αντίστοιχες εντάσεις :

$$T = \frac{\sum T_i f_i}{\sum f_i} \quad (4.13)$$

Το ύψος του ισοδύναμου κυματισμού υπολογίζεται από τη μέση τετραγωνική τιμή (Barah and Ballaffet 1985):

$$H^2 T = \frac{\sum H_i^2 T_i f_i}{\sum f_i} \quad (4.14)$$

όπου H_i , T_i , f_i τα ύψη, οι περίοδοι και οι συχνότητες εμφάνισης των κυμάτων που αντιστοιχούν στις διάφορες τιμές έντασης του ανέμου για κάθε διεύθυνση.

4.2.6 Απλοποιημένη προσέγγιση παράκτιας στερεομεταφοράς- Μοντέλο Παράκτιας Στερεομεταφοράς : CERC.FOR

Για την εκτίμηση της στερεοπαροχής των φερτών υλών κατά μήκος των ακτών, λόγω της ύπαρξης των κυματογενών ρευμάτων στη ζώνη θραύσης των κυματισμών χρησιμοποιείται η πιο καθιερωμένη, η ημιεμπειρική σχέση του CERC (4.15). Η σχέση αυτή προτείνεται από το Shore Protection Manual (US Army Corps of Engineers, CERC):

$$Q_t = 1290 \left(\frac{\rho g}{16} H_{sb}^2 c_{gb} \sin 2\phi_b \right) \quad (\text{m}^3/\text{yr}) \quad (4.15)$$

όπου Q_t η συνολική στερεοπαροχή στη ζώνη θραύσης

H_{sb} το σημαντικό ύψος,

c_{gb} η ταχύτητα ομάδας και

ϕ_b η γωνία πρόσπτωσης στο σημείο θραύσης.

Η εφαρμογή της (4.15) είναι μία απλή αντικατάσταση των κυματικών χαρακτηριστικών στο σημείο θραύσης.

Τελικά για τον υπολογισμό των κυματικών χαρακτηριστικών στη ζώνη θραύσης και την εκτίμηση της στερεομεταφοράς έγινε εφαρμογή του προγράμματος CERC.FOR. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα με δεδομένα:

- το ύψος κύματος στα βαθιά νερά H_s
- την περίοδο T_p
- τη γωνία πρόσπτωσης στα βαθιά νερά ϕ_o
- την κλίση πυθμένα

εφαρμόζει την διαδικασία που περιγράφεται στην παράγραφο (4.2.4.) για τον υπολογισμό του σημαντικού ύψους κύματος H_{sb} στο σημείο θραύσης καθώς και το βάθος και τη γωνία πρόσπτωσης d_b και ϕ_b στο ίδιο σημείο. Κατόπιν με τη χρήση της (4.15) υπολογίζει τη συνολική στερεοπαροχή Q_t (m^3/sec).

4.2.7. Μοντέλο εξέλιξης ακτογραμμής 1-Line

Η επιτόπια αναζήτηση παραλίας η οποία να έχει έκθεση στο Βοριά είχε ως αποτέλεσμα τον εντοπισμό τριών τοποθεσιών (Φωτογραφία 4.1). Με κριτήριο την μικρότερη απόσταση από την πόλη της Μυτιλήνης έγινε επιλογή της παραλίας "Πλαζ Αχοιβάδας", στην περιοχή της Βίγλας. Κατόπιν πραγματοποιήθηκε η απεικόνισή της σε ορθογώνιο σύστημα συντεταγμένων και μετά από υποθετικό εμπλουτισμό της ακτής με δάνειο υλικό, έγινε εφαρμογή του 1-Line μοντέλου για μια εκτίμηση της τάσης εξέλιξης της ακτογραμμής.



Φωτογραφία 4.1. Παραλίες της ευρύτερης περιοχής, με κάθετο προσανατολισμό στο Βοριά.

Το αριθμητικό μοντέλο εξέλιξης 1-Line βασίζεται στον αλγόριθμο που αναπτύχθηκε από τους Kraus και Harikai (1983) και χρησιμοποιείται για την πρόβλεψη της μακροχρόνιας εξέλιξης της ακτογραμμής.

Για την πρόβλεψη του ρυθμού της μεταφοράς της άμμου κατά μήκος της ακτής χρησιμοποιείται μια παραλλαγή της γνωστής σχέσης στερεομεταφοράς CERC (Shore Protection Manual, 1977). Η εξίσωση αυτή γράφεται (Kraus και Harikai, 1983):

$$Q = \left(H_b^2 c_g \right)_b \left(\beta_1 \sin 2\theta_{bs} - \beta_2 \cos \theta_{bs} \partial H_b / \partial x \right) \quad (4.16)$$

όπου Q είναι η στερεοπαροχή κατά μήκος της ακτής, H_b είναι το θραυόμενο (σημαντικό) ύψος κύματος, c_g είναι η ταχύτητα ομάδας κυματισμών σύμφωνα με την γραμμική θεωρία, x είναι η κατά μήκος απόσταση και θ_{bs} είναι η γωνία που σχηματίζουν οι κορυφές των θραυόμενων κυματισμών με την ακτογραμμή (ο δείκτης b υποδηλώνει συνθήκες θραύσης).

Η γωνία των θραυόμενων κυματισμών με την ακτογραμμή, θ_{bs} , σχετίζεται με την γωνία που σχηματίζουν οι θραυόμενοι κυματισμοί με τον άξονα των x , θ_b , και την γωνία μεταξύ της ακτογραμμής και του άξονα των x με την εξής σχέση:

$$\theta_{bs} = \theta_b - \theta_s = \theta_b - \tan^{-1} \left(\frac{\partial y}{\partial x} \right) \quad (4.17)$$

Όπου y είναι η θέση της ακτογραμμής (απόσταση από τον άξονα x).

Οι αδιάστατοι συντελεστές β_1 και β_2 δίνονται από τις σχέσεις :

$$\beta_1 = K_1 / \left[16 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) (1 - \lambda) 1.416^{5/2} \right] \quad (4.18)$$

$$\beta_2 = K_2 / \left[8 \left(\frac{\rho_s}{\rho} - 1 \right) (1 - \lambda) (\tan \beta) 1.416^{5/2} \right] \quad (4.19)$$

όπου ρ_s και ρ είναι οι πυκνότητες του ιζήματος και του θαλασσινού νερού αντίστοιχα, λ είναι το πορώδες του ιζήματος το οποίο αποτελείται κυρίως από άμμο ($\lambda = 0,4$) και $\tan \beta$ είναι η μέση κλίση της ακτής. Ο παράγοντας $1.416^{5/2}$ μετατρέπει την τιμή του σημαντικού ύψους κύματος στη μέση τετραγωνική τιμή του (Shore Protection Manual, 1977). Η αριθμητική τιμή των συντελεστών K_1 και K_2 έχει προσδιοριστεί εμπειρικά από τους Kraus και Harikai (1983): $K_1 = 0.3$, $K_2 = 0.4$.

Ο πρώτος όρος στην Εξ. (4.16), γνωστός και ως τύπος CERC, περιγράφει την μεταφορά του ιζήματος κατά μήκος της ακτής λόγω του παράκτιου

ρεύματος το οποίο προκαλείται τους θραυόμενους κυματισμούς που προσπίπτουν πλάγια στην ακτή. Ο δεύτερος όρος περιγράφει το παράκτιο ρεύμα το οποίο προκαλείται από την μεταβολή κατά μήκος της ακτής του ύψος του θραυόμενου κύματος, όταν περίθλαση είναι σημαντική λόγω της ύπαρξης ακρωτηρίων ή κυματοθραυστών.

Μια βασική παράμετρος στα μοντέλα μιας γραμμής είναι το βάθος D μέχρι το οποίο η άμμος μεταφέρεται ενεργά κατά μήκος της ακτής (κατώφλι κίνησης). Λόγω όμως της στατιστικής φύσης του μεγέθους αυτού και της σπανιότητας των δεδομένων το κατώφλι κίνησης δεν μπορεί να καθοριστεί με βεβαιότητα και συχνά είναι δύσκολο ακόμα και να εκτιμηθεί.

Ο Hallermeier (1981) έδωσε μια έκφραση για των υπολογισμό ενός οριακού βάθους, d_1 , προσδιοριζόμενο ως το όριο προς τη θάλασσα, της ζώνης μέσα στην οποία λαμβάνει χώρα σημαντική στερεομεταφορά (κατά μήκος της ακτής καθώς και εγκάρσια σε αυτή):

$$d_1 = 2.28H_s - 68.5(H_s^2 / gT_s^2) \quad (4.20)$$

όπου H_s και T_s είναι σημαντικό το ύψος και η αντίστοιχη περίοδος των κυματισμών.

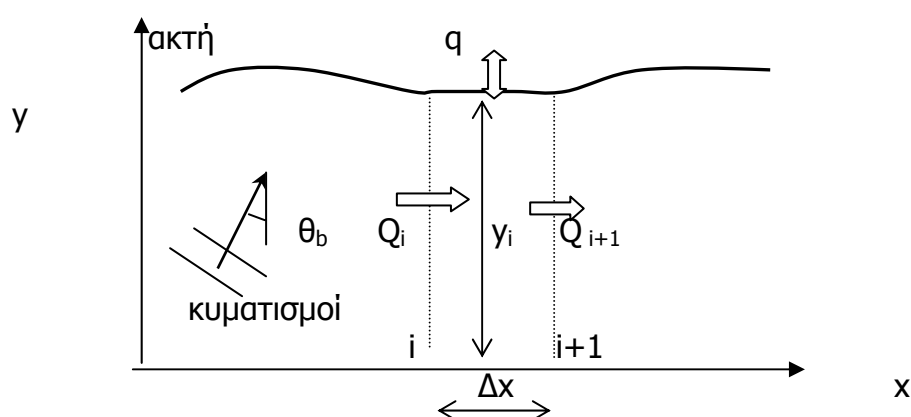
Η παραπάνω εξίσωση (4.20) χρησιμοποιείται για να εκτιμηθεί το κατώφλι κίνησης. Συνήθως λαμβάνεται $D=d_{1-mean}$, όπου d_{1-mean} η μέση ετήσια τιμή του d_1 .

Το σημαντικό ύψος κύματος και η γωνία στο σημείο θραύσης υπολογίζονται από τα κυματικά μοντέλο τα οποία έχουν παρουσιαστεί στις προηγούμενες παραγράφους.

Το μοντέλο εξέλιξης της ακτογραμμής 1-Line βασίζεται στην εξίσωση συνέχειας της άμμου (Καραμπάς, 2004):

$$\frac{\partial y}{\partial t} + \frac{1}{D} \left(\frac{\partial Q}{\partial x} - q \right) = 0 \quad (4.21)$$

όπου y είναι η θέση της ακτογραμμής (Σχήμα 4.3), x είναι η συντεταγμένη κατά μήκος της ακτής, t είναι ο χρόνος, Q είναι ο ρυθμός στερεομεταφοράς της άμμου κατά μήκος της ακτής (εξ. 4.16) και q είναι ο ρυθμός εγκάρσιας στερεομεταφοράς (m^3/s ανά μέτρο μήκους της ακτής).



Σχήμα 4.3. Ρυθμός στερεοπαροχής παράλληλα στην ακτή και εξέλιξη ακτογραμμής.

Η αριθμητική επίλυση βασίζεται σε ένα πεπλεγμένο σχήμα πεπερασμένων διαφορών (Kraus και Harikαι, 1983) με έκκεντρο κানাβο (Σχήμα 4.3).

Στο σημείο $i\Delta x$ και στο χρόνο $n\Delta t$ (όπου Δx και Δt το χρονικό και χωρικό βήμα διακριτοποίησης) οι μερικές παράγωγοι της εξίσωσης (4.21) προσεγγίζονται ως εξής (Σχήμα 4.3):

$$\frac{y_i^{n+1} - y_i^n}{\Delta t} = -\frac{1}{D} \left(\frac{Q_{i+1}^{n+1} - Q_i^{n+1}}{2\Delta x} + \frac{Q_{i+1}^n - Q_i^n}{2\Delta x} - q_{i+1/2}^{n+1} \right) \quad (4.22)$$

Μετά την αντικατάσταση της εξ. 4.22 στην εξ. 4.16 και ακολουθώντας την μεθοδολογία που παρουσιάζεται στην εργασία (Kraus και Harikαι, 1983) καταλήγουμε στο παρακάτω σύστημα εξισώσεων:

$$\begin{aligned} y_i^{n+1} &= \mathbf{B}(\mathbf{Q}_i^{n+1} - \mathbf{Q}_{i+1}^{n+1}) + \mathbf{G}_i \\ \mathbf{Q}_i^{n+1} &= \mathbf{E}_i(y_{i-1}^{n+1} - y_i^{n+1}) + \mathbf{F}_i \end{aligned} \quad (4.23)$$

όπου οι τιμές των \mathbf{B} , \mathbf{G}_i , \mathbf{E}_i και \mathbf{F}_i είναι υπολογισμένες στο προηγούμενο χρονικό βήμα και δίνονται από τις σχέσεις:

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{G}_i &= y_i + \mathbf{B}(\mathbf{Q}_i^n - \mathbf{Q}_{i+1}^n + 2\Delta x \mathbf{q}_i^n) \\ \mathbf{B} &= \Delta t / (2D\Delta x) \end{aligned} \right\} \quad (4.24)$$

$$\left. \begin{aligned} \mathbf{E}_i &= (\mathbf{H}_b^2 \mathbf{c}_g)_{bi} \left(2\beta_1 \cos 2\theta_b \cos^2 \theta_s + \beta_2 \frac{\partial \mathbf{H}_b}{\partial x} \sin \theta_b \cos \theta_s \right)_i / \Delta x \\ \mathbf{F}_i &= (\mathbf{H}_b^2 \mathbf{c}_g)_{bi} \left[\beta_1 \sin 2\theta_b (2 \cos^2 \theta_s - 1) - \beta_2 \frac{\partial \mathbf{H}_b}{\partial x} \cos \theta_b \cos \theta_s \right]_i \end{aligned} \right\} \quad (4.25)$$

Οι παραπάνω εξισώσεις (4.23) περιέχουν δύο ομάδες αγνώστων, τις $\{y^{n+1}\}$ και $\{\mathbf{Q}^{n+1}\}$. Καθώς οι οριακές συνθήκες συνήθως εκφράζονται με όρους του ρυθμού στερομεταφοράς Q , επιλύεται πρώτα το σύστημα για τις αγνώστους $\{\mathbf{Q}^{n+1}\}$. Το σύστημα που προκύπτει από τις (4.23) γράφεται:

$$-\mathbf{BE}_i \mathbf{Q}_{i-1}^{n+1} + (1 + 2\mathbf{BE}_i) \mathbf{Q}_i^{n+1} - \mathbf{BE}_i \mathbf{Q}_{i+1}^{n+1} = \mathbf{E}_i (\mathbf{G}_{i-1} - \mathbf{G}_i) + \mathbf{F}_i \quad (4.26)$$

Το σύστημα είναι τριδιαγώνιο (triadiagonal) και επιλύεται αριθμητικά.

