



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

**ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΟ - ΔΙΑΤΜΗΜΑΤΙΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
«ΕΠΙΣΤΗΜΗ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΥΔΑΤΙΚΩΝ ΠΟΡΩΝ»**

ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ ΚΑΙ ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΣΤΟ ΚΙΑΤΟ ΚΟΡΙΝΘΙΑΣ

Πάνος Κ. Κωνσταντινόπουλος

Επιβλέπων Καθηγητής: Κ. Μέμος

Αθήνα, Σεπτέμβριος 2015

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η ολοκλήρωση αυτής της διπλωματικής εργασίας δεν θα ήταν δυνατή χωρίς την συμβολή και βοήθεια ανθρώπων, τους οποίους και θα ήθελα να ευχαριστήσω.

Καταρχήν, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον Καθηγητή Ε.Μ.Π κ. Μέμο Κωνσταντίνο για την ανάθεση της διπλωματικής αυτής και για την καθοδήγηση και βοήθειά του, κάθε φορά που χρειαζόταν.

Αυτή η εργασία σηματοδοτεί και το τέλος του μεταπτυχιακού κύκλου σπουδών μου. Δεν θα μπορούσα, λοιπόν, να παραλείψω ένα μεγάλο ευχαριστώ στην οικογένειά μου για την υλική και ηθική υποστήριξη, που ήταν η βάση της προσπάθειας αυτών των χρόνων. Τέλος, θα ήθελα να κάνω ιδιαίτερη αναφορά στους φίλους με τους οποίους μοιράστηκα τη διαδρομή αυτή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία, έχουμε ως στόχο να παρουσιάσουμε την έννοια του περιβαλλοντικού σχεδιασμού για τα διάφορα έργα προστασίας από τη διάβρωση που μπορούν να αναπτυχθούν στην παράκτια ζώνη. Έτσι λοιπόν στο πρώτο κεφάλαιο κάνουμε αναφορά στο περιβάλλον της παράκτιας ζώνης που περιλαμβάνει τόσο το φυσικό όσο και το ανθρωπογενές περιβάλλον. Χωρίς την κατανόηση της αλληλεπίδρασης φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος δεν μπορούμε να έχουμε ορθό σχεδιασμό για τα έργα μας. Στο δεύτερο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα λεγόμενα <σκληρά> έργα προστασίας από τη διάβρωση, το πως αυτά λειτουργούν, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Στο τρίτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα λεγόμενα <μαλακά> έργα προστασίας από τη διάβρωση, το πως αυτά λειτουργούν, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους. Στο τέταρτο κεφάλαιο, και αφού έχουμε αναφερθεί σε ορισμένα παραδείγματα μη ολοκληρωμένου περιβαλλοντικού σχεδιασμού εκφράζουμε ορισμένα ερωτήματα για το ποιο κίνητρο σχεδιασμού θα μπορούσε να οδηγήσει σε ολοκληρωμένο περιβαλλοντικό σχεδιασμό. Τέλος, στο πέμπτο κεφάλαιο δίνουμε 2 προτάσεις ανάπλασης για μια παράκτια ζώνη στο Κιάτο Κορινθίας, το οποίο αντιμετωπίζει σοβαρά προβλήματα διάβρωσης. Παρουσιάζονται επίσης τα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα της κάθε πρότασης.

ABSTRACT

In the present thesis, we want to present the significance of environmental design for the several coastal works that we construct for the protection from coastal erosion. So, in the first chapter we refer to the coastal environment that includes natural and man-made environment. Without the understanding of interaction between man-made and natural environment, we can't achieve a complete design of our works. In the second chapter the so-called < hard > works for the protection against coastal erosion are presented. The advantages and disadvantages of these works are also presented. In the third chapter the so-called < soft > works for the protection against coastal erosion are presented. The advantages and disadvantages of these works are also presented. In fourth chapter, and after we have presented some examples of non-complete environmental design, we refer some concerns about which motivation in production could lead to a complete environmental design. In the fifth chapter, we give two propositions of gentrification for a coastal zone in Kiato (a village near Korinthos), a coastal zone that faces serious troubles of erosion. The advantages and disadvantages of each proposition are also presented.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1 ⁰ ΚΕΦΑΛΑΙΟ	σελ 1
<hr/>	
1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ	σελ 1
1.2 ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ	σελ 2
1.2.1 ΑΝΕΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	σελ 2
1.2.2 ΚΥΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	σελ 5
1.2.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ	σελ 7
1.2.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ- ΑΝΥΨΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ	σελ 14
1.2.5 ΕΚΒΟΛΕΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ	σελ 16
1.2.6 TSUNAMIS	σελ 19
1.2.7 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΙΖΗΜΑΤΩΝ	σελ 22
1.3 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ	σελ 25
1.3.1 ΑΓΡΟΤΟ-ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ	σελ 25
1.3.2 ΑΛΙΕΙΑ	σελ 28
1.3.3 ΝΑΥΣΙΠΛΟΙΑ	σελ 29
1.3.4 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	σελ 30
1.3.5 ΑΜΜΟΛΗΨΙΕΣ ΓΙΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ	σελ 32
1.3.6 ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ Κ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΔΙΑΒΡΩΣΗ	σελ 33
1.3.7 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ	σελ 35
1.3.8 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ	σελ 36
1.3.9 ΑΝΑΨΥΧΗ-ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ	σελ 37
2 ⁰ ΚΕΦΑΛΑΙΟ	σελ 40
<hr/>	
2.1 ‘ ΣΚΛΗΡΗΣ’ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	σελ 40
Α. ΕΞΑΛΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ	σελ 41

A.1 ΣΚΟΠΟΣ- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ- ΤΥΠΟΙ	σελ 41
A.2 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ	σελ 42
A.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΩΝ	σελ 47
B. ΕΞΑΛΟΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ	σελ 49
B.1 ΣΚΟΠΟΣ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ-ΤΥΠΟΙ	σελ 49
B.2 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ	σελ 51
B.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΡΟΒΟΛΩΝ	σελ 53
Γ. ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΜΕΤΩΠΟΥ ΑΚΤΗΣ (φυσικοί ογκόλιθοι, πλάκες, συρματοκιβώτια, αμμόσακοι, αμμοσωλήνες)	σελ 54
Γ.1 ΣΚΟΠΟΣ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ-ΤΥΠΟΙ	σελ 54
Γ.2 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ	σελ 55
Γ.2.2 ΣΥΡΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΑ	σελ 60
Γ.2.3 ΑΜΜΟΣΑΚΟΙ	σελ 62
Γ.2.4 ΠΛΑΚΕΣ	σελ 62
Γ.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΘΩΡΑΚΙΣΕΩΝ	σελ 63
Δ. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	σελ 63
Δ.1 ΣΚΟΠΟΣ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ-ΤΥΠΟΙ	σελ 63
Δ.2 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ	σελ 64
Δ.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΤΟΙΧΩΝ	σελ 65
E. REVETMENTS	σελ 66
3 ⁰ ΚΕΦΑΛΑΙΟ	σελ 68
3.1 ‘ΗΠΙΑΣ’ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ	σελ 68
3.A. ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ	σελ 69

3.A.1	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΒΥΘΙΣΜΕΝΩΝ	
	ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΩΝ		σελ 72
3.B.	ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ-ΠΥΘΜΕΝΙΚΟΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ		σελ 77
3.B.1	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΠΥΘΜΕΝΙΚΩΝ	
	ΠΡΟΒΟΛΩΝ		σελ 78
3.Γ.	ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗ ΑΚΤΗΣ ΜΕ ΙΖΗΜΑ		σελ 79
3.Γ.1	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΤΕΧΝΗΤΗΣ	
	ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗΣ ΑΚΤΗΣ		σελ 85
3.Δ.	ΠΛΩΤΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ		σελ 86
3.Δ.1	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ	ΠΛΩΤΩΝ	
	ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΩΝ		σελ 95
3.Ε.	MANGROVES		σελ 96
3.Ε.1	ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ MANGROVES		σελ 97
3.Ε.2	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ MANGROVES		σελ 101
4 ⁰	ΚΕΦΑΛΑΙΟ		σελ 102
4.1	ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ		σελ 102
4.2	ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ		σελ 104
4.3	ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ		σελ 108
5 ⁰	ΚΕΦΑΛΑΙΟ		σελ 111
5.1	ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ		σελ 111
5.2	Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ		σελ 112
5.3	ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ		σελ 114
5.4	ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΚΤΗΣ		σελ 127
5.4.1	ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΩΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ		σελ 127

5.4.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	σελ 129
5.4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΩΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	σελ 130
5.4.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	σελ 131
5.4.5 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΩΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	σελ 131
5.4.6 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ	σελ 132
5.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	σελ 133
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΝΑΦΟΡΕΣ	σελ 134

ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΥΜΒΟΛΩΝ

τ_a	διατμητική τάση ανέμου στη θάλασσα
C_D	συντελεστής τριβής
ρ_a	πυκνότητα αέρα
ρ_w	πυκνότητα νερού
u_z	ταχύτητα ανέμου σε διαφορα ύψη πάνω απο τη στάθμη της θάλασσας
$U(10)$	Η ταχύτητα ανέμου σε ύψος 10 μ
$U(Z)$	Η ταχύτητα ανέμου σε ύψος z από την επιφάνεια της θάλασσας
Z	Το ύψος σε μέτρα
R_L	λόγος της ταχύτητας πάνω από τη θάλασσα ως προς την ταχύτητα στη στεριά.
H	ύψος κύματος
L	μήκος κύματος
T	περίοδος του κύματος
H_S	χαρακτηριστικό κύμα
C	ταχύτητα του κύματος
γ	καμπυλότητα κύματος
κ	αριθμός κύματος
h	βάθος ροής
L_0	μήκος κύματος στα βαθειά
H_0	ύψος κύματος στα βαθειά
K_S	συντελεστής ρήχωσης
C_0	ταχύτητα κύματος στα βαθειά
K_R	συντελεστής διάθλασης
b_0	απόσταση μεταξύ ορθογωνίων στα βαθειά
b	απόσταση μεταξύ ορθογωνίων στα ρηγά
β_0	η αρχική γωνία του κυματισμού στα βαθειά
H_b	ύψος του κύματος στη ζώνη θραύσης
$\tan\alpha$	κλίση του πυθμένα
d_0	αρχικό βάθος οριζόντιου πυθμένα
d_b	βάθος νερού στη θραύση
t_w	διατμητική τάση στον πυθμένα
f_w	συντελεστής τριβής του κύματος Jonsson
u_{max}	μέγιστη τιμή οριζόντιας τροχιακής ταχύτητας στον πυθμένα
B	μέσο βάρος των ογκολίθων που απαιτούνται για τη στρώση θωράκισης
γ	ειδικό βάρος του πετρώματος των ογκολίθων
K_D	συντελεστής ευστάθειας των ογκολίθων
δ	ο λόγος ειδικών βαρών των ογκολίθων προς του νερού γ/γ_0
θ	η γωνία που σχηματίζει το πρανές με τον πυθμένα
r	πάχος στρώσεων θωράκισης
n	ο αριθμός των λίθων κατά το πάχος της στρώσης
N_r	το πλήθος των ογκολίθων
A	η επιφάνεια που καλύπτεται
P	πορώδες στρώσης

N_s	αριθμός ευστάθειας του Hudson
N_{sz}	αριθμός ευστάθειας του Hudson για μηδενική ζημιά
h_c	ύψος ύφαλου κυματοθραύστη
s_p	κλίση κυμάτων
C_r	συντελεστής ανάκλασης
D_{II}	διάμετρος ογκολίθων ύφαλου κυματοθραύστη
D_I	διάμετρος ογκολίθων έξαλου κυματοθραύστη
W	ταχύτητα πτώσης των κόκκων στον πυθμένα
A²	ποσό ενέργειας του κυματισμού που απορροφάται από τον πλωτό κυματοθραύστη

ΕΙΣΑΓΩΓΗ:

Η παράκτια ζώνη είναι μια περιοχή ιδιαίτερα πολυσύνθετη καθώς φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον συνυπάρχουν σε αυτή. Η ισορροπία αυτού του συστήματος είναι αρκετά εύθραυστη και έτσι κάθε δράση του ανθρώπου στην παράκτια ζώνη προκειμένου να εξυπηρετήσει τους σκοπούς του δημιουργεί μια αντίδραση από τη φύση προκειμένου το σύστημα να έρθει σε μια νέα ισορροπία.

Όταν μιλάμε για περιβαλλοντικό σχεδιασμό εννοούμε ουσιαστικά έναν σχεδιασμό που θα εξασφαλίζει την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, ισόρροπη ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών της χώρας, αξιοποίηση κ όχι καταλήστευση του φυσικού πλούτου. Έναν σχεδιασμό που στην τελική ανάλυση θα συμβάλει στη συνολική βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων και θα ικανοποιεί σε ολόενα και μεγαλύτερο βαθμό τις σύγχρονες, με βάση το επίπεδο ανάπτυξης των παραγωγικών δυνάμεων της κοινωνίας, ανάγκες. Ο σχεδιασμός αυτός θα συνεισφέρει στην ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών, μέσω της κατασκευής έργων στην παράκτια ζώνη με αυτό το κριτήριο, και παράλληλα ακόμη και αν πρέπει (για να ικανοποιηθούν οι λαϊκές ανάγκες) να γίνει έργο που θα έχει σοβαρές επιπτώσεις στην παράκτια ζώνη, αυτές να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες με την όσο είναι εφικτό μικρότερη σπατάλη φυσικών πόρων.

Χωρίς έναν τέτοιο σχεδιασμό δεν μπορούν να ληφθούν υπόψη ή ακόμη και να διερευνηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν την ισορροπία της παράκτιας ζώνης, και πως μια παράκτια παρέμβαση του ανθρώπου επιδρά σε αυτήν την ισορροπία. Χωρίς έναν τέτοιο σχεδιασμό θα έχουμε άναρχη ανάπτυξη της παράκτιας ζώνης, σπατάλη φυσικών πόρων και επίσης η δυνατότητά μας για να κάνουμε έργα που θα βελτιώνουν την κατάσταση θα είναι μια πιο σύνθετη διαδικασία. (όσο πιο άναρχη παρέμβαση τόσο οι επιπτώσεις πιο πολύπλοκες και άρα και η σωστή παρέμβαση από μεριάς μηχανικών πιο δύσκολη)

Όπως γίνεται φανερό περιβαλλοντικός σχεδιασμός δεν σημαίνει απλά και μόνο την όλο και πιο συχνή αξιοποίηση <ήπιων μεθόδων> προστασίας από διάβρωση έναντι των <σκληρών μεθόδων>. Είτε οι <σκληρές> είτε οι <ήπιες> μέθοδοι προσφέρουν ορισμένα πλεονεκτήματα και η καθεμία έχει και τις αδυναμίες της. Το ποιά από όλες τις μεθόδους ή συνδυασμός αυτών θα χρησιμοποιηθεί, για να έχουμε το καλύτερο

αποτέλεσμα, αυτό αφορά την ανάλυση όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την παράκτια ζώνη και το ποιός είναι ο στόχος που θέλουμε να ικανοποιήσουμε αξιοποιώντας τη μία ή την άλλη μέθοδο.

Άρα λοιπόν ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός δεν είναι απλά ένα τεχνικό ζήτημα, (έχει και τέτοιες πτυχές ασφαλώς) αλλά αφορά την ανάλυση όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την παράκτια ζώνη και είναι αποτέλεσμα των κινήτρων και των στόχων προς επίτευξη. Διαφορετικά κίνητρα και στόχοι θα δώσουν και διαφορετικό σχεδιασμό και συνεπώς και διαφορετικά έργα στην παράκτια ζώνη που θα εξυπηρετούν λιγότερο ή περισσότερο το τι πρέπει να εξασφαλίζει στην παράκτια ζώνη ένας περιβαλλοντικός σχεδιασμός με βάση αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω.

Στο Κιάτο Κορινθίας που έχουμε σοβαρά προβλήματα διάβρωσης λόγω μορφολογίας της ακτής, μπαζώματος των ρεμάτων και αποστράγγισή τους για αρδευτικούς λόγους κάνουμε έναν σχεδιασμό με ιεράρχηση το να μπορέσουμε να συγκρατήσουμε ίζημα στην περιοχή ώστε να δημιουργήσουμε μια παραλία για αναψυχή των κατοίκων και για να αποτρέψουμε τη θάλασσα από το να πνίξει τα χωράφια των αγροτών που βρίσκονται στην περιοχή. Θα δώσουμε 2 προτάσεις κατασκευής τεχνικών έργων για την επίτευξη των παραπάνω στόχων. Η μια πρόταση θα περιλαμβάνει έργα <σκληρής> παρέμβασης και η άλλη έργα πιο <ήπιας> παρέμβασης. Η πιο λεπτομερής εξέταση των 2 αυτών προτάσεων και των επιπτώσεών τους θα προκρίνει τη μία ή την άλλη λύση.

1⁰ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

1.1 ΟΡΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ

Οι παράκτιες περιοχές είναι περίπλοκα οικοσυστήματα τα οποία είναι το σημείο συνάντησης στεριάς και θάλασσας. Η πολυπλοκότητα των περιοχών αυτών συνίσταται στο ότι υπάρχει έντονη αλληλεπίδραση φυσικών και ανθρώπινων διεργασιών. Άρα όπως μπορούμε να αντιληφθούμε μπορούμε να δώσουμε διάφορους ορισμούς στην παράκτια ζώνη με βάση τα φυσικά και γεωμορφολογικά, οικολογικά χαρακτηριστικά των περιοχών αυτών ή με βάση την ανθρώπινη δραστηριότητα, τις χρήσεις γης. Οι επικρατέστεροι ορισμοί της παράκτιας ζώνης παίρνουν υπόψη τους τα γεωγραφικά χαρακτηριστικά. Έτσι στην βιβλιογραφία η παράκτια ζώνη ορίζεται ως εξής:

Παράκτια ζώνη είναι το χερσαίο και γειτονικό θαλάσσιο τμήμα (υδάτινο και βυθός) στο οποίο οι χερσαίες διεργασίες επηρεάζουν άμεσα τις θαλάσσιες διεργασίες και χρήσεις αντίστροφα. Η παράκτια ζώνη αποτελεί μια ζώνη μεταβλητού εύρους που συνορεύει με την ηπειρωτική, την νησιωτική χώρα και τις λίμνες. Λειτουργικά ορίζεται σαν την ζώνη μεταβλητού εύρους που συνορεύει με τη ζώνη μεταβίβασης από την ξηρά στη θάλασσα, όπου η παραγωγή, η κατανάλωση και οι διεργασίες ανταλλαγής έχουν τις υψηλότερες τιμές τους.

Άλλος ορισμός που μπορούμε να δούμε με βάση τα οικολογικά χαρακτηριστικά και την ανθρώπινη δραστηριότητα είναι ο ορισμός σύμφωνα με το Πρωτόκολλο Ολοκληρωμένης Διαχείρισης Παράκτιων Περιοχών, της Σύμβασης της Βαρκελώνης:

«Παράκτια ζώνη» ορίζεται η γεωγραφική περιοχή στην οποία οι αλληλεπιδράσεις μεταξύ του θαλάσσιου και χερσαίου τμήματος συμβαίνουν σε μορφή σύνθετων οικολογικών συστημάτων, που προκαλούνται από βιοτικά και αβιοτικά συστατικά, συνυπάρχοντας και αλληλεπιδρώντας με τις ανθρώπινες κοινωνίες και τις σχετικές κοινωνικό-οικονομικές δραστηριότητες.

Όπως αναδεικνύεται και παραπάνω από τους ορισμούς η παράκτια ζώνη είναι ένα σύστημα αλληλεπίδρασης φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος. Για να

αντιληφθούμε την λειτουργία της παράκτιας ζώνης χρειάζεται να παρουσιαστεί και να αναλυθεί τόσο το φυσικό όσο και το ανθρωπογενές περιβάλλον της παράκτιας ζώνης.

1.2 ΦΥΣΙΚΟ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΖΩΝΗΣ

Το φυσικό περιβάλλον της παράκτιας ζώνης είναι ιδιαίτερα πολύπλοκο και περιλαμβάνει πολλές παραμέτρους τις βασικότερες των οποίων θα παρουσιάσουμε και θα αναλύσουμε παρακάτω. Από τους βασικότερους παράγοντες του φυσικού περιβάλλοντος της παράκτιας ζώνης αποτελεί η θάλασσα υδραυλική της περιοχής η οποία περιλαμβάνει τους ανέμους, τα κύματα ως αποτέλεσμα της δράσης των ανέμων, τα ρεύματα, τα tsunamis, την ανύψωση της στάθμης της θάλασσας, την ύπαρξη ή όχι ποταμών που εκβάλλουν στη θάλασσα. Στοιχεία του φυσικού περιβάλλοντος για την παράκτια ζώνη αποτελούν οι σεισμοί, το είδος των εδαφών που παίζουν σοβαρό ρόλο για το αν θα έχουμε προσαμμώσεις ή διαβρώσεις, τα προστατευόμενα είδη χλωρίδας και πανίδας.

1.2.1 ΑΝΕΜΟΙ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

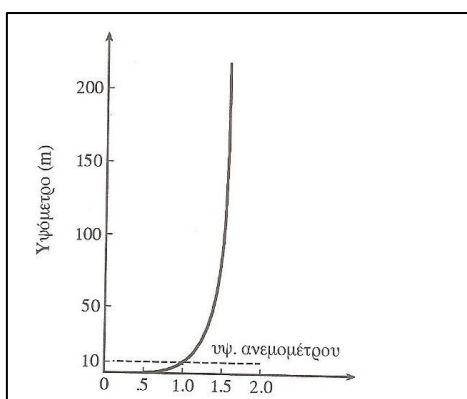
Ο άνεμος προκαλείται από την ηλιακή θερμότητα και την περιστροφή της γης. Ο άνεμος και τα χαρακτηριστικά του στην εκάστοτε περιοχή μελέτης είναι ίσως η πιο σημαντική παράμετρος που αφορά τα έργα του μηχανικού στην παράκτια ζώνη. Αυτό συμβαίνει επειδή ο άνεμος μεταβιβάζει μέσω της τριβής

$$(\tau_{\alpha}=C_D * \rho_{\alpha} / \rho_w * u_z)$$

ΣΧΕΣΗ 1.Α

με την επιφάνεια της θάλασσας ενέργεια στην θάλασσα και έτσι ουσιαστικά ο άνεμος είναι η βασική γενεσιουργός αιτία των κυματισμών. Ανάλογα λοιπόν με την ταχύτητα του ανέμου, την διάρκεια που φυσάει, το ανάπτυγμα πελάγους, αναπτύσσονται διαφορετικών μεγεθών κύματα τα οποία καταπονούν τις κατασκευές μας. Έτσι λοιπόν για την κατασκευή ενός έργου σε μια περιοχή είναι κρίσιμο να έχουμε στη διάθεσή μας ανεμολογικά δεδομένα που θα μας καταστήσουν ικανούς σε έναν βαθμό να προβλέψουμε και το μέγεθος των κυμάτων που θα αναπτυχθούν έτσι ώστε να διαστασιολογήσουμε και ανάλογα τις κατασκευές μας. Έτσι λοιπόν έχουν κατασκευαστεί ανεμολογικοί σταθμοί που μπορούν να μετρήσουν την ταχύτητα του

αέρα. Η ταχύτητα όμως του αέρα σε μεγάλα ύψη πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας δεν είναι και η ταχύτητα του ανέμου πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Αυτό συμβαίνει γιατί με την κίνηση του ατμοσφαιρικού αέρα πάνω από την επιφάνεια της γης δημιουργείται οριακό στρώμα με έντονη κλίση της ταχύτητας κοντά στη διεπιφάνεια. Στο σχήμα 1.1 που ακολουθεί δίνεται μια τυπική μορφή της μεταβολής της ταχύτητας με το ύψος πάνω από τη στάθμη της θάλασσας.



ΣΧΗΜΑ 1.1: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΤΗΣ ΤΑΧΥΤΗΤΑΣ ΤΟΥ ΑΝΕΜΟΥ ΑΝΑΛΟΓΩΣ ΤΗΣ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΑΠΟ ΤΗΝ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Έχει βρεθεί μια σχέση που προσεγγίζει ικανοποιητικά την μεταβολή της ταχύτητας σε μια ζώνη 8μ-12μ πάνω από τη στάθμη της θάλασσας και είναι:

$$U(10)=U(Z)*\left(\frac{10}{Z}\right)^{1/7} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 1.1}$$

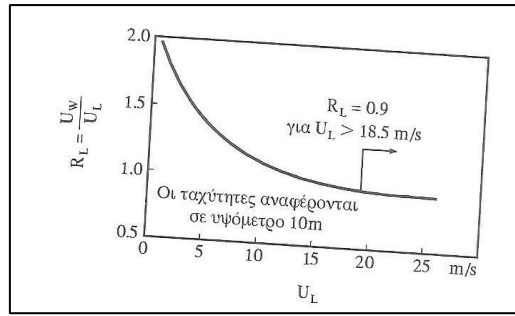
Όπου:

$U(10)$: Η ταχύτητα σε ύψος 10μ

$U(Z)$: Η ταχύτητα σε ύψος z από την επιφάνεια της θάλασσας

Z : Το ύψος σε μέτρα

Επίσης επειδή κατά σύμβαση τα ανεμόμετρα των μετεωρολογικών σταθμών μετρούν την ταχύτητα του ανέμου 10μ πάνω από την επιφάνεια του εδάφους το οποίο είναι πιο τραχύ από την επιφάνεια της θάλασσας χρειάζεται οι μετρήσεις που παίρνουμε να διορθώνονται έτσι ώστε να μπορούμε να εκτιμήσουμε τις αντίστοιχες τιμές πάνω από την θάλασσα. Το ακόλουθο διάγραμμα 1.1 μπορεί να μας βοηθήσει σε αυτό. Ο συντελεστής R_L είναι ο λόγος της ταχύτητας πάνω από τη θάλασσα ως προς την ταχύτητα στη στεριά.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.1: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΣΥΝΤΕΛΕΣΤΗ R_L

Επίσης μπορεί να χρειαστεί να χρησιμοποιήσουμε και άλλους διορθωτικούς συντελεστές που έχουν να κάνουν με διαφορές θερμοκρασίας ανάμεσα στον αέρα και στη θάλασσα ή στις γεωφυσικές ροές μόνο που δεν κρίνεται σκόπιμο να αναπτυχθούν περαιτέρω. Η ένταση των ανέμων μετριέται με την κλίμακα Beaufort (πίνακας 1.1)

Κλίμακα Beaufort	Περιγραφή	Ταχύτητα ανέμου			Κατάσταση θαλάσσης
		Κόμβοι	mil/hr	m/s	
0	Άπνοια	< 1	< 1	< 0.5	Σαν καθρέφτης
1	Υποπνέων	1-3	1-3	0.5-1.5	Ρυτιδώσεις χωρίς αφρό
2	Ασθενής αύρα	4-6	4-7	2.1-3.1	Μικρά κυματίδια με λείες κορυφές χωρίς θραύση
3	Λεπτή αύρα	7-10	8-12	3.6-5.1	Μεγαλύτερα κυματίδια που αρχίζουν να θραύ- ονται. Αφρός υαλώ- δους εμφάνισης
4	Μέτρια αύ- ρα	11-16	13-18	5.7-8.2	Μικρά κύματα που γί- νονται μεγαλύτερα συ- χνές εμφανίσεις αφρών
5	Λαμπρή αύ- ρα	17-21	19-24	8.7-10.8	Μέτρια επιμήκη κύμα- τα πολλοί αφροί και ίσως σταγονίδια
6	Ισχυρή αύρα	22-27	25-31	11.3-13.9	Μεγάλα κύματα εκτε- ταμένοι αφροί παντού
7	Ισχυρός άνεμος	28-33	32-38	14.4-17.0	(1)
8	Σφοδρός άνεμος	34-40	39-46	17.5-20.6	(2)
9	Ορμητικός άνεμος	41-47	47-54	21.1-24.2	(3)
10	Θύελλα	48-55	55-63	24.7-28.3	(4)
11	Σφοδρή θύελλα	56-63	64-73	28.8-32.4	(5)
12	Τυφώνας	64-71	74-82	32.9-36.5	(6)

(1) Οι αφροί από τα θραυόμενα κύματα αρχίζουν να διατάσσονται σε λωρίδες κατά τη διεύθυνση του ανέμου.
(2) Μετρίως υψηλά κύματα μεγαλύτερου μήκους. Οι αφροί διατάσσονται σε ευδιάκρι-
τες λωρίδες κατά τη διεύθυνση του ανέμου. Τα σταγονίδια εμποδίζουν την ορατό-
τητα.
(3) Υψηλά κύματα. Πυκνές λωρίδες αφρού κατά τη διεύθυνση του ανέμου. Περιορι-
σμένη ορατότητα.
(4) Πολύ υψηλά κύματα με κοίλες κορυφές. Η επιφάνεια της θάλασσας έχει άσπρη εμφάνιση από τους πολλούς αφρούς. Περιορισμένη ορατότητα.
(5) Ιδιαίτερα υψηλά κύματα που μπορούν να κρύψουν μικρά και μεσαία σκάφη. Η επιφάνεια της θάλασσας είναι εντελώς καλυμμένη με αφρούς ενώ οι κορυφές των κυμάτων εξανεμίζονται. Περιορισμένη ορατότητα.
(6) Ο αέρας γεμίζει από αφρούς και σταγονίδια. Η θάλασσα καλύπτεται από αφρούς και σταγονίδια. Η ορατότητα είναι πολύ σοβαρά περιορισμένη.