Για την προσομοίωση της επίδρασης των παράκτιων τεχνικών έργων στην εξέλιξη της ακτογραμμής αλλά και των γειτονικών ακτών, εισάγονται οι παρακάτω τρεις οριακές συνθήκες:

α. Ύπαρξη αδιαπέραστου προβόλου (groin ή βραχίονας λιμένα).

Στην περίπτωση αυτή θεωρείται ότι η κατασκευή κάθετα σε μια ακτή δεν επιτρέπει την μεταφορά άμμου κατάντι αυτής και άρα:

$$Q=0 \quad (4.27)$$

β. Διαπερατός πρόβολος (βυθισμένος ή μικρού μήκος)

Όταν ένα μόνο μέρος της στερεομεταφοράς διέρχεται κατάντι του προβόλου τότε:

$$Q=\gamma_{\alpha} Q_0 \quad (4.28)$$

όπου Q_0 η στερεομεταφορά που υπολογίστηκε αγνοώντας την παρουσία του προβόλου και γ_{α} ένας συντελεστής ($0<\gamma_{\alpha}<1$) που ορίζει το ποσοστό της στερεομεταφοράς που διέρχεται.

γ. Ακτή σε ισορροπία

Εάν διαπιστωθεί ότι η ακτογραμμή της περιοχής που μελετάται δεν μεταβάλλεται σημαντικά σε ένα σχετικά μακρύ χρονικό διάστημα, τότε μπορεί να υποθεθεί ότι βρίσκεται σε κατάσταση ισορροπίας, δηλαδή από τα όρια του υπολογιστικού πεδίου εισέρχεται (ή/και εξέρχεται) συγκεκριμένη στερεοπαροχή:

$$Q_b = Q_{b\pm 1} \quad (4.29)$$

όπου Q_b και $Q_{b\pm 1}$ είναι οι στερεοπαροχές στο όριο και στο γειτονικό του σημείο του υπολογιστικού σημείου.

4.8. Μορφή παραλιακού προφίλ

Σίγουρα η μαζική απόρριψη υλικού θα διαταράξει την ισορροπία της ακτής. Η δράση των παράκτιων μηχανισμών θα τείνει να δημιουργήσει μια νέα ισορροπία, η οποία ενδεχομένως να διαφέρει από την προσδοκώμενη. Μια από τις βασικές αρχές κατά το σχεδιασμό του εμπλουτισμού της ακτής πρέπει να

είναι η διερεύνηση της διατομής ισορροπίας της. Άμεσος στόχος η διατήρηση της, όσο αυτό είναι εφικτό, αφού η διαμόρφωση μεγαλύτερων κλίσεων από τις κλίσεις ισορροπίας οδηγεί σε μεταφορά του υλικού στα ανοιχτά (CUR, 1987).

Συνυπολογίζοντας την επίδραση των κυματισμών και του μεγέθους των κόκκων του ιζήματος (CUR,1987) από την ημιεμπειρική σχέση (Σχέση 4.30) :

$$h=0.70 (H_0/L_0)^{0.17} w^{0.44} y^{0.78} \quad (4.30)$$

γίνεται η εκτίμηση της κλίσης από τη σχέση:

$$A=0.70 (H_0/L_0)^{0.17} w^{0.44} \quad (4.31)$$

όπου :

h : το βάθος του νερού

y : η απόσταση από την ακτή

w : ταχύτητα καθίζησης των κόκκων w_f

H_0, L_0 : το ύψος και το μήκος κύματος στα βαθειά νερά.

Η ταχύτητα καθίζησης των κόκκων w, ($w = w_f$), υπολογίζεται ως συνάρτηση της μέσης διαμέτρου των κόκκων d_{50} , σύμφωνα με (Ahrens, 2000):

$$w_f = C_1 \Delta g d_{50}^2 / \nu + C_t \sqrt{(\Delta g d_{50})} \quad (4.32)$$

όπου

$$C_1 = 0.055 \tanh[12A^{-0.59} \exp(-0.0004A)]$$

$$C_t = 1.06 \tanh[0.016A^{0.5} \exp(-120/A)]$$

$$A = \Delta g d_{50}^3 / \nu^2$$

με ν το κινηματικό ιξώδες $= 1.01 \cdot 10^{-6}$, $\Delta = 1.6$ η σχετική πυκνότητα της άμμου, $\Delta = (\rho_s - \rho) / \rho$, (ρ_s είναι η πυκνότητα της άμμου και ρ η πυκνότητα του νερού).

4.2.9 Κοινωνικά δεδομένα

Η επεξεργασία των απαντήσεων των ερωτηματολογίων έγινε στη βάση απλών περιγραφικών στατιστικών μεθόδων, πραγματοποιήθηκε στο επίπεδο της μονοδιάστατης ανάλυσης, όπου το ενδιαφέρον συγκεντρώνεται σε μία κάθε φορά μεταβλητή. Στις μεθόδους αυτές περιλαμβάνονται οι γραφικές παραστάσεις, τόσο στα ποιοτικά όσο και στα ποσοτικά δεδομένα. Η επεξεργασία αυτών των στοιχείων σε άλλη πολυδιάστατη βάση δεν κρίθηκε απαραίτητη για τις ανάγκες της συγκεκριμένης εργασίας.

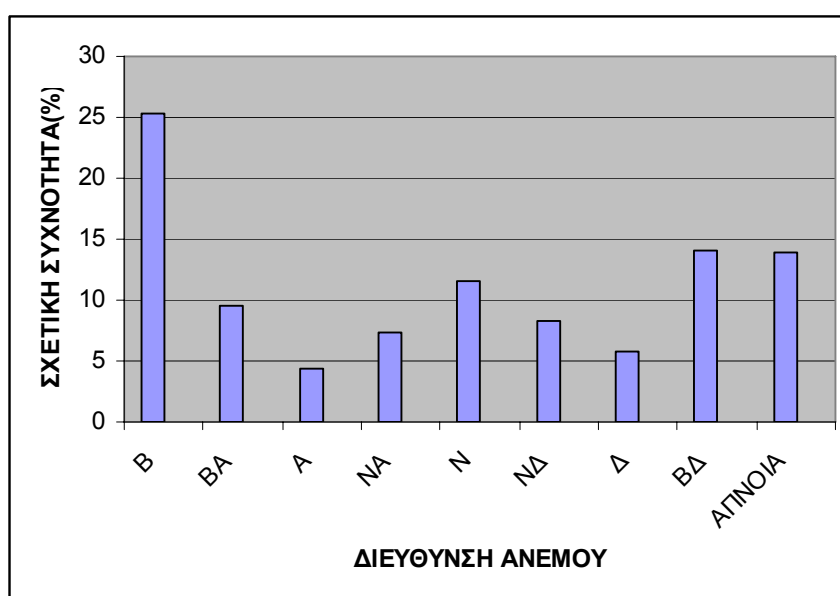


Κεφάλαιο 5

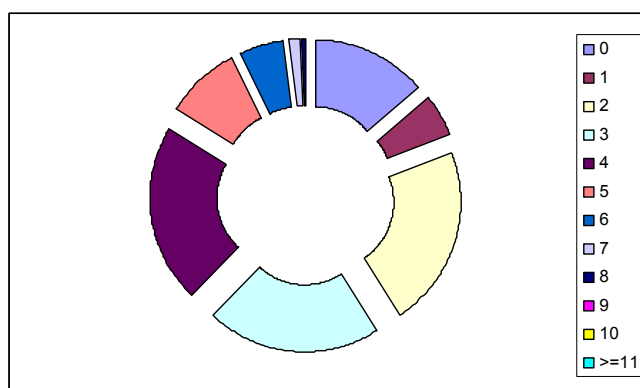
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΩΝ

5.1 Άνεμοι

Το ανεμολογικό καθεστώς της περιοχής μελέτης που βασίζεται σε μετεωρολογικά στοιχεία της Ε.Μ.Υ.,(Παράρτημα), (Εικόνα 5.1), από τον μετεωρολογικό σταθμό Μυτιλήνης για περίοδο 37 χρόνων (1955-1992) παρουσιάζει την ακόλουθη μορφή:

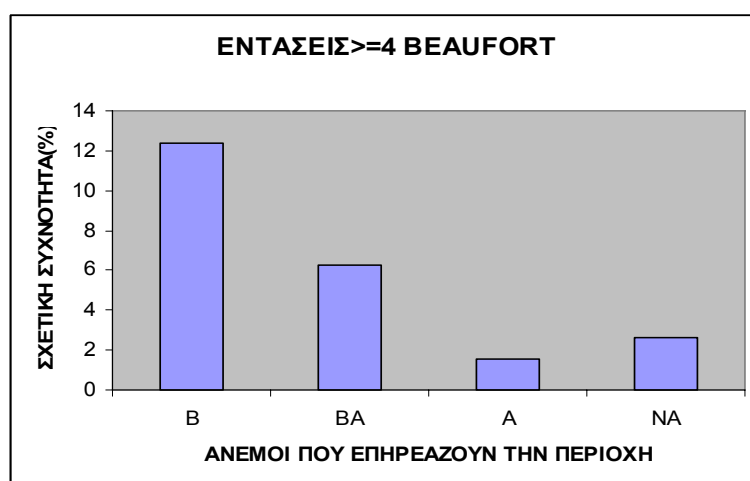


Εικόνα 5.1. Στοιχεία εμφάνισης ανέμων (1955-1992).



Εικόνα 5.2. Εντάσεις ανέμων (1955-1992).

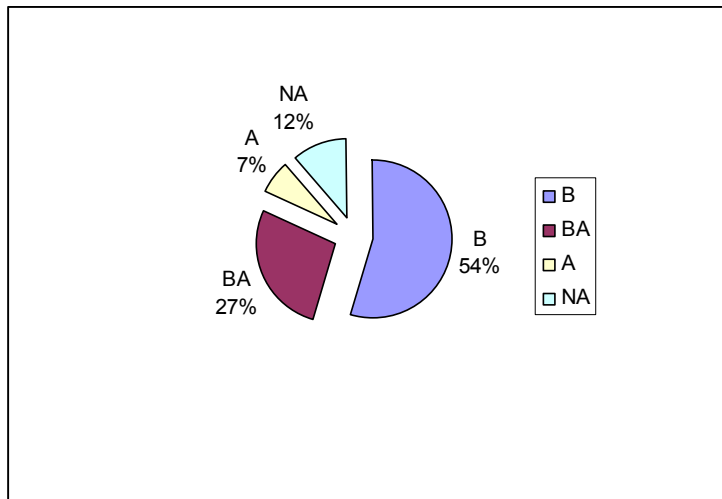
Όπως έχει ήδη επισημανθεί ,κατά την συλλογή των δεδομένων, οι άνεμοι που επηρεάζουν την περιοχή μελέτης είναι οι Βόρειοι (B),οι Βορειοανατολικοί (BA), οι Ανατολικοί (A) και οι Νοτιοανατολικοί (NA).



Εικόνα 5.3. Κατεύθυνση ανέμων που επηρεάζουν την περιοχή μελέτης έχοντας εντάσεις μεγαλύτερες ή ίσες με 4BF.

Οι κύριοι άνεμοι όσον αφορά τη συχνότητα εμφάνισης είναι Βόρειοι (25,247%). Ακολουθούν με μικρότερα ποσοστά εμφάνισης οι Βορειοανατολικοί (9,483%) οι Νοτιοανατολικοί (7,280%) και τέλος οι Ανατολικοί άνεμοι (4,375%).

Για εντάσεις μεγαλύτερες ή ίσες των 4 Beaufort το μεγαλύτερο ποσοστό κατέχουν και πάλι οι Βόρειοι άνεμοι (12,388%), έπονται οι Βορειοανατολικοί (6,227%), οι Νοτιοανατολικοί (2,620%) και τέλος οι Ανατολικοί άνεμοι (1,546%).



Εικόνα 5.4. Κατανομή προέλευσης ανέμων στο σύνολο που αυτοί δρουν στην περιοχή μελέτης.

Από τους πίνακες συχνοτήτων των ανέμων (Παράρτημα) προκύπτει πως σε όλες τις εποχές κυριαρχούν οι Βόρειοι άνεμοι εντάσεως 4 Beaufort. Τους μήνες Ιούλιο-Αύγουστο παρατηρούνται άνεμοι BA εντάσεως 7 Beaufort που στο τέλος του φθινοπώρου ξεπερνούν τα 8 Beaufort. Κατά τη διάρκεια του Οκτώβρη και του Δεκέμβρη οι εντάσεις των Βοριάδων φτάνουν τα 9 Beaufort.

5.2 Μήκος αναπύγματος

Με τη χρήση του ναυτικού χάρτη Αρ. 33 υπολογίστηκαν το γραμμικό μήκος αναπύγματος F (fetch) και η γωνία πρόσπτωσης των κυματισμών που επηρεάζουν την περιοχή μελέτης.

Πίνακας 5.1. Στοιχεία ανέμων για το τμήμα ΚΛ.

Διεύθυνση ανέμου	Προέλευση	Γωνία πρόσπτωσης	Μήκος ανάπτυξης (m)
B	Μικρά Ασία	38°	52000
BA	»	6°	20928
A	»	52°	26484

Πίνακας 5. 2. Στοιχεία ανέμων για το τμήμα ΛΝ.

Διεύθυνση ανέμου	Προέλευση	Γωνία πρόσπτωσης	Μήκος ανάπτυξης (m)
B	Μικρά Ασία	60°	57412
BA	»	18°	20372
A	»	30°	22224
NA	»	75°	42600

Η παρουσία των Μικρασιατικών παραλίων έχει ως αποτέλεσμα μεγαλύτερο ανάπτυγμα να έχουν οι Βόρειοι άνεμοι και για τα δύο τμήματα που απαρτίζουν την περιοχή μελέτης (Πίνακας 5.1, Πίνακας 5. 2). Οι απόλυτες τιμές των γωνιών πρόσπτωσης είναι μεγαλύτερες για τους Ανατολικούς κυματισμούς ,στο τμήμα ΚΛ, ενώ για το τμήμα ΛΝ με μεγαλύτερη γωνία προσπίπτουν οι Νοτιοανατολικοί κυματισμοί.

5.3 Κυματικές παράμετροι

Με την εφαρμογή της μεθόδου JONSWAP, για την εκτίμηση των κυματικών παραμέτρων για τους ανέμους που επηρεάζουν την περιοχή, προέκυψαν τα στοιχεία που παρουσιάζονται στους Πίνακας 5.3 έως και Πίνακας 5.9.

Για τον υπολογισμό τόσο του σημαντικού ύψους κύματος H_s όσο και της περιόδου μέγιστης ενεργειακής πυκνότητας T_p (περίοδος κορυφής φάσματος) αγνοήθηκαν οι ασθενείς άνεμοι (έντασης <4 Beaufort) καθώς δεν φαίνεται να δημιουργούν μετρήσιμες επιπτώσεις.

Για το τμήμα ΚΛ, όπως φαίνεται στους Πίνακες 5.3 έως 5.9, οι Βόρειοι άνεμοι, με το μεγαλύτερο ανάπτυγμα, είναι αυτοί που δημιουργούν τις μεγαλύτερες τιμές στα κυματικά χαρακτηριστικά.

Πίνακας 5.3. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΚΛ για Β άνεμο, $F_{eff}=52000m$.

Ένταση ανέμου BF	Ταχύτητα ανέμου U (m/s)	Συχνότητα εμφάνισης fi(%)	Σημαντικό ύψος κύματος Hs (m)	Περίοδος κορυφής φάσματος Tp (sec)
4	7,0	7,137	0,82	4,32
5	9,8	2,982	1,14	4,84
6	12,7	1,677	1,47	5,28
7	15,7	0,460	1,83	5,69
8	19,0	0,110	2,21	6,07
9	22,5	0,011	2,62	6,43
10	26,0	0,011	3,03	6,75
>11	31,0	0,000	3,61	7,17

Πίνακας 5.4. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΚΛ για ΒΑ άνεμο, $F_{eff}=20.928m$.

Ένταση ανέμου BF	Ταχύτητα ανέμου U (m/s)	Συχνότητα εμφάνισης fi(%)	Σημαντικό ύψος κύματος Hs (m)	Περίοδος κορυφής φάσματος Tp (sec)
4	7,0	2,050	0,52	3,20
5	9,8	1,842	0,72	3,58
6	12,7	1,688	0,93	3,91
7	15,7	0,493	1,16	4,21
8	19,0	0,132	1,40	4,49
9	22,5	0,011	1,66	4,76
10	26,0	0,011	1,92	5,00
>11	31,0	0,000	2,29	5,31

Πίνακας 5.5. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΚΛ για Α άνεμο, $F_{eff}=26484m$.

Ένταση ανέμου BF	Ταχύτητα ανέμου U (m/s)	Συχνότητα εμφάνισης fi(%)	Σημαντικό ύψος κύματος Hs (m)	Περίοδος κορυφής φάσματος Tp (sec)
4	7,0	1,118	0,58	3,46
5	9,8	0,318	0,81	3,78
6	12,7	0,088	1,05	4,23
7	15,7	0,011	1,31	4,55
8	19,0	0,011	1,58	4,86
9	22,5	0,000	1,87	5,14
10	26,0	0,000	2,16	5,40
>11	31,0	0,000	2,58	5,74

Ομοίως για το τμήμα ΛΝ (Πίνακας 5.6 έως Πίνακας 5.9) υπεύθυνοι των εντονότερων κυματικών συμβάντων εξακολουθούν να είναι οι Βοριάδες.

Πίνακας 5.6. Κυματικές παράμετροι τμήματος ΛΝ για Β άνεμο, $F_{eff}=57412m$.

Ένταση ανέμου BF	Ταχύτητα ανέμου U (m/s)	Συχνότητα εμφάνισης fi(%)	Σημαντικό ύψος κύματος Hs (m)	Περίοδος κορυφής φάσματος Tp (sec)
4	7,0	7,137	0,86	4,46
5	9,8	2,982	1,19	5,00
6	12,7	1,677	1,55	5,46
7	15,7	0,460	1,92	5,88
8	19,0	0,110	2,33	6,27
9	22,5	0,011	2,75	6,64
10	26,0	0,011	3,18	6,97
>11	31,0	0,000	3,79	7,40

Πίνακας 5.7. Κυματικές παράμετροι του τμήματος ΛΝ για ΒΑ άνεμο, $F_{eff}=20372m$.

Ένταση ανέμου BF	Ταχύτητα ανέμου U (m/s)	Συχνότητα εμφάνισης fi(%)	Σημαντικό ύψος κύματος Hs (m)	Περίοδος κορυφής φάσματος Tp (sec)
4	7,0	2,050	0,51	3,17
5	9,8	1,842	0,71	3,55
6	12,7	1,688	0,92	3,88
7	15,7	0,493	1,14	4,17
8	19,0	0,132	1,39	4,45
9	22,5	0,011	1,64	4,72
10	26,0	0,011	1,90	4,95
>11	31,0	0,000	2,26	5,26

Πίνακας 5.8. Κυματικές παράμετροι του τμήματος ΛΝ για Α άνεμο, $F_{eff}=22224m$.

Ένταση ανέμου BF	Ταχύτητα ανέμου U (m/s)	Συχνότητα εμφάνισης fi(%)	Σημαντικό ύψος κύματος Hs (m)	Περίοδος κορυφής φάσματος Tp (sec)
4	7,0	1,188	0,53	3,26
5	9,8	0,318	0,74	3,65
6	12,7	0,088	0,96	3,99
7	15,7	0,011	1,20	4,30
8	19,0	0,011	1,45	4,58
9	22,5	0,000	1,71	4,85
10	26,0	0,000	1,98	5,10
>11	31,0	0,000	2,36	5,41

Πίνακας 5.9. Κυματικές παράμετροι του τμήματος ΛΝ για ΝΑ άνεμο, $F_{eff}=42600m$.

Ένταση ανέμου BF	Ταχύτητα ανέμου U (m/s)	Συχνότητα εμφάνισης fi(%)	Σημαντικό ύψος κύματος Hs (m)	Περίοδος κορυφής φάσματος Tp (sec)
4	7,0	1,798	0,74	4,05
5	9,8	0,537	1,03	4,53
6	12,7	0,230	1,33	4,95
7	15,7	0,044	1,66	5,32
8	19,0	0,011	2,00	5,68
9	22,5	0,000	2,37	6,02
10	26,0	0,000	2,74	6,32
>11	31,0	0,000	3,27	6,71

Συνοψίζοντας τα αποτελέσματα φαίνεται πως καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του κυματικού προφίλ παίζουν οι Βόρειοι άνεμοι.

5.4. Ισοδύναμοι κυματισμοί

Με βάση τα παραπάνω υπολογίστηκαν το σημαντικό ύψος H_s η και η περίοδος T των ισοδύναμων κυματισμών· αντιπροσωπευτικοί κυματισμοί της κυματικής κατάστασης. Από τα αποτελέσματα που δίνονται στους Πίνακα 5.10, Πίνακα 5.11, τα ισχυρότερα κυματικά γεγονότα είναι αποτέλεσμα των Βόρειων ανέμων.

Πίνακας 5.10. Χαρακτηριστικά ισοδύναμων κυματισμών τμήματος ΚΛ.

Διεύθυνση ανέμου	Ύψος ισοδύναμου κυματισμού H (m)	Περίοδος ισοδύναμου κυματισμού T (sec)
B	1,11	4,65
BA	0,82	3,62
A	0,70	3,60

Πίνακας 5.11. Χαρακτηριστικά ισοδύναμων κυματισμών τμήματος ΛΝ.

Διεύθυνση ανέμου	Ύψος ισοδύναμου κυματισμού H (m)	Περίοδος ισοδύναμου κυματισμού T (sec)
B	1,17	4,80
BA	0,81	3,59
A	0,64	3,40
NA	0,92	4,26

5.5. Απλοποιημένη προσέγγιση Παράκτιας Στερεομεταφοράς

Μετά τον υπολογισμό του ύψους κύματος H_{sb} στο σημείο θραύσης, το βάθος θραύσης d_b και τη γωνία πρόσπτωσης a_b , στοιχεία του Πίνακα 5.12, γίνεται εκτίμηση της στερεομεταφοράς για το τμήμα ΚΛ (Πίνακας 5.13), καθώς και για το τμήμα ΛΝ (Πίνακας 5.14). Οι τιμές των γωνιών πρόσπτωσης όπως και της στερεομεταφοράς δίνονται κατά απόλυτη τιμή.

Πίνακας 5.12. Κυματικά χαρακτηριστικά στη ζώνη θραύσης.

Άνεμος	ΤΜΗΜΑ ΚΛ			ΤΜΗΜΑ ΛΝ			
	B	BA	A	B	BA	A	NA
H_b (m)	0,980	0,720	0,570	0,900	0,707	0,570	0,570
d_b (m)	1,18	0,89	0,68	1,10	0,86	0,69	0,69
a_b (°)	16,17	2,98	20,50	21,40	8,80	13,60	21,56

Πίνακας 5.13. Εκτίμηση στερεομεταφοράς στο τμήμα ΚΛ.

Κατεύθυνση ανέμου	B	BA	A
Συχνότητα εμφάνισης fi%	12,388	6,227	1,546
Στερεομεταφορά Qi (m ³ /y)	159740	7227	6187

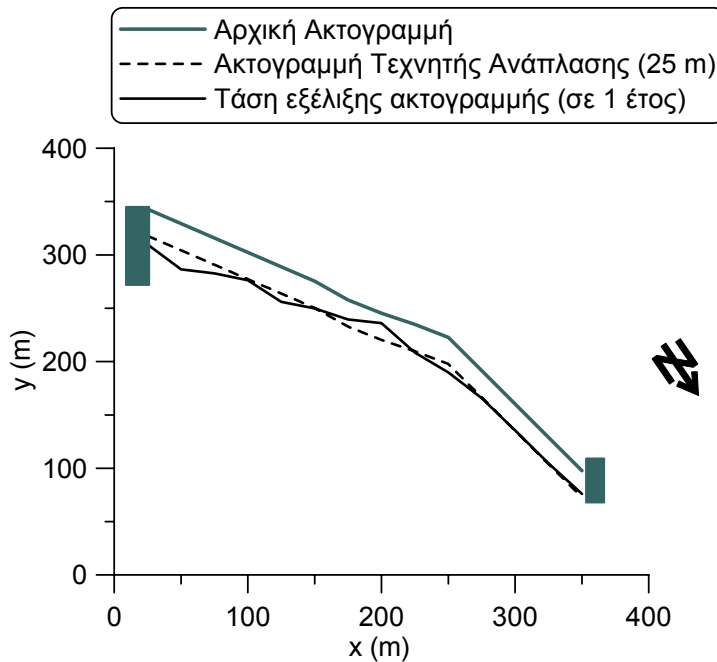
Πίνακας 5.14. Εκτίμηση στερεομεταφοράς στο τμήμα ΛΝ.

Κατεύθυνση ανέμου	B	BA	A	NA
Συχνότητα εμφάνισης fi%	12,388	6,227	1,546	2,620
Στερεομεταφορά Qi (m ³ /y)	165935	19800	4307	11331

Από τις εκτιμήσεις της στερεομεταφοράς (Πίνακας 5.13., Πίνακας 5.14.) διαφαίνεται πως τον ρυθμιστικό ρόλο στη διαίτα μεταφοράς φερτών κατά μήκος των ακτών της περιοχής Ακλειδιού-Ακρωτηρίου Λένα έχουν οι Βόρειοι άνεμοι.

5.6. Εξέλιξη ακτογραμμής

Η εξέλιξη της ακτογραμμής για την προτεινόμενη λύση του τεχνητού εμπλουτισμού της ακτής στην περιοχή "Πλαζ Αχοιβάδας", όπως προκύπτει μετά από την μαθηματική προσομοίωση δίνεται στο σχήμα που ακολουθεί (Σχήμα 5.1.). Το υλικό τοποθετήθηκε έτσι ώστε να επεκτείνεται η ακτή προς τη θάλασσα. Το ύψος που έγινε η εναπόθεση του υλικού είναι της τάξης των 2-3m πάνω από τη Μ.Σ.Θ.



Σχήμα 5.1. Εξέλιξη της ακτογραμμής σε ακτή που εφαρμόστηκε η τεχνητή ανάπλαση.

Ένα χρόνο μετά την τροφοδότηση της ακτής, για μια ζώνη πλάτους 25m, φαίνεται να σημειώνεται η τάση για μια σχετικά μικρή διάβρωση και μεταφορά του υλικού προς τα δεξιά της παραλίας, για έναν παρατηρητή που βρίσκεται στη θάλασσα και κοιτάει προς την ξηρά.

5.7. Κλίση ακτής

Μετά την εναπόθεση της άμμου οι κυματισμοί θα διαμορφώσουν μια νέα κατάσταση "ισορροπίας". Τα παράκτια κυματογενή ρεύματα θα οδηγήσουν σε πλευρικές απώλειες ενώ οι κυματισμοί που προσπίπτουν κάθετα θα διαμορφώσουν το προφίλ ισορροπίας. Ανάλογα με τη χαρακτηριστική διάμετρο των κόκκων, που μπορεί να είναι μεγαλύτερη, ίση ή μικρότερη από αυτή των κόκκων της υφιστάμενης ακτής, θα διαμορφωθούν ανάλογα προφίλ.

Για δύο διαφορετικές τιμές της διαμέτρου των κόκκων του ιζήματος, η χρήση της σχέσης :

$$h=0.70 (H_0/L_0)^{0.17} w^{0.44} y^{0.78} \quad (5.1)$$

υπολογίζει τον παράγοντα A :

$$A=0.70 (H_0/L_0)^{0.17} w^{0.44} \quad (5.2)$$

H_0 , L_0 : το ύψος και το μήκος κύματος στα βαθιά νερά.

Οι τιμές του μήκος κύματος, L_0 , στα βαθιά νερά (Σχέση 5.3) δίνονται στον Πίνακα 5.15. Πρόκειται για τιμές που υπολογίστηκαν με τη χρήση της :

$$L_0 = \frac{gT^2}{2\pi} \quad (5.3)$$

Οι τιμές της περιόδου T είναι, σε κάθε περίπτωση, ζυγισμένες μέσες τιμές:

$$T = \frac{\sum T_i f_i}{\sum f_i} \quad (5.4)$$

Πίνακας 5.15. Ύψος κύματος στα βαθιά νερά.

T (sec)	Lo(m)
4.250	28.214
6.072	57.590
5.537	47.888

Για την τιμή του H_0 υπολογίστηκαν τρεις προσεγγίσεις: α) ζυγισμένος μέσος όρος H_0 που προέκυψε από όλες τις τιμές των f , H , T των στοιχείων των Πινάκων 5.3. έως 5.5, της ενότητας 5.3, β) ζυγισμένος μέσος όρος, αποτέλεσμα μόνο των δυσμενέστερων τιμών των H , T και για το άθροισμα των συχνοτήτων εμφάνισης, γ) ζυγισμένος μέσος όρος των δυσμενέστερων τιμών των H , T μόνο για τις αντίστοιχες συχνότητες με τις οποίες εμφανίστηκαν αυτές.

Η προσπάθεια προσέγγισης της κλίσης- προφίλ της παραλίας κατά την υποτιθέμενη τροφοδότησή της με ίζημα έδωσε τιμές παραπλήσιες (Πίνακας 5.16).