ΠΙΝΑΚΑΣ 1.1: ΠΙΝΑΚΑΣ ΚΛΙΜΑΚΑΣ BEAUFORT

1.2.2 ΚΥΜΑΤΑ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

Η ύπαρξη των κυμάτων είναι πολύ σημαντική και για τις φυσικές διαδικασίες της θάλασσας και για τον άνθρωπο και τα έργα του καθώς τα κύματα ανακατανέμουν και διασπείρουν τη θερμότητα το οξυγόνο και άλλα στοιχεία στη θάλασσα μαζί. Αυξάνουν την εξάτμιση και το ανάπτυσμα της θαλάσσιας επιφάνειας. Μεταβάλλουν την ταχύτητα μετάδοσης της ηλιακής ακτινοβολίας στη θάλασσα. Επιπλέον η μεταφορά ιζημάτων που δημιουργούν μπορεί να αλλοιώσει μεγάλες παράκτιες περιοχές και να κάνουν επιτακτική την κατασκευή έργων στα οποία ασκούν πιέσεις που πρέπει να υπολογίζονται. Τα βασικά χαρακτηριστικά των κυμάτων που είναι και αυτά που παίρνουμε υπόψη μας για το σχεδιασμό των έργων μας είναι το ύψος κύματος (H), το μήκος κύματος (L), και η περίοδος (T) του κύματος. Όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο ο άνεμος είναι η γενεσιουργός αιτία της ανάπτυξης των κυματισμών καθώς μέσω άμεσης ώθησης (ταχύτητα ανέμου ανώτερη των κυματισμών), μέσω τριβής στην διεπιφάνεια και μέσω μεταβολών ατμοσφαιρικής πίεσης μεταφέρει ενέργεια στα κύματα. Τα κύματα χάνουν ενέργεια μέσω τυρβωδών κινήσεων των υγρών μορίων κατά κύριο λόγο και λόγω δυνάμεων συνεκτικότητας. Όσο περισσότερη ενέργεια μεταφέρεται στα κύματα αυξάνει το ύψος τους και στη συνέχεια το μήκος τους. Το μέγεθος των κυματισμών που θα έχουμε σε μια περιοχή εξαρτάται από πολλές παραμέτρους σημαντικότερες των οποίων είναι:

- η ένταση του ανέμου
- η διάρκεια πνοής του ανέμου
- το ανάπτυσμα πελάγους

Με το διάγραμμα **SMB** που συνοπολογίζει όλες αυτές τις παραμέτρους μπορούμε να υπολογίσουμε το χαρακτηριστικό κύμα $H_S=H_{1/3}$ το οποίο είναι ο μέσος όρος του 33% των υψηλότερων κυμάτων της παρατήρησής μας. Η έννοια του χαρακτηριστικού κύματος είναι πολύ σημαντική για τον σχεδιασμό και την κατασκευή των έργων μας καθώς χρησιμοποιείται ως βάση για τη διαστασιολόγηση των έργων μας. Ανάλογα με την σοβαρότητα του έργου και την ασφάλεια που θέλουμε να πετύχουμε μπορούμε να διαστασιολογήσουμε το έργο μας με προσαυξημένο H_S ως μέτρο.

Για παράδειγμα:

- μώλος με κεκλιμένα μέτωπα- $H_{1/3}$
- κρηπιδότοιχος υπό θραυόμενα ή στάσιμα κύματα- $H_{1/10}$
- ανάχωμα προστασίας- $H_{1/3}$

Ένα μέγεθος ακόμα που μας ενδιαφέρει είναι η ταχύτητα (C) του κύματος και ισούται με το λόγο του μήκους (L) του κύματος προς την περίοδό (T) του:

$$C=L/T.$$

ΣΧΕΣΗ 1.2

Τα κύματα όσο πλησιάζουν προς την ακτή υπόκεινται σε διάφορες φυσικές διαδικασίες που αλλάζουν τα χαρακτηριστικά τους. Η ουσία αυτών των φυσικών διαδικασιών είναι ότι όσο τα κύματα πλησιάζουν προς την ακτή ο πυθμένας που στα βαθιά νερά δεν είχε επίδραση τώρα επιδρά στους κυματισμούς. Οι φυσικές διαδικασίες αυτές είναι η διάθλαση, η περίθλαση και η θραύση των κυματισμών.

Για να μην χρειάζεται στις επόμενες παραγράφους να δίνουμε ορισμούς γεωμετρικών και άλλων χαρακτηριστικών, θα δώσουμε κάποιους, εκτός από όσους έχουμε δώσει ήδη, εδώ:

- Ύψος κύματος (H): είναι η κατακόρυφη απόσταση μεταξύ της κορυφής και της κοιλιάς του κύματος. Ισούται με το διπλάσιο του εύρους ταλαντώσεως των σωματιδίων.
- Μήκος κύματος (L): είναι η οριζόντια απόσταση μεταξύ δύο σωματιδίων, που βρίσκονται στη ίδια φάση ταλαντώσεως. Μετράται κατά μήκος της διεύθυνσεως μεταδόσεως.
- Περίοδος κύματος (T): είναι ο χρόνος μιας πλήρους ταλαντώσεως των σωματιδίων. Ορίζεται και σαν το χρονικό διάστημα μεταξύ της διελεύσεως δύο διαδοχικών κορυφών κύματος από ένα ορισμένο σημείο.
- Διεύθυνση κύματος: είναι η κάθετη γραμμή προς το μέτωπο κύματος (κείται στο επίπεδο ταλαντώσεως)
- Μέτωπο κύματος: είναι ένα επίπεδο κάθετο προς το επίπεδο ταλαντώσεως και εφαπτόμενο στη διατομή του κύματος
- Καμπυλότητα ή κυρτότητα κύματος (γ): $= (H/L)$.
- Αριθμός κύματος (κ): $(=2\pi/L)$.
- Κορυφή κύματος: είναι το υψηλότερο σημείο του πάνω από την ελεύθερη επιφάνεια της θάλασσας σε ηρεμία.
- Κοιλία κύματος: είναι το χαμηλότερο σημείο του κάτω από την ελεύθερη επιφάνεια της θάλασσας σε ηρεμία.

1.2.3 ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ ΚΥΜΑΤΩΝ ΣΤΗΝ ΠΑΡΑΚΤΙΑ ΖΩΝΗ

Στην προηγούμενη παράγραφο αναφέρθηκε ότι τα κύματα όσο πλησιάζουν προς την ακτή υπόκεινται σε φυσικές διεργασίες που αλλάζουν τα γεωμετρικά τους χαρακτηριστικά (ύψος-μήκος κτλ). Αναφέρθηκε ότι αυτές οι φυσικές διεργασίες είναι η ρήγωση, η θραύση και η διάθλαση των κυματισμών. Στην παράγραφο αυτή θα αναλυθούν και θα παρουσιαστούν εκτενέστερα οι φυσικές αυτές διαδικασίες.

A. ΡΗΧΩΣΗ ΚΑΙ ΑΛΛΑΓΗ ΤΩΝ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ

Ένας κυματισμός στα βαθιά νερά ($h/L > 0,5$) μπορούμε να θεωρήσουμε ότι η μεταδίδεται πρακτικώς αναλλοίωτος. Όσο πλησιάζει προς την ακτή τότε το βάθος του νερού γίνεται μικρότερο, λόγω κεκλιμένου πυθμένα, και ο πυθμένας αρχίζει να επιδρά στον κυματισμό μεταβάλλοντας τα χαρακτηριστικά του συνεχώς μέχρι και τη ζώνη θραύσης. Στη ζώνη αυτή μας ενδιαφέρει να ξέρουμε τα χαρακτηριστικά των κυματισμών γιατί είναι και ζώνη στην οποία τοποθετούνται παράκτια έργα και είναι αναγκαίο να ξέρουμε το κύμα σχεδιασμού.

Μια απλή θεώρηση που μπορούμε να αξιοποιήσουμε για να υπολογίσουμε τα h , L στις διάφορες θέσεις στα πιο ρηχά είναι να θεωρήσουμε ότι ο κυματισμός όσο έρχεται προς τα ρηχά δεν χάνει ενέργεια (αμελούμε την ανάκλαση της ενέργειας του κυματισμού από τον πυθμένα ή και άλλες απώλειες.). Η θεώρηση αυτή λέγεται ενεργειακή. Η περίοδος του κύματος μένει σταθερή κατά τη διάρκεια της μετάδοσης του κύματος προς τα ρηχά.

Από την εξίσωση που μας δίνει το μήκος του κύματος:

$$L = gT^2 / (2\pi) \tanh(2\pi h/L)$$

ΣΧΕΣΗ 1.3

Όπου:

L : το μήκος του κύματος

T : η περίοδος του κύματος

h : το βάθος ροής του κυματισμού

και την ενεργειακή θεώρηση μπορούμε να υπολογίσουμε το μήκος και το ύψος του κύματος σε οποιαδήποτε θέση στα πιο ρηχά.

Το μήκος του κύματος δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$L=L_0 \tanh(2\pi h/L)$$

ΣΧΕΣΗ 1.4

Όπου:

L_0 : μήκος κύματος στα βαθειά

Το ύψος του κύματος δίνεται από την παρακάτω σχέση:

$$H=H_0 * K_S$$

ΣΧΕΣΗ 1.5

Όπου:

H: ύψος κύματος στη θέση που ψάχνω

H_0 : ύψος κύματος στα βαθειά

K_S : συντελεστής ρήγωσης

$$O K_S= (C_0/2nC)^{1/2}$$

$$n=0,5(1+2kh/(\sinh 2kh))$$

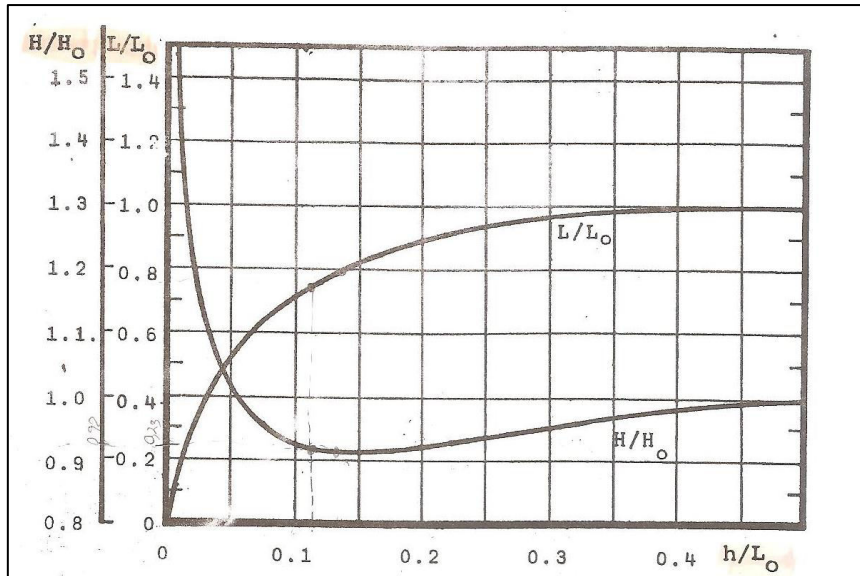
όπου:

$$κ=2π/ L$$

$C_0= L_0/T$: ταχύτητα κύματος στα βαθειά

$C= L/T$: ταχύτητα κύματος στη θέση που είμαστε

Για να υπολογιστούν το μήκος και ύψος του κύματος στις διάφορες θέσεις μπορεί να αξιοποιηθεί και το παρακάτω διάγραμμα 1.2



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 1.2: ΜΕΤΑΒΟΛΕΣ ΤΟΥ ΜΗΚΟΥΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΥΨΟΥΣ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΟΥ ΒΑΘΟΥΣ

Β ΔΙΑΘΛΑΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Στη φύση, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων οι κυματισμοί δεν κινούνται κάθετα στις ισοβαθείς αλλά σχηματίζουν γωνία με αυτές. Όσο ο κυματισμός έρχεται προς τα ανοιχτά το κομμάτι του κυματισμού που βρίσκεται στα βαθύτερα νερά κινείται πιο γρήγορα από το κομμάτι του κυματισμού που βρίσκεται στα ρηχότερα νερά. Το γεγονός αυτό οδηγεί τον κυματισμό να στρέφεται παράλληλα στις ισοβαθείς. Η στροφή αυτή του κυματισμού ονομάζεται διάθλαση και σαν φαινόμενο είναι αντίστοιχο της διάθλασης του φωτός.

Το φαινόμενο της διάθλασης έχει μεγάλη σημασία, τόσο για τα τεχνικά έργα όσο και για τις ακτές καθώς είναι αυτό που καθορίζει αν το ποσό της ενέργειας που μεταφέρει ο κυματισμός θα συγκεντρώνεται (άρα επικίνδυνο) ή θα αποκλίνει (άρα λιγότερο επικίνδυνο) από τα έργα και τις ακτές. Έτσι βλέπουμε εκεί που συγκεντρώνεται η κυματική ενέργεια σε μια ακτή να σχηματίζονται φυσικά ακρωτήρια που το έδαφός τους αποτελείται από σκληρά πετρώματα.

Η διάθλαση του κυματισμού είναι σημαντική καθώς μαζί με τη ρήγωση καθορίζουν το ύψος του κύματος στα ρηχότερα νερά.

Με εφαρμογή του νόμου του Snell και κάνοντας τις παραδοχές ότι κατά τη διέλευση του κυματισμού στις ορθογωνικές μετάδοσης δεν έχουμε απώλειες ενέργειας και ότι όλη η ενέργεια μεταδίδεται κατά μήκος των ορθογωνικών, υπολογίζουμε τον συντελεστή διάθλασης K_R που ισούται με:

$$K_R = (b_0/b)^{1/2} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 1.6}$$

Όπου:

b_0 : απόσταση μεταξύ ορθογωνίων στα βαθειά

b : απόσταση μεταξύ ορθογωνίων στα ρηχά

Το τελικό ύψος λόγω ρήχωσης και διάθλασης δίνεται από τη σχέση:

$$H = H_0 * K_S * K_R \quad \text{ΣΧΕΣΗ 1.7}$$

Άλλη σχέση που μας δίνει το ύψος του νερού σε μια θέση λόγω επίδρασης ρήχωσης και διάθλασης είναι η σχέση των Munk and Taylor:

$$H^2/H_0^2 = L_0 * m_0 / ((1 + 2kh / \sinh 2kh) * L * m) \quad \text{ΣΧΕΣΗ 1.8}$$

Όπου m η απόσταση 2 ορθογωνικών.

Ο λόγος:

$$m_0/m = (\cos^2 \beta_0 / (1 - (L/L_0 \sin \beta_0)^2))^{1/2} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 1.9}$$

όπου:

β_0 : η αρχική γωνία του κυματισμού στα βαθειά

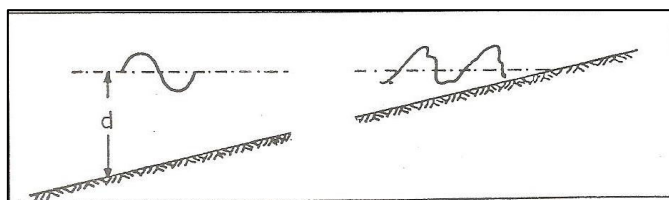
Το μήκος του κύματος λόγω της επίδρασης της διάθλασης δίνεται από τη σχέση:

$$L/L_0 = \tanh(2\pi h / L_0 (L/L_0)^{-1}) \quad \text{ΣΧΕΣΗ 1.10}$$

Γ. ΘΡΑΥΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΩΝ

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο ένας κυματισμός που διαδίδεται στα ανοιχτά (τα βάθη του νερού είναι μεγάλα σε σχέση με το μήκος του κυματισμού) σε οριζόντιο ή και σε κεκλιμένο πυθμένα και χωρίς την επίδραση άλλων φυσικών

παραγόντων όπως ο άνεμος παραμένει με σχετικά αμετάβλητα χαρακτηριστικά. Το παραπάνω γεγονός οφείλεται στο ότι ο πυθμένας έχει ελάχιστη επίδραση στον κυματισμό. Όσο ο κυματισμός διαδίδεται προς τα ρηχά έχουμε παραμορφώσεις στη διατομή του κύματος και συνεπώς μεταβολή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κυματισμού. Αυτό συμβαίνει λόγω επίδρασης του πυθμένα και αρχίζει να παρατηρείται στη ζώνη πριν από τη θραύση. Η μεταβολή των γεωμετρικών χαρακτηριστικών περιλαμβάνει ως βασικές μεταβολές την αύξηση του ύψους του κύματος και την μείωση του μήκους του (με συνέπεια την αύξηση της καμπυλότητας του κύματος) καθώς και την εμφάνιση ασυμμετριών και υψηλών αρμονικών στη διατομή του. Όσο πιο κεκλιμένος ο πυθμένας στα ρηχά και συνεπώς πιο μικρά βάθη ροής τόσο πιο έντονες και γρήγορες οι μεταβολές αυτές (σχήμα 1.2).



ΣΧΗΜΑ 1.2: ΜΕΤΑΒΟΛΗ ΔΙΑΤΟΜΗΣ ΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΥΝΑΡΤΗΣΕΙ ΤΗΣ ΡΗΧΩΣΗΣ

Κατά τη θραύση ποσοστό της κινητικής ενέργειας μετατρέπεται σε ενέργεια τύρβης και έχουμε ταυτόχρονη εμφάνιση αφρού. Παρόλο που δεν υπάρχει σήμερα μια ολοκληρωμένα ανεπτυγμένη θεωρία που να περιγράφει τη θραύση, η απλουστευτική θεώρηση, (βασίζεται και σε πειραματικά ευρήματα που δείχνουν ότι η οριζόντια συνιστώσα της ταχύτητας κινήσεως των υγρών σωματιδίων κυματισμού στην περιοχή της θραύσεως αυξάνει με την απόσταση πάνω από τη ΣΗΥ.) που λέει ότι τα σωματίδια στην κορυφή της διατομής κινούνται πιο γρήγορα από τα σωματίδια στην κοιλιά και άρα σαν αποτέλεσμα έχουμε την τάση το μέτωπο της διατομής να γίνει κατακόρυφο και να αποσπαστεί από τον κορμό της διατομής, περιγράφει ικανοποιητικά την πιο γνωστή μορφή θραύσης.

ΥΨΟΣ ΚΥΜΑΤΟΣ ΣΤΗ ΘΡΑΥΣΗ

Για την εκτίμηση του ύψους του κύματος στη ζώνη θραύσης (H_b) σε σχέση με το ύψος κύματος στα ανοιχτά (H_0) έχουν χρησιμοποιηθεί και θεωρητικές μέθοδοι όσο και πειραματικές.

Θεωρητικές σχέσεις που έχουν αναπτυχθεί είναι:

- $H_b/H_0=0.3*\gamma_0^{-0.33}$ (κατά Munk) **ΣΧΕΣΗ 1.11**

Για την παραπάνω σχέση εφαρμόστηκε η θεωρία μοναχικού κύματος με την παραδοχή ότι δεν έχουμε ανάκλαση ενέργειας στον κεκλιμένο πυθμένα. Το εμπειρικό κριτήριο που εισήγαγαν για τον ορισμό της θέσεως της γραμμής θραύσης είναι η σχέση του McGowan.

- $H_b/H_0=0.56*\gamma_0^{-0.2}$ (κατά Komar and Gaughan) **ΣΧΕΣΗ 1.12**

Για την παραπάνω σχέση αξιοποίησαν τη γραμμική θεωρία του Airy για να υπολογίσουν τη ροή ενέργειας στη ζώνη της ανοιχτής θάλασσας και στη ζώνη της θραύσης. Εξίσωσαν τις 2 σχέσεις και εισήγαγαν την ίδια θεωρητική σχέση του McGowan σαν εμπειρικό κριτήριο θραύσης. Με την αξιοποίηση και κάποιων πειραματικών δεδομένων κατέληξαν στην παραπάνω σχέση.

Πειραματικές σχέσεις που έχουν αναπτυχθεί είναι:

- Για $1/50 < \tan\alpha < 1/5$ και $0.2\% < \gamma_0 < 9\%$ όπου $\tan\alpha$ είναι η κλίση του πυθμένα

$$H_b/H_0=0.76*(\tan\alpha)^{1/7}*\gamma_0^{-1/4} \text{ (κατά LeMehaute and Koh)} \quad \mathbf{\Sigma\chi\epsilon\sigma\eta\ 1.13}$$

- $H_b/H_0=\beta*\gamma_0^\delta$ (κατά Moutzouris and Marcu) **ΣΧΕΣΗ 1.14**

Όπου:

$$\beta=1.8 \text{ και } \delta=-0.5*(d_0/L_0)^{0.7}$$

Το d_0 είναι το αρχικό βάθος οριζόντιου πυθμένα.

ΒΑΘΟΣ ΝΕΡΟΥ ΣΤΗ ΘΡΑΥΣΗ

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες σχέσεις για τον υπολογισμό του βάθους νερού στη θραύση με πιο γνωστές:

$$d_b/L_0=(32\pi)^{1/3}*\gamma_0^{1/3}*(\tan\alpha)^{-4/3} \text{ (κατά Mei)} \quad \mathbf{\Sigma\chi\epsilon\sigma\eta\ 1.15}$$

$$H_b/d_b=0.8 \quad \mathbf{\Sigma\chi\epsilon\sigma\eta\ 1.16}$$

ΤΥΠΟΙ ΘΡΑΥΣΗΣ

Η θραύση μπορεί να εκδηλωθεί σε μια από τις 3 ζώνες της διατομής του κυματισμού:

- Άνω μέρος διατομής
- Κορμός της διατομής
- Βάση της διατομής

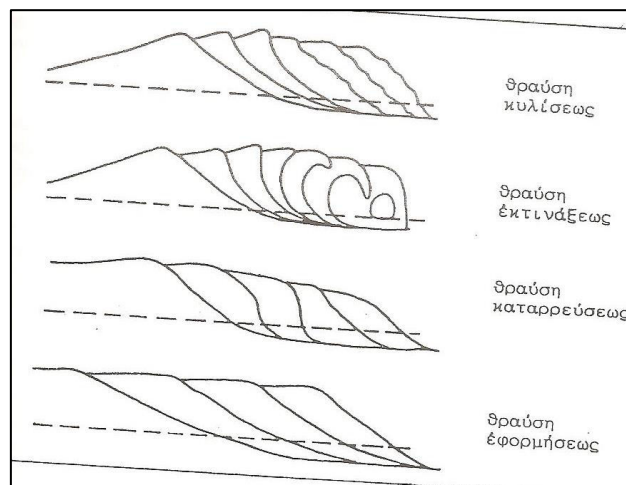
Το που θα θραυστεί το κύμα εξαρτάται από τις παραμέτρους κλίση πυθμένα, αρχικό ύψος και μήκος κυματισμού και βάθος νερού στη θραύση.

Έτσι λοιπόν έχουμε τους παρακάτω βασικούς τύπους θραύσης (σχήμα 1.3):

- Θραύση εφόρμησης: Εμφανίζεται στη βάση της διατομής και το σύνολο του κύματος συνεχίζει την μετάδοσή του προς την ακτή ακόμη και μετά την εμφάνιση της θραύσης
- Θραύση κυλίσεως: Η αστάθεια εμφανίζεται στο άνω μέρος της διατομής του κυματισμού. Η κορυφή κυλά στο εμπρόσθιο μέτωπο και έχουμε εμφάνιση αφρού στην επιφάνεια του νερού. Η θραύση ολοκληρώνεται σε μια σχετικά επιμήκη ζώνη και εμφανίζεται σε κύματα υψηλής αρχικής καμπυλότητας σε ελαφρά κεκλιμένους πυθμένες.
- Θραύση εκτινάξεως: Η κορυφή του κύματος κινείται πιο γρήγορα προς την ακτή από τον κορμό του κύματος κάτω από την επίδραση μιας οριζόντιας ταχύτητας και της βαρύτητας. Η κυματική μορφή καταστρέφεται σε πολύ κεκλιμένους πυθμένες και σε κύματα μέτριας αρχικής καμπυλότητας. Η θραύση ολοκληρώνεται σε μια σχετικά μικρού μήκους ζώνη θραύσης.
- Θραύση κατάρρευσης: Εμφανίζεται σε κύματα που έχουν χαρακτηριστικά ανάλογα των κυμάτων στα οποία εμφανίζεται θραύση εφόρμησης. Είναι ενδιάμεση των τύπων εκτινάξης και εφόρμησης και χαρακτηρίζεται από το απαραμόρφωτο της κορυφής της διατομής. Το εμπρόσθιο μέτωπο της διατομής τείνει να γίνει κατακόρυφο στη βάση της διατομής και στη συνέχεια να καταρρεύσει.

Ο μηχανικός θα πρέπει να δείχνει ιδιαίτερη προσοχή για το σχεδιασμό των διάφορων έργων στους τύπους θραύσης στο άνω μέρος της διατομής καθώς αυτοί

οι τύποι απελευθερώνουν και την περισσότερη ενέργεια και άρα δημιουργούν μεγαλύτερες φορτίσεις στα έργα του μηχανικού.



ΣΧΗΜΑ 1.3: ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΕΣ ΜΟΡΦΕΣ ΘΡΑΥΣΗΣ

1.2.4 ΚΛΙΜΑΤΙΚΗ ΑΛΛΑΓΗ- ΑΝΥΨΩΣΗ ΤΗΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΤΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

Κλίμα είναι το σύνολο των μέσων τιμών των διαφόρων στοιχείων που ορίζουν τον καιρό, όπως είναι η θερμοκρασία, η υγρασία, οι βροχές, οι άνεμοι, το χιόνι καθώς και βίαια φαινόμενα όπως οι καταιγίδες, οι τυφώνες κ.λπ. Όλα αυτά είναι εκδηλώσεις των κινήσεων και μεταβολών της κατώτερης ατμόσφαιρας (τροπόσφαιρα) που αλληλεπιδρούν με τις διάφορες φυσικοχημικές διεργασίες, τη δράση των ζωντανών οργανισμών και έκτακτα περιστατικά όπως οι εκρήξεις των ηφαιστειών. Κινητήρια δύναμη όλου αυτού του συστήματος είναι η ηλιακή ενέργεια που παγιδεύεται στην ατμόσφαιρα. Γενικά το κλίμα της γης δεν παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές για μεγάλα χρονικά διαστήματα. Βασικός λόγος που το κλίμα της Γης δεν παρουσιάζει μεγάλες μεταβολές είναι η μακρόχρονη σταθερότητα της ατμόσφαιρας. Διαφορετική σύνθεσή της σημαίνει πιθανώς πολύ διαφορετικό μέσο κλίμα. Βεβαίως το κλίμα παρουσιάζει μεγάλες διαφορές, ανάλογα με το γεωγραφικό πλάτος και τις τοπικές συνθήκες, αλλά υφίσταται και μικρές αλλαγές σε σχέση με το χρόνο. Έτσι το κλίμα διαφόρων περιοχών έχει υποστεί αρκετές αλλαγές στη διάρκεια της ιστορικής περιόδου.

Οι παράγοντες που επιδρούν στη διαμόρφωση και την εξέλιξη του κλίματος είναι πολλοί :

Εξωτερικά αίτια:

- α) Ηλιακή δραστηριότητα (η ένταση της κοσμικής ακτινοβολίας).
- β) Τροχιά της γης
- γ) Μετεωρίτες (καταστροφικά γεγονότα, όπως πρόσκρουση μεγάλων μετεωριτών στη Γη, ή ακόμα και προσέγγιση μεγάλων ουρανίων σωμάτων, όπως της Αφροδίτης, στη Γη).

Εσωτερικά αίτια (Φυσικά)

- α) Εκρήξεις ηφαιστειών (η ηφαιστειακή δράση, μπορεί να παίζει κάποιο ρόλο στη δημιουργία παγετώνων. Η εμφάνιση παγετώνων συμβαίνει σε περιόδους με αυξημένη ηφαιστειακή δραστηριότητα. Τα ηφαίστεια έχουν παίξει μακροχρόνιο και δημιουργικό ρόλο στην ιστορία της γης).
- β) Απρόβλεπτα φυσικά φαινόμενα (Φαινόμενα που προκύπτουν από την αύξηση της θερμοκρασίας στην επιφάνεια των ωκεανών, μπορεί να επηρεάσουν το κλίμα όλου του πλανήτη).

Εσωτερικά αίτια (Ανθρωπογενή)

- α) Εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου (η ανθρώπινη δραστηριότητα σε σχέση με την καύση υδρογονανθράκων και την έκλυση διοξειδίου του άνθρακα (CO₂) στην ατμόσφαιρα).
- β) Σωματίδια / σύννεφα
- γ) Εξαφάνιση των δασών, διάβρωση...(η ανθρώπινη δραστηριότητα σε σχέση με τη χρήση της γης και συγκεκριμένα την μετατροπή των δασών σε καλλιεργήσιμες εκτάσεις, ή ακόμα και σε ημι-έρημες εκτάσεις).

Το κλίμα της γης είναι λογικό αλλάζει κάτω από την επίδραση φυσικών και ανθρωπογενών παραγόντων. Τα τελευταία χρόνια έχει αποδειχτεί ότι οι ανθρώπινες παρεμβάσεις και δραστηριότητες που εντείνονται όλο και περισσότερο έχουν σημαντική επίδραση στο κλίμα. Οι πολλές δραστηριότητες του ανθρώπου (γεωργικές , βιομηχανικές, εκπομπές αερίων από αεροπλάνα, αεροζόλ, κλιματιστικά, κτλ) έχουν ως αποτέλεσμα την ένταση του φαινομένου του θερμοκηπίου (αύξηση του μέσου όρου θερμοκρασίας κατά 0,74C σε παγκόσμιο επίπεδο και 1C ειδικά στην ευρώπη), την ένταση του προβλήματος της τρύπας του όζοντος, την ρύπανση αέριου-υδάτινου-εδαφικού περιβάλλοντος.

Ως αποτέλεσμα των παραπάνω έχουμε αύξηση της θερμοκρασίας της γης (μάλιστα, με επιστημονικά δεδομένα, προβλέπεται ότι η θερμοκρασία σε όλο τον πλανήτη

ενδέχεται να αυξηθεί κατά 1,1 μέχρι 6,4°C κατά τη διάρκεια του αιώνα που διανύουμε) και κατά συνέπεια λιώσιμο των πάγων (η θαλάσσια περιοχή που καλύπτεται από τον Αρκτικό πάγο στο Βόρειο Πόλο έχει συρρικνωθεί κατά 10% κατά τις τελευταίες δεκαετίες. Επίσης, το πάχος του πάγου πάνω από το νερό έχει σημειώσει μείωση κατά 40%. Στην Ανταρκτική, ο πάγος έχει καταστεί ασταθής. Επίσης, οι παγετώνες στη Βόρεια Ευρώπη, τη Βόρεια Αμερική και όπου αλλού υπάρχουν θα συρρικνωθούν. Επιπρόσθετα, όσον αφορά τους παγετώνες των Ελβετικών Άλπεων, είναι πιθανόν να εξαφανιστεί το 75% τους, μέχρι το 2050).

Έτσι, αν επιβεβαιωθούν οι προβλέψεις για το λιώσιμο των πάγων θα έχουμε και άνοδο της στάθμης της θάλασσας (Κατά τον εικοστό αιώνα η στάθμη ανήλθε κατά 12 έως 22 εκατοστά και σύμφωνα με τις προβλέψεις, κατά τον εικοστό πρώτο αιώνα θα ανέλθει μέχρι και τα 59 εκατοστά).

Ένα τέτοιο φαινόμενο θα έχει πολύ σοβαρές επιπτώσεις σε παράκτιες περιοχές. Θα έχουμε συχνότερη εμφάνιση παράκτιων πλημμυρών και καταιγίδων, κατάδυση η και οπισθοχώρηση ακτογραμμών, εντονότερες διαβρώσεις και υφαλμύρωση υπόγειων νερών που χρησιμοποιούνται για άρδευση ή ύδρευση. Σημαντικότερες επιπτώσεις της ανόδου της στάθμης της θάλασσας αφορούν σε παράκτιους υγροβιότοπους που θα διαταραχθεί η ισορροπία τους καθώς οι αλλαγές συγκέντρωσης αλατιού και άλλων στοιχείων να δυσκολεύει τους όρους επιβίωσης χλωρίδας και πανίδας (και ενδεχομένως να έχουμε εξαφάνιση ειδών χλωρίδας και πανίδας). Όλα τα παραπάνω ενδέχεται να αφήσουν γερό το σημάδι τους στην οικονομική και κοινωνική ζωή ακόμη και κρατών.

1.2.5 ΕΚΒΟΛΕΣ ΠΟΤΑΜΩΝ ΣΤΗ ΘΑΛΑΣΣΑ

Εκβολή ποταμού (φωτο 1.1) είναι το σημείο στο οποίο ο ποταμός καταλήγει στην θάλασσα. Συχνά κατά την εκβολή τους οι ποταμοί διακλαδίζονται σε επιμέρους κλάδους καλύπτοντας συνολικά μεγάλες εκτάσεις. Οι εκτάσεις που καλύπτονται με αυτό τον τρόπο από τους κλάδους του ποταμού που εκβάλλει έχουν συνήθως τριγωνικό σχήμα και ονομάζονται δέλτα ποταμού. Ο όρος δέλτα ποταμού δηλώνει την έκταση που καλύπτει ένας ποταμός στην περιοχή των εκβολών του. Οι εκβολές των ποταμών έχουν διάφορες μορφές. Πιο συνηθισμένη είναι η περίπτωση σχηματισμού δέλτα, αλλά υπάρχουν και περιπτώσεις που ποταμοί εκβάλουν στην θάλασσα χωρίς να διασπώνται σε επιμέρους κλάδους. Άλλη περίπτωση εκβολής

ποταμού είναι με σχηματισμό λιμνοθάλασσας στα σημεία εκβολής του. Αυτό οφείλεται στα φερτά υλικά που εναποθέτει ο ποταμός στην περιοχή που εκβάλλει δημιουργώντας μία πολύ ρηχή θάλασσα με πλάτος αρκετών χιλιομέτρων.

Οι εκβολές των ποταμών είναι πολύπλοκα συστήματα με πολλές φυσικές διεργασίες να λαμβάνουν χώρα. Τα επιφανειακά στρώματα του νερού στις εκβολές είναι ποτάμιας προέλευσης (γλυκά) και κατευθύνονται προς τη θάλασσα, ενώ τα στρώματα του βυθού είναι θαλάσσιας προέλευσης με ψηλότερη αλατότητα. Το αλμυρό νερό είναι βαρύτερο από το γλυκό νερό με αποτέλεσμα να σχηματίζει μια σφήνα κάτω από αυτό κατά μήκος της κοίτης. Η ανάμιξη γλυκού και αλμυρού νερού εξαρτάται από τις παλιρροιακές συνθήκες, τους ανέμους και τις εκβαλλόμενες ποσότητες νερού. Σ' αυτά τα συστήματα, τα θρεπτικά συστατικά ουσιαστικά παγιδεύονται, με συνέπεια οι εκβολές να παρουσιάζουν συχνά ευτροφισμό. Επίσης, επειδή οι περισσότερες εκβολές είναι αβαθείς, φθάνει αρκετό φως στο βυθό με αποτέλεσμα η βλάστηση να είναι άφθονη. Πολλά είδη υδρόβιων οργανισμών βρίσκουν σ' αυτά τα συστήματα άφθονη τροφή. Το περιβάλλον είναι ευνοϊκό για το γόνιο ψαριών και γενικά είναι από τις πιο παραγωγικές περιοχές. Κατά συνέπεια έχουμε και φιλοξενία ορισμένων σπάνιων, ή ακόμη και προς εξαφάνιση, ειδών πουλιών.

Τα ποτάμια και κατά συνέπεια οι εκβολές παίζουν και έναν ακόμη σημαντικό ρόλο στην ισορροπία των παράκτιων διεργασιών καθώς είναι μια σημαντική πηγή ιζήματος από την ενδοχώρα στη θάλασσα. Τα ιζήματα που μεταφέρονται από τα ποτάμια παραλαμβάνονται από τα παράκτια ρεύματα και διασπείρονται κατά μήκος των ακτών. Το πόσα πολλά ή λίγα ιζήματα θα παρέχει ένας ποταμός μπορεί να καθορίσει αν στις ακτές θα παρατηρείται διάβρωση ή απόθεση ιζήματος.

Οι εκβολές έχουν μεγάλη σημασία και για τον άνθρωπο καθώς στις περιοχές αυτές συγκεντρώνονται αγροτικές-αλιευτικές δραστηριότητες, και επίσης αποτελούν περιοχές αναψυχής και φυσικής κληρονομιάς. Από όλα τα παραπάνω καθίσταται σαφές πως ο σχεδιασμός έργων μηχανικού σε τέτοιες περιοχές πρέπει να είναι ιδιαίτερα προσεκτικός και να λαμβάνει υπόψη όλες τις παραμέτρους. Μια λανθασμένη παρέμβαση του ανθρώπου με ένα έργο του μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη αλλαγή των ισορροπιών στα οικοσυστήματα αυτά, με προβλήματα περαιτέρω διεύθυνσης αλάτινης σφήνας στο γλυκό νερό, (που θα οδηγήσει στη διατάραξη ισορροπιών μεταξύ χλωρίδας και πανίδας και ενδεχομένως να έχουμε να

αντιμετωπίσουμε και εξαφάνιση ειδών), προβλήματα υφαλμύρωσης υπόγειων νερών, προβλήματα ρύπανσης από ενδεχόμενη μη καλή ανανέωση των νερών, προβλήματα διάβρωσης ή και συσσώρευσης ιζημάτων που θα έφραζαν την εκβολή. (πχ κυματοθραύστης μπροστά από μια εκβολή). Για την προστασία των εκβολών, αλλά και της παράκτιας ζώνης, καθώς και της πανίδας-χλωρίδας που ανήκουν σε αυτές έχει θεσπιστεί ειδική νομοθεσία από κάθε κράτος που χαρακτηρίζει τις περιοχές αυτές ιδιαίτερης περιβαλλοντικής σημασίας και ορίζει συγκεκριμένα μέτρα προστασίας.(πχ απαγόρευση αλιείας, απαγόρευση αμμοληπιών, απαγόρευση αποβολής λυμάτων στις περιοχές αυτές.). Το να θεσπιστεί η κατάλληλη νομοθεσία που θα προστατεύει κάθε περιοχή απαιτεί πολύ προσεκτική βιολογική εξέταση των χαρακτηριστικών των ειδών που υπάρχουν σε αυτήν και το ποιες πιέσεις μπορούν να αντέξουν από ενδεχόμενη παρέμβαση του ανθρώπου. Το κάθε κράτος με βάση και τη βιοποικιλότητα των περιοχών υπό προστασία μπορεί να καταρτίσει κατηγορίες προστασίας οι οποίες θα καθορίζουν ποιες παρεμβάσεις μπορεί ή δεν μπορεί ο άνθρωπος να πραγματοποιήσει. Υπάρχουν σήμερα συγκεκριμένες κατηγοριοποιήσεις περιοχών, ανάλογα με τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά αυτών, με πιο γνωστές την natura, corine, τόποι ιδιαίτερου φυσικού κάλλους (ΤΙΦΚ).



ΦΩΤΟ 1.1: ΕΚΒΟΛΗ ΠΟΤΑΜΟΥ

1.2.6 TSUNAMIS

ΓΕΝΕΣΗ ΚΑΙ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

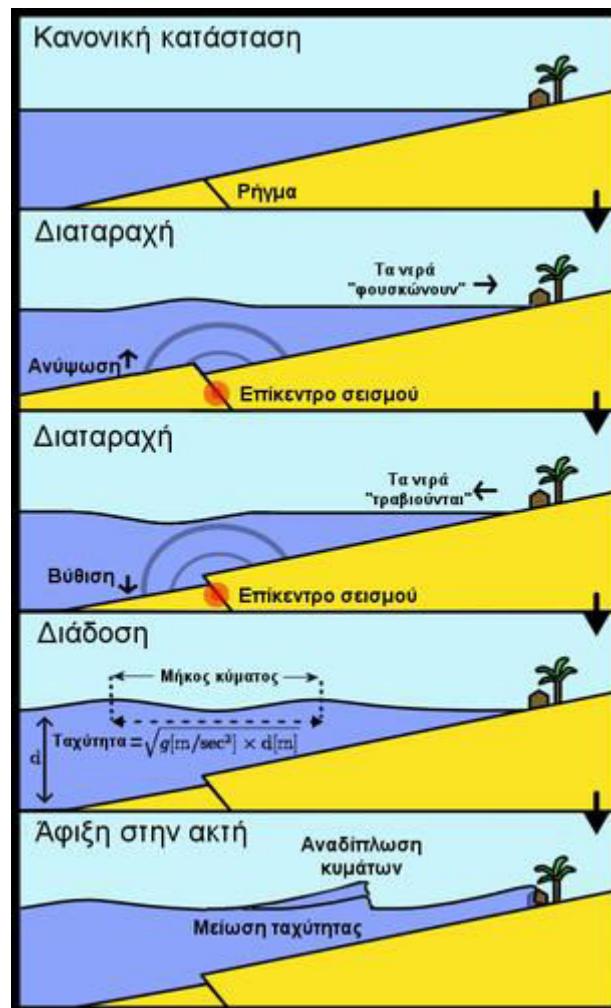
Το **τσουνάμι** είναι θαλάσσιο φαινόμενο, που δημιουργείται κατά την απότομη μετατόπιση μεγάλων ποσοτήτων νερού, σε ένα υδάτινο σχηματισμό, όπως ένας ωκεανός, μια θάλασσα, μια λίμνη.

Το τσουνάμι εκδηλώνεται ως κύματα, τα οποία στα βαθιά νερά των ωκεανών (μέσο βάθος 4.500 μέτρα) οδεύουν με μέση ταχύτητα 210 μέτρων/δευτερόλεπτο ή 756 χιλιομέτρων/ώρα. Διαδίδονται με μέτωπα κυμάτων, που μπορούν να πλησιάσουν σε πλάτος ακόμα και τη γήινη περίμετρο και οδεύουν με σύνηθες μήκος κύματος της τάξης των 50-400 χιλιομέτρων και ύψος που κυμαίνεται, συνήθως, από μερικά εκατοστά έως 1 μέτρο (με 2 μέτρα το πολύ, όταν βρίσκονται κοντύτερα στην εστία δημιουργίας τους).

Φτάνοντας τα κύματα αυτά σε ρηχά νερά χάνουν την ταχύτητά τους, έως και 20 φορές, αρχικά στο μπροστινό τους μέτωπο, αυτό που φτάνει πρώτο στα ρηχά, και έτσι το μήκος τους μικραίνει, καθώς το πίσω μέρος του κύματος ταξιδεύει ακόμη, με σχετικά μεγαλύτερη ταχύτητα. Το μήκος του κύματος ενός τσουνάμι μεταβάλλεται, ακολουθώντας την μεταβολή της μέσης ταχύτητάς του σύμφωνα με το βάθος της θάλασσας που διατρέχει, και η ορμή του διατηρείται (θεωρώντας προσεγγιστικά πως δεν εξαπλώνεται και κατά πλάτος) με αντίστοιχη μεταβολή του ύψους του. Φτάνοντας στις ακτές το κύμα συμπιέζεται και κερδίζει σε ύψος, που είναι και ο λόγος για τον οποίο γίνεται καταστρεπτικό φθάνοντας στις ακτές, αφού το ύψος του διατηρείται και καθώς εισβάλλει στην ενδοχώρα.

Η αρχική απότομη μετατόπιση του νερού, που προκαλεί τη γένεση ενός τσουνάμι, μπορεί να είναι αποτέλεσμα σεισμού (σχήμα 1.4), κυρίως υποθαλάσσιου, που προκαλεί κατακόρυφη ανάταξη του βυθού, παραθαλάσσιας κατάρρευσης βουνοπλαγιάς ή ηφαιστείου, υποθαλάσσιας ηφαιστειακής έκρηξης ή κατολίσθησης, καθώς και πτώσης ικανού μεγέθους ουράνιου σώματος στη θάλασσα. Ενώ σε βαθιά νερά το τσουνάμι, λόγω των χαρακτηριστικών του εκεί, δεν θεωρείται σοβαρός κίνδυνος για τις πλεύουσες κατασκευές (παρά την τρομακτική του ταχύτητα, δεν γίνεται αντιληπτό, από τα πλοία στην ανοιχτή θάλασσα, ούτε καν από βάρκες, καθώς

φαίνεται, ως μία φουσκοθαλασσιά λείας και αδιάσπαστης επιφάνειας, με κορυφές που δεν σκάνε, ούτε ασπρίζουν, που περνάει «σαν αστραπή» και φεύγει.), φτάνοντας στις ακτές έχει ιδιαίτερα καταστρεπτικές συνέπειες καθώς λόγω της μείωσης του βάθους, αναδιπλώνεται και ενώ χάνει ταχύτητα, κερδίζει σε ύψος. Όταν τελικώς «σκάσει» στην ακτή, αν και η ταχύτητα πρόσκρουσης συνήθως είναι 40 χλμ/ώρα, το τελικό του ύψος μπορεί να ποικίλλει από 5 μέχρι 15 μέτρα, αν και θεωρητικά μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερο. Τα τσουνάμι έχουν μεγάλο μήκος κύματος και μεταφέρουν τεράστια ποσά ενέργειας. Ενώ μία σειρά μεγάλων θαλάσσιων κυμάτων που προκαλούνται από τον άνεμο, έχει μέγιστο μήκος κύματος (απόσταση από κορυφή σε κορυφή κύματος) τα 100 - 150 μέτρα και περιοδικότητα μερικά δευτερόλεπτα, τα τσουνάμι έχουν τεράστια μήκη κύματος, που μπορεί να φτάσουν τα 100 ή και τα 200 χιλιόμετρα και περιοδικότητα ακόμα και άνω της μιας ώρας.



ΣΧΗΜΑ 1.4: ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΗΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΤΟΥ TSUNAMI

ΠΡΟΓΝΩΣΗ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Η έκδοση έκτακτου δελτίου για επερχόμενο τσουνάμι είναι σχετικά απλή υπόθεση, όταν έχει προηγηθεί σημαντική επένδυση σε μη επανδρωμένους σταθμούς παρακολούθησης, σε δίκτυα που βρίσκονται μακριά από την ξηρά (σε συνδυασμό με σειсмоγράφους). Χώρες όπως η Ιαπωνία και χώρες γύρω από την περιοχή του Ινδικού Ωκεανού έχουν ποντίσει και χρησιμοποιούν τέτοια δίκτυα (σχήμα 1.5).

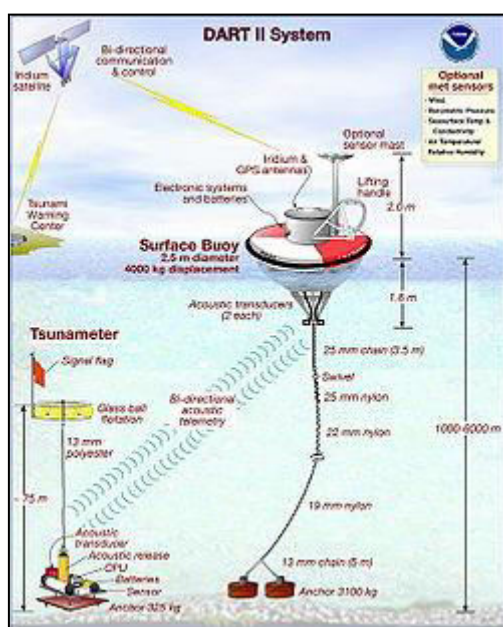
Πριν χτυπήσει ένα ισχυρό τσουνάμι, η στάθμη της θάλασσας χαμηλώνει και το νερό αποτραβιέται από την ακτή, δίνοντας την εντύπωση ότι «όλη η θάλασσα έφυγε προς τα πίσω». Αυτό είναι ένα πολύτιμο σημάδι, για όσους βρίσκονται σε περιοχή που πρόκειται να χτυπηθεί από τσουνάμι και δεν διαθέτει σύστημα πρόγνωσης.

Αν γίνει κάτι τέτοιο αντιληπτό, τότε πρέπει αμέσως να αρχίσει η εκκένωση των παράκτιων περιοχών και ο πληθυσμός της περιοχής να καταφύγει κατά προτίμηση σε λόφους με υψόμετρα αρκετά πάνω από την επιφάνεια της θάλασσας. Εναλλακτικά, αν υπάρχει στην περιοχή κάποιο υψηλό κτίριο, άνω των 15 μέτρων, μπορούν να αναζητήσουν καταφύγιο στον υψηλότερο όροφό του.

Ένα επιπλέον καθοριστικό ζήτημα είναι ότι η εκκένωση πρέπει να ξεκινάει πριν εμφανιστεί το κύμα στον ορίζοντα. Ο διαθέσιμος χρόνος, από την στιγμή που το νερό αποτραβιέται από την ακτή έως το χτύπημα του τσουνάμι, είναι ελάχιστος, γύρω στα 5 λεπτά. Ειδικά από την εμφάνιση του τσουνάμι στον ορίζοντα έως το χτύπημα, είναι πλέον εντελώς μηδαμινός ο χρόνος και σίγουρα αν ο πληθυσμός δεν έχει απομακρυνθεί αρκετά θα υπάρξουν θύματα.

Επίσης, σχεδόν ποτέ δεν έρχεται μόνο ένα κύμα. Όπως προαναφέρθηκε, δημιουργείται μία ολόκληρη σειρά κυμάτων, με περιοδικότητα άνω της 1 ώρας και επομένως, σχεδόν πάντα, μετά το πρώτο κύμα ακολουθούν κι άλλα. Επομένως, δεν πρέπει να δημιουργείται αίσθηση εφησυχασμού, ότι μετά το πρώτο χτύπημα ο κίνδυνος πέρασε, καθώς μάλιστα ενδέχεται τα επόμενα κύματα να είναι ακόμα υψηλότερα και καταστρεπτικότερα. Στατιστικώς, έχει βρεθεί ότι συνήθως το υψηλότερο κύμα είναι το τρίτο στην σειρά, αν και αυτό δεν ισχύει πάντα και δεν θα πρέπει να λαμβάνεται ως δεσμευτικός κανόνας.

Τα πλοία που βρίσκονται «εν πλώ», τα αντιμετωπίζουν εύκολα, στρέφοντας την πλώρη σε γωνία 35 - 45 μοιρών κι έτσι δεν κλυδωνίζονται, λόγω του μεγάλου μήκους αυτών των κυμάτων. Αντιθέτως, την νύχτα είναι πιο επικίνδυνα, αν δεν γίνουν αντιληπτά από το ραντάρ, (στην οθόνη του οποίου παρουσιάζονται, ως ολοένα προσεγγίζουσα ακτογραμμή). Όσα πλοία όμως βρίσκονται στο αγκυροβόλιο ή ελλιμενισμένα, θα πρέπει να προβούν σε άμεσο απόπλου, κόβοντας ακόμη και τους κάβους ή εγκαταλείποντας και τις άγκυρες και τούτο, διότι φθάνοντας το τσουνάμι, αυτά ανυψώνονται και οι άγκυρες συνήθως αποσπώνται απ' το βυθό, οπότε και ακολουθούν έρμια την ορμή του κύματος, ενώ τα ελλιμενισμένα κινδυνεύουν να καταστραφούν.