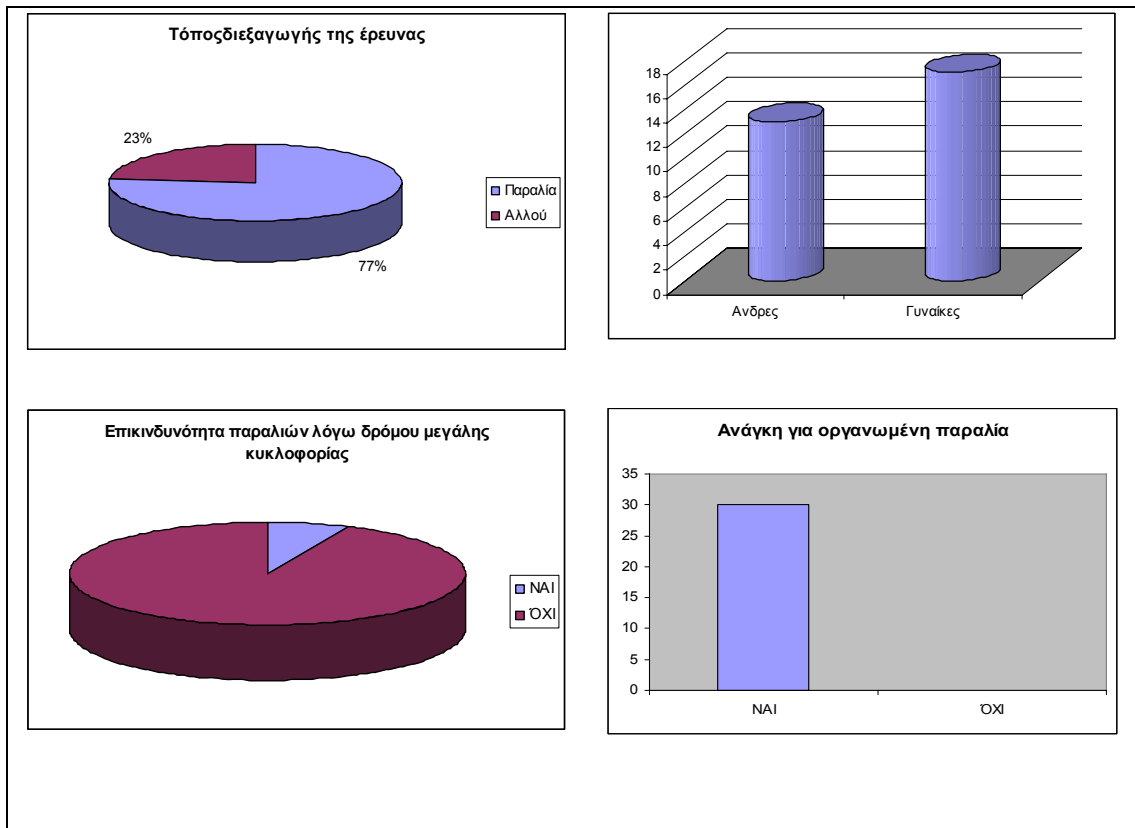
Πίνακας 5.16. Εκτίμηση του παράγοντα A.

Διάμετρος ιζήματος d (mm)	Ταχύτητα καθίζησης w (m/sec)	Ύψος κύματος στα βαθεία νερά H _o (m)	Περίοδος T (sec)	$(H_o/L_o)^{0.17}$	Παράγοντας A
0.6	0.077	0.920	4.250 (α)	0.56	0.13
		2.582	6.072 (β)	0.59	0.13
		2.177	5.537 (γ)	0.59	0.13
1.0	0.120	0.920	4.250 (α)	0.56	0.15
		2.582	6.072 (β)	0.59	0.16
		2.177	5.537 (γ)	0.59	0.16

Τα προφίλ αυτά θα έχουν μεγαλύτερη κλίση από την υφιστάμενη, με αποτέλεσμα τη διατήρηση του πλάτους της νέας παραλίας που διαμορφώθηκε.

5.8. Αποτελέσματα της δειγματοληπτικής έρευνας

Το μεγαλύτερο μέρος των ερωτηματολογίων συμπληρώθηκε από άτομα που ήδη βρίσκονταν στην παραλία (23) (Σχήμα 5.2). Στο δείγμα των 30 ατόμων, περισσότερες ήταν οι γυναίκες (17). Η ηλικία των περισσότερων κυμαινόταν από τα 25 έως τα 65 χρόνια και η πλειοψηφία αυτών ήταν εργαζόμενοι με μορφωτικό επίπεδο "Απόφοιτοι Λυκείου".



Σχήμα 5.2. Αποτελέσματα ερωτηματολογίων.

Αξιζει να σημειωθεί ότι τις παραλίες δεν τις χρησιμοποιούν μόνο οι κάτοικοι της περιοχής αλλά και κάτοικοι της πόλης της Μυτιλήνης και επισκέπτες του νησιού. Ένα μεγάλο ποσοστό ατόμων του δείγματος επισκέπτεται συχνά τις συγκεκριμένες παραλίες. Η απουσία οργανωμένης παραλίας δεν εμποδίζει τις οικογένειες που έχουν ανήλικα παιδιά να τα φέρνουν μαζί τους. Παράλληλα κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού δεν είναι λίγοι (20%) αυτοί που επισκέπτονται και άλλες παραλίες συνήθως κατά τη διάρκεια του Σαββατοκύριακου (Χαραμίδα, Αγ. Ερμογένη, Θερμή).

Η ποιότητα βυθού-θάλασσας κρίνεται "Καλή", ενώ τα σχόλια για την εξωτερική παραλία δεν ήταν ιδιαίτερα κολακευτικά, λόγω έλλειψης οργανωμένης παραλίας. Χαρακτηριστικό των απαντήσεων (Σχήμα 5.2), είναι πως πάρα πολύ μικρό ποσοστό των ερωτώμενων θεωρεί πως ο δρόμος

ταχείας κυκλοφορίας που συνδέει το Αεροδρόμιο με την πόλη της Μυτιλήνης, καθιστά επικίνδυνη την παραλιακή ζώνη. Η υποθετική πρότασή μας για αύξηση του εύρους της παραλίας, όπου αυτό είναι δυνατό και η διαμόρφωση – οργάνωση αυτής κρίθηκε αναγκαία από το σύνολο των ερωτηθέντων.



Κεφάλαιο 6

Συζήτηση - Συμπεράσματα

6.1 Συζήτηση

Στην ευρύτερη ακτή στην οποία εστιάστηκε η μελέτη του ανεμολογικού καθεστώτος, παρατηρήθηκε πως οι Βόρειοι άνεμοι είναι αυτοί που επηρεάζουν την μορφολογία της. Τα εντονότερα κυματικά συμβάντα είναι αποτέλεσμα της παρουσίας των Βοριάδων οι οποίοι με σχετικά μεγάλη συχνότητα πλήττουν την περιοχή. Καθοριστική είναι και η εισφορά τους στην τροφοδοσία της ακτής με το υψηλό ποσοστό στερεομεταφοράς, ενώ δε φαίνεται να δημιουργούν έντονο πρόβλημα στην "σεναριακή" πρόταση εμπλουτισμού της με υλικό, αποσκοπώντας, αρχικά, στην μερική αξιοποίηση του θαλάσσιου μετώπου.

Αναμφισβήτητα, το θαλάσσιο μέτωπο αποτελεί το πιο εξέχον γνώρισμα της φυσιογνωμίας κάθε παραλιακής πόλης και εν γένει κάθε παραθαλάσσιας περιοχής. Η δυναμική ανάπτυξής του και ο ιδιαίτερος ρόλος που επιδιώκει να

παίξει στον ευρύτερο χώρο της περιοχής απαιτεί την αξιοποίηση της μέσω της αναβάθμισης και ανάπλασης του παραλιακού μετώπου. Η προστασία του από την εγκατάλειψη και από άστοχες επεμβάσεις και η οργάνωσή του σε λειτουργικούς χώρους στοχεύουν στη λειτουργική και οπτική σύνδεση των ιστών της πόλης με τη θάλασσα. Βασικό μέλημα της κάθε Τοπικής Αρχής πρέπει να είναι τόσο η προστασία όσο και η βιώσιμη ανάπτυξη των παραλιακών ζωνών με γνώμονα την ευαισθησία για τον άνθρωπο και το περιβάλλον, φυσικό και πολιτιστικό.

Η εικόνα που παρουσιάζει σήμερα η υπό μελέτη παράκτια ζώνη ενδεχομένως να μην είναι η αναμενόμενη. Ίσως θα πρέπει ο Δήμος να παρέμβει προς την κατεύθυνση της αναβάθμισης, ενδεχομένως μετά την ολοκλήρωση του συστήματος αποχέτευσης στα Δημοτικά Διαμερίσματα των Ταξιαρχών και της Αγίας Μαρίνας. Σίγουρα η όποια μορφή επέμβασης, μικρής ή μεγάλης κλίμακας, στην περιοχή απαιτεί όραμα, διορατικότητα και τεχνογνωσία. Απαιτεί αντιμετώπιση των κοινωνικών και πολιτικών διαστάσεων των προβλημάτων, ενώ παράλληλα θα πρέπει να διαφυλάξει φυσικό, δομημένο και πολιτιστικό περιβάλλον της περιοχής.

Παλιότερες προσπάθειες για ανάπλαση της περιοχής δεν καρποφόρησαν αφού σταμάτησαν μόνο σε μελέτες. Συγκεκριμένα, πριν από σχεδόν μια δεκαπενταετία, το Σπουδαστήριο Μηχανικής του Πανεπιστημίου των Πατρών (1992), με υπεύθυνο τον καθηγητή Κωνσταντίνο Λ. Γούδα, σε μια πρότασή του για την προστασία και ανάπλαση της Ακτής Βίγλα, (Λιμανάκι Βαρείας) συνολικού μήκους 1000m, εισηγείται τη χρησιμοποίηση της ειδικής μεθόδου Σ.Π.Α.Α. (Σύστημα Προστασίας και Ανάπλασης Ακτών).

Το Σ.Π.Α.Α. συνίσταται από μία ή περισσότερες προβλήτες μικρού ύψους, της τάξης του μισού μέτρου, ή και μεγαλύτερου, οι οποίες ξεκινούν από την ακτή, στην οποία αγκυρώνονται, επεκτείνονται δε στο εσωτερικό της θάλασσας, εδραζόμενες στον πυθμένα της καθ' όλο το μήκος τους. Σύμφωνα πάντα με την ίδια Πρόταση, τα αποτελέσματα του έργου θα ήταν εμφανή μέσα σε ένα χρόνο, οπότε η ακτή θα είχε αποκτήσει πρόσθετο αμμώδες πλάτος αρκετών μέτρων. Μέσα σε τρία χρόνια, η παραπάνω μελέτη, προέβλεπε ότι το πλάτος της ακτής θα έφτανε τα δύο με τρεις δεκάδες μέτρα

οπότε και θα σταματούσε η αύξησή της, ενώ όλη η κατασκευή θα καλυπτόταν από άμμο. Ίσως τα απογοητευτικά αποτελέσματα εφαρμογής της παραπάνω μεθόδου που υλοποιήθηκε σε μία άλλη περιοχή της Λέσβου, (Θέρμα Κόλπου Γέρας), τελικά να απέκλιναν την πραγματοποίησή της στην ακτή της Βίγλας.

Σίγουρα η διερεύνηση η οποία πραγματοποιείται στα πλαίσια της εργασίας πρέπει να πλαισιωθεί από τη γνώση του επιτόπιου ιζήματος, από μελέτη εντοπισμού περιοχής από την οποία θα πραγματοποιηθεί η μεταφορά του δάνειου υλικού, καθώς και του βέλτιστου τρόπου μεταφοράς του (CUR, 1987).

Ιδιαίτερη βαρύτητα θα πρέπει να δοθεί και στους κυματισμούς που δέχεται η παραπάνω παράκτια περιοχή λόγω της διέλευσης σύγχρονων ταχύπλων σκαφών που λειτουργούν σε υψηλές ταχύτητες (35-40 κόμβοι). Η μεγάλη ενέργεια που διαθέτουν τα απόνερα αυτών των σκαφών είναι δυνατό να επηρεάσει σοβαρά την μορφολογία των παρακείμενων ακτών (Dam et al, 2005), δεδομένου ότι τα κύματα αυτά είναι απότομα και διαβρωτικά. Παράλληλα η αιφνίδια εμφάνισή τους τα καθιστά ιδιαίτερα επικίνδυνα για τους λουόμενους και τους επιβαίνοντες σε μικρά σκάφη αναψυχής και σε αλιευτικά. Από την εφαρμογή οπτικών μεθόδων (Βαγενάς, 2005), για την καταγραφή των κυματικών χαρακτηριστικών στο Ακρωτήριο Λένα μετά τη διέλευση σκαφών, προέκυψαν ενδιαφέροντα στοιχεία για τη χρονική διάρκεια και την μορφή των κυματικών ομάδων που πλησιάζουν την ακτή.

Ένα άλλο στοιχείο που πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη είναι ο προγραμματισμός στον οικονομικό τομέα ώστε το έργο να παρουσιάζει αυτοτέλεια στα διάφορα στάδια του. Αρνητικό στοιχείο και όχι σπάνιο, για το περιβάλλον και όχι μόνο, αποτελούν τα «αιωνίως» ημιτελή έργα. Κύριος συντελεστής για την ποιότητα της μελέτης θα πρέπει να είναι η δυνατότητα επέμβασης-παρέμβασης στον υπό μελέτη χώρο, η συμβατότητα των λειτουργιών του έργου, όπως και η μεθοδολογία της μελέτης.

Επιπλέον για την υλοποίηση ενός τέτοιου έργου επιβάλλεται ο συνυπολογισμός κόστους-οφέλους και ανάπτυξη περιοχής-υποβάθμιση. Για τη διερεύνηση όλων των εναλλακτικών προτάσεων παρέμβασης, των ενδεχόμενων προβλημάτων που θα προκύψουν από αυτές, αλλά και την

επιλογή της βέλτιστης λύσης, στα πλαίσια της ολοκληρωμένης διαχείρισης προτείνονται τα εργαλεία των Σεναρίων και των Πολυκριτηριακών Μεθόδων.

Ένα σενάριο αποτελείται από ένα σύνολο υποθέσεων για την εξέλιξη της περιοχής, την περιγραφή μιας μελλοντικής κατάστασης καθώς και των ενεργειών μέσω των οποίων θα πραγματοποιηθεί η μετάβαση από τη σημερινή σε μια μελλοντική κατάσταση (De Jouveleu, 2000). Η μέθοδος των σεναρίων αποτελεί ένα εργαλείο που χρησιμοποιείται κατά κόρον κατά το σχεδιασμό εναλλακτικών προτάσεων (Μέξα, 2000). Καταλυτική θεωρείται η εφαρμογή του στη διαχείριση κάθε πολύπλοκου συστήματος, όπως αυτό του παρακτίου περιβάλλοντος, στην αντιμετώπιση της αβεβαιότητας και στη διαμόρφωση του μέλλοντος.