ΣΧΗΜΑ 1.5: ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΓΝΩΣΗΣ TSUNAMI

1.2.7 ΜΕΤΑΦΟΡΑ ΙΖΗΜΑΤΩΝ

Η στερεομεταφορά είναι μια πολύ σημαντική διαδικασία που λαμβάνει χώρα στην παράκτια ζώνη και ουσιαστικά μιλάμε για την μεταφορά ιζήματος παράλληλα στην ακτή (λόγω της γωνιακής πρόσπτωσης των κυματισμών στην ακτογραμμή), ως συνηθέστερο φαινόμενο, ή ακόμη και κάθετα (στην περίπτωση αυτή τα ιζήματα μπαίνουν σε κίνηση από την κάθετη συνιστώσα της τροχιακής κίνησης των υγρών σωματιδίων και στη συνέχεια μεταφέρονται από το κυματογενές ρεύμα.). Το ιζήμα

αυτό μπαίνει σε κίνηση λόγω των διατμητικών τάσεων στον πυθμένα από τις κινήσεις των υγρών σωματιδίων. Η μέγιστη διατμητική τάση στον πυθμένα από τη δράση κύματος μας δίνεται από τη σχέση:

$$t_w = 0,5 * f_w * \rho * (u_{max})^2 \quad \text{ΣΧΕΣΗ 1.17}$$

όπου:

t_w : διατμητική τάση στον πυθμένα

f_w : συντελεστής τριβής του κύματος Jonsson

ρ : πυκνότητα του νερού

u_{max} : μέγιστη τιμή οριζόντιας τροχιακής ταχύτητας στον πυθμένα

Η u_{max} μας δίνεται από τη σχέση:

$$u_{max} = \pi * H / (T * \sinh kd) \quad \text{ΣΧΕΣΗ 1.18}$$

όπου:

H: ύψος κύματος

T: περίοδος κύματος

D: βάθος θάλασσας στην περιοχή

Επίσης από τον Migniot έχει συνδεθεί η ταχύτητα ροής με μια ταχύτητα τριβής στον πυθμένα:

$$u_*^4 = 8 * \nu * u_{max}^2 / (T * \pi) \quad \text{ΣΧΕΣΗ 1.19}$$

Το ίζημα όταν μπει σε κίνηση μπορεί να μεταφερθεί στον πυθμένα, με σύρση, κύλιση, με μικρά άλματα ή σε αιώρηση στη μάζα του νερού. Το είδος της κίνησης εξαρτάται από το μέγεθος των κόκκων και τις ταχύτητες των ρευμάτων και των κυματισμών. Για παράδειγμα, χονδρόκοκκο υλικό με χαμηλές ταχύτητες δεν μπορεί να βρίσκεται σε αιώρηση, αντιθέτως θα κάτσει στον πυθμένα.

Οι κινήσεις αυτές των ιζημάτων είναι επαλληλία κυμάτων και ρευμάτων. Οι τροχιές των σωματιδίων της διαταραγμένης θάλασσας λόγω κυματικής κίνησης διαφέρουν ριζικά από τις τροχιές σε μόνιμη ροή, δεδομένου ότι οι επιταχύνσεις έχουν συνιστώσες παράλληλες και κάθετες στον πυθμένα. Οι επιταχύνσεις στη διάρκεια των τροχιακών κινήσεων δημιουργούν αδρανειακές δυνάμεις στους κόκκους. Οι δυνάμεις αυτές προστίθενται στις συρτικές και ανυψωτικές δυνάμεις, που δρουν στους κόκκους, με αποτέλεσμα την παράσυρση και την κίνηση των κόκκων σε αιώρηση ή σε επαφή με τον πυθμένα. Η τροχιακή κίνηση των υγρών σωματιδίων θέτει σε κίνηση το ίζημα, που στη συνέχεια μεταφέρεται από το ρεύμα. Έχει παρατηρηθεί ότι κύματα υπό γωνία ως προς την ακτή μπορούν να μεταφέρουν σημαντικές ποσότητες ιζημάτων. Επίσης για ορισμένα χαρακτηριστικά κύματος και για γωνία πρόσπτωσης 45° ως προς την ακτογραμμή μεγιστοποιείται η στερεοπαροχή.

Η παρακολούθηση και μέτρηση της στερεοπαροχής σε μια περιοχή είναι εξαιρετικά κρίσιμη για το σχεδιασμό των τεχνικών μας έργων. Για τη δουλειά αυτή έχουν αναπτυχθεί και αξιοποιηθεί διάφορες μέθοδοι τόσο τεχνητές όσο και φυσικές.

ΤΕΧΝΗΤΕΣ:

- Με χρήση τεχνικών ραδιοενεργών στοιχείων (αξιοποιήθηκαν τεμάχια γυαλιού η φυσικοί κόκκοι που περιείχαν ραδιενεργό ισότοπο)
- Χοντροί φυσικοί κόκκοι με φθορίζοντες ιχνηθέτες

Οι χοντροί φυσικοί κόκκοι με φθορίζοντες ιχνηθέτες παρουσιάζουν πλεονεκτήματα έναντι των ραδιοενεργών στοιχείων καθώς είναι υδροδυναμικά ισοδύναμοι με το περιβάλλον, έχουν ακίνδυνη χρήση με εύκολη, φθηνή και γρήγορη προετοιμασία ενώ τα ραδιενεργά στοιχεία δεν είναι υδροδυναμικά με το περιβάλλον (καθώς χρησιμοποιείται γυαλί), έχουν υψηλό κόστος και η ραδιενέργεια είναι επικίνδυνη.

ΦΥΣΙΚΕΣ:

- Τοποθέτηση εμποδίων για να μας δείξουν τη φορά της στερεομεταφοράς
- Στατιστικές παράμετροι και κατανομή κόκκων

Ακόμη, για τον υπολογισμό της στερεοπαροχής μπορούμε να αναπτύξουμε φυσικά προσομοιώματα της περιοχής μας ή να αναπτυχθούν διάφορα μαθηματικά μοντέλα.

Τα φυσικά μοντέλα συνήθως δίνουν αξιόπιστα αποτελέσματα όμως η διαφορά κλίμακας με την φύση ενδέχεται σε περιπτώσεις να μην δώσει τα καταλληλότερα αποτελέσματα. Στα μαθηματικά μοντέλα δεν μπορούν να ενσωματωθούν πλήρως όλα τα φυσικά δεδομένα. Άρα η χρήση σε συνδυασμό ενός μαθηματικού μοντέλου και ενός φυσικού προσομοιώματος είναι πιθανό να δώσει τα πιο αξιόπιστα αποτελέσματα.

1.3 ΑΝΘΡΩΠΟΓΕΝΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ

Από την αρχαιότητα οι ανθρώπινες κοινωνίες άρχισαν να έλκονται από την παράκτια ζώνη και άρχισαν να μαζεύονται κοντά στην θάλασσα. Είναι χαρακτηριστικό μάλιστα ότι ορισμένοι από τους πιο αναπτυγμένους πολιτισμούς βρίσκονταν στην παράκτια ζώνη και αυτό δεν είναι διόλου τυχαίο καθώς η παράκτια ζώνη είχε και έχει μεγάλη περιβαλλοντική, οικονομική, κοινωνική, πολιτισμική και ψυχαγωγική σημασία. Έτσι λοιπόν και στις μέρες μας το ανθρωπογενές περιβάλλον στην παράκτια ζώνη είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένο και είναι αναγκαίο να μελετηθεί για να δούμε την αλληλεπίδρασή του με το φυσικό. Περιλαμβάνει αγροτο-κτηνοτροφικές δραστηριότητες καθώς και βιομηχανικές, τουριστικές δραστηριότητες. Ιδιαίτερης σημασίας ανθρώπινη δραστηριότητα είναι το εμπόριο, οι μεταφορές και η ναυσιπλοΐα. Αρκετά μεγάλης έκτασης είναι και οι αμμοληψίες για την εξυπηρέτηση οικοδομικών δραστηριοτήτων. Για να εξυπηρετηθούν οι παραπάνω δραστηριότητες έχουμε στην παράκτια ζώνη κατασκευή διάφορων λιμενικών, υδραυλικών, συγκοινωνιακών έργων καθώς και διάφορων προδιαγραφών εγκαταστάσεις επεξεργασίας λυμάτων.

1.3.1 ΑΓΡΟΤΟ-ΚΤΗΝΟΤΡΟΦΙΚΕΣ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΕΣ

Οι αγροτο-κτηνοτροφικές δραστηριότητες στην παράκτια ζώνη είναι ιδιαίτερα ανεπτυγμένες και ιδιαίτερα σε χώρες που στηρίζονται σε αυτόν τον τομέα. Το γεγονός αυτό δεν είναι καθόλου τυχαίο καθώς στις περιοχές αυτές προσφέρεται γόνιμο έδαφος για καλλιέργειες και άφθονη τροφή για τα ζώα. Βέβαια όσον αφορά την επίδραση των αγροτο-κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων στην παράκτια ζώνη δεν

πρέπει να διαφεύγει της προσοχής μας ότι όλες οι συναφείς δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα σε μια λεκάνη απορροής, επηρεάζουν τη ζώνη αυτή. Αυτό πρακτικά σημαίνει ότι πρέπει να λαμβάνουμε υπόψη το μέγεθος της λεκάνης απορροής σε συνδυασμό με τη συμβολή των δραστηριοτήτων αυτών (και σε συνδυασμό με άλλα έργα όπως π.χ. φράγματα) σε φαινόμενα διάβρωσης και εκπομπών ρύπων. Έτσι μπορεί να έχουμε μια μικρή λεκάνη απορροής η οποία θα ταυτίζεται με την παράκτια ζώνη και μπορεί να έχουμε λεκάνη απορροής που να εκτείνεται δεκάδες χιλιόμετρα προς την ενδοχώρα και έτσι ρύποι από αυτές τις δραστηριότητες να καταλήγουν στην παράκτια ζώνη από δεκάδες χιλιόμετρα μακριά. Οι αγροτικές δραστηριότητες συμβάλλουν στην αύξηση των χημικών ουσιών (φυτοφάρμακα) (φωτο 1.2), μέσω της απορροής των όμβριων υδάτων, στα ρέματα, ποτάμια και τελικά στις παράκτιες και θαλάσσιες περιοχές, καθώς και στους υπόγειους υδροφορείς μέσω της διήθησης. Αντίστοιχα, λόγω της χρήσης λιπασμάτων, συμβάλλουν στον ευτροφισμό και την αύξηση της τοξικότητας στις παραπάνω υδατικές περιοχές.

Εδώ μπορούν να παρθούν μέτρα όπως είναι:

A) ο έλεγχος των ποσοτήτων και του τρόπου χρησιμοποίησης των εντομοκτόνων και λιπασμάτων

B) η απαγόρευση χρησιμοποίησής τους αν υπάρχει υπέρβαση των ορίων

Γ) διατήρηση στοιχείων για τις χρησιμοποιούμενες ποσότητες, ανά μονάδα εδάφους και ανά καλλιέργεια, το χρόνο χρησιμοποίησής τους, τις κλιματολογικές συνθήκες που επικράτησαν, καθώς και τις αναλύσεις των υδατικών περιοχών, έτσι ώστε να είναι δυνατή η σύγκριση των στοιχείων και η λήψη των εκάστοτε κατάλληλων μέτρων.

Δ) την αύξηση της καλυπτόμενης, από βλάστηση, επιφάνειας του εδάφους, ειδικά μεταξύ των καλλιεργούμενων εκτάσεων και των υδατικών περιοχών (μπορεί να χρησιμοποιηθούν είδη φυτών που παρουσιάζουν δυνατότητες απορρόφησης ή διάσπασης ορισμένων χημικών ενώσεων).

E) τη δημιουργία επιφανειών με πορώδη ή υλικά φιλτραρίσματος των μολυσματικών ή ρυπαντικών φορτίων, εκτρέποντας τα απορρέοντα ύδατα σε αυτές.

Z) με αλλαγή της φυσικοχημικής σύστασης του εδάφους, χρησιμοποιώντας ουσίες, μέσα στα λιπάσματα, που αδρανοποιούν ορισμένους ρυπαντές ή παράγουν άλλες ενώσεις με τους ρυπαντές λιγότερο επιβλαβείς.

H) ανάπτυξη οικολογικών καλλιεργειών και κτηνοτροφικών δραστηριοτήτων.

Θ) Για την εκτίμηση των επιπτώσεων από τα φυτοφάρμακα και τα λιπάσματα τόσο στα επιφανειακά όσο και στα υπόγεια ύδατα, ανάπτυξη μαθηματικών μοντέλων που θα λαμβάνει υπόψη τις συνθήκες απορροής και τις επιδράσεις των υδάτινων συστημάτων που διέρχεται (εκβολές ποταμών, ρέματα, υπόγεια νερά). Τα μοντέλα αυτά θα μπορούν να αξιοποιούν δεδομένα μετρήσεων πεδίου της περιοχής.



ΦΩΤΟ 1.2: ΑΓΡΟΤΙΚΕΣ ΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

Η αυξημένη ύπαρξη καλλιεργειών και κτηνοτροφίας αντικειμενικά οδηγεί και σε μεγάλες ανάγκες για νερό. Οι απαιτούμενες ποσότητες νερού μπορούν να βρεθούν είτε από επιφανειακά ύδατα (λίμνες, ποτάμια, ρέματα), είτε από υπόγεια νερά με την αξιοποίηση των γεωτρήσεων. Οι γεωτρήσεις όμως ρίχνουν χαμηλά την στάθμη του υπόγειου υδροφορέα και ειδικότερα στην παράκτια ζώνη εμφανίζεται το φαινόμενο της υφαλμύρωσης με το αλμυρό νερό να διεισδύει στο υπέδαφος της ενδοχώρας και να αναμιγνύεται με το γλυκό νερό. Αποτέλεσμα του γεγονότος αυτού είναι το νερό να καθίσταται ακατάλληλο για διάφορες χρήσεις όπως πότισμα, πόση κτλ. Μια ακόμη αρνητική επίπτωση από την πτώση της στάθμης του υπόγειου υδροφορέα είναι οι καθιζήσεις που παρατηρούνται καθώς το υπερκείμενο έδαφος τείνει να καλύψει το κενό που άφησε το νερό.

Σαν μέτρα αξιοποιούνται και μπορούν να αξιοποιηθούν μέθοδοι για μείωση της κατανάλωσης νερού (επιλογή καλλιεργειών με μικρότερη ζήτηση σε νερό, καλλιέργειες που να αναπτύσσονται μήνες με υψηλό υδατικό ισοζύγιο, χρησιμοποίηση μεθόδων στάγδην άρδευσης για να μην χάνεται νερό που δεν μπορούν να αξιοποιήσουν τα φυτά) και μέθοδοι για συντήρηση και τροφοδότηση των υδατικών πόρων (κατασκευή λιμνοδεξαμενών, επανατροφοδότηση υπόγειων υδροφορέων σε συνδυασμό με μεθόδους που κάνουν πιο εύκολη αυτήν την επανατροφοδότηση, να μην καταναλώνεται περισσότερο νερό από την ικανότητα αναπλήρωσης που έχει ο υδροφορέας, αναβαθμοί και μικρά φράγματα σε ρέματα).

Άλλος ένας εξαιρετικά σημαντικός παράγοντας που πρέπει να λαμβάνεται υπόψη είναι το γεγονός ότι συχνά στην παράκτια ζώνη αγροτικές και κτηνοτροφικές δραστηριότητες καταλαμβάνουν εκτάσεις στα δέλτα ποταμών ή ρεμάτων και γενικά εκτάσεις επιρρεπείς σε πλημμυρικά φαινόμενα. Πέρα από τις καταστροφές και τη διάβρωση που επιτόπου συμβαίνουν έχουμε και ανάμιξη στοιχείων της θάλασσας με το καλλιεργήσιμο έδαφος καθιστώντας το άγονο και σε πολλές περιπτώσεις ακατάλληλο για καλλιέργεια. Ο σχεδιασμός των έργων του μηχανικού πρέπει να λαμβάνει υπόψη το να μην εντείνει τέτοια φαινόμενα και αν είναι δυνατό να τα αποφορτίζει.

1.3.2 ΑΛΙΕΙΑ

Στο περιβάλλον της παράκτιας ζώνης έχουμε σημαντική αλιευτική δραστηριότητα. Η δραστηριότητα αυτή περιλαμβάνει είτε τις παραδοσιακές μεθόδους ψαρέματος (καϊκία, δίχτυα, πετονιά) με όλα τα μέτρα προστασίας που παίρνονται στις περιπτώσεις αυτές, (εποχιακή αλιεία, αλλαγή μεθόδου αλιείας, ακόμη και απαγόρευση αλιείας σε συγκεκριμένες περιόδους) είτε τις νέες μεθόδους αλιείας, την ιχθυοκαλλιέργεια. Οι ιχθυοκαλλιέργειες (φωτο 1.3) στις μέρες μας αποτελούν αναπτυσσόμενο κλάδο καθώς με την κατάλληλη φροντίδα μπορούν να παρέχουν σημαντικές ποσότητες τροφής σε υψηλή ποιότητα. Βεβαίως οι επιπτώσεις τους στην παράκτια ζώνη αν δεν γίνει ο σωστός σχεδιασμός μπορεί να είναι σοβαρές, καθώς κίνδυνοι υπάρχουν από την επικάλυψη του βυθού από τα οργανικά απορρίμματα των ψαριών και τις τροφές, και την ύπαρξη ορμονών σε αυτές, σε συνδυασμό με τον αριθμό των εκτρεφόμενων ψαριών, από τη χρήση φαρμάκων, τη μετάδοση ασθενειών, την καλλιέργεια ξένων προς το περιβάλλον ειδών που προέρχεται ενδεχομένως από τη διαφυγή γενετικά τροποποιημένων ειδών.



ΦΩΤΟ 1.3: ΙΧΘΥΟΚΑΛΛΙΕΡΓΕΙΕΣ

1.3.3 ΝΑΥΣΙΠΛΟΙΑ

Η ναυσιπλοΐα είναι εμφανώς ο πιο σημαντικός κλάδος που αναπτύσσεται δραστηριότητα στην παράκτια ζώνη. Ιδιαίτερα οι παραθαλάσσιες χώρες με παράδοση στη ναυτιλία έχουν αναπτύξει ένα πραγματικά μεγάλο δίκτυο δραστηριοτήτων που αφορούν τη ναυτιλία και αναπτύσσεται στην παράκτια ζώνη. Έχουμε λοιπόν ανάπτυξη της ναυσιπλοΐας ως μέσο μεταφοράς ανθρώπων από χώρα σε χώρα και μέσα στην ίδια κάθε φορά χώρα, ως μέσο μεταφοράς εμπορευμάτων από χώρα σε χώρα καθώς και στο εσωτερικό της κάθε φοράς χώρα. Παράλληλα έχουμε και ανάπτυξη και άλλων κλάδων υποστηρικτικών προς τη ναυσιπλοΐα όπως η ναυπηγική πλοίων και η ναυπηγοεπισκευαστική με την ύπαρξη κατάλληλων υποδομών που θα υποστηρίξουν αυτή τη δραστηριότητα.

Ως λογικό επακόλουθο αυτών των δραστηριοτήτων έχουμε και ορισμένες πιέσεις προς την παράκτια ζώνη οι βασικότερες των οποίων είναι:

A) Ρύπανση των υδάτων από από τις μηχανές ή το πλύσιμο των μηχανών, ειδικά μέσα στους λιμένες. Σε ορισμένες περιπτώσεις μπορεί να χρειαστεί να αντιμετωπίσουμε και πιο μεγάλη περιβαλλοντική καταστροφή που μπορεί να προκληθεί από ατυχήματα, ειδικά των δεξαμενόπλοιων μεταφοράς πετρελαίου. Ορισμένα μέτρα προστασίας μπορούν να παρθούν:

Η πορεία επικίνδυνων φορτίων να διαφέρει από αυτή άλλων φορτίων ώστε να μειωθεί η επίπτωση σε σημαντικούς οικοτόπους, σε περίπτωση ατυχήματος και φυσικά η μεταφορά τέτοιων φορτίων να γίνεται από πλοία που είναι σχεδιασμένα

έτσι ώστε να περιορίζονται οι επιπτώσεις σε περίπτωση ατυχήματος (π.χ. διπλά τοιχώματα στα τάνκερ).

B) Πρόκληση διάβρωσης, ειδικά από τα νέου τύπου, ταχύπλοα, πλοία. Ορισμένα μέτρα προστασίας μπορούν να παρθούν:

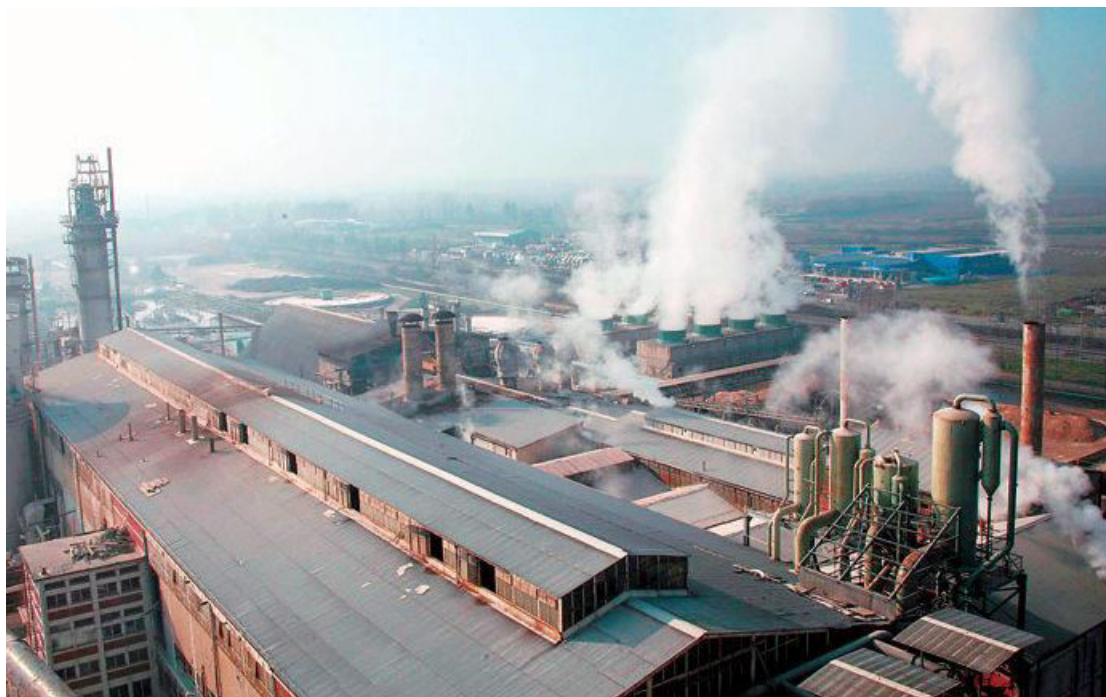
Τα κύματα που παράγονται από τα πλοία σχετίζονται με την ταχύτητα του πλοίου και το σχήμα του και τη γεωμετρία του διαύλου, είναι απαραίτητο να εξεταστεί αν η μείωση της ταχύτητας, η αλλαγή πορείας ή ο συνδυασμός τους θα μειώσει τη διάβρωση.

Ειδικότερα προβλήματα που δημιουργούν τα ταχύπλοα πλοία ή πλοία με υψηλής ισχύς προπέλες είναι, ότι δημιουργούν υποσκαφές στον πόδα των τεχνικών έργων (λιμανιών, προβόλων) λόγω ανάκλασης της φλέβας νερού που εκτοξεύουν και ότι τα ιζήματα που διαβρώνονται και αναμοχλεύονται λόγω της δράσης αυτών των φλεβών κατακάθονται πάνω στο βυθό και καταστρέφεται η χλωρίδα.

1.3.4 ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Στην παράκτια ζώνη ή και πιο μέσα στην ενδοχώρα, κοντά όμως σε υδάτινους αποδέκτες έχουμε συχνά εγκατάσταση μεγάλου αριθμού βιομηχανιών. Αυτό γίνεται για να μπορούν οι βιομηχανίες να αποβάλλουν τα απόβλητά τους εύκολα στους υδάτινους αποδέκτες αλλά και για να καλύπτουν τις ανάγκες τους οι βιομηχανίες σε νερό. Οι βιομηχανίες αποτελούν πηγές τόσο σημειακών εκπομπών ρύπων όσο και μη-σημειακών και πρόκειται τόσο για αέριους ρύπους όσο και υγρά απόβλητα τα οποία μπορεί να προκαλούν και θερμική ρύπανση. Πολλές εκπομπές ρύπων περιλαμβάνουν βαρέα μέταλλα, τα οποία μπορεί να είναι τόσο τοξικά που μπορούν να επηρεάσουν τις λειτουργίες του εδάφους και να το αχρηστέψουν, ενώ εγκυμονούν κινδύνους για την υγεία των οργανισμών. Πρέπει να είμαστε πολύ προσεκτικοί στο αν μια βιομηχανία επηρεάζει την παράκτια ζώνη, γιατί μπορεί να μην είναι εγκατεστημένη στην παράκτια ζώνη όμως οι ρύποι και ανάλογα με το είδος τους και το είδος του

υπεδάφους, μέσω των ρεμάτων, ποταμιών, υπόγειου υδροφορέα να μεταδίδεται πολύ γρήγορα (φωτο 1.4).



ΦΩΤΟ 1.4: ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΑ-ΠΗΓΗ ΜΟΛΥΝΣΗΣ

Γενικά, πρέπει να αποφεύγεται η εγκατάσταση βιομηχανιών δίπλα στις ακτές. Πρέπει να τεθεί ελάχιστο όριο απόστασης από τις ακτές το οποίο μπορεί να είναι ευέλικτο και να τροποποιείται ανά περιοχή. Τα κριτήρια που θα καθορίσουν την απόσταση της βιομηχανίας από τον υδάτινο αποδέκτη είναι το είδος της βιομηχανίας, τα χαρακτηριστικά της περιοχής. Επίσης, σημαντικό κριτήριο για την εγκατάσταση της βιομηχανίας είναι οι ανάγκες της σε νερό και ο τρόπος κάλυψής τους, οι οποίες σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να θίγουν τη φέρουσα ικανότητα των υδατικών πόρων της περιοχής, και ο κίνδυνος μόλυνσης των υδροφορέων από τη λειτουργία της. Πολλές φορές για την προστασία των υδάτινων σωμάτων και συνεπώς και της παράκτιας ζώνης μπορεί να τίθενται περιορισμοί για συγκεκριμένα είδη βιομηχανίας (π.χ. χημική, μεταλλουργική, επεξεργασίας μετάλλων, τροφίμων, αυτοκινητοβιομηχανία κ.λπ.) ή περιορισμοί στην περαιτέρω ανάπτυξη συγκεκριμένων ειδών, αν κρίνεται ότι η σωρευτική επίπτωση είναι σημαντική.

1.3.5 ΑΜΜΟΛΗΨΙΕΣ ΓΙΑ ΟΙΚΟΔΟΜΙΚΗ ΔΡΑΣΤΗΡΙΟΤΗΤΑ

Στην παράκτια ζώνη και ιδιαίτερα σε παράκτιες ζώνες που περιλαμβάνουν και εκβολές ποταμών σωρεύονται μεγάλες ποσότητες αμμοχάλικων. Τα αμμοχάλικα αυτά παρασύρονται από τα ποτάμια και τα ρέματα στην πορεία τους από τις εκβολές τους, στα ορεινά, μέχρι εκεί που εκβάλλουν. Σε όλη αυτή την πορεία τα ποτάμια και τα ρέματα αλλού παρασέρνουν και αλλού εναποθέτουν αμμοχάλικα. Ακριβώς λοιπόν λόγω αυτής της ύπαρξης αμμοχάλικου και για να μειωθεί το κατασκευαστικό κόστος από την οικοδομική δραστηριότητα (δεν χρειάζεται να παραγγείλουμε σκύρα από λατομείο) ο άνθρωπος αφαιρεί σκύρα είτε από την παράκτια ζώνη είτε από την ενδοχώρα στα πλαϊνά των ποταμών (φωτο1.5). Η δραστηριότητα αυτή έχει σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις: μολύνσεις λόγω αιώρησης σωματιδίων, έλλειψη εδαφικού υλικού με αποτέλεσμα σε πολλές περιπτώσεις την διάβρωση είτε στην παράκτια ζώνη είτε στην ενδοχώρα, αλλαγή μορφολογίας κοιτών ποταμών με αποτέλεσμα είτε αύξηση ταχυτήτων του νερού και διαβρώσεις είτε μείωση ταχυτήτων με αποτέλεσμα τα νερά να λιμνάζουν και να μολύνονται και αυτό να έχει επίπτωση στην πανίδα και χλωρίδα της περιοχής. Λόγω αυτών των επιπτώσεων τέτοιου είδους δραστηριότητες απαιτούν ειδικές άδειες.



ΦΩΤΟ 1.5: ΑΜΜΟΛΗΨΙΕΣ ΑΠΟ ΠΟΤΑΜΟ

Επιπλέον αμμοχάλικα από αυτές τις περιοχές δεν είναι κατάλληλα για υλικό του σκυροδέματος καθώς από τη μεγάλη απόσταση που έχουν διανύσει, από τα βουνά ως τη θάλασσα, έχουν λειανθεί, δεν έχουν γωνίες και έτσι δεν <<δένουν>>

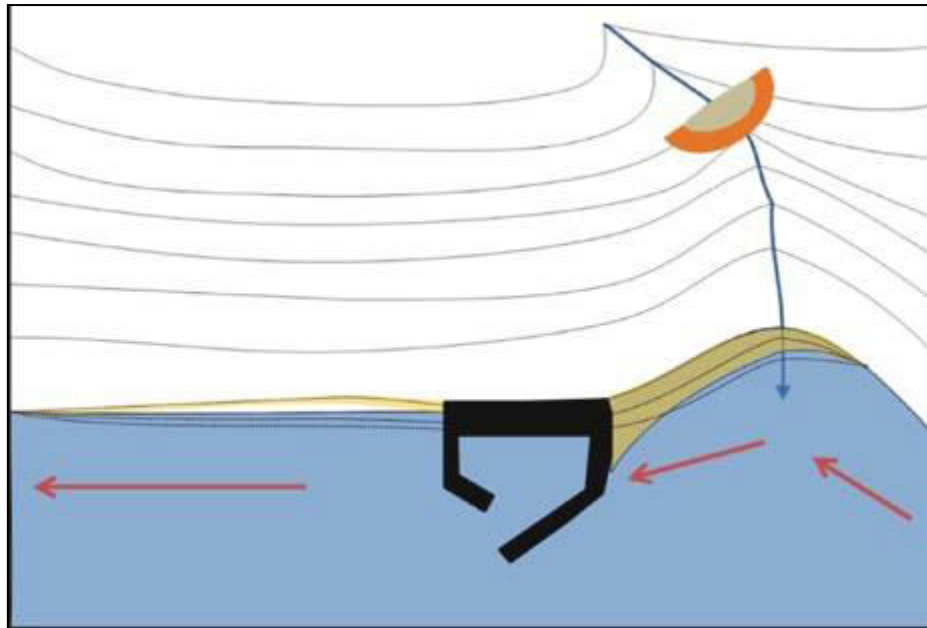
ικανοποιητικά με το μπετό και έτσι το σκυρόδεμά μας δεν έχει τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά.

1.3.6 ΛΙΜΕΝΙΚΑ ΕΡΓΑ Κ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΑΠΟ ΔΙΑΒΡΩΣΗ

Τα έργα αυτά μπορεί να είναι:

- Λιμάνι
- Έργα προστασίας από τη διάβρωση (κυματοθραύστες, πρόβολοι, τοίχοι προστασίας, μέτωπα με ήπια κλίση)

Η απόφαση για την κατασκευή ενός λιμανιού σε μια περιοχή ακριβώς λόγω της λειτουργικότητας και της χρησιμότητας ενός λιμανιού είναι συνήθως απόφαση στρατηγικής σημασίας που αφορά συνήθως μια ολόκληρη χώρα. Η ύπαρξη όμως και μόνο του λιμανιού χωρίς να συνυπολογίσουμε τις υπόλοιπες πιέσεις, λόγω δραστηριοτήτων που αναπτύσσονται εξαιτίας του λιμανιού, στην παράκτια ζώνη μπορεί να επιφέρει σημαντικές επιπτώσεις στην παράκτια ζώνη. Η παρακάτω εικόνα μας δίνει το μηχανισμό διάβρωσης κατάντη ενός λιμανιού λόγω της συγκράτησης φερτών στην ανάντη πλευρά του λιμανιού. Εδώ το παράκτιο ρεύμα και συνεπώς και η παράκτια στερεομεταφορά συναντούν μπροστά τους τους βραχίονες του λιμανιού και έτσι ένα μεγάλο ποσοστό των ιζημάτων συγκρατείται ανάντη του λιμανιού και δεν συνεχίζει κατάντη και έτσι στις κατάντη περιοχές δεν έχουμε αναπλήρωση των ιζημάτων που διαβρώνονται από τη δράση της θάλασσας και έτσι το πρόβλημα της διάβρωσης εντείνεται (σχήμα 1.6).



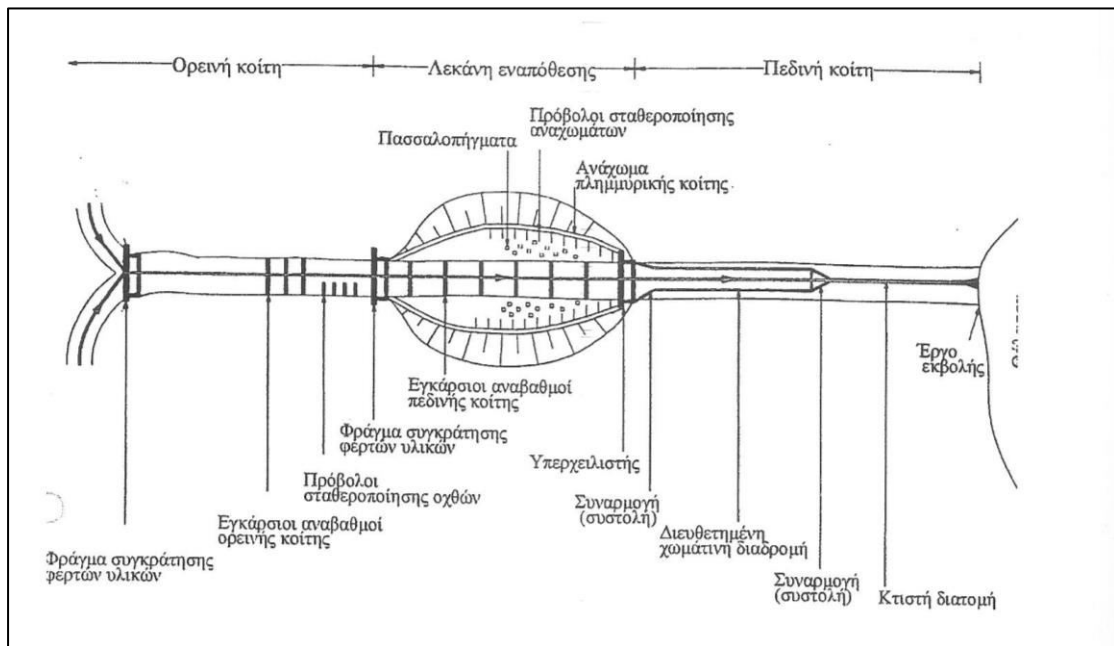
ΣΧΗΜΑ 1.6: ΛΙΜΑΝΙ ΠΟΥ ΔΙΑΚΟΠΤΕΙ ΤΗΝ ΣΤΕΡΕΟΠΑΡΟΧΗ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΦΟΡΑ ΤΟΥ ΠΑΡΑΚΤΙΟΥ ΡΕΥΜΑΤΟΣ

Τέτοια έργα χρειάζονται προστασία λόγω ανάκλασης των ρευμάτων και πρέπει αυτό να παρθεί υπόψη κατά το σχεδιασμό τους, έναντι του κινδύνου υποσκαφής του πόδα τους. Άρα λοιπόν χρειάζεται προσεκτικός σχεδιασμός και να παρθούν υπόψη όλοι οι παράγοντες που επιδρούν έτσι ώστε να μην έχουμε σοβαρά προβλήματα.

Τα έργα προστασίας που αναφέρθηκαν πιο πάνω στόχο έχουν την προστασία από την διάβρωση και την εξυπηρέτηση των αναγκών του ανθρώπου (πχ προστασία για να μην μπει η θάλασσα μέσα και πνίξει χωράφια, προστασία παραλίας από υψηλούς κυματισμούς κτλ). Οι επιπτώσεις όμως που έχουν, καθώς διαταράσσουν το κυματικό καθεστώς, το καθεστώς των ρευμάτων, μπορεί να είναι πολύ σοβαρές (διαβρώσεις κατόντη περιοχών, καταστροφή έργων, καταστροφή τοπίου) και πλέον οι μηχανικοί προσανατολίζονται στην κατασκευή άλλου τύπου έργων που προσαρμόζονται πιο καλά στο περιβάλλον και για αυτό ονομάζονται μαλακά έργα. Τα μέχρι τώρα έργα ονομάζονται σκληρά. Το πώς λειτουργούν τόσο τα μαλακά όσο και τα σκληρά έργα θα αναλυθούν σε παρακάτω κεφάλαιο. Είναι όμως φανερό πως τέτοια έργα διαταράσσουν τους φυσικούς μηχανισμούς της περιοχής και για αυτό η κατασκευή τους θέλει ιδιαίτερη προσοχή.

1.3.7 ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ

Για να εξυπηρετηθούν διάφορες ανάγκες των ανθρώπων όπως ύδρευση, άρδευση, έλεγχος στερεοπαροχής, προστασία από πλημμύρες αναπτύσσονται είτε στην παράκτια ζώνη είτε στην ενδοχώρα διάφορα υδραυλικά έργα. Τα έργα αυτά μπορεί να είναι διευθετήσεις ρεμάτων και ποταμών με αναβαθμούς, φράγματα, λιμνοδεξαμενές, αποστραγγιστικά, αντιπλημμυρικά ή γεωτρήσεις για ύδρευση – άρδευση (σχήμα 1.7). Οι επιδράσεις των έργων αυτών είναι σημαντικές καθώς μπορούν να επιφέρουν αύξηση ρυπαντικών φορτίων, αλλαγές στην ακτογραμμή, μεταβολή του οικοσυστήματος γύρω από τα έργα και στην περίπτωση φραγμάτων και δημιουργίας τεχνητών λιμνών οι επιπτώσεις στα κατόντη του έργου μπορεί να σταματήσει την εξέλιξη των υγροτόπων στις εκβολές των ποταμών και σε σημαντικά φαινόμενα διάβρωσης ή, σε ότι αφορά τις γεωτρήσεις, μείωση των αποθεμάτων νερού και υφαλμύρωση των υπόγειων υδροφορέων.



ΣΧΗΜΑ 1.7: ΥΔΡΑΥΛΙΚΑ ΕΡΓΑ ΣΤΗΝ ΔΙΑΔΡΟΜΗ ΤΟΥ ΠΟΤΑΜΟΥ

1.3.8 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΕΙΣ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Ακριβώς λόγω της ύπαρξης βιομηχανικής δραστηριότητας στην παράκτια ζώνη και επειδή η θάλασσα είναι ο πιο σημαντικός αποδέκτης στον οποίο θα καταλήξουν τα απόβλητά μας, προκειμένου να μην μολύνουμε, ή να μολύνουμε όσο το δυνατόν λιγότερο έχουν αναπτυχθεί σημαντικές εγκαταστάσεις επεξεργασίας αποβλήτων στην παράκτια ζώνη (φωτο 1.6). Σε αρκετές περιπτώσεις στην παράκτια ζώνη υπάρχουν και εγκαταστάσεις που επεξεργάζονται τα λύματα των πόλεων.



ΦΩΤΟ 1.6: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ

Πέρα από στοιχεία οπτικής όχλησης και όχλησης από οσμές που συνοδεύουν την ύπαρξη τέτοιων εγκαταστάσεων τα σημαντικότερα περιβαλλοντικά προβλήματα αφορούν την απορροή των επεξεργασμένων αποβλήτων στους υδάτινους αποδέκτες

Σήμερα βέβαια σε αρκετές από αυτές τις εγκαταστάσεις εξασφαλίζεται το στάδιο της επεξεργασίας των λυμάτων πριν την έξοδό τους στη θάλασσα. Σημαντικοί παράμετροι για την προστασία του περιβάλλοντος που σήμερα λαμβάνονται υπόψη είναι το είδος της τεχνολογίας που χρησιμοποιείται, το βάθος έκχυσης των λυμάτων, τα υλικά των σωλήνων, η χρήση ή μη διαχυτήρων, τα θαλάσσια ρεύματα, η ύπαρξη σημαντικής θαλάσσιας χλωρίδας και πανίδας στην περιοχή, η γειτνίαση με ρέματα, εκβολές ρεμάτων και ποταμών και ειδικά με υγροτόπους. Τέλος δεν επιτρέπεται και η είσοδος υφάλμυρου νερού μέσα στις σωλήνες. Τους κανόνες που διέπουν τέτοια έργα θα τους αναλύσουμε εκτενέστερα παρακάτω.

Ακόμη βέβαια υπάρχουν πολλές βιομηχανίες που δεν συμμορφώνονται σε αυτούς τους κανονισμούς και παρατηρούνται ακόμη φαινόμενα εκβολής αποβλήτων χωρίς επεξεργασία με αποτέλεσμα τη σοβαρή ρύπανση των υδάτινων αποδεκτών. Ακόμη σε πολλές περιπτώσεις δεν δίνεται η απαραίτητη προσοχή στον σχεδιασμό της προστασίας των αγωγών που εκβάλλουν τα λύματα με αποτέλεσμα οι αγωγοί αυτοί να παρασύρονται από άγκυρες πλοίων, να καταστρέφονται και τα λύματα να εκβάλλουν όχι στην επιλεγμένη θέση αλλά νωρίτερα, ακόμη και στη ζώνη των λουομένων.

1.3.9 ΑΝΑΨΥΧΗ-ΤΟΥΡΙΣΜΟΣ

Η παράκτια ζώνη ως φυσικό τοπίο συνδυάζει πολλά φυσικά χαρακτηριστικά τα οποία την καθιστούν ιδιαίτερα ελκυστικό τόπο αναψυχής (φωτο 1.7 και 1.8). Στην παράκτια ζώνη ο άνθρωπος μπορεί να γυμναστεί είτε κολυμπώντας είτε παίζοντας άλλα θαλασσινά παιχνίδια (πχ πόλο). Ακόμη, αναπτύσσοντας κατάλληλες υποδομές ο άνθρωπος μπορεί να επιδοθεί και σε άλλα σπορ πιο εξειδικευμένα τα οποία γίνονται αντικείμενο εκμετάλλευσης από τοπικούς επιχειρηματίες (πχ καταδύσεις, wind surfing, water ski, kano κτλ). Ακόμη η παράκτια ζώνη προσφέρει δυνατότητες και για άλλα αθλήματα στη στεριά, (jogging, beach volley, beach soccer, basket) καθώς και την πεζοπορία για άθληση ή απλά για βόλτα και πνευματική ξεκούραση. Ακριβώς λόγω αυτού της το χαρακτήρα, η παράκτια ζώνη είναι ένας πολύ ελκυστικός προορισμός για εκατομμύρια ανθρώπους που κάθε χρόνο παραθερίζουν στις ακτές κάνοντας διακοπές.



ΦΩΤΟ 1.7: WIND SURFING

Ο τουρισμός είναι ένας πολύ διαδεδομένος τρόπος ψυχαγωγίας, ειδικά στον Δυτικό Κόσμο ενώ παράλληλα αποτελεί μια πολύ μεγάλη βιομηχανία και ιδιαίτερα σημαντική πηγή εσόδων για παραδοσιακά τουριστικές χώρες όπως την Γαλλία, Ισπανία, Ιταλία και την Ελλάδα. Σε παραδοσιακά τουριστικές χώρες αυτή η βιομηχανία τουρισμού περιλαμβάνει την ανάπτυξη υποδομών έτσι ώστε αυτός ο κόσμος να μπορεί να στεγαστεί (ξενοδοχεία, ξενώνες, ενοικιαζόμενα δωμάτια), να σιτιστεί (εστιατόρια, παραδοσιακές ταβέρνες, μικρά μαγαζιά πρόχειρου φαγητού, καφετέριες), να διασκεδάσει (bar, club, θέατρα, συναυλίες, επισκέψεις σε κάθε είδους αξιοθέατα).

Υπάρχουν διάφορα είδη τουρισμού:

- Εγχώριος τουρισμός (domestic tourism): ο τουρισμός των κατοίκων μίας χώρας όταν ταξιδεύουν μόνο εντός αυτής (πχ. ένας Αθηναίος πηγαίνει στην Τρίπολη)
- Εξερχόμενος τουρισμός (outbound tourism): αφορά στους μόνιμους κατοίκους μίας χώρας οι οποίοι ταξιδεύουν σε μία άλλη χώρα (πχ. ένας Έλληνας που ταξιδεύει στη Γαλλία)

- Εισερχόμενος τουρισμός (inbound tourism): ο τουρισμός των αλλοδαπών οι οποίοι ταξιδεύουν σε δεδομένη χώρα (πχ. ένας Γάλλος που ταξιδεύει στην Ελλάδα)
- Διεθνής τουρισμός (international tourism): το σύνολο του εισερχόμενου και του εξερχόμενου τουρισμού.
- Εσωτερικός τουρισμός (internal tourism): το σύνολο του εγχώριου και του εισερχόμενου τουρισμού
- Εθνικός τουρισμός: (national tourism): το σύνολο του εγχώριου και του εξερχόμενου τουρισμού

Ο τουρισμός αποτελεί συχνά κίνητρο για την ανάπτυξη έργων παράκτιας προστασίας (πχ κατασκευή κυματοθραύστη για να συγκρατηθεί εδαφικό υλικό από πίσω του και να δημιουργηθεί παραλία που θα προσελκύει τουρίστες). Τα έργα αυτά βέβαια πρέπει να σχεδιάζονται με τη μέγιστη προσοχή καθώς οι επιπτώσεις τους μπορεί να είναι σοβαρές και αρνητικές (πχ στην προηγούμενη περίπτωση να δημιουργήσουμε την παραλία που θέλουμε, όμως κάπου παρακάτω λόγω της δράσης του κυματοθραύστη και των αλλαγών που επιβάλλει στα ρεύματα της περιοχής παρουσιάζεται διάβρωση, ή η θάλασσα να μπαίνει μέσα και να <<τρώει >>εδάφη αγροτών).

2⁰ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

2.1 ‘ ΣΚΛΗΡΗΣ’ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναδείχθηκε η πολυπλοκότητα της παράκτιας ζώνης. Επί της ουσίας η πολυπλοκότητα της συνίσταται στην συνύπαρξη φυσικού και ανθρωπογενούς περιβάλλοντος με τις ιδιαίτερες παραμέτρους που αναφέρθηκαν και στο προηγούμενο κεφάλαιο. Ο άνθρωπος ακριβώς επειδή η παράκτια ζώνη του παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα κατέστησε την παράκτια ζώνη σοβαρό κέντρο της ανάπτυξης των κοινωνιών του. Ήρθε λοιπόν αντιμέτωπος με προβλήματα που του δημιουργούσε το ίδιο το φυσικό περιβάλλον είτε με προβλήματα που δημιουργήθηκαν λόγω της παρέμβασής του στη φύση.

Στο κεφάλαιο αυτό λοιπόν θα παρουσιαστούν έργα που έκανε ο άνθρωπος με στόχο να προστατευτεί από τη δράση κυματισμών, τη διάβρωση των ακτών που δημιουργούν οι κυματισμοί και την είσοδο της θάλασσας όλο και πιο βαθιά στην ενδοχώρα, την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Τα έργα που σε γενικές γραμμές έχουν κυριαρχήσει και κατασκευαστεί έχουν σε ένα βαθμό ανταποκριθεί στους παραπάνω στόχους. Δημιουργούν όμως σοβαρά και διάφορα προβλήματα στο περιβάλλον. Ιδιαίτερα αν ο σχεδιασμός τους δεν έχει γίνει προσεκτικά λαμβάνοντας υπόψη όλες τις παραμέτρους τότε τα προβλήματα που δημιουργούν είναι ακόμη πιο σοβαρά.

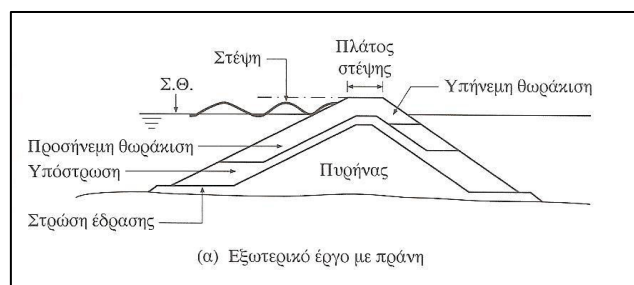
Τα έργα αυτά χαρακτηρίζονται σήμερα ως έργα ‘σκληρής’ παρέμβασης στο φυσικό περιβάλλον ακριβώς λόγω και των επιπτώσεων που έχουν και μερικά από αυτά είναι:

- **A. ΕΞΑΛΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ**
- **B. ΕΞΑΛΟΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ**
- **Γ. ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΜΕΤΩΠΟΥ ΑΚΤΗΣ (φυσικοί ογκόλιθοι, πλάκες, συρματοκιβώτια, αμμόσακοι,)**
- **Δ. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ**
- **E. REVENTMENTS**

Α. ΕΞΑΛΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ

Α.1 ΣΚΟΠΟΣ- ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ- ΤΥΠΟΙ

Στόχος που επιδιώκουμε να επιτευχθεί με την εγκατάσταση ενός κυματοθραύστη στην παράκτια ζώνη είναι ο κυματισμός να μην φτάσει με όλη του την ενέργεια στο μέτωπο της ακτής. Σε περιπτώσεις κυματισμών με μεγάλη ενέργεια έχουμε ως σύνηθες αποτέλεσμα την διάβρωση της ακτής. Αν η διάβρωση συνεχιστεί μπορούμε να έχουμε μεγάλη απώλεια εδαφών με συνέπειες στην οικονομική και κοινωνική ζωή των ανθρώπων. Οι κυματοθραύστες παρέχουν προστασία απέναντι και σε πλημμυρικές καταγίδες. Οι κυματοθραύστες διατάσσονται συνήθως σε τραπεζοειδή πρισματική μορφή με πρηνή. Μια τυπική διατομή κυματοθραύστη δίνεται στο σχήμα 2.1:



ΣΧΗΜΑ 2.1: ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗ

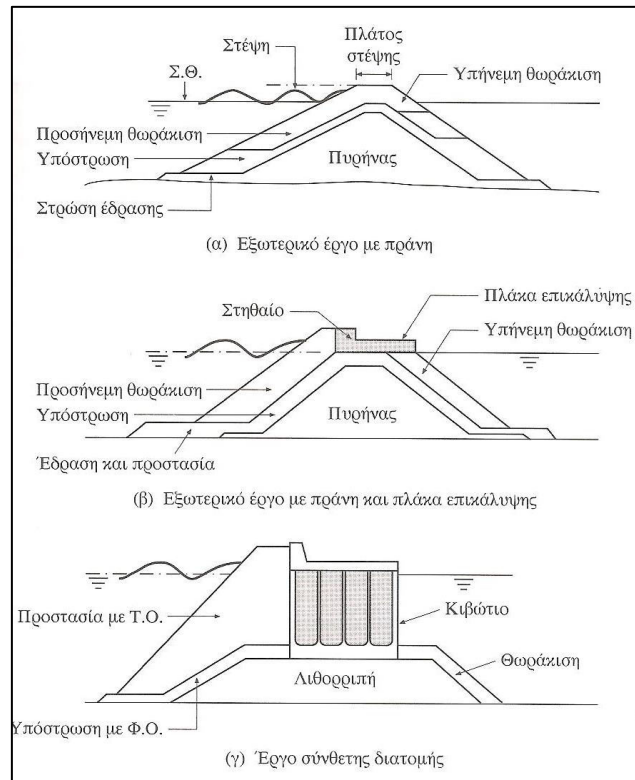
Η κεκλιμένη προς το πέλαγος παρειά αποτελεί μηχανισμό απορρόφησης της ενέργειας του κυματισμού καθώς προκαλεί θραύση του προσπίπτοντος κυματισμού. Τα έργα αυτά έχουν μεγάλη ευκαμψία καθώς ακόμη και όταν μερικώς αστοχούν μπορούν να μεταβάλουν τη μορφή τους ομαλά κάτω από την επίδραση των φυσικών δυνάμεων και συνεπώς η επισκευή τους είναι σχετικά εύκολη υπόθεση. Επίσης τα έργα αυτά είναι εύκολα στη θεμελίωσή τους.

Υπάρχουν διάφοροι τύποι τέτοιων έργων:

1. Συμβατικής μορφής με λιθορριπές που τοποθετούνται σε επάλληλες στρώσεις οι οποίες διαμορφώνουν και τη στέψη του έργου.
2. Με στηθαίο και πλάκα επικάλυψης για την διαμόρφωση της στέψης.

3. Σύνθετης μορφής, όπου συνυπάρχουν πρηνή προς την πλευρά του πελάγους και κατακόρυφο μέτωπο στην πλευρά που κοιτά στην ακτή. Το κατακόρυφο μέτωπο μπορεί να κατασκευαστεί και από προκατασκευασμένο μονολιθικό κιβώτιο (caisson).

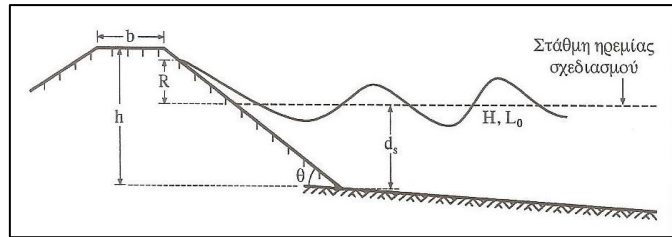
Οι διατομές των παραπάνω τύπων παρατίθενται στο σχήμα 2.2.