Η αξιολόγηση των εναλλακτικών προτάσεων που προκύπτουν από την μέθοδο των σεναρίων γίνεται με μεθόδους ώστε να αναδεικνύεται η ιδιαιτερότητα της κάθε πρότασης και να επιλεγεί μία για να υλοποιηθεί (Roy, 1994). Ένα τέτοιο εργαλείο αποτελούν οι Πολυκριτηριακές Μέθοδοι. Βασική αρχή αυτών των μεθόδων είναι η ιεράρχηση των εναλλακτικών προτάσεων βάσει κριτηρίων και κύριο πλεονέκτημά τους αποτελεί η δυνατότητα χειρισμού ποιοτικών δεδομένων ακόμη και σε περιπτώσεις που απουσιάζουν οι πληροφορίες ποσοτικής φύσεως (Fabbri, 1998).

Η βελτίωση της ακτής με επεμβάσεις ακτομηχανικής φύσης δεν αρκούν για μια ουσιαστική αναβάθμιση. Απαιτείται ταυτόχρονη αναβάθμιση του χερσαίου τμήματος της παράκτιας ζώνης, με ανάδειξη και μελέτη των στοιχείων αλληλεπίδρασης μεταξύ προτεινόμενου έργου και της ευρύτερης περιοχής. Απαραίτητο στοιχείο είναι η διερεύνηση του τρόπου μέσω του οποίου θα δεθούν σ' ένα ενιαίο σύνολο, η παραλία με τον πολεοδομικό ιστό που την περιβάλλει. Απαραίτητες ενέργειες είναι η δημιουργία υποδομών, ελαφρές κατασκευές για την εξυπηρέτηση λουομένων και χρηστών της παραλίας, χρησιμοποίηση υλικών φιλικών προς το περιβάλλον, διατήρηση-εμπλουτισμός του πρασίνου, διαμόρφωση χώροι ήπιων μορφών αναψυχής, περιπάτου κυκλοφοριακή ρύθμιση, χώροι στάθμευσης.

Επιπλέον χρειάζεται πρόγραμμα λεπτομερούς και ουσιαστικής παρακολούθησης της εξέλιξης της ακτογραμμής μετά την ολοκλήρωση του

εμπλουτισμού της ακτής, έτσι ώστε σε περίπτωση διαπίστωσης ορισμένων προβλημάτων να είναι δυνατή η λήψη των κατάλληλων διορθωτικών έργων

Εν κατακλείδι να τονιστεί ότι υπάρχουν αναπτυξιακές δυνατότητες για το σύνολο της υπό μελέτη περιοχή. Είναι αναγκαίο όμως οι δυνατότητες αυτές να υλοποιηθούν στα πλαίσια ενός ορθολογικού περιβαλλοντικού σχεδιασμού με σεβασμό στις αρχές της αειφορίας. Μέσα σε ένα τέτοιο σχεδιασμό ο εντοπισμός των βασικών ποιοτικών χαρακτηριστικών μπορεί να οδηγήσει σε κριτήρια ελέγχου της ανάπτυξης και να καθορίσει μια αειφορική πορεία για τη διαχείριση της εν λόγω περιοχής.

6.2 Συμπεράσματα

Η ευρύτερη παράκτια περιοχή νοτίως της πόλης της Μυτιλήνης, μεταξύ Ακλειδιού και Ακρωτηρίου Λένα, αποτελεί μια αναπτυσσόμενη περιοχή με δυνατότητες περαιτέρω ανάπτυξης. Μέσα από την προσπάθεια προσέγγισης των ακτομηχανικών χαρακτηριστικών· απαραίτητη για την κατανόηση της δυναμικής της ακτής, προκύπτουν τα εξής συμπεράσματα:

Κύριοι ρυθμιστές του κυματικού κλίματος είναι οι Βόρειοι άνεμοι οι οποίοι ουσιαστικά διαμορφώνουν και την ακτομηχανική διάταξη της ακτής.

Η προσομοίωση της προτεινόμενης παρέμβασης για εμπλουτισμό μιας παραλίας της παραπάνω ακτής, έδωσε ενθαρρυντικά αποτελέσματα, αφού παρατηρήθηκε μικρή διαβρωτική τάση μετά το πέρας χρονικής περιόδου ενός έτους.

Στα πλαίσια μιας ολοκληρωμένης μελέτης σίγουρα θα πρέπει να διερευνηθούν όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν την πορεία σχεδιασμού, υλοποίησης και παρακολούθησης ενός τέτοιου έργου, δεδομένου ότι στόχος της παρούσας εργασίας ήταν μόνο η διερεύνηση της δυνατότητας τροφοδότησης της ακτής και όχι η μελέτη της ίδιας της τροφοδότησης.

Η αναγκαιότητα αξιοποίησης των παραλιών που υπάρχουν κατά μήκος της ακτής επισημαίνεται και μέσα από τα αποτελέσματα έρευνας που πραγματοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

Αν το έργο ανάπλασης της ακτής πλαισιωθεί με παρεμβάσεις συμβατές με τις αρχές της βιώσιμης ανάπτυξης, είναι σίγουρο πως θα αναδείξει την περιοχή

της οποίας τόσο οι φυσικές ομορφιές, όσο και η αρχιτεκτονική δομή δεν μένουν απαρατήρητες. Επιπλέον, αν μελλοντικά, η διαμόρφωση τεχνητής παραλίας πραγματοποιηθεί και στις άλλες, μικρού μήκους και πλάτους, φυσικές παραλίες που υπάρχουν κατά μήκος της εξεταζόμενης περιοχής είναι πολύ πιθανό να αναπτυχθεί και τουριστικά η περιοχή. Αν και υπάρχουν περιθώρια για την ανάπτυξη του τουρισμού παραλίας, η πόλη της Μυτιλήνης δεν έχει χαρακτήρα θερέτρου.

Αναγκαία συνθήκη για επιτυχία παρέμβασης - επέμβασης σε ευαίσθητες ζώνες, όπως και η παραπάνω παράκτια περιοχή, προβάλλει η ολοκληρωμένη προσέγγιση για κάθε προτεινόμενο έργο. Μόνο τότε θα υπάρξουν οι προδιαγραφές ένα τέτοιο έργο να είναι *παρόν* και στο *μέλλον*.

Ξενόγλωσση Βιβλιογραφία - Αναφορές

Ahrens, J.P., 2000. A fall-velocity equation, *Journal of Waterway, Port, Coastal and Ocean Engineering*, American Society of Civil Engineers (ASCE), pp. 99-102.

Battjes, J. A., 1975. Modelling of turbulence in the surf zone, *Proc. Symp. Modelling Techniques*, California, ASCE, pp. 1050-1061.

Black, K., 2000. Artificial surfing reefs for erosion control and amenity: theory and application. Keynote speech: *Int. Coastal Symposium (ICS 2000)* Rotorua, New Zealand.

Borah, D.K. and A.Balloffet , 1985. Beach evolution caused by littoral drift barrier, *J. of Waterway Port, Coastal and Ocean Eng.*, ACSE, pp. 645-660.

Bruun, P., 1954. *Coast Erosion and the Development of Beach Profiles*, U. S. Army Beach Erosion Board.

Burke, L., Y. Kura, K. Kassem, C. Revenga, M. Spalding & D. McAllister, 2001. *Pilot Analysis of Global Ecosystems: Coastal Ecosystems*, World Resources Institute, Washington D.C., 77pp.

CERC, 1977. *Shore Protection Manual*. U.S.Army.

Cicin-Sain, B. & R.W. Knecht, 1998. *Integrated Coastal and Ocean Management. Concepts and practices*. Island Press, 517pp.

Clark, J.R., 1992 . *Integrated management of coastal zones*. FAO Fisheries Technical Paper No. 327, FAO, Rome, 167pp.

Clark, J.R., 1997. *Coastal Zone Management for the New Century*. *Ocean & Coastal Management*, pp.191-216.

CUR (Center for Civil Engineering Research, Codes and Specifications), 1987. Manual on Artificial Beach Nourishment. Rijkswaterstaat, The Netherlands.

Dam, K., T., Tanimoto, K., Nguyen, B., T., Akagawa, Y., 2005. Numerical study of propagation of ship waves on a sloping coast, *Ocean Engineering*, IN PRESS.

De Jouvenel, H., 2000. A Brief Methodological Guide to Scenario Building. *Technological Forecasting and Social Change*, pp. 37-48.

Dean, R. G., 1983. Shoreline erosion due to extreme storms and sea level rise. University of Florida, Coastal and Oceanographic Engineering Department.

Dean, R. G., 1984. Principles of beach nourishment. *CRC Handbook of Coastal Processes and Erosion*. CRC Press, Inc. Boca Baton, pp. 217-231.

Dean, R. G., 1987. Coastal sediment processes: Towards engineering solutions, *Proceedings Coastal Sediments '87*, pp. 1-24.

Dean, R. G., R. Chen, A.E. Browder, 1997. Full scale monitoring study of a submerged breakwater, Palm beach, Florida, USA. *Coastal Engineering*, pp. 291-315.

Dean, R. G., 2003. Beach Nourishment: A short course, *Soft Shore Protection*, Kluwer Academic Publishers, eds. C. Goudas, G. Katsiaris, V. May and Th.V. Karambas, Dordrecht, Netherlands, pp. 349-394.

Fabbri, K., P., 1998. A methodology for supporting decision making in integrated coastal zone management. *Ocean & Coastal Management*, pp. 1-24.

Galvin, C.I., 1968. Breaker type classification on three laboratory beaches. *Journal of Geophysical Research*, pp. 3651-3659.

Hallermeier, R.J., 1981. A profile zonation for seasonal sand beaches from wave climate, *Coastal Engineering*, pp. 253- 277.

Hyman, H.H., 1954. *Interviewing in Social Research*, University of Chicago Press, Chicago.

Karambas, Th.V., 1999. Numerical simulation of linear wave propagation, wave-induced circulation, sediment transport and beach evolution, *Coastal Engineering and Marina Developments*, WIT Press, Eds C.A. Brebbia and P. Anagnostopoulos, pp. 253-274.

Horikawa, K., 1988. *Nearshore Dynamics and Coastal Processes*. University of TOKYO PRESS.

Komar, P.D, 1998. *Beach Processes and Sedimentation*. Prentice Hall, N.J. USA.

Kraus, N. and S. Harikai , 1983. Numerical model of the shoreline change at Oarai beach, *Coastal Engineering*, pp.1-28.

Leont'yen, I.O., 1999. Modelling of morphological changes due to coastal structures, *Coastal Engineering*, pp.143-166.

Shore Protection Manual, Coastal Engineering Research Center, U.S. Army Corps of Engineers, Fort Belvoir, Va., 1977.

Short, A.D., 1999. *Handbook of beach and Shoreface Morphodynamics*. Coastal Studies. Unit. School of Geosciences, University of Sydney. Australia.

Vellinga, P., 1984. A tentative description of a universal erosion profile for sandy beaches and rock beaches. *Coastal Engineering*, Vol. 8, No. 2.

Payne, S.L., 1951. *The Art of Asking Questions* ,Princeton University Press, Princeton, N.J.

Pilarczyk, K.W, 2003. Design of low-crested (submerged) structures – an overview. 6th Int. Conf. On Coastal and Port Engineering in Developing Countries, Colombo, Sri Lanka.

Post, J.C. & C.G. Lundin (eds.), 1996. Guidelines for Integrated Coastal Zone Management. Environmentally Sustainable Development Studies and Monographs Series No. 9, The World Bank, Washington D.C., 16pp.

Watanabe, A., Maruyama K., 1986. Numerical modeling of nearshore wave field under combined refraction, diffraction and breaking, Coastal Engineering in Japan, pp. 19-39.

Weggel, R., 1972. Maximum breaker height. Proc. ASCE Jour. Wat. Harb. Coast. Engin. Div., pp. 529-547.

Work, P.A., W.E. Rogers, 1997. Wave transformation for beach nourishment projects. Coastal Engineering , pp. 1-18.

Ελληνική βιβλιογραφία – Αναφορές

Βαγενάς, Μ., 2005. Δυναμική Παραλιών με τη χρήση Οπτικών Μεθόδων. Μεταπτυχιακή εργασία. Τμήμα Επιστημών της Θάλασσας, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Βελεγράκης, Α., 2004. Παράκτια γεωλογία, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Βελεγράκης, Α., 2005. Βιογεωχημικές Διεργασίες στο παράκτιο σύστημα, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Βουλβούλης, Ν., 1996. Διαχείριση παραλιών. Περιοχή εφαρμογής, το στενό της Μυτιλήνης. Πτυχιακή εργασία. Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Δαμιανού, Χ., 1992. Μέθοδοι Δειγματοληψίας: Τεχνικές και Εφαρμογές, Εκδόσεις Αίθρα, Αθήνα.

Δασκαλάκης, Μ., 1999. Θαλάσσια κύματα – Λιμενικά Έργα, Εκδόσεις Άνωση, Αθήνα.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 1999. Προς μία Ολοκληρωμένη Ευρωπαϊκή Πολιτική Διαχείρισης των Παράκτιων Ζωνών: Γενικές αρχές και επιλογές πολιτικής. Υπηρεσία Επισήμων Εκδόσεων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Λουξεμβούργο.

Ευρωπαϊκή Επιτροπή, 2001. Παράκτιες ζώνες: μια προτεραιότητα για την Ευρωπαϊκή Ένωση. Λουξεμβούργο Υπηρεσία Επίσημων Εκδόσεων των Ευρωπαϊκών Κοινοτήτων, Λουξεμβούργο.

Θεοδώρου, Α., 2004. Ωκεανογραφία – Εισαγωγή στο Θαλάσσιο Περιβάλλον, Εκδόσεις Σταμούλης, Αθήνα.

Καλαματιανού, Α., 1997. Κοινωνική Στατιστική-Μέθοδοι Μονοδιάστατης Ανάλυσης, Εκδόσεις Το Οικονομικό, Αθήνα.

Καραμπάς, Θ., 2004. Υπολογιστική Κυματομηχανική και Ακτομηχανική, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Κουτίτας, Χ., 1985. Μαθηματικά ομοιώματα στην παράκτια μηχανική, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Κουτίτας, Χ., 1988. Εισαγωγή στην Παράκτια Τεχνική και τα Λιμενικά Έργα, Εκδόσεις Ζήτη, Θεσσαλονίκη.

Κυρίτσης, Ε., Κ. Χατζημπίρος, Ν. Μαμάσης, 2002. Προσέγγιση αιφορικής διαχείρισης Παράκτιων Ζωνών. Η περίπτωση της Νήσου Λέσβου. Πανελλήνιο Συνέδριο Διαχείρισης και Βελτίωσης Παράκτιων Ζωνών Ε.Μ.Π. Εργαστήριο Λιμενικών Έργων. Αθήνα.

Λουκογεωργάκη, Ε., Δ.Κ. Αγγελίδης, 2005. Τρισδιάστατη ανάλυση της συμπεριφοράς πλωτού κυματοθραύστη σε πλάγια πρόσπτωση κυματισμών. Πανελλήνιο Συνέδριο Διαχείρισης και Βελτίωσης Παράκτιων Ζωνών Ε.Μ.Π. Εργαστήριο Λιμενικών Έργων. Αθήνα.

Ματαράγκας, Δ., 2002. Μορφολογία ακτής και ιζήματα θαλάσσιου πυθμένα Μυτιλήνης Λέσβου. Πανελλήνιο Συνέδριο Διαχείρισης και Βελτίωσης Παράκτιων Ζωνών Ε.Μ.Π. Εργαστήριο Λιμενικών Έργων. Αθήνα.

Μέξα, Α., 2000. Η μέθοδος των σεναρίων ως εργαλείο στον στρατηγικό περιβαλλοντικό σχεδιασμό. Διδακτορική Διατριβή. Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Μουτζούρης Κ., 1985. Εισαγωγή στην Ακτομηχανική.

Σουκισιάν, Τ., 2004. Παράκτια Μηχανική, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

ΤΕΔΚ Λέσβου, 2000. Τοπικό Αναπτυξιακό Πρόγραμμα Δήμων Μυτιλήνης, Γέρας, Ευεργέτουλα, Λουτρόπολης Θερμής. Α΄Φάση. Speed ΕΠΕ. Αθήνα

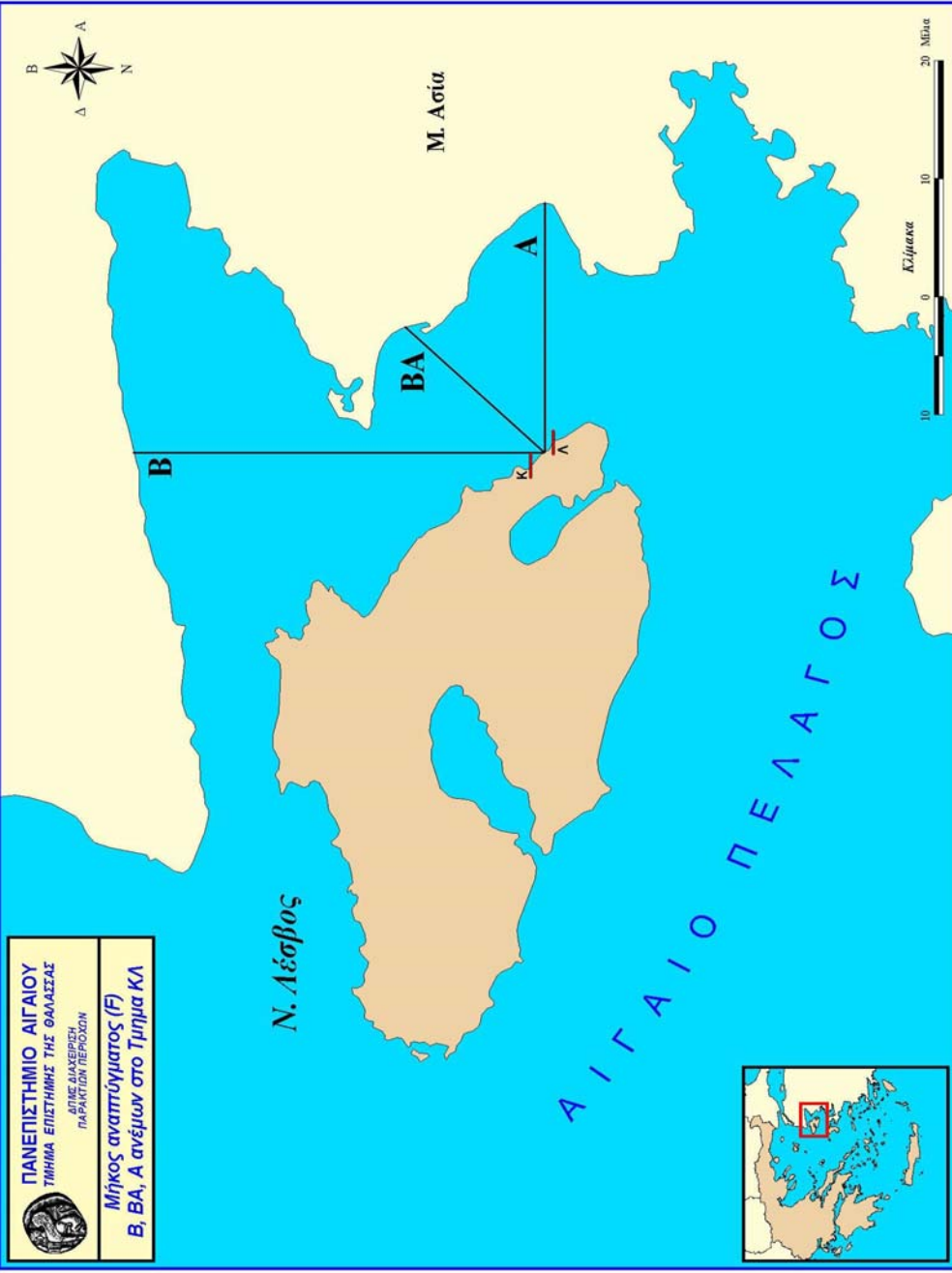
ΥΠΕΧΩΔΕ, 2001. Πρόγραμμα ελέγχου της ποιότητας νερών κολύμβησης.

Χρόνης, Γ., Χ. Αναγνώστου, 1997. Εισαγωγή στην Παράκτια Γεωλογία, Τμήμα Περιβάλλοντος, Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι

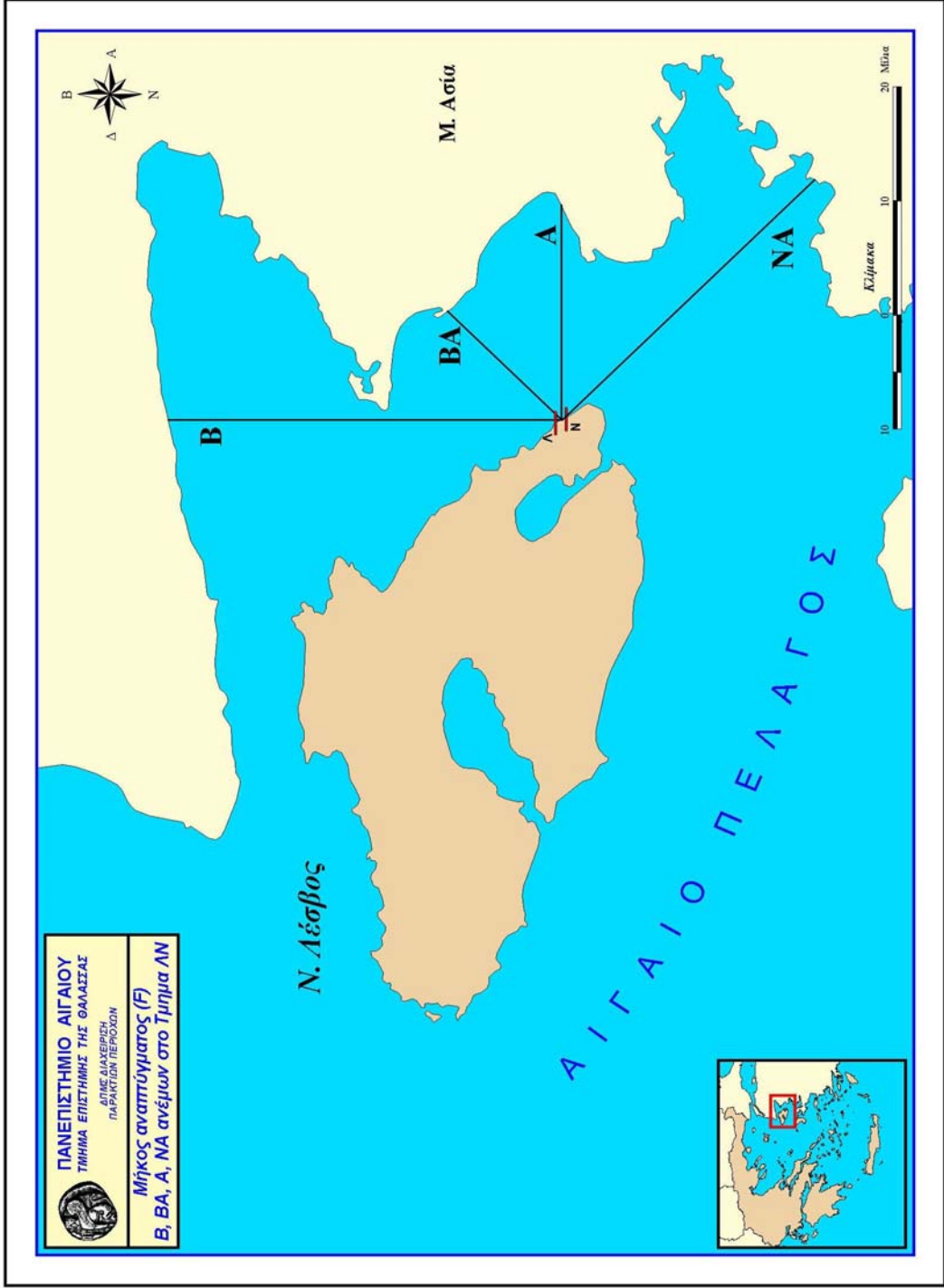




ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ
ΔΙΕΥΘΥΝΣΗ
ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΠΕΡΙΟΧΩΝ



Μήκος αναπτώγματος (F)
B, BA, A ανέντων στο Τμήμα ΚΙ



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ
ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΠΑΡΑΚΤΕΙΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

Μήκος αναπτυγματος (F)
B, BA, A, NA ανέμων στο Τμήμα AN

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ

STATION MYTIAHNH 667

LATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

ANNUAL FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT

MONTH =00 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									13.952	13.952
1	1.085	.526	.351	.373	.406	.570	.756	.833		4.900
2	5.613	1.590	1.316	1.820	1.951	2.653	3.168	3.881		21.992
3	6.161	1.140	1.162	2.467	3.168	1.633	1.009	4.473		21.213
4	7.137	2.050	1.118	1.798	3.124	2.061	.570	3.826		21.684
5	2.982	1.842	.318	.537	1.557	.822	.132	.822		9.012
6	1.677	1.688	.088	.230	1.041	.460	.066	.121		5.371
7	.460	.493	.011	.044	.252	.099	.011	.022		1.392
8	.110	.132	.011	.011	.088	.033	.011	.011		.407
9	.011	.011	.000	.000	.011	.011	.000	.000		.044
10	.011	.011	.000	.000	.000	.011	.000	.000		.033
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	25.247	9.483	4.375	7.280	11.598	8.353	5.723	13.989	13.952	100.000

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY
 CLIMATOLOGICAL DATA BASE

DATCLIM MET. PAR.70

STATION MYTIAHNNH 667

LATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT

MONTH = 1 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									10.070	10.070
1	.527	.301	.312	.215	.688	1.075	1.473	.656		5.247
2	2.408	1.397	1.376	1.258	3.107	4.966	5.342	2.827		22.681
3	2.591	2.021	2.053	3.408	4.697	1.473	.935	1.784		18.962
4	2.667	3.139	2.698	3.451	4.794	1.215	.451	.881		19.316
5	1.763	2.591	.806	1.376	3.031	.892	.269	.312		11.040
6	2.333	2.591	.258	.623	2.182	.634	.129	.086		8.836
7	.731	.892	.011	.054	.752	.344	.043	.000		2.827
8	.301	.408	.000	.011	.172	.043	.032	.000		.967
9	.011	.011	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.022
10	.000	.000	.000	.000	.000	.032	.000	.000		.032
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	13.352	13.351	7.514	10.396	19.423	10.674	8.674	6.546	10.070	100.000

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY
 CLIMATOLOGICAL DATA BASE

DATCLIM MET. PAR.70

STATION MYTIAHNNH 667

ALTITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT

MONTH = 2 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									10.437	10.437
1	.390	.201	.390	.307	.508	.744	1.181	.555		4.276
2	2.798	1.240	1.145	1.665	2.798	4.522	4.215	2.279		20.662
3	2.597	1.523	2.161	2.893	4.132	1.240	.897	1.370		16.813
4	3.648	3.105	2.409	3.046	5.797	2.125	.638	.850		21.618
5	2.231	2.999	.826	1.287	3.400	1.122	.260	.260		12.385
6	2.196	3.282	.283	.460	2.621	.968	.165	.130		10.105
7	.697	.897	.047	.094	.590	.236	.000	.047		2.608
8	.236	.248	.000	.035	.295	.153	.047	.012		1.026
9	.000	.035	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.035
10	.000	.035	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.035
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	14.793	13.565	7.261	9.787	20.141	11.110	7.403	5.503	10.437	100.000

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY
 CLIMATOLOGICAL DATA BASE

DATCLIM MET. PAR.70

STATION MYTIAHMH 667
 LATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT
 MONTH = 3 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									13.722	13.722
1	.862	.485	.657	.258	.463	.571	.582	.840		4.718
2	3.996	1.659	1.605	1.852	2.154	3.037	3.220	4.362		21.885
3	3.942	1.659	2.165	3.306	4.093	2.014	1.152	2.736		21.067
4	3.694	1.917	2.272	2.908	4.426	2.036	.506	1.691		19.450
5	2.111	1.669	.819	.732	1.939	1.217	.151	.269		8.907
6	1.712	2.251	.237	.409	1.540	.539	.075	.140		6.903
7	.775	.991	.054	.086	.355	.129	.011	.032		2.433
8	.345	.398	.000	.000	.054	.032	.000	.000		.829
9	.011	.043	.000	.000	.032	.000	.000	.000		.086
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	17.448	11.072	7.809	9.551	15.056	9.575	5.697	10.070	13.722	100.000

STATION MYTIAHMH 667

LATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT

MONTH = 4 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									16.920	16.920
1	1.535	.567	.545	.356	.400	.434	.790	1.079		5.706
2	5.617	1.724	1.657	2.425	2.269	2.736	3.059	3.693		23.180
3	4.627	.779	1.402	3.181	4.294	3.281	1.613	3.003		22.180
4	3.092	1.168	.823	1.791	3.760	4.761	.979	1.791		18.165
5	1.580	.979	.245	.545	1.824	1.580	.234	.412		7.399
6	1.123	.957	.033	.178	1.435	1.012	.056	.100		4.894
7	.412	.323	.000	.044	.323	.122	.011	.056		1.291
8	.044	.100	.000	.000	.044	.011	.000	.000		.199
9	.011	.011	.000	.000	.011	.011	.000	.000		.044
10	.011	.011	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.022
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	18.052	6.619	4.705	8.520	14.360	13.948	6.742	10.134	16.920	100.000

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY
 CLIMATOLOGICAL DATA BASE

DATCLIM MET. PAR.70

STATION MYTIAHNNH 667

.ATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT

MONTH = 5 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									21.250	21.250
1	1.527	.942	.444	.585	.585	.401	.715	1.137		6.336
2	8.814	2.361	1.841	2.761	1.386	1.971	2.220	3.487		24.841
3	6.226	.812	.780	2.859	2.675	2.653	1.072	4.407		21.484
4	5.761	.888	.531	1.115	2.317	3.433	.899	3.281		18.225
5	1.668	.628	.032	.119	.942	1.310	.217	.509		5.425
6	.596	.498	.000	.011	.282	.390	.087	.043		1.907
7	.217	.195	.000	.011	.087	.011	.000	.011		.532
8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	24.809	6.324	3.628	7.461	8.274	10.169	5.210	12.875	21.250	100.000