ΣΧΗΜΑ 2.2: ΔΙΑΤΟΜΕΣ ΔΙΑΦΟΡΩΝ ΤΥΠΩΝ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗ

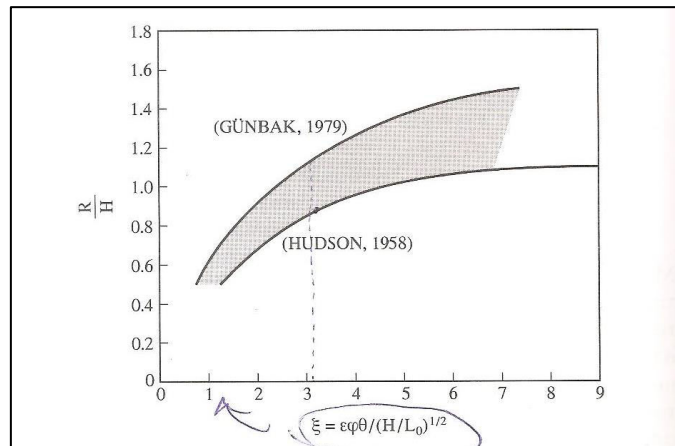
A.2 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Για να μπορέσουμε να διαστασιολογήσουμε τον κυματοθραύστη (ύψος, πλάτος στέψης βάρος ογκολίθων) χρειάζεται ως βασικές παραμέτρους να γνωρίζουμε το κυματικό καθεστώς στην περιοχή του έργου μας και το ύψος στο οποίο θα φτάσει ο κυματισμός με αναρρίχηση πάνω από το έργο. Εμείς δεν θέλουμε με την αναρρίχηση ο κυματισμός να φτάνει πάνω από το ύψος του κυματοθραύστη. Χαρακτηριστικό σχήμα είναι το 2.3:



ΣΧΗΜΑ 2.3: ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ

Η αναρρίχηση για απλό μονοχρωματικό κυματισμό υπολογίζεται από το παρακάτω διάγραμμα 2.1:



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 2.1: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΑΝΑΡΡΙΧΗΣΗΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ

Βέβαια για τους σύνθετους κυματισμούς που παρατηρούνται στη φύση και καταπονούν τα έργα μας ο υπολογισμός της αναρρίχησης είναι μια σχετικά πιο δύσκολη διαδικασία που δεν θα παραθέσουμε στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής.

Αφού υπολογίσουμε το ύψος του κύματος στην περιοχή του έργου μας και το ύψος που αυτός θα φτάσει λόγω αναρρίχησης μπορούμε να υπολογίσουμε τα βάρη των ογκολίθων που θα χρησιμοποιήσουμε. Ο κλασικός τρόπος να βρούμε βάρη ογκολίθων είναι με τη χρήση του τύπου του Hudson:

$$B = \gamma \cdot H^3 / (K_D \cdot (\delta - 1)^3 \cdot \sigma \phi \theta)$$

ΣΧΕΣΗ 2.1

Όπου:

B: το μέσο βάρος των ογκολίθων που απαιτούνται για τη στρώση θωράκισης, με περίπου 50% των λίθων να ζυγίζουν παραπάνω από αυτό το βάρος.

γ : ειδικό βάρος του πετρώματος των ογκολίθων

H: το ύψος του κυματισμού στη θέση του έργου

K_D : συντελεστής ευστάθειας που εξαρτάται από το σχήμα των ογκολίθων και τη δυνατότητα αλληλοεμπλοκής τους

δ : ο λόγος ειδικών βαρών των ογκολίθων προς του νερού γ/γ_v

θ : η γωνία που σχηματίζει το πρηνές με τον πυθμένα

Ο παρακάτω πίνακας 2.1 μας δίνει τις διάφορες τιμές που παίρνει ο K_D :

Θωράκιση	n*	Τοπο- θέτηση	Κορμός έργου**		Ακρομόλιο			
			(1)	(2)	(1)	(2)	σφθ	
Φυσικοί ογκολίθοι								
Λείοι καμπύλης μορφής	2	Τυχαία	1.2	2.4	1.1	1.9	1.5-3.0	
Λείοι καμπύλης μορφής	≥ 3	Τυχαία	1.6	3.2	1.4	2.3	1.5-3.0	
Τραχείς γωνιώδεις	2	Τυχαία	2.0	4.0	1.9	3.2	1.5	
						1.6	2.8	2.0
						1.3	2.3	3.0
Τραχείς γωνιώδεις	≥ 3	Τυχαία	2.2	4.5	2.1	4.2	1.5-3.0	
Τραχείς γωνιώδεις	2	Ειδική #	5.8	7.0	5.3	6.4	1.5-3.0	
Τραχ. διαβαθμ. (K_{RR})	##	Τυχαία	2.2	2.5				
Τεχνητοί ογκολίθοι								
Τετράποδα								
(Tetrapod/Quadripod)	2	Τυχαία	7.0	8.0	5.0	6.0	1.5	
						4.5	5.5	2.0
						3.5	4.0	3.0
Τρίραβδα (Tribar)	2	Τυχαία	9.0	10.0	8.3	9.0	1.5	
						7.8	8.5	2.0
Τρίραβδα (Tribar)	1	Ομοιόμ.	12.0	15.0	7.5	9.5	1.5-3.0	
Δόλοι (Dolos)	2	Τυχαία	15.8 [§]	31.8 [§]	8.0	16.0	2.0	
Εξάποδα (Hexapod)	2	Τυχαία	8.0	9.5	5.0	7.0	1.5-3.0	
Σημειώσεις								
Ο παραπάνω πίνακας ισχύει για περιορισμένη υπερπήδηση και μετακίνηση έως 5% των ογκολίθων (κριτήριο αμελητέων ζημιών)								
(1) Θραυόμενοι κυματισμοί								
(2) Μη θραυόμενοι κυματισμοί								
n*: πλήθος λίθων κατά το πάχος της θωράκισης								
** Οι τιμές K_D για τον κορμό ισχύουν για σφθ = 1.5 ÷ 5.0								
# ο διαμήκης άξονας του ογκολίθου κάθετος στο πρηνές								
## το ελάχιστο πάχος ορίζεται στη συνέχεια, εδαφ. (ε)								
§ για αποφυγή μικροκινήσεων (rocking) μείωση του K_D κατά 50%.								

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.1: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ ΤΟΥ K_D

Με τον υπολογισμό των ογκολίθων θωράκισης μπορούμε να σχεδιάσουμε το έργο μας. Ο στόχος μας είναι να φτιάξουμε ένα ανάχωμα με πυρήνα που θα είναι

αδιαπέρατος. Για αυτό στον πυρήνα του έργου μας τοποθετούμε κοκκώδες υλικό, που μπορεί να είναι μέχρι και άμμος. Για να προστατέψουμε αυτόν τον πυρήνα από τη δράση των κυματισμών διαμορφώνουμε εξωτερική στοιβάδα με ογκολίθους που έχουν το βάρος που έχουμε υπολογίσει. Για να μην διαφύγει το λεπτόκοκκο υλικό του πυρήνα από τα κενά της εξωτερικής στοιβάδας διαμορφώνουμε διαδοχικές στοιβάδες από λίθους και ογκολίθους, των οποίων οι διαστάσεις αυξάνονται από τον πυρήνα προς την εξωτερική στοιβάδα.

Ο υπολογισμός των παχών, των κλίσεων καθώς και του μέσου βάρους των ογκολίθων της κάθε στοιβάδας είναι δύσκολο να υπολογιστεί με την κάθε λεπτομέρεια. Η δυσκολία συνίσταται στο ότι δεν γνωρίζουμε ακριβώς πως ένας ογκολίθος ευσταθεί ανάμεσα σε άλλους. Παρόλα αυτά μέσω εργαστηριακών δοκιμών και έργων που έχουν κατασκευαστεί, υπάρχει πρακτική εμπειρία και κανονισμοί που καθορίζουν τα παραπάνω.

Έτσι έχουμε:

ΒΑΡΟΣ ΟΓΚΟΛΙΘΩΝ ΕΞΩΤΕΡΙΚΗΣ ΣΤΟΙΒΑΔΑΣ: B

ΒΑΡΟΣ ΟΓΚΟΛΙΘΩΝ ΕΣΩΤΕΡΙΚΩΝ ΣΤΟΙΒΑΔΩΝ: μια διαβάθμιση B/10-B/15

ΒΑΡΟΣ ΥΛΙΚΟΥ ΠΥΡΗΝΑ: μια διαβάθμιση B/200-B/6000

ΠΑΧΟΣ ΣΤΡΩΣΕΩΝ:

$$r=n*K_{\Delta}*(B/\gamma)^{1/3}$$

ΣΧΕΣΗ 2.2

Όπου:

n: ο αριθμός των λίθων κατά το πάχος της στρώσης

B: το μέσο βάρος των ογκολίθων της στρώσης

ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΛΙΘΩΝ ΘΩΡΑΚΙΣΗΣ

$$N_r/A=n*K_{\Delta}*(1-P/100)*(\gamma/B)^{2/3}$$

ΣΧΕΣΗ 2.3

Όπου:

N_f : το πλήθος των ογκολίθων

A: η επιφάνεια που καλύπτεται

P: πορώδες στρώσης

Ο πίνακας 2.2 που ακολουθεί μας δίνει τις τιμές για K_Δ και P.

Τύπος ογκολίθου	n	Τοποθέτηση	k_Δ	P(%)
Φυσικοί ογκολίθοι				
Λείοι	2	Τυχαία	1.02	38
Τραχείς	2	Τυχαία	1.00	37
Τραχείς	≥ 3	Τυχαία	1.00	40
Τεχνητοί ογκολίθοι				
Τετράποδα (Tetrapod)	2	Τυχαία	1.04	50
(Quadripod)	2	Τυχαία	0.95	49
Τρίοαβα (Tribar)	2	Τυχαία	1.02	54
Δόλοι (Dolos)	2	Τυχαία	0.94	56
Κύβοι (τροποπ.)	2	Τυχαία	1.10	47
Ακρόποδα (Acropode)	1	Τυχαία	1.51	57 - 62*
Core-Loc	1	Τυχαία	1.51	60 - 64*

* Εξαρτάται από το μέγεθος της μονάδος.

ΠΙΝΑΚΑΣ 2.2: ΥΠΟΛΟΓΙΣΜΟΣ K_Δ και P

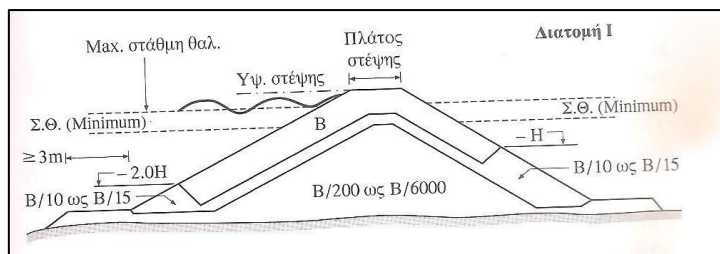
ΠΛΑΤΟΣ ΣΤΕΨΗΣ:

$$b = n * K_\Delta * (B/\gamma)^{1/3}$$

ΣΧΕΣΗ 2.4

Βεβαίως, ανάλογα και με την φύση των υλικών και τις φυσικές συνθήκες μπορούν να αξιοποιηθούν και διαφορετικοί κανονισμοί που να ανταποκρίνονται καλύτερα στην εκάστοτε περίπτωση.

Το παρακάτω σχήμα 2.4 μας δείχνει τυπική διατομή κυματοθραύστη με τους βασικούς κανονισμούς ενσωματωμένους.



ΣΧΗΜΑ 2.4: ΤΥΠΙΚΑ ΠΑΧΗ ΣΤΡΩΣΕΩΝ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗ

ΣΤΡΩΣΗ ΕΔΡΑΣΗΣ

Στρώση έδρασης τοποθετούμε για να ικανοποιήσουμε κριτήριο φίλτρου ανάμεσα στο έδαφος και στον κυματοθραύστη. Το πάχος της στρώσης έδρασης κυμαίνεται από 0,3m-2m. Η στρώση εκτείνεται τουλάχιστον 1,5m πέρα από τον πόδα του έργου. Το υλικό που θα χρησιμοποιήσουμε θα εξαρτηθεί από το υλικό που χρησιμοποιήσαμε στον κυματοθραύστη και το υλικό του εδάφους ώστε να πληρείται το κριτήριο φίλτρου. Σε περιπτώσεις με μεγάλο βάθος έδρασης, βραχώδους εδάφους και πολύ ανίσχυρων ρευμάτων μπορεί και να μην τοποθετήσω στρώση έδρασης.

A.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΩΝ

Βασικό μειονέκτημα των κυματοθραυστών είναι οι μεγάλες του διαστάσεις. Αυτό οδηγεί στο να απαιτείται μεγάλος όγκος ογκολίθων για την κατασκευή του κυματοθραύστη. Κατά συνέπεια και η βάση του καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια. Το γεγονός αυτό σημαίνει ότι στο χώρο που καταλαμβάνει ο κυματοθραύστης, δεν μπορεί να αναπτυχθεί χλωρίδα και κατά συνέπεια πανίδα ή ακόμη χειρότερα ότι χλωρίδα και πανίδα είχε αναπτυχθεί με την εγκατάσταση του κυματοθραύστη καταστρέφεται. Συνεπώς χρειάζεται προσεκτική μελέτη για το ποιο σύστημα χλωρίδας και πανίδας διαταράσσουμε και αν αυτό μπορεί να απορροφήσει την διαταραχή. Υπάρχουν ευαίσθητα συστήματα χλωρίδας (πχ ποσειδωνία που

προστατεύεται) και πανίδας που δεν προσαρμόζονται εύκολα στις αλλαγές του περιβάλλοντός τους.

Ένα ακόμη περιβαλλοντικό ζήτημα που εγείρει η παρουσία ενός κυματοθραύστη σε μια περιοχή είναι ότι ενδεχόμενα δεν έχουμε ικανοποιητική ανανέωση των υδάτων καθώς αυξάνεται ο χρόνος παραμονής ρύπων που υπάρχουν στην παράκτια ζώνη (πχ ρύπους που μεταφέρουν ποτάμια) και παγιδεύονται ανάμεσα στον κυματοθραύστη και την ακτογραμμή. Ακόμη επειδή πίσω από τον κυματοθραύστη η κυματική ενέργεια δεν είναι μεγάλη δεν έχουμε μεταφορά οξυγόνου της ατμόσφαιρας στο νερό μέσω των κυματισμών και της θραύσης τους. Σε ακραίες περιπτώσεις μπορεί να έχουμε ανάπτυξη φαινομένων ευτροφισμού.

Πρόβλημα επίσης δημιουργείται όταν λόγω της μειωμένης κυματικής ενέργειας κατάντη του κυματοθραύστη και της εναπόθεσης ιζήματος δημιουργείται το φαινόμενο tombolo (φωτο 2.1). Το φαινόμενο αυτό περιγράφει το να ενώνεται ο κυματοθραύστης με την ακτογραμμή λόγω εναπόθεσης ιζήματος. Το γεγονός αυτό διακόπτει την στερεοπαροχή κατά μήκος της ακτής και συνεπώς μπορεί και να εμφανιστούν προβλήματα διάβρωσης της ακτής σε κάποιο σημείο της. Ακόμη καταλαμβάνεται χώρος από ιζήματα που πριν καταλαμβάνονταν από γλωρίδα και πανίδα και δεν έχουμε καλή ανανέωση υδάτων, ιδιαίτερα σε σύστημα κυματοθραυστών.



ΦΩΤΟ 2.1: ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗΣ ΜΕ ΑΝΕΠΤΥΓΜΕΝΟ ΦΑΙΝΟΜΕΝΟ ΤΟΜΒΟΛΟ

Τέλος η ύπαρξη κυματοθραύστη και ιδιαίτερα συστήματος δημιουργεί σημαντική οπτική όχληση σε ανθρώπους που κάνουν τις διακοπές τους και θέλουν να ξεκουραστούν

Β. ΕΞΑΛΟΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ

Β.1 ΣΚΟΠΟΣ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ-ΤΥΠΟΙ

Αρχικά, ως πρόβολο εννοούμε ένα επίμηκες έργο προστασίας της ακτής το οποίο είναι κάθετο στην ακτογραμμή και συνδέεται με αυτήν. Τυπικός πρόβολος απεικονίζεται στην παρακάτω φωτογραφία 2.2.



ΦΩΤΟ 2.2: ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΠΡΟΒΟΛΟΥ

Σκοπός της τοποθέτησης ενός τέτοιου έργου είναι η προστασία της ακτής από διάβρωση είτε η τεχνητή συσσώρευση ιζήματος για την δημιουργία μιας παραλίας ή για άλλες χρήσεις. Ο πρόβολος έχει διαφορετική λειτουργία, και άρα προστατεύει και διαφορετικά την ακτή, από τον κυματοθραύστη. Ενώ ο κυματοθραύστης ανακόπτει την κυματική ενέργεια στην πιο ανοιχτή θάλασσα και έτσι με έμμεσο τρόπο έχει επίδραση στη στερεομεταφορά των ιζημάτων, ο πρόβολος επηρεάζει το ρεύμα που κινείται κατά μήκος της ακτής και επιδρά άμεσα στο φορτίο ιζημάτων στον πυθμένα και σε αιώρηση. Ουσιαστικά ανακόπτει την πορεία του ιζήματος κατά την φορά που το παρασύρει το ρεύμα και το παγιδεύει. Άρα ουσιαστικά για το σχεδιασμό ενός προβόλου καθοριστικές παράμετροι είναι η ενέργεια του κατά μήκος της ακτής ρεύματος και το ίζημα που υπάρχει στην περιοχή.

Ανάλογα με την ποσότητα του ιζήματος που θέλουμε να παγιδεύσουμε μπορεί ο πρόβόλός μας να έχει διαφορετικό μήκος, ύψος, να είναι υπό γωνία με την ακτογραμμή ή ακόμα και να κατασκευαστεί σύστημα προβόλων.



ΦΩΤΟ 2.3: ΣΥΣΤΗΜΑ ΠΡΟΒΟΛΩΝ

Βεβαίως, ακόμη περισσότερο από έναν μεμονωμένο πρόβολο, για σύστημα προβόλων (φωτο 2.3) απαιτείται προσεκτικός υπολογισμός της φοράς και του μεγέθους της στερεοπαροχής και προσπάθεια για το όσο δυνατόν καλύτερη πρόβλεψη για τις επιδράσεις που θα έχει ένα τέτοιο έργο στην ακτογραμμή καθώς κατάντη των προβόλων στη φορά του παράκτιου ρεύματος εμφανίζονται φαινόμενα διάβρωσης.

B.2 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Οι βασικές αρχές διαστασιολόγησης τέτοιων έργων βασίζεται στο γεγονός ότι στην παράκτια ζώνη το μεγαλύτερο ποσοστό στερεομεταφοράς συντελείται στην περιοχή μετά τη ζώνη θραύσης. Συνεπώς, ακριβώς για να αντιμετωπίσουμε τα προβλήματα κίνησης των ιζημάτων στην περιοχή αυτή ο πρόβολός μας θα πρέπει να βγαίνει στην ζώνη πριν την θραύση. Κατά συνέπεια είναι αναγκαίο να γνωρίζουμε ποια είναι η γραμμή θραύσεως. Τη γραμμή θραύσεως με την οποία θα καθορίσουμε το μήκος του αγωγού θα την διαλέξουμε αφού έχουμε καθορίσει όλες τις γραμμές θραύσεως, που απαρτίζουν και τη ζώνη θραύσης, για όλο το φάσμα του κυματικού κλίματος. Η γραμμή που θα εμφανίζεται πιο συχνά θα είναι και η γραμμή που ψάχνουμε για το

σχεδιασμό μας. Πολλές φορές οι πρόβολοι έχουν πιο μικρό μήκος από αυτό που παρουσιάστηκε παραπάνω και δεν βγαίνουν πίσω από τη ζώνη θραύσης. Αυτό μπορεί να επιλεγεί σε ειδικές περιπτώσεις για ανάγκες της ναυσιπλοΐας ή ακόμα και αν δεν θέλουμε να παρεμποδίσουμε το σύνολο της στερεομεταφοράς κατά μήκος της ακτής.

Το ύψος του προβόλου θα καθοριστεί από το αν ο κατασκευαστής επιθυμεί την διακίνηση κάποιας ποσότητας ιζήματος ή όχι. Γενικά το ίζημα κατά μήκος της ακτής μεταφέρεται σε σύρση ή σε αιώρηση. Το μεγαλύτερο ποσοστό (παίζει ρόλο στο ποσοστό και το είδος του ιζήματος) μεταφέρεται σε σύρση άρα ο πρόβολος δεν χρειάζεται να είναι ιδιαίτερα υψηλός για να συγκρατεί το ίζημα. Υπάρχει όμως και ένα ποσοστό που μεταφέρεται σε αιώρηση. Έτσι αν θέλω να συγκρατήσω και αυτό το ποσοστό ιζήματος είμαι αναγκασμένος να φτιάξω πιο υψηλό πρόβολο.

Για τον προσανατολισμό του άξονα του προβόλου έχει παρατηρηθεί εμπειρικά ότι ο πρόβολος έχει καλύτερη απόδοση όταν ο άξονάς του είναι στραμμένος ελαφρά προς τα ανάντη της ροής των ιζημάτων. Αν έχουμε πολλές γωνίες πρόσπτωσης των κυματισμών στην ακτή τότε είναι καλύτερα ο πρόβολος να τοποθετείται κάθετα σε αυτήν. Αν Αναμένουμε μεγάλη μεταβολή της ακτογραμμής μετά την κατασκευή του προβόλου τότε ο πρόβολος συνίσταται να μπαίνει κάθετα στην τελική ακτογραμμή.

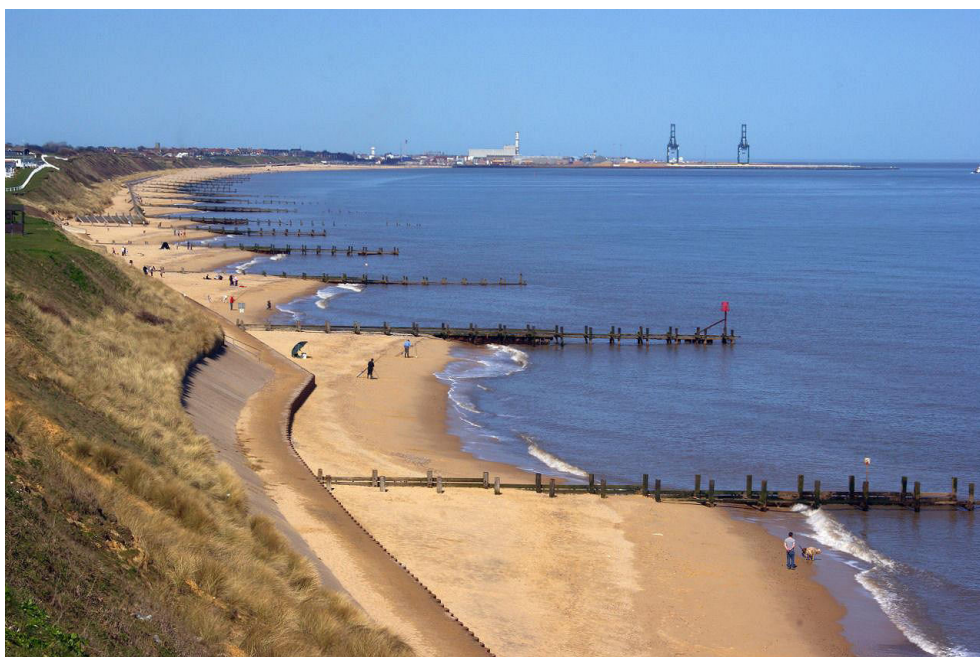
Όταν έχουμε σύστημα προβόλων πρέπει να είμαστε προσεκτικοί για την απόσταση που θα εγκαταστήσουμε τον έναν από τον άλλο. Υπάρχουν εμπειρικοί κανόνες με συνηθέστερο αυτόν που προβλέπει απόσταση μεταξύ των προβόλων 2 με 3 φορές το μήκος τους. Επίσης πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι η απόσταση των προβόλων μεταξύ τους δεν πρέπει να είναι πολύ μεγάλη γιατί δεν λειτουργούν ως σύστημα και ο κάθε πρόβολος λειτουργεί σαν μεμονωμένος, αλλά ούτε και πολύ μικρή γιατί τότε το ίζημα εκτρέπεται προς τα ανοιχτά και δεν έχουμε τη συγκράτηση ιζήματος που θέλουμε. Επειδή η παράκτια ζώνη είναι πολύπλοκο και πολυποίκιλο σύστημα οι εμπειρικοί κανόνες δεν πρέπει να εφαρμόζονται σε κάθε περίπτωση καθώς δεν θα ανταποκρίνονται σε όλες τις συνθήκες. Η θεωρία για την εξέλιξη της ακτογραμμής και η πρόβλεψη για το πώς θα εξελιχθεί η ακτογραμμή μπορεί να μας δώσει μια σωστή εκτίμηση για την απόσταση που πρέπει να έχουν οι πρόβολοι.

Για την επιλογή των στοιβάδων θωράκισης, το μέγεθος των ογκολίθων, τη διαμόρφωση του πυρήνα μπορούμε να αξιοποιήσουμε τους κανόνες που χρησιμοποιήσαμε για τον υπολογισμό του κυματοθραύστη. Εδώ όμως οι πιέσεις είναι

διαφορετικές καθώς τα ρεύματα προσπίπτουν πλάγια στον πρόβολο και πρέπει να ληφθούν υπόψη. Ακόμη η διαστασιολόγηση πρέπει να λάβει υπόψη ότι ο πρόβολος είναι τοποθετημένος και στη ζώνη θραύσης και στη ζώνη πριν τη θραύση, άρα σε κάθε ζώνη έχω διαφορετικές πιέσεις και συνεπώς μπορεί να χρειαστεί να έχω διαφορετικές διατομές ογκολίθων σε κάθε ζώνη. Υπάρχουν και πρόβολοι που μπορούν να κατασκευαστούν και με άλλα υλικά (υπάρχουν πχ ξύλινοι πρόβολοι).

B.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΡΟΒΟΛΩΝ

Βασικό μειονέκτημα των προβόλων είναι ότι όλοι οι μηχανισμοί ροής νερού γύρω από έναν πρόβολο δεν είναι γνωστοί. Συνεπώς εμφανίζονται αστοχίες σε αυτά τα έργα οι οποίες οδηγούν σε προβλήματα επιτάχυνσης της διάβρωσης ή ακόμη και απόθεσης σε σημεία που δεν επιθυμούμε (πχ απόθεση ιζήματος και φράξιμο μιας εκβολής ποταμού). Τα προβλήματα διάβρωσης που θα έχουν την αιτία τους σε κατασκευή προβόλου μπορεί να φανούν και σε μεγάλες αποστάσεις κατάντη της ροής του παράκτιου ρεύματος. Ο πρόβολος εμποδίζει το ίζημα να κινηθεί κατά μήκος της ακτής και στερεί την ύπαρξη ιζήματος από κατάντη περιοχές (φωτο 2.4). Ακόμη, και εδώ έχουμε κατάληψη σοβαρής επιφάνειας πυθμένα ειδικότερα σε σύστημα προβόλων (όχι σαν ένα σύστημα κυματοθραυστών) που σε σοβαρές περιπτώσεις μπορεί να οδηγήσει στην διατάραξη ισορροπίας του φυσικού περιβάλλοντος, την διατάραξη χλωρίδας και πανίδας. Σημαντικό περιβαλλοντικό ζήτημα αποτελεί και το ζήτημα της ανανέωσης των νερών ιδιαίτερα ανάμεσα σε σύστημα προβόλων καθώς και το παράκτιο ρεύμα εμποδίζεται και η δράση των κυμάτων σε προβόλους που δεν απέχουν επαρκώς μεταξύ τους δεν μπορεί να παρασύρει ενδεχόμενους ρύπους αυξάνοντας έτσι το χρόνο παραμονής τους. Ακόμη, ανάμεσα στους προβόλους η κυματική ενέργεια δεν είναι μεγάλη και έτσι δεν έχουμε μεταφορά οξυγόνου της ατμόσφαιρας στο νερό μέσω των κυματισμών και της θραύσης τους. Τέλος, αν και ένας πρόβολος μόνος του στην ακτογραμμή μπορεί να είναι ένα όμορφο μέρος για μια βόλτα, όταν έχουμε σύστημα προβόλων τότε πνίγεται η ακτή και έχουμε σημαντική οπτική όχληση.



ΦΩΤΟ 2.4: ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΑΚΤΗΣ ΚΑΤΑΝΤΙ ΤΩΝ ΠΡΟΒΟΛΩΝ

Γ. ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΜΕΤΩΠΟΥ ΑΚΤΗΣ (φυσικοί ογκόλιθοι, πλάκες, συρματοκιβώτια, αμμόσακοι, αμμοσωλήνες)

Γ.1 ΣΚΟΠΟΣ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ-ΤΥΠΟΙ

Με τα έργα θωράκισης του μετώπου της ακτής ουσιαστικά επενδύεται η προσβαλλόμενη ακτή με τα διαφόρων τύπων υλικά που έχουν αναπτυχθεί για αυτή τη δουλειά. Τέτοια υλικά είναι οι φυσικοί ογκόλιθοι, οι πλάκες, συρματοκιβώτια, αμμόσακοι, αμμοσωλήνες. Όταν η προστασία τοποθετηθεί προστατεύει την ακτή από διάβρωση (το ίζημα εμποδίζεται από το να ξεπλυθεί) καθώς η κυματική ενέργεια παραλαμβάνεται από την προστασία. Η θωράκιση αντιστέκεται στην κυματική δράση κυρίως με το ίδιο βάρος των στοιχείων θωράκισης αλλά και με την αλληλοεμπλοκή των στοιχείων μεταξύ τους. Ανάλογα με το είδος της θωράκισης μπορεί να έχουμε σχεδόν τυχαία τοποθέτηση (πχ ογκόλιθοι) είτε κανονική (πχ πλάκες, αμμόσακοι, συρματοκιβώτια, αμμοσωλήνες). Η επιλογή του είδους της θωράκισης που θα χρησιμοποιήσουμε στην εκάστοτε περίπτωση εξαρτάται από το κυματικό καθεστώς στην εκάστοτε περιοχή που θέλουμε να προστατεύσουμε. Μικρότερα ύψη

προσπίπτοντος κύματος μπορούν να αντιμετωπιστούν με μια επένδυση από λίθους και συρματοκιβώτια, ενώ οι ογκόλιθοι είναι αναγκαίοι σε περιπτώσεις μεγάλων υψών προσπίπτοντος κύματος. Οι αμμοσωλήνες ενδείκνυνται για ενδιάμεσα κύματα.

Γ.2 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Γ.2.1 ΟΓΚΟΛΙΘΟΙ

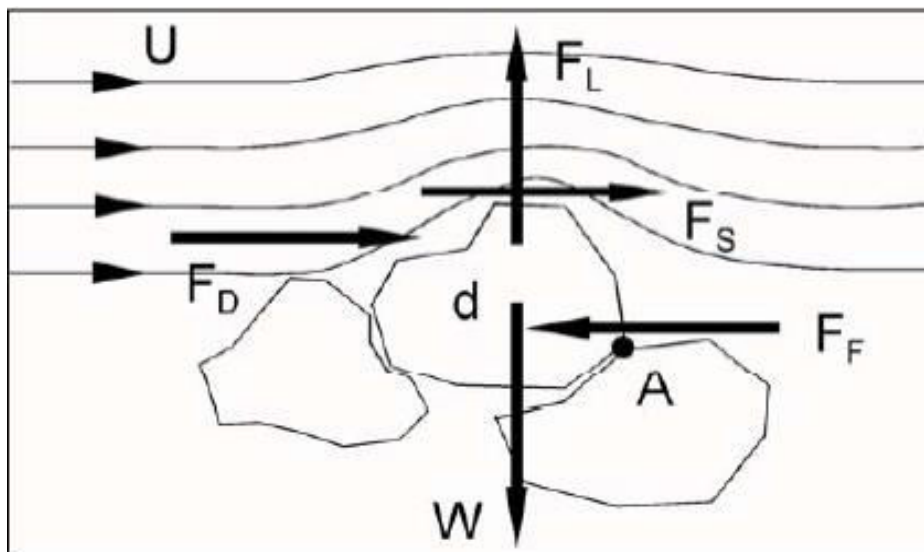
Η προστασία της ακτής με συμβατική λιθορριπή (rock armour) (φωτο 2.5) ή διαβαθμισμένη λιθορριπή (rip rap) είναι η πρώτη μας επιλογή όταν έχουμε μεγάλη δυνατότητα τροφοδοσίας φυσικών ογκολίθων από ένα λατομείο. Η κύρια διαφορά μεταξύ τους είναι ότι η διαβαθμισμένη λιθορριπή (rip rap) έχει ένα μεγάλο εύρος μεγεθών και τοποθετείται με ανατροπή. Αντίθετα η συμβατική λιθορριπή (rock armour) έχει στενό εύρος μεγεθών και οι φυσικοί ογκόλιθοι είναι αρκετά μεγάλοι και έτσι τοποθετούνται ένας ένας ξεχωριστά. Την σταθερότητά της η διαβαθμισμένη λιθορριπή (rip rap) την αποκτά επειδή φυσικοί ογκόλιθοι με πολλά και διαφορετικά μεγέθη σωρεύονται όλα μαζί δημιουργώντας ένα συσσωμάτωμα ενώ η συμβατική λιθορριπή (rock armour) αποκτά σταθερότητα λόγω του αλληλοκλειδώματος των φυσικών ογκολίθων κάτι το οποίο οφείλεται στη μέθοδο τοποθέτησης μονάδα ανά μονάδα. Ο μηχανισμός προστασίας της διαβαθμισμένης λιθορριπής (rip rap) συνίσταται στο γεγονός ότι απορροφά και ανακλά την ενέργεια των κυμάτων πριν φτάσουν στην προστατευόμενη περιοχή. Το μέγεθος και η ποικιλία στα υλικά της λιθορριπής (rip rap) απορροφούν την ενέργεια των κυμάτων ενώ τα κενά ανάμεσα στους ογκολίθους παγιδεύουν και επιβραδύνουν τη ροή του νερού μειώνοντας την διάβρωση. Επίσης αποτελεί καλό και ανθεκτικό υλικό απέναντι σε κρούσεις και μειώνει την αναρρίχηση του κυματισμού.



ΦΩΤΟ 2.5: ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΜΕ ΟΓΚΟΛΙΘΟΥΣ

Υπάρχουν διάφοροι κανονισμοί που μας δίνουν τα βάρη των ογκολίθων των κύριων στρώσεων και των υπό-στρώσεων. Οι κανονισμοί αυτοί προκύπτουν με βάση τις δυνάμεις που ασκεί η ροή του νερού γύρω από τους ογκολίθους.

Μια περιγραφή αυτών των δυνάμεων δίνεται στο SCHIERECK(2004). Οι δυνάμεις αυτές φαίνονται και στο παρακάτω σχήμα 2.5.



ΣΧΗΜΑ 2.5: ΔΡΑΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΛΟΓΩ ΡΟΗΣ ΝΕΡΟΥ ΠΑΝΩ ΣΕ ΟΓΚΟΛΙΘΟΥΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ,ΠΗΓΗ: (SCHIERECK 2004)

Οι δυνάμεις αυτές που αναπτύσσονται δίνονται από τις σχέσεις:

$$F_D = 1/2 * C_D * A_D * \rho_w * V * V$$

ΣΧΕΣΗ 2.5

$$F_S = 1/2 * C_S * A_S * \rho_w * V * V$$

ΣΧΕΣΗ 2.6

$$F_L = 1/2 * C_L * A_L * \rho_w * V * V$$

ΣΧΕΣΗ 2.7

όπου:

C_D : σταθερά τραβήγματος

C_S : σταθερά τριβής

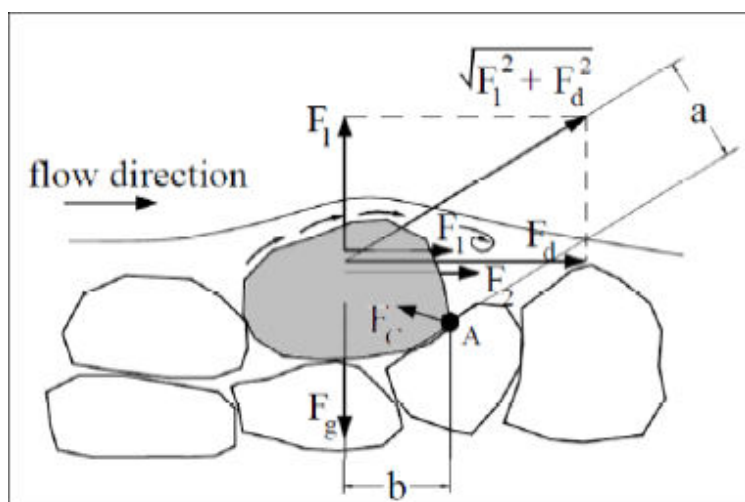
C_L : σταθερά άνωσης

A_D : επιφάνεια εκτεθειμένη στο τράβηγμα, ανάλογη με $D_{50}^{1/2}$

A_L : επιφάνεια εκτεθειμένη στην άνωση, ανάλογη με $D_{50}^{1/2}$

V : ταχύτητα κοντά στην προστασία

Στο HOAN(2008) δίνεται μια άλλη περιγραφή και εικόνα των δυνάμεων που αναπτύσσονται στη λιθορριπή της προστασίας (σχήμα 2.6).



ΣΧΗΜΑ 2.6: ΔΡΑΣΗ ΔΥΝΑΜΕΩΝ ΛΟΓΩ ΡΟΗΣ ΝΕΡΟΥ ΠΑΝΩ ΣΕ ΟΓΚΟΛΙΘΟΥΣ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ, ΠΗΓΗ: (HOAN 2008)

Αυτό που πρέπει να βγει ως συμπέρασμα από τα σχήματα είναι ότι πρέπει να διαλέξουμε βάρος ογκολίθων λιθορριπής τέτοιο ώστε αυτές να μην παρασυρθούν από τη ροή και να μην αρχίσουν να επιπλέουν λόγω ανωστικών δυνάμεων.

Έχουν αναπτυχθεί διάφορες εξισώσεις τις οποίες χρησιμοποιούμε για να υπολογίζουμε τη διάμετρο των ογκολίθων. Μια εξ αυτών είναι η παρακάτω:

$$D_{50} > \beta_{IZ,cr} * m_h * V_{max} / (2 * g * \Delta) \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.8}$$

όπου:

$\beta_{IZ,cr}$: κρίσιμος συντελεστής σταθερότητας (συνήθως 2.5-3)

m_h : συντελεστής του κεκλιμένου που έχει να κάνει με την σταθερότητα των πετρών στο πρηνές συναρμογής.

Υπάρχουν και έχουν αναπτυχθεί διάφοροι κανονισμοί που μας δίνουν τα χαρακτηριστικά της προστασίας.

Οι Αμερικάνικες προδιαγραφές (EM 1110-2-2300) δίνουν για τη διαβάθμιση των βαρών των ογκολίθων που μπορούμε να έχουμε σε μια προστασία:

$$W_{max} = 4 * W_{50} \quad \text{και} \quad W_{min} = 0.125 * W_{50} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.9}$$

Επίσης, η επιτρεπόμενη διαβάθμιση βαρών καθορίζεται από την A και την παρακάτω σχέση

$$W_{max} / W_{min} < 8 \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.10}$$

Άλλος κανόνας που προέκυψε από πειραματικές δοκιμές που πραγματοποίησε ο Ahrens μας δίνουν την παρακάτω διαβάθμιση:

$$W_{15} = 0.4 * W_{50} \quad \text{και} \quad W_{85} / W_{15} = 4.9 \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.11}$$

Ο υπολογισμός του W_{50} γίνεται με το κριτήριο του αριθμού ευστάθειας N_s του Hudson

$$N_s = H / ((W_{50} / \gamma_v)^{0.33} (\gamma_v / \gamma - 1)) \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.12}$$

Η τιμή N_{sz} του αριθμού ευστάθειας ονομάζεται αριθμός ευστάθειας μηδενικής ζημιάς και ορίζεται από την παρακάτω σχέση:

$$N_{sz} = 1.45 (\cos \theta)^{1/6} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.13}$$

Θ είναι η γωνία του μετώπου της θωρακίσεως με την οριζόντιο.

Το πάχος του στρώματος θωράκισης r καθορίζεται από τη διάμετρο των ογκολίθων και σίγουρα είναι μεγαλύτερο από αυτή.

$$D_{\max} = (W_{\max}/\gamma_v)^{1/3} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.14}$$

Οπότε προκύπτει

$$r_{\min} = a(W_{50}/\gamma_v)^{1/3} \text{ με } a=2 \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.15}$$

Οι αμερικάνικες προδιαγραφές αναφέρουν

$$r_{\min} > 0.30\text{m} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.16}$$

Για να μην έχουμε έκπλυση του εδαφικού υλικού μέσα από τα κενά των ογκολίθων θωράκισης χρειαζόμαστε στρώση με πέτρες που θα λειτουργούν ως φίλτρο.

Διεπιφάνεια φίλτρου/θωράκισης

$$D_{15,\theta} / D_{85,\varphi} < 4 \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.17}$$

Διεπιφάνεια φίλτρου/εδράσεως

$$D_{50,\varphi} < 3-5 D_{50,\varepsilon} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.18}$$

Εσωτερική ευστάθεια φίλτρου

Επιτυγχάνεται όταν:

$$D_{60,\varphi} < 10 D_{10,\varphi} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.19}$$

Το πάχος της στιβάδας του φίλτρου είναι:

$$r_{\min,\varphi} > 3 D_{50,\varphi} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.20}$$

$$r_{\min,\varphi} > 0,25\text{m} \quad \text{ΣΧΕΣΗ 2.21}$$

Ορισμένες φορές όταν έχουμε για θωράκιση ογκολίθους μεγάλων διαστάσεων, είναι πιθανό να χρειαστεί η κατασκευή και δεύτερου φίλτρου από πέτρες μικρότερου

μεγέθους. Αυτό συμβαίνει για να μην έχουμε διαφυγή εδαφικού υλικού και πετρών φίλτρου από τα κενά της θωράκισης.

Γ.2.2 ΣΥΡΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΑ

Τα συρματοκιβώτια είναι ορθογωνικά καλάθια διαχωρισμένα σε τμήματα, κατασκευασμένα από σύρμα γαλβανιζέ βαρέου τύπου. Το σύρμα έχει συνήθως επένδυση από PVC έτσι ώστε να αντιστέκεται στην οξειδωση. Τα συρματοκιβώτια τα γεμίζουμε μετά με πέτρες και τα τοποθετούμε στην ακτή κατά πλάτος και ύψος έτσι ώστε να πετυχαίνουμε την επιθυμητή θωράκιση με το ίδιο βάρος τους και ταυτόχρονα να καλύπτουμε όλο το μέτωπο της ακτής. Το ίδιο βάρος των κιβωτίων γίνεται μεγαλύτερο όσο μεγαλύτερο ειδικό βάρος έχουν οι πέτρες πλήρωσης και όσο η πλήρωση είναι πιο συμπαγής. Για να μην έχουμε πλύση του ιζήματος της ακτής μέσα από τα συρματοκιβώτια τοποθετείται φίλτρο από κατάλληλο υλικό. Συνήθως το φίλτρο είναι μια στρώση από χαλίκι, ή ένα γεωφάσμα που πάνω του μπαίνει μια στρώση χαλίκι και μετά τα κιβώτια.

Τα συρματοκιβώτια έχουν αρκετά πλεονεκτήματα, για αυτό και τελευταία χρησιμοποιούνται ευρέως, βασικότερα των οποίων είναι:

01. ΕΥΚΑΜΨΙΑ:

Ένα από τα σπουδαιότερα πλεονεκτήματα είναι η ευκαμψία των συρματοκιβωτίων. Η κατασκευή του εξαγωνικού βρόγχου διπλής στρέψης επιτρέπει την ανοχή σε διαφορετικές δυνάμεις χωρίς να καταστρέφεται, διότι παρουσιάζει απορρόφηση των δυνάμεων από την συγκράτηση του εδάφους και της υδροστατικής πίεσης.

02. ΜΑΚΡΟΒΙΟΤΗΤΑ:

Διακρίνονται για την διάρκεια τους στο χρόνο διότι είναι κατασκευασμένα με υψηλής αντοχής διπλής στρέψης εξαγωνικό βρόγχο και επιπλέον γεμίζονται με φυσική πέτρα. Συνδέονται μεταξύ τους και δημιουργούν μια ισχυρή κατασκευή ικανή σε υπόγειες μετατοπίσεις χωρίς να χάνετε η αρχική τους σχηματική ακεραιότητα. Επιπλέον τα συρματοκιβώτια διακρίνονται για την ικανότητα τους να προσαρμόζονται και να αφομοιώνονται πλήρως με το φυσικό περιβάλλον.

Υποστηρίζονται και ενισχύονται από την ανάπτυξη φυτών ανάμεσα τους και αυτό παρέχει μια φυσική προστασία για τον βρόγχο του κιβωτίου και για τις πέτρες. Αρκετά συχνά τα συρματοκιβώτια από τα πρώτα χρόνια της ζωής της κατασκευής γεμίζονται φυσικά με χώμα και ρίζες φυτών και αυτό έχει την ιδιότητα να συγκρατεί τις πέτρες κάνοντας τις να λειτουργούν ως ένα σώμα με μεγάλη ικανότητα ευκαμψίας. Επιπρόσθετα το συρματοκιβώτιο το οποίο είναι φτιαγμένο από διπλής στρέψης εξαγωνικό βρόγχο δεν ξετυλίγεται αν κοπεί.

03. ANTOXH:

Με την αντοχή και την ευκαμψία που διαθέτουν αντιστέκονται σε δυνάμεις που δημιουργούν όγκοι νερού και χώματος. Χαρακτηριστικό είναι το παράδειγμα που παρουσιάζεται στα έργα προστασίας και συγκράτησης όχθων ποταμιών και ακτών (φωτο 2.6) όταν η συμπαγής κατασκευή παραμένει δραστική και λειτουργική για μεγάλο χρονικό διάστημα ακόμα και αν πέσει ένα μέρος της.

04. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ:

Οι κατασκευές από Συρματοκιβώτια είναι φιλικές προς το περιβάλλον. Παρουσιάζουν ελάχιστη παρέμβαση στην ισορροπία των οικοσυστημάτων λόγω της αδράνειας του υλικού και την χρησιμοποίηση φυσικών πετρών. Το γέμισμα των συρματοκιβωτίων με πέτρες δημιουργεί φυσικούς πόρους επιτρέποντας την ροή του αέρα. Ποσότητες χώματος συσσωρεύονται ανάμεσα στα μικρά κενά που δημιουργούν οι πέτρες και έτσι βοηθείται η ανάπτυξη φυτών που κατακλύζουν τις κατασκευές. Με την πάροδο του χρόνου πολλές κατασκευές κατακλύστηκαν από φυσική βλάστηση σε τέτοιο σημείο που δεν ήταν ορατές, διατηρώντας την φυσική εμφάνιση του τοπίου. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέθοδοι έτσι ώστε να δημιουργηθούν οι συνθήκες για τάχιση εμφάνιση και ανάπτυξη βλάστησης.

05. ΧΑΜΗΛΟ ΚΟΣΤΟΣ:

Είναι πολύ οικονομικές λύσεις με εφαρμογές σε πολλές κατασκευές για πολλούς λόγους. Χρειάζονται ελάχιστα έργα προπαρασκευής του εδάφους. Μπορεί να γίνει επιτόπια συναρμολόγηση των συρματοκιβωτίων και να τοποθετηθούν από μη εξειδικευμένο συνεργείο. Ο χρόνος συναρμολόγησης και τοποθέτησης μπορεί να θεωρηθεί ως ελάχιστος σε σχέση με την κατασκευή η οποία θα χρειαστεί ελάχιστη έως καθόλου συντήρηση με την πάροδο του χρόνου, διότι η εναπόθεση χώματος στα

κενά αυξάνει την αποτελεσματικότητα της κατασκευής. Σε μια κατασκευή από Συρματοκιβώτια ή Ζαρζανέτια δεν χρειάζονται έργα απαγωγής και παροχέτευσης των υδάτων διότι τα φατνία έχουν πόρους, έτσι ώστε διευκολύνετε η ροή του νερού. Οι πέτρες με τις οποίες γεμίζουν τα συρματοκιβώτια συνήθως προσφέρονται σε κοντινή απόσταση από το έργο σε κατά τόπους λατομία ή και από τοπικούς εμπόρους.



ΦΩΤΟ 2.6: ΣΥΡΜΑΤΟΚΙΒΩΤΙΑ ΓΙΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΑΚΤΗΣ

Γ.2.3 ΑΜΜΟΣΑΚΟΙ

Πρόκειται για σακιά γεμισμένα με άμμο τα οποία τοποθετούνται σε στρώσεις και καλύπτουν όλο το μέτωπο της ακτής. Η αλληλοεμπλοκή των αμμόσακων σε συσνδασμό με το ίδιο βάρος τους είναι αυτό που προσδίδει αντοχή στη θωράκιση. Είναι εμφανές λοιπόν ότι η ευστάθεια της θωράκισης είναι συνάρτηση του όγκου και του βάρους του αμμόσακου. Η τοποθέτηση των αμμόσακων και γενικά αυτού του είδους η θωράκιση γίνεται σήμερα εμπειρικά καθώς δεν έχει αναπτυχθεί αξιόλογη μεθοδολογία για τον υπολογισμό της ευστάθειάς της.

Γ.2.4 ΠΛΑΚΕΣ

Σε αυτού του είδους την προστασία, όλο το μέτωπο της ακτής καλύπτεται με πλάκες. Το υλικό από το οποίο φτιάχνονται οι πλάκες αυτές είναι συνήθως σκυρόδεμα ή πιο σπάνια άλλο πέτρωμα, όπως βασάλτης. Οι πλάκες έχουν ορθογωνικό σχήμα και τοποθετούνται σε κανονική παράθεση, η μια δίπλα στην άλλη. Το μέγεθός τους

μπορεί να είναι μικρό η μεγαλύτερο και εξαρτάται το υλικό από το οποίο είναι φτιαγμένες.

Οι μεγάλες πλάκες καλύπτουν εγκάρσια όλο το μέτωπο της ακτής. Αγκυρώνονται κατάλληλα στον πυθμένα και αφήνονται επαρκείς αρμοί διαστολής, στους οποίους τοποθετείται ειδική μαστίχη. Μεταξύ τους οι πλάκες συνδέονται με χαλύβδινους συνδέσμους. Οι μικρές πλάκες τοποθετούνται με σκοπό να αποκτήσουν κατάλληλη πλοκή μεταξύ τους έτσι ώστε να αποκτήσουν την επιθυμητή αντοχή.

Ιδιαίτερο πρόβλημα της θωράκισης με πλάκες είναι ότι επιτρέπουν την αναρρίχηση των κυματισμών. Με την τοποθέτηση ειδικών μικροκατασκευών πάνω στις πλάκες μπορούμε να αυξήσουμε την τριβή και συνεπώς να μειώσουμε την αναρρίχηση.

Γ.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΤΩΝ ΠΑΡΑΠΑΝΩ ΘΩΡΑΚΙΣΕΩΝ

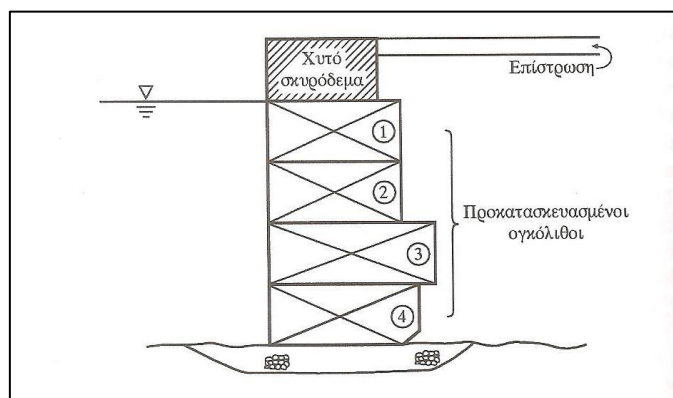
Τα βασικότερα προβλήματα των παραπάνω μεθόδων προστασίας είναι ότι περιορίζουν ή ακόμη και καταστρέφουν τις δυνατότητες της παράκτιας ζώνης ως περιοχή αναψυχής, ότι αποτελούν αρκετά σημαντική οπτική όχληση, ότι στην πλειοψηφία τους παρεμποδίζουν την ανάπτυξη χλωρίδας και πανίδας ή μπορούν να αποτελέσουν παράγοντα αποσταθεροποίησης της οικολογικής ισορροπίας, ότι σε ορισμένες περιπτώσεις αν δεν έχουν σχεδιαστεί και σωστά μπορούν ακόμη και να επιταχύνουν τη διάβρωση. Ακόμη για κάποιων τύπων προστασίες δεν είναι εντελώς γνωστοί οι μηχανισμοί που λειτουργούν και για αυτό το λόγο τα κατασκευαστικά λάθη είναι πιο συχνά.

Δ. ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΙ ΤΟΙΧΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Δ.1 ΣΚΟΠΟΣ-ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ-ΤΥΠΟΙ

Οι κατακόρυφοι τοίχοι προστασίας είναι συνηθισμένη μέθοδος προστασίας της ακτής από τη δράση των κυματισμών. Προτιμάται από άλλες μεθόδους γιατί μπορεί να πετύχει κ άλλους στόχους πέρα από την προστασία της ακτής όπως η αντιστήριξη ενός δρόμου. Συχνά κατασκευάζουμε τέτοιου είδους έργα όταν έχουμε ένα μέτωπο

ακτής με μεγάλη κλίση και έδαφος πυθμένα ανθεκτικό ώστε να μπορεί να αντέξει τη θεμελίωση. Τέτοιου είδους έργα συνιστούν συνηθισμένη προστασία σε περιοχές όπου έχουμε ανεπτυγμένες λειτουργίες αναψυχής. Τέτοιοι τοίχοι προστασίας συνήθως κατασκευάζονται με τη χρήση τεχνητών ογκολίθων (σχήμα 2.7).