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY
 CLIMATOLOGICAL DATA BASE

DATCLIM MET. PAR.70

STATION ΜΥΤΙΛΗΝΗ 667
 LATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT
 MONTH = 6 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									17.637	17.637
1	1.956	.756	.544	.589	.322	.244	.278	1.011		5.700
2	9.256	2.033	1.678	2.122	1.011	.933	1.300	4.444		22.777
3	9.522	.844	.367	2.033	1.667	1.867	1.333	6.200		23.833
4	9.356	1.122	.156	.789	1.244	2.922	.922	5.178		21.689
5	3.022	.833	.011	.144	.400	.478	.133	1.378		6.399
6	.889	.378	.000	.033	.122	.133	.044	.189		1.788
7	.122	.044	.000	.000	.000	.000	.000	.011		.177
8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	34.123	6.010	2.756	5.710	4.766	6.577	4.010	18.411	17.637	100.000

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY
 CLIMATOLOGICAL DATA BASE

DATCLIM MET. PAR.70

STATION MYTIAHNH 667

LATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT

MONTH = 7 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									10.472	10.472
1	.946	.570	.301	.387	.129	.075	.193	.441		3.042
2	6.987	1.462	.924	1.376	.441	.322	.656	3.547		15.715
3	11.523	.666	.183	.688	.441	.666	.613	9.975		24.755
4	17.156	1.569	.032	.226	.226	.849	.548	10.846		31.452
5	6.933	1.526	.000	.032	.011	.097	.054	2.655		11.308
6	1.849	.806	.000	.000	.043	.032	.032	.215		2.977
7	.193	.075	.000	.000	.000	.000	.000	.011		.279
8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	45.587	6.674	1.440	2.709	.291	2.041	2.096	27.690	10.472	100.000

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY
 CLIMATOLOGICAL DATA BASE

DATCLIM MET. PAR.70

STATION MYTIAHNH 667

ALTITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT

MONTH = 8 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									11.037	11.037
1	1.646	.635	.269	.409	.280	.172	.215	.538		4.164
2	7.747	1.087	.764	1.087	.312	.280	.624	3.895		15.796
3	11.889	.549	.269	.775	.549	.441	.710	9.329		24.511
4	17.678	1.668	.097	.140	.151	.764	.387	11.039		31.924
5	5.886	1.496	.032	.054	.140	.118	.011	2.389		10.126
6	1.388	.656	.011	.000	.011	.032	.011	.129		2.238
7	.118	.054	.000	.000	.000	.000	.000	.032		.204
8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	46.352	6.145	1.442	2.465	1.443	1.807	1.958	27.351	11.037	100.000

STATION MYTIAHNH 667

LATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT

MONTH = 9 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									14.538	14.538
1	1.256	.589	.289	.378	.233	.311	.200	.711		3.967
2	7.425	1.756	1.200	1.545	.889	1.356	1.845	5.091		21.107
3	10.203	.800	.456	1.123	1.111	.956	.734	8.336		23.719
4	11.382	2.423	.245	.500	.967	1.111	.500	6.191		23.319
5	4.257	2.501	.056	.056	.133	.267	.089	1.034		8.393
6	2.234	1.789	.011	.000	.056	.056	.000	.144		4.290
7	.289	.322	.000	.000	.000	.056	.000	.000		.667
8	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
9	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	37.046	10.180	2.257	3.602	3.389	4.113	3.368	21.507	14.538	100.000

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY
 CLIMATOLOGICAL DATA BASE

DATCLIM MET. PAR.70

STATION MYTIAHMH 667

LATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT

MONTH =10 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									18.000	18.000
1	1.269	.441	.237	.398	.355	.882	.850	1.463		5.895
2	5.743	1.613	1.301	1.732	1.538	2.194	3.861	6.066		24.048
3	5.528	.925	1.086	2.431	3.463	1.699	.882	3.108		19.122
4	5.345	2.549	.753	1.441	2.538	1.839	.323	2.076		16.864
5	2.818	2.872	.215	.183	1.022	.721	.011	.258		8.100
6	2.452	3.011	.032	.054	.301	.269	.043	.129		6.291
7	.495	.753	.011	.000	.118	.054	.000	.011		1.442
8	.097	.054	.000	.000	.043	.011	.000	.011		.216
9	.011	.011	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.022
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	23.758	12.229	3.635	6.239	9.378	7.669	5.970	13.122	18.000	100.000

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY
 CLIMATOLOGICAL DATA BASE

DATCLIM MET. PAR.70

STATION MYTIAHMH 667

LATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT

MONTH =11 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									14.996	14.996
1	.468	.468	.223	.334	.512	1.113	1.525	1.124		5.767
2	3.473	1.080	1.080	2.371	3.896	4.119	6.368	3.996		26.383
3	2.983	1.302	1.269	3.930	5.377	1.481	1.113	1.614		19.069
4	2.939	2.026	1.247	2.583	5.188	1.759	.412	.991		17.145
5	1.725	1.815	.189	.635	2.371	1.024	.089	.122		7.970
6	1.659	1.948	.078	.278	1.803	.590	.011	.089		6.456
7	.612	.657	.011	.033	.200	.089	.000	.000		1.602
8	.178	.145	.000	.033	.156	.078	.000	.000		.590
9	.011	.011	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.022
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	14.048	9.452	4.097	10.197	19.503	10.253	9.518	7.936	14.996	100.000

HELLENIC NATIONAL METEOROLOGICAL SERVICE
 DIRECTION OF CLIMATOLOGY
 CLIMATOLOGICAL DATA BASE

DATCLIM MET. PAR.70

STATION MYTIAHH 667
 LATITUDE N 39.04 DEGR LONGITUDE E 26.36 DEGR ALTITUDE OF BAROM. 4.8 METERS

PERIOD 1955-1992

MONTHLY FREQUENCY(PER CENT) OF WIND DIRECTION AND FORCES IN BEAUFORT SCALE
 FROM OBSERVATIONS 06H,12H,18H GMT
 MONTH =12 YEAR =00

BEAUF	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	SUM
0									9.191	9.191
1	.667	.312	.043	.215	.409	.882	1.075	.452		4.055
2	3.011	1.613	1.247	1.624	3.635	5.527	5.431	2.828		24.916
3	2.097	1.796	1.828	2.990	5.570	1.828	1.065	1.602		18.776
4	2.559	3.108	2.194	3.689	6.226	2.022	.344	.764		20.906
5	1.656	2.205	.581	1.312	3.527	1.022	.097	.151		10.551
6	1.688	2.140	.183	.774	2.183	.925	.097	.054		8.044
7	.817	.753	.043	.215	.624	.140	.011	.000		2.603
8	.140	.269	.043	.043	.258	.054	.000	.011		.818
9	.054	.054	.000	.000	.032	.000	.000	.000		.140
10	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
>11	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000	.000		.000
=										
SUM	12.689	12.250	6.162	10.862	22.464	12.400	8.120	5.862	9.191	100.000

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ



ΕΦΗΜΕΡΙΣ ΤΗΣ ΚΥΒΕΡΝΗΣΕΩΣ

ΤΗΣ ΕΛΛΗΝΙΚΗΣ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑΣ

Α Θ Η Ν Α
16 ΙΟΥΛΙΟΥ 1985

ΤΕΥΧΟΣ ΤΕΤΑΡΤΟ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΦΥΛΛΟΥ
338

ΑΠΑΛΛΟΤΡΙΩΣΕΙΣ

ΑΠΟΦΑΣΕΙΣ

Αριθ. 5689

(1)

Καθορισμός των ορίων του αιγιαλού και δημιουργία ζώνης παραλίας στη θέση από Μυτιλήνη μέχρι Κράτηγγο Λέσβου.

Ο ΝΟΜΑΡΧΗΣ ΛΕΣΒΟΥ

Έχοντας υπόψη :

1) Τις διατάξεις των άρθρων 1 μέχρι και 7 του Α.Ν. 2344/1940 απερί αιγιαλού και παραλίας, όπως τροποποιήθηκαν και συμπληρώθηκαν με τις διατάξεις : α) του άρθρου 13 του Ν. 1078/1980 και β) του άρθρου 23 του Ν. 1337/1983.

2) Τις διατάξεις της παρ. 9 του άρθρου 1 του Κεφ. Β' της 0.208/181/26.4.1982 (ΦΕΚ 214/26.4.1982 τ. Β') κοινής απόφασης των Υπουργών Προεδρίας Κυβερνήσεως και Οικονομικών «Αναμόρφωση Συλλογικών Οργάνων Γνωμοδοτικής και Αποφασιστικής αρμοδιότητας του Υπουργείου Οικονομικών».

3) Την από 15.3.1985 έκθεση της «Επιτροπής καθορισμού των ορίων του αιγιαλού και παραλίας και θέσεων αμοληψίας», που καθόρισε τα όρια του αιγιαλού και της παραλίας στην περιοχή από Μυτιλήνη μέχρι Κράτηγγο και το από 25.7.1983 τοπογραφικό διάγραμμα, με κλίμακα 1 : 500, του τοπογράφου μηχανικού Ευστρ. Π. Παπάνη, που θεωρήθηκε την 17.10.84 από την Δ/ση Τεχνικών Υπηρεσιών, Ν. Λέσβου και συνοδεύει την έκθεση της προαναφερομένης Επιτροπής.

4) Τη σύμφωνη γνώμη του Γενικού Επιτελείου Ναυτικού, που διατυπώθηκε στο υπ' αριθμ. Φ. 187.2/49/85/4.2.85 έγγραφό του.

5) Τις διατάξεις του άρθρου 1 της παρ. 1 του Ν. 3200/1955 (ΦΕΚ 97/Α/55) απερί διοικητικής αποκεντρώσεως σε συνδυασμό με τις διατάξεις του από 28.6.1955 Β. Δ/τος απερί εξαιρέσεως από της κατά το άρθρο 1 παρ. 1 του Ν. 3200/1955 αρμοδιότητας των Νομαρχιών, αντικειμένων τινών αρμοδιότητας του Υπουργού Οικονομικών, του Β.Δ. 704/1970 και του άρθρου 1 παρ. 5 του Π.Δ. 71/25.2.1984, σχετικά με τη μεταβίβαση αρμοδιοτήτων του Υπουργού Οικονομικών στους Νομάρχες και στις περιφερειακές Αρχές διανομαρχιακού επιπέδου, αποφασίζουμε :

1. Επικυρώνουμε την από 15.3.1985 έκθεση της Επιτροπής καθορισμού των ορίων του αιγιαλού και παραλίας και θέσεων αμοληψίας, καθώς και το από 25.7.1983 τοπογραφικό διάγραμμα, που την συνοδεύει, το οποίο συντάχθηκε από

τον Ευστρ. Π. Παπάνη, τοπογράφο μηχανικό με κλίμακα 1 : 500 και θεωρήθηκε την 17.10.1984 από την Δ/ση Τεχνικών Υπηρεσιών Νομαρχίας Λέσβου, επί του οποίου η επί πλέον Επιτροπή, με κοινή γραμμική καθόρισε τα όρια του αιγιαλού στη θέση από Μυτιλήνη μέχρι Κράτηγγο, με κίτρινη γραμμική τα όρια της παραλίας και με μπλε γραμμική τα όρια του παλαιού αιγιαλού στην ίδια θέση.

2. Η παρούσα απόφαση μαζί με την έκθεση και το διάγραμμα, που προαναφέραμε, να δημοσιευθούν στην Εφημερίδα της Κυβερνήσεως σύμφωνα με τις διατάξεις του άρθρου 13 του Ν. 1078/1983.

Μυτιλήνη, 11 Ιουνίου 1985

Ο Νομάρχης
ΝΙΚΟΣ ΣΗΦΟΥΝΑΚΗΣ

ΕΚΘΕΣΗ

Επιτροπής καθορισμού ορίων αιγιαλού και παραλίας και παλαιού αιγιαλού.

Διά τον καθορισμό το πρώτων των ορίων αιγιαλού και παραλίας από Μυτιλήνη μέχρι Κράτηγγο, ενδιαφερομένης Υπηρεσίας Νομαρχιακού Ταμείου Λέσβου.

Στη Μυτιλήνη σήμερα 15 Μαρτίου 1985, οι υπογεγραμμένοι :

1) Νίκη Κουρούκλη - Γούνηρη, νόμιμος αναπληρωτής του Οικον. Εφόρου Μυτιλήνης, ως πρόεδρος, τούτου κολουουμένου.

2) Μιχαήλ Σιγάλα, νόμιμο αναπληρωτή του Δ/ντού Τεχνικών Υπηρεσιών Ν. Λέσβου, ως μέλος, τούτου κολουουμένου.

3) Βασίλειος Αντόπας, Λιμενάρχης Μυτιλήνης, Αντ/ρχος Λ.Σ., ως μέλος, αποτελούντες την Επιτροπή καθορισμού των ορίων του αιγιαλού και της παραλίας δυνάμει του άρθρου 74 του Π.Δ. 636/77 και της υπ' αριθμ. 11569/23.10.1984 αποφάσεως του Νομάρχου Λέσβου και συγκληθείσα διά της υπ' αριθμ. 1532/7.3.1985 προσκλήσεως του Προέδρου αυτής, μεταβήκαμε εκ νέου κατά την 15.3.1985 στην προς καθορισμό περιοχή και προβήκαμε επί του τοπογραφικού διαγράμματος εις τον καθορισμό των ορίων αιγιαλού και παραλίας.

Λαβούσα υπόψη :

1. Το από 25.7.1983 τοπογραφικό διάγραμμα που συνέταξε ο Ευστράτιος Παπάνης, τοπογράφος μηχανικός Αθηνών, υπό κλίμακα 1:500, ηλεγμένο για την ακρίβει της αποτυπώσεως την 17.10.1984 από την Αρτ. Καλδή, πολιτικό μηχανικό της Δ/νσεως Τεχνικών Υπηρεσιών Ν. Λέσβου και θεωρημένο την αυτή ημερομηνία από τον Νικόλαο Ψαρρό, Δ/ντή της αυτής ως άνω Υπηρεσίας.

2. Τις διατάξεις του Α.Ν. 2344/40 ως αυτές τροποποιηθείς ισχύει και την σχετική με αυτόν Δικαστική και Διοικητική Νομολογία.

β) Τις διατάξεις του Ν. 1337/83 ως και τις σχετικές με αυτόν υπ' αριθμ. Δ. 3474/970 ΠΟΛ 105 από 29.7.83 και Ν. 505/253 ΠΟΛ 69 από 30.3.1984 διαταγές του Υπουργείου Οικονομικών.

3. Το υπ' αριθμ. Φ.187.2/49/85/4.2.1985 έγγραφο του Γενικού Επιτελείου Ναυτικού, διά του οποίου η Υπηρεσία αυτή συμφωνεί με τα υπό της Επιτροπής προτεινόμενα όρια αιγιαλού και παραλίας και παλαιού αιγιαλού πάνω στο από 25.7.83 διάγραμμα του μηχανικού Ευστρ. Παπάνη υπό την προϋπόθεση να διορθωθούν οι οριογραμμές του αιγιαλού και της παραλίας μεταξύ των κορυφών 24 και 25 σύμφωνα με τις υποδείξεις αυτού.

4. Την εκ της επιτοπίου μεταβάσεως εις την ανωτέρω περιοχή σχηματισθείσα αντίληψη των μελών, περί του πλάτους της βρεχομένης ζώνης της ξηράς και λοιπών συναφών στοιχείων, ήτοι :

α) Ότι το έδαφος της περιοχής είναι κατά το πλείστον πεδινό και όχι απόκρημνο, με μικρή υψομετρική διαφορά από τη θάλασσα.

β) Ότι οι άνεμοι είναι συνήθως βορειοανατολικοί-ανατολικοί, η ένταση των οποίων δύναται να φθάσει τα 8-9 μποφόρ. Το ύψος των κυμμάτων είναι 2-3 μέτρα.

γ) Ότι διά τον καθορισμό του αιγιαλού στην ως άνω περιοχή ελήφθη υπόψη υπό της Επιτροπής η κατάσταση η οποία υφίστατο προ της κατασκευής των τεχνικών έργων (τοιχείων, κρασπέδων, επιχωμάτων κλπ.) που είχαν εκτελεσθεί κατά το παρελθόν για την κατασκευή της Εθνικής οδού Μυτιλήνης - Κρατήγυ.

δ) Ότι σε μερικά τμήματα της υπό καθορισμό περιοχής έχουν δημιουργηθεί κατά το παρελθόν παράνομες προσχώσεις της θάλασσας από ιδιώτες και έργα προστασίας της οδού από το Δημόσιο.

ε) Ότι τα κτίσματα περιλαμβάνονται εν μέρει εντός του αιγιαλού διότι εκ του ελέγχου των τίτλων προέκυψε ότι αυτά ευρίσκονται κτισμένα πάνω σε ακίνητα του Δημοσίου δημιου-

ργηθέντα είτε εκ παρανόμων προσχώσεων, είτε διότι είχαν κτισθεί πάνω στον κοινόχρηστο χώρο του αιγιαλού.

στ) Το από 5.4.1979 τοπογραφικό διάγραμμα με κλίμακα 1:500 της περιοχής έναντι Αερολιμένος Μυτιλήνης, η οποία αποτελεί τμήμα της προς καθορισμό περιοχής και την από 21.5.79 έκθεση της αρμόδιας Επιτροπής, ως και το υπ' αριθμ. Φ.187.2/456/79/9.7.79 έγγραφο του ΓΕΝ διά του οποίου παρέχονται οδηγίες και υποδείξεις υπ' αυτού ως προς τον καθορισμό του αιγιαλού και της παραλίας και του παλαιού αιγιαλού όσον αφορά την συγκεκριμένη θέση (περιοχή έναντι Αερολιμένος Μυτιλήνης), αποφασίζει :

Καθορίζει επί του ως άνω τοπογραφικού διαγράμματος :

1. Με συνεχή πολυγωνική κόκκινη γραμμή την οριογραμμή του αιγιαλού υπό στοιχεία 1-2-3-4-... 76-77-78, της οποίας οι κορυφές εξασφαλίζονται δια σταθερών σημείων.

2. Με συνεχή πολυγωνική κίτρινη γραμμή την οριογραμμή της παραλίας υπό στοιχεία 1'-2'-3'... 74'-75'-76' της οποίας οι κορυφές εξασφαλίζονται διά σταθερών σημείων και έχει σταθερή απόσταση από την οριογραμμή του αιγιαλού 10,00 μέτρα, επειδή δεν εξυπηρετούνται οι σκοποί της παραγρ. 1 του άρθρου 7 του Α.Ν. 2344/40.

3. Με συνεχή μπλε πολυγωνική γραμμή την οριογραμμή του παλαιού αιγιαλού υπό στοιχεία 1''-2''-3''-4''-5''-6'', της οποίας οι κορυφές εξασφαλίζονται διά σταθερών σημείων.

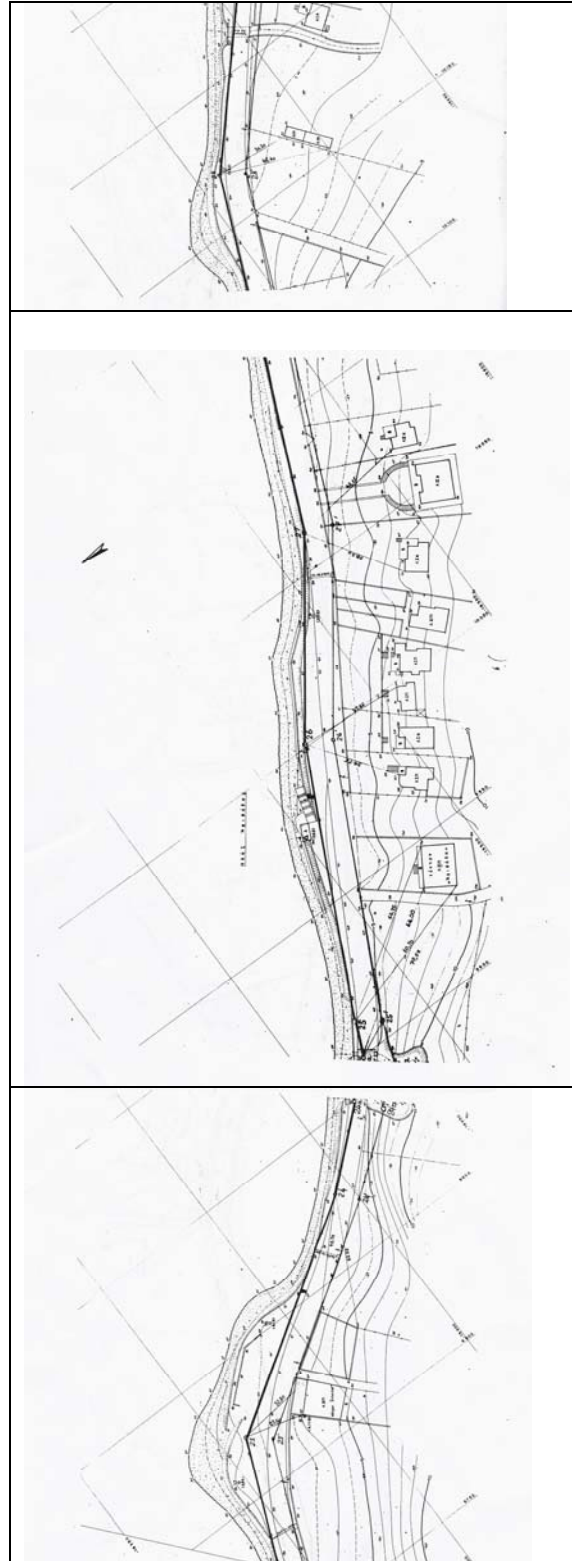
4. Τα κτίσματα που περιλαμβάνονται εν μέρει εντός της ζώνης της παραλίας δεν παρακάμπτονται, σύμφωνα με τις προαναφερόμενες υπ' αριθμ. Δ. 3474/970 ΠΟΛ 105 από 29.7.83 και Ν. 505/253 ΠΟΛ 69 από 30.3.84 διαταγές του Υπουργείου Οικονομικών διά των οποίων γίνεται κοινοποίηση των διατάξεων του άρθρου 23 του Ν. 1337/83 «Επέκταση των Πολεοδομικών σχεδίων, οικιστική ανάπτυξη και σχετικές διατάξεις».

Η Επιτροπή

Η Πρόεδρος
ΝΙΚΗ ΚΟΓΓΡΟΥΚΛΗ - ΓΟΥΝΑΡΗ

Τα μέλη
(Υπογράφες)

Ακολουθεί (Εικόνα Α.) μικρό τμήμα του παραπάνω τοπογραφικού σχεδιαγράμματος (Διεύθυνση Τεχνικών Υπηρεσιών Ν. Λέσβου) στο οποίο αποτυπώνεται η περιοχή "Πλαζ Αχοιβάδας".



Εικόνα Α. Ευρύτερη περιοχή της παραλίας στην οποία έγινε εμπλουτισμός με δάνειο υλικό. ("Πλαζ Αχοιβάδας").

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ IV

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΑΙΓΑΙΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΕΠΙΣΤΗΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

ΘΕΜΑ: ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΛΙΩΝ

ΚΑΤΑ ΜΗΚΟΣ ΤΗΣ ΕΘΝΙΚΗΣ ΟΔΟΥ ΜΥΤΙΛΗΝΗΣ -ΑΕΡΟΔΡΟΜΙΟΥ

ΑΡΙΘΜΟΣ ΕΡΩΤΗΜΑΤΟΛΟΓΙΟΥ

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ

.....

ΗΜΕΡΑ

.....

ΩΡΑ ΕΝΑΡΞΗΣ

.....

ΩΡΑ ΛΗΞΗΣ

.....

ΧΩΡΟΣ ΔΙΕΞΑΓΩΓΗΣ

1. Παραλία 2. Δρόμος 3. Ξενοδοχείο 4. Αλλού

ΚΑΙΡΙΚΕΣ ΣΥΝΘΗΚΕΣ

Θερμοκρασία

Αέρας

ΕΡΩΤΩΜΕΝΟΣ

Άνδρας

Γυναίκα

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ

- Είστε σε διακοπές;

Ναι Όχι

- Είστε κάτοικος Λέσβου;

Ναι Όχι

- Μόνιμη κατοικία:

- Μυτιλήνη
- Περιοχή Αεροδρομίου
- Αλλού

- Διαμένετε σε:

1. Ξενοδοχείο
2. Ενοικιαζόμενα δωμάτια
3. Φίλους
4. Αλλού

- Επισκέφτεστε πρώτη φορά την συγκεκριμένη παραλία;

Ναι Όχι

- Πόσο συχνά έρχεστε εδώ;

- Για ποιό λόγο προτιμάτε αυτήν την παραλία;

- Έχετε επισκεφτεί άλλες παραλίες κοντινές στην πόλη της Μυτιλήνης; Αν ΝΑΙ, ποιές;

- Έχετε παιδιά; Τι ηλικίας;

- Έρχεστε με τα παιδιά σας στην παραλία;

Ναι Όχι

- Πώς θα βαθμολογούσατε την ποιότητα θάλασσας-βυθού;

Απαράδεκτη

Πολύ καλή

-3 -2 -1 0 1 2 3

- Πώς θα βαθμολογούσατε την ποιότητα της εξωτερικής παραλίας;

Απαράδεκτη

Πολύ καλή

-3 -2 -1 0 1 2 3

- Θα επιθυμούσατε να υπήρχε κάποια διαμορφωμένη παραλία κατά μήκος της οδού

Μυτιλήνης - Αεροδρόμιου;

Ναι Όχι

- Νομίζετε ότι η διαμόρφωση μιας τέτοιας παραλίας θα αλλοίωνε την εικόνα της περιοχής;

Ναι Όχι

- Νομίζετε ότι η ύπαρξη του δρόμου που οδηγεί στο αεροδρόμιο καθιστά την <<παραλία>> επικίνδυνη για κολύμβηση/ηλιοθεραπεία;

Ναι Όχι

- Θα επισκεφτείτε ξανά τη συγκεκριμένη παραλία;

Ναι Όχι

- Ποια η ηλικία σας;

1. <25 3. 45 ως 65

2. 25 ως 45 4. >65

- Είστε:

1. Απόφοιτος Δημοτικού

α. Μαθητής/ Φοιτητής

2. » Λυκείου

β. Εργαζόμενος

3. Πτυχιούχος ΑΕΙ

γ. Άνεργος

4. » ΤΕΙ

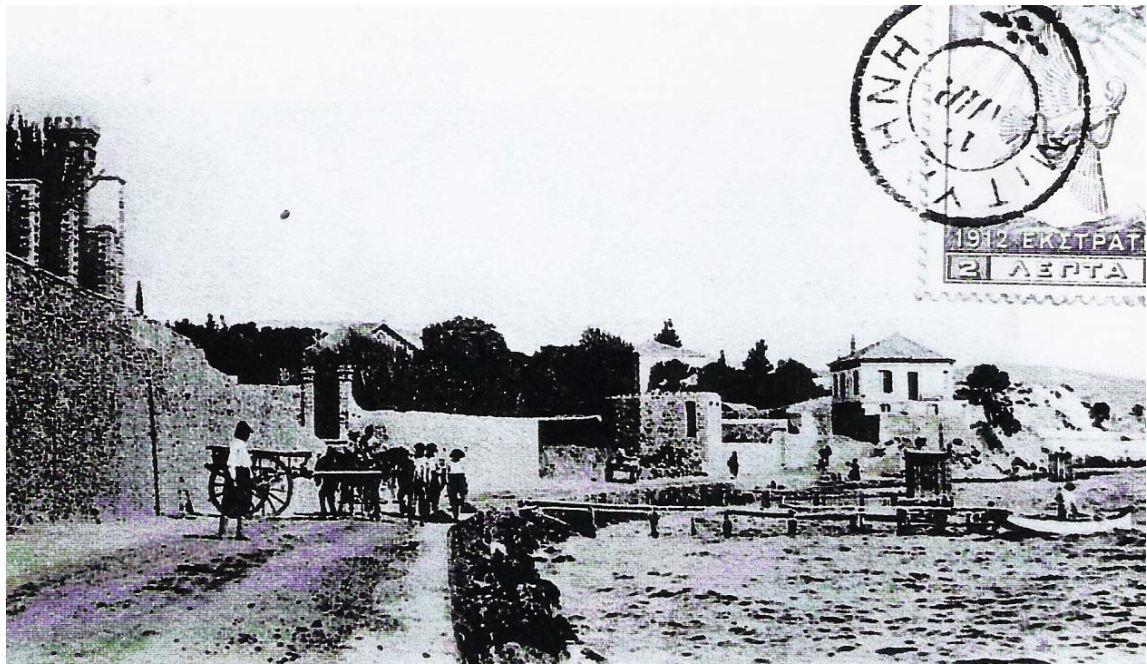
δ. Συνταξιούχος

5. Άλλο

ε. Άλλο

Ευχαριστώ για τη διάθεση του χρόνου σας!

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ V



Περιοχή Ακλειδιού...



1934...



Περιοχή Βαρειάς (μετά το Λύριετ)...



ΤΟ ΛΙΜΑΝΑΚΙ ΒΑΡΕΙΑΣ
ΛΥΤΙΑΝΝΗ

ΧΟΥΤΖΗΡΙΟΥ - ΚΕΜΕΡΑΝ
ΛΥΤΙΑΝΝΗ

Λιμανάκι Βαρειάς...

1937.....