ΣΧΗΜΑ 2.7: ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΤΟΙΧΟΥ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Η λειτουργία αυτών των τοίχων είναι ότι παραλαμβάνουν όλη την ενέργεια του κυματισμού, την ανακλούν και έτσι η κυματική ενέργεια δεν φτάνει στην ακτή μας.

Δ.2 ΔΙΑΣΤΑΣΙΟΛΟΓΗΣΗ

Η διαδικασία σχεδιασμού ενός τέτοιου έργου μοιάζει με τη διαδικασία που ακολουθείται για το σχεδιασμό εσωτερικών λιμενικών έργων. Εδώ όμως οι καταπονήσεις πάνω στον τοίχο μας, που θα μας δώσουν και το βάρος των ογκολίθων που θα χρησιμοποιήσουμε είναι οι ωθήσεις γαιών, οι φορτίσεις από την υγρή φάση (υδροδυναμική και υδροστατική φόρτιση), το ίδιο βάρος της κατασκευής και οι σεισμικές φορτίσεις. Για την φόρτιση των κυματισμών πρέπει να μελετηθεί αν θα προκύψει φόρτιση από θραύση του κυματισμού, ή θα προκύψει φόρτιση από στάσιμο κύμα. Χρειάζεται προσεκτική μελέτη για το αν θα έχουμε θραυόμενο ή στάσιμο κυματισμό καθώς ο καθένας δίνει διαφορετική φόρτιση την οποία πρέπει να έχουμε προβλέψει. Με την πραγματοποίηση των ελέγχων ανατροπής, ολίσθησης, τάσεων έδρασης, γενικευμένης θραύσης εδάφους μπορώ να υπολογίσω τα βάρη των ογκολίθων που θα χρησιμοποιήσω για να ικανοποιούνται οι κανονισμοί. Σε τέτοιου τύπου έργα έχουμε συχνά υποσκαφή του πόδα του έργου, με αποτέλεσμα το έργο μας

να κινδυνεύει από ανατροπή. Κρίσιμος είναι λοιπόν και ο σωστός υπολογισμός ογκολίθων προστασίας για τον πόδα του έργου.

Δ.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΩΝ ΤΟΙΧΩΝ

Το βασικό πρόβλημα των κατακόρυφων τοίχων προστασίας είναι ότι παρουσιάζουν συχνά προβλήματα υποσκαφής του πόδα τους (φωτο 2.7). Αυτό συμβαίνει γιατί τέτοια έργα ανακλούν τους κυματισμούς δημιουργώντας στάσιμο κύμα με αποτέλεσμα την εμφάνιση υψηλών ταχυτήτων μπροστά από το κατακόρυφο μέτωπο. Άρα σε τέτοια έργα χρειαζόμαστε υπολογισμό ογκολίθων για την προστασία του πόδα. Επίσης ένα σημαντικό πρόβλημα τέτοιων έργων είναι ότι επιταχύνουν τη διάβρωση της ακτής.

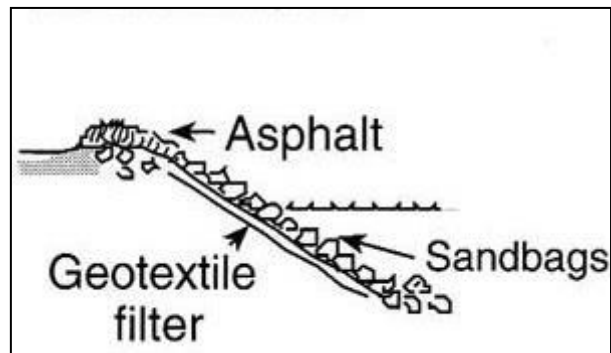


ΦΩΤΟ 2.7: ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΛΟΓΩ ΚΑΤΑΚΟΡΥΦΟΥ ΤΟΙΧΟΥ

Τέλος τέτοια έργα στερούν δυνατότητες στους ανθρώπους για αναψυχή στην ακτή (πχ περπάτημα, θαλάσσια αθλήματα, ακόμη και εύκολη πρόσβαση) και αποτελούν οπτική όχληση.

E. REVETMENTS

Πρόκειται για κεκλιμένες κατασκευές που τοποθετούνται στην παράκτια ζώνη για να απορροφούν την ενέργεια των προσπιπτόντων κυματισμών(σχήμα 2.8). Με τον τρόπο αυτό προστατεύει και την ακτή μας από τη διάβρωση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλά υλικά για την κατασκευή αυτού του τύπου προστασίας όπως ξύλο (φωτο2.8), αμμόσακοι, πέτρες (φωτο 2.9)κτλ



ΣΧΗΜΑ 2.8: ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΑΜΜΟΣΑΚΩΝ



ΦΩΤΟ 2.8: ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΟΜΗ REVETMENTS



ΦΩΤΟ 2.9: REVETMENT ΜΕ ΛΙΘΟΥΣ

Τα βασικά πλεονεκτήματα που προσφέρει αυτή η μέθοδος προστασίας είναι ότι προσφέρει μια ικανοποιητική προστασία από την κυματική ενέργεια. Δεν εμποδίζει σε μεγάλο βαθμό την παράκτια στερεομεταφορά ιζήματος συγκρατώντας όμως και ένα ποσοστό ιζήματος που είναι αναγκαίο για να διατηρείται η παραλία. Είναι γενικά φτηνή μέθοδος προστασίας που παρουσιάζει προσαρμοστικότητα σε μικρές καταστροφές-μετατοπίσεις που μπορεί να υποστεί. Οι ζημιές αυτές είναι και εύκολα διορθώσιμες. Τα μειονεκτήματα αυτού του τύπου προστασίας είναι ότι έχουν μικρή διάρκεια ζωής, εμποδίζουν σε ορισμένες περιπτώσεις την ορατότητα προς τη θάλασσα, είναι οπτική όχληση περιορίζουν σε ένα βαθμό δραστηριότητες αναψυχής στην παράκτια ζώνη. Το βασικότερο τους μειονέκτημα όμως είναι η περιορισμένη αποτελεσματικότητα σε περίπτωση καταιγίδων. Ανάλογα το υλικό της προστασίας μπορούν να υπάρξουν επιπλέον ειδικότερα πλεονεκτήματα (καλύτερη απορρόφηση της κυματικής ενέργειας, ανάπτυξη χλωρίδας και πανίδας μέσα στην προστασία, καλύτερος έλεγχος της παράκτιας στερεομεταφοράς) ή μειονεκτήματα (αναρρίχηση κυματισμών, ακόμη μικρότερη αποτελεσματικότητα σε περίπτωση καταιγίδων, καταστροφή της παράκτιας ζώνης ως μέρος αναψυχής και σε ορισμένες περιπτώσεις που δεν έχουμε και σωστό σχεδιασμό μπορεί να προκύψει και επιτάχυνση της διάβρωσης.).

3⁰ ΚΕΦΑΛΑΙΟ

3.1 ‘ΗΠΙΑΣ’ ΠΑΡΕΜΒΑΣΗΣ ΕΡΓΑ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναπτύχθηκαν τα χαρακτηριζόμενα <<σκληρές>> παρέμβασης έργα προστασίας της ακτής από τη διάβρωση. Έγινε καθαρό ότι αν και προσφέρουν σοβαρά πλεονεκτήματα εντούτοις δημιουργούν ορισμένα σοβαρά περιβαλλοντικά προβλήματα. Η επιτάχυνση της διάβρωσης της ακτής σε ορισμένες περιπτώσεις, η μη επαρκής ανανέωση των υδάτων με συνέπεια την υποβάθμιση της ποιότητάς τους, η σοβαρή τους επίδραση στην ισορροπία των οικολογικών συστημάτων της παράκτιας ζώνης και ο περιορισμός των ανθρώπινων δραστηριοτήτων αναψυχής είναι τα σοβαρότερα από αυτά.

Τα τελευταία χρόνια, στον αντίποδα των έργων σκληρής παρέμβασης, έχουν αναπτυχθεί τα λεγόμενα «ήπιας» παρέμβασης έργα. Πρόκειται για έργα που σε γενικές γραμμές εναρμονίζονται καλύτερα με τις φυσικές λειτουργίες του περιβάλλοντος επιδρώντας ήπια σε αυτές. Σαν αποτέλεσμα, στην πλειοψηφία των περιπτώσεων, επιτυγχάνεται η προστασία της ακτής που είναι το ζητούμενο και επίσης στις ανθρώπινες παρεμβάσεις δεν έχουμε αντίδραση της φύσης τέτοια που να δημιουργεί χειρότερα αποτελέσματα.

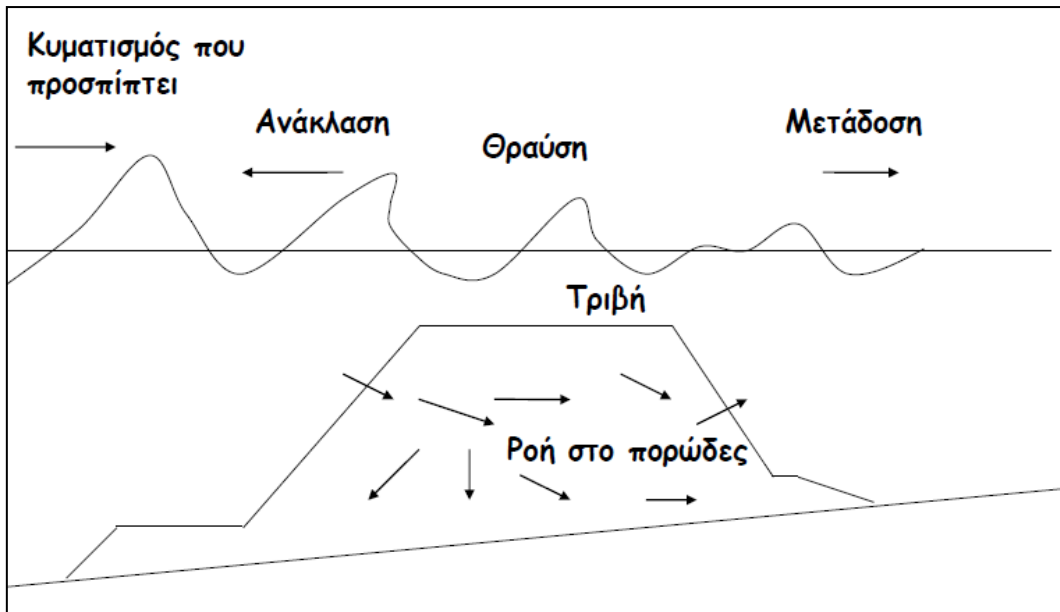
Τα αίτια που επιβάλλουν την ανάπτυξη αυτών των έργων μπορούν να αναζητηθούν στις σοβαρές επιδράσεις που είχαν όλο το προηγούμενο διάστημα τα «σκληρές» παρέμβασης έργα προστασίας, στην ανάπτυξη της τεχνολογίας και της τεχνικής γύρω από τα έργα «ήπιας» παρέμβασης που σε προηγούμενα χρόνια δεν υπήρχαν. Βασική όμως αιτία που επιβάλλει τέτοιου είδους έργα, και που έδωσε και ώθηση στην ανάπτυξη της τεχνολογίας γύρω από τα ήπιας παρέμβασης έργα, είναι η ανακάλυψη από μεριάς ανθρώπινων κοινωνιών ότι η παράκτια ζώνη με την κατάλληλη διαχείριση μπορεί να αποτελέσει αέναο φυσικό πόρο και πηγή εσόδων με διάφορους τρόπους (πχ τουρισμός, αναψυχή, οικολογικός τουρισμός). Τα πιο διαδεδομένα, που θα αναπτυχθούν και παρακάτω, «ήπιας» παρέμβασης έργα είναι:

- **A. ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ**
- **B. ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ-ΠΥΘΜΕΝΙΚΟΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ**

- **Γ. ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗ ΑΚΤΗΣ ΜΕ ΙΖΗΜΑ**
- **Δ. ΠΛΩΤΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ**
- **Ε. MANGROVES**

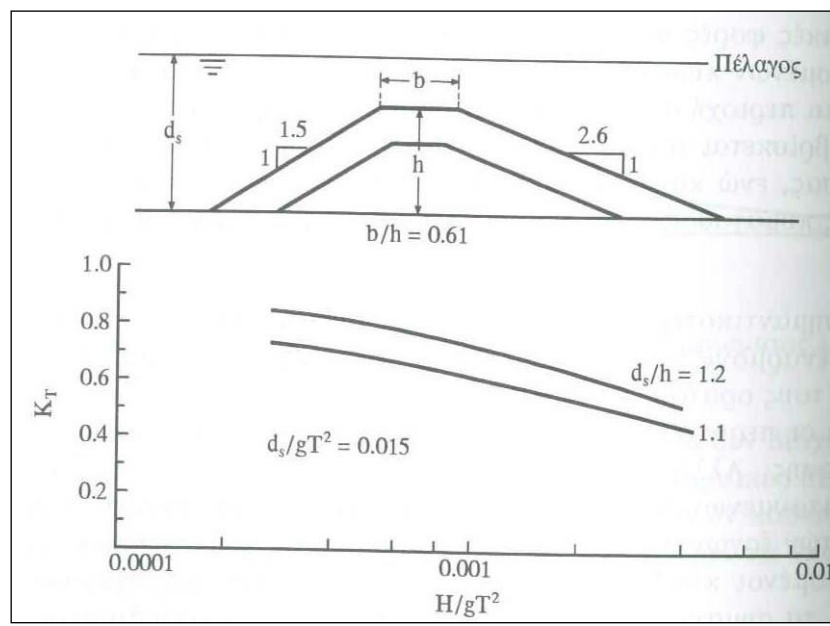
3.Α. ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ

Στην κατασκευή ενός βυθισμένου κυματοθραύστη ψάχνουμε την προστασία της ακτής μας από το κυματικό καθεστώς χωρίς όμως να επιβαρυνόμαστε και με τα μειονεκτήματα του έξαλου κυματοθραύστη. Βέβαια έχουμε και εδώ να αντιμετωπίσουμε ορισμένα προβλήματα με σημαντικότερο την μεγάλη διαπερατότητα που παρουσιάζουν στους κυματισμούς. Το γεγονός αυτό οφείλεται στο ότι τα πρηνή του κυματοθραύστη δεν εκτείνονται στη ζώνη που μεταδίδεται το μεγαλύτερο ποσοστό της κυματικής ενέργειας. Σε τέτοιου τύπου έργα ο συντελεστής μετάδοσης είναι $K_T > 0,4$. Για να έχουμε όσο το δυνατόν μεγαλύτερη απορρόφηση της κυματικής ενέργειας, θα πρέπει η στέψη του έργου μας να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στην ελεύθερη επιφάνεια. Το πόσο ψηλά θα είναι η στέψη του έργου μας σχετίζεται άμεσα με το κυματικό καθεστώς στην περιοχή και έτσι δημιουργούνται προβλήματα πρόβλεψης, αν είμαστε σε περιοχή που η στάθμη της θάλασσας αλλάζει συχνά στάθμη. Προβλήματα διαπερατότητας έχουμε όταν το κυματικό καθεστώς είναι έντονο. Το πλάτος της στέψης το θέλουμε γενικά μεγάλο, έτσι ώστε να έχουμε σε αυτό το πλάτος θραύση μεγάλου ποσοστού κυματισμών και έτσι το έργο να έχει καλύτερη απόδοση. Στο πιο κάτω σχήμα 3.1 παρουσιάζεται ο μηχανισμός ροής στον βυθισμένο κυματοθραύστη.

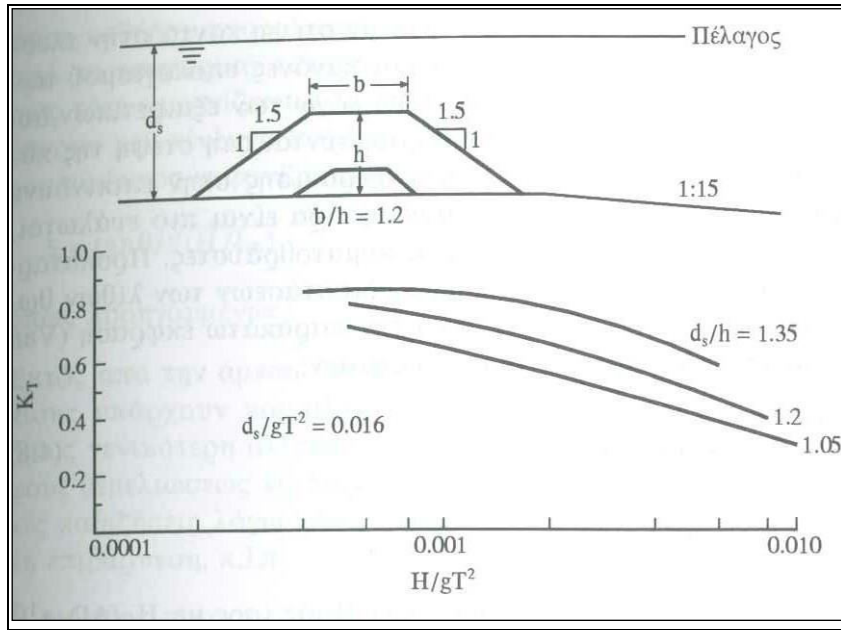


ΣΧΗΜΑ 3.1: ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΥΦΑΛΟΥ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗ

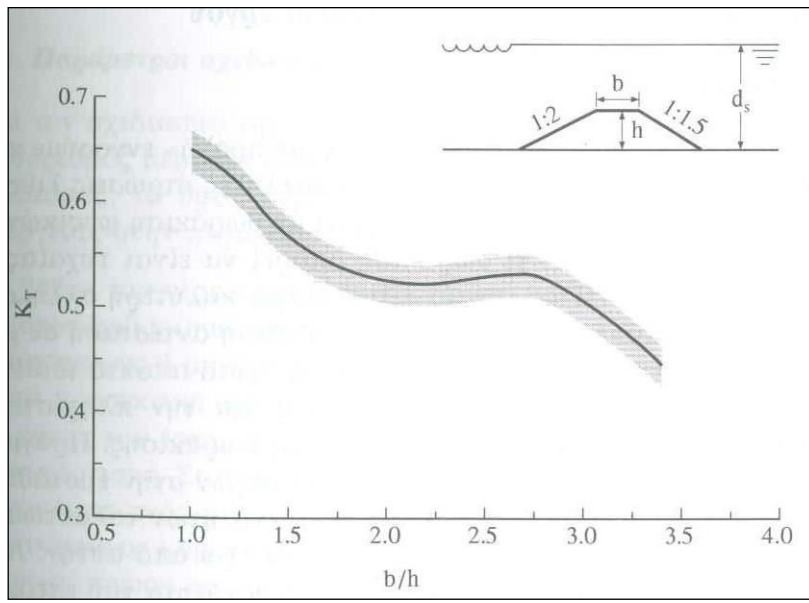
Για το συντελεστή μετάδοσης των κυματισμών μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα πιο κάτω διαγράμματα 3.1, 3.2, 3.3.



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.1: ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΥΦΑΛΟ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗ ΗΠΙΑΣ ΚΛΙΣΗΣ ΠΡΑΝΟΥΣ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.2: ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΥΦΑΛΟ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗ ΜΕ ΕΚΤΕΤΑΜΕΝΗ ΘΩΡΑΚΙΣΗ



ΔΙΑΓΡΑΜΜΑ 3.3: ΜΕΤΑΔΟΣΗ ΑΠΛΟΥ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΥ ΠΑΝΩ ΑΠΟ ΔΙΑΠΕΡΑΤΟ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗ ΜΕ $d_s/h=1.112$

Για έναν πρώτο υπολογισμό των ογκολίθων θωράκισης μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τον τύπο του Van der Meer για μηδενικό ποσοστό ζημιών:

$$h_c/d_s = 2.1 * \exp(-0.14N_s)$$

ΣΧΕΣΗ 3.1

όπου:

h_c : ύψος κατασκευής

d_s : βάθος νερού

N_s : φασματικός αριθμός ευστάθειας ίσος με $H_s/(\Delta D_n * s_p^{1/3})$, s_p κλίση κυμάτων για T_p

Ειδικότερα όμως, αν έχω κυματοθραύστες με υψηλή στέψη υπολογίζω τους ογκολίθους με βάση τους κανόνες των συμβατικών κυματοθραυστών, λόγω των εξαιρετικών δυνάμεων θραύσης κυμάτων που εξασκούνται στη στέψη της κατασκευής. Επίσης, πρέπει να έχουμε υπόψη μας για τη διαστασιολόγηση των ογκολίθων της στέψης ότι βρίσκονται υπό άνωση και αυτό θέλει προσοχή και σωστό σχεδιασμό του βάρους τους για να αντιμετωπιστεί.

3.A.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΒΥΘΙΣΜΕΝΩΝ

ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΩΝ

Οι βυθισμένοι κυματοθραύστες προσφέρουν σημαντικά περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα σε σύγκριση με τους έξαλους κυματοθραύστες. Αρχικά, ο όγκος των υλικών που χρειαζόμαστε είναι σημαντικά μικρότερος με αποτέλεσμα η κατάληψη του πυθμένα από τη βάση του έργου μας να είναι αισθητά μικρότερη. Αυτό σημαίνει πως η επίδραση ενός τέτοιου έργου στην πυθμενική χλωρίδα και πανίδα είναι πιο μικρή από την επίδραση έξαλου κυματοθραύστη και η διατάραξη της οικολογικής ισορροπίας είναι ασθενέστερη. Ακόμη, το μειονέκτημα του ύφαλου κυματοθραύστη, που είναι η διαπερατότητά του στους κυματισμούς, μετατρέπεται σε πλεονέκτημα καθώς η ανανέωση των υδάτων γίνεται γρήγορα και έτσι μειώνεται ο χρόνος παραμονής ρύπων που υπάρχουν στην παράκτια ζώνη (πχ ρύπους που μεταφέρουν ποτάμια) και παγιδεύονται ανάμεσα στον κυματοθραύστη και την ακτογραμμή. Ακόμη, με την περατότητα του στους κυματισμούς έχω σημαντική κυματική ενέργεια πίσω από τον κυματοθραύστη και έτσι η μεταφορά οξυγόνου της ατμόσφαιρας στο νερό μέσω των κυματισμών και της θραύσης τους γίνεται καλύτερη. Με τους δύο αυτούς τρόπους αποκτάμε υψηλότερη ποιότητα νερού, κατάλληλου για κολύμβηση. Θέλει όμως πολλή προσοχή να επιλέξουμε σωστή απόσταση της στέψης από την

επιφάνεια έτσι ώστε και να έχουμε τα περιβαλλοντικά οφέλη και να μην έχουμε υψηλή διάδοση των κυματισμών πίσω από τον κυματοθραύστη που θα είχε ως αποτέλεσμα τη μη προστασία της ακτής μας. Κατά κανόνα με την κατασκευή ύφαλων κυματοθραυστών δεν έχουμε εμφάνιση του φαινομένου tombolo και έτσι η κατά μήκος στερεοπαροχή ιζήματος δεν διακόπτεται και έτσι δεν εμφανίζονται προβλήματα διάβρωσης της ακτής σε κάποιο άλλο σημείο της. Σημαντικό πλεονέκτημα των βυθισμένων κυματοθραυστών (φωτο 3.1) είναι ότι δεν δημιουργούν οπτική όχληση στους ανθρώπους που βρίσκονται στην ακτή για λόγους αναψυχής.



ΦΩΤΟ 3.1: ΣΥΣΤΗΜΑ ΒΥΘΙΣΜΕΝΩΝ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΩΝ

Τελευταία γίνονται συστηματικές έρευνες για το πως οι ύφαλοι κυματοθραύστες θα μπορούν να λειτουργούν ως τεχνητοί οικότοποι, φιλοξενώντας διάφορα είδη χλωρίδας και πανίδας, καθιστώντας τους περισσότερο περιβαλλοντικά φιλικούς.

Σε ύφαλο κυματοθραύστη έχουμε ένα ποσοστό του κύματος να διαδίδεται πάνω από τη στέψη και μέσα από το πορώδες του κυματοθραύστη και ένα ποσοστό να ανακλάται. Ο πιο πάνω μηχανισμός παριστάνεται και στο σχήμα **3.1**. Αυτά τα δύο φαινόμενα, η μετάδοση και η ανάκλαση του κυματισμού μπορούν γενικά να

περιγράφουν τις υδροδυναμικές συνθήκες που επικρατούν στην προσήνεμη και την υπήνεμη πλευρά του ύφαλου κυματοθραύστη.

Έτσι στην προσήνεμη πλευρά σύμφωνα με (Goda, 1985):

$$H_{\text{προσηνεμο}} = H_i \left(1 + C_r^2\right)^{1/2}$$

ΣΧΕΣΗ 3.2

Όπου:

$H_{\text{προσηνεμο}}$: ύψος κύματος στην προσήνεμη πλευρά

H_i : ύψος του χαρακτηριστικού κύματος

C_r : συντελεστής ανάκλασης

Ο συντελεστής ανάκλασης ύφαλου κυματοθραύστη μας δίνεται σε συνάρτηση με τον συντελεστή ανάκλασης ενός έξαλου:

$$C_r = \frac{D_{II}}{D_I} C_{r,\text{έξαλου}}$$

ΣΧΕΣΗ 3.3

Όπου:

D_{II} : διάμετρος ογκολίθων ύφαλου κυματοθραύστη

D_I : διάμετρος ογκολίθων έξαλου κυματοθραύστη

$C_{r,\text{έξαλου}}$: συντελεστής ανάκλασης έξαλου κυματοθραύστη

Στην υπήνεμη πλευρά:

$$H_{\text{υπηνεμο}} = C_t H_i$$

ΣΧΕΣΗ 3.4

Όπου:

C_t : συντελεστής μετάδοσης

$H_{υπηνεμο}$: ύψος κύματος στην υπήνεμη πλευρά

H_i : ύψος του χαρακτηριστικού κύματος

Ο συντελεστής μετάδοσης σύμφωνα με τους (Van der Meer and Daemen) μας δίνεται από τη σχέση :

$$C_t = a \frac{R_c}{D_{n50}} + b$$

ΣΧΕΣΗ 3.5

με:

$$a = 0.031 \frac{H_i}{D_{n50}} - 0.24$$

ΣΧΕΣΗ 3.6

$$b = -5.42s_p + 0.0323 \frac{H_i}{D_{n50}} - 0.0017 \left(\frac{B}{D_{n50}} \right)^{1.84} + 0.51$$

ΣΧΕΣΗ 3.7

Όπου:

R_c : απόσταση στέγης από ελεύθερη επιφάνεια, παίρνει και αρνητικές τιμές για ύφαλο κυματοθραύστη

D_{n50} : διάμετρος ογκολίθων προστασίας

B : πλάτος στέγης

s_p : κλίση κύματος υπολογισμένη με το μήκος κύματος στα βαθιά ($2\pi H_i/gT_p^2$).

Οι παραπάνω σχέσεις που περιγράφουν τις κυματικές συνθήκες στην προσήνεμη και υπήνεμη πλευρά του κυματοθραύστη ισχύουν για:

$$1 < H_i / D_{n50} < 6, 0.01 < S_p < 0.05 \text{ και } -2 < R_c / D_{n50} < 6$$

Η μέγιστη ταχύτητα με θεώρηση γραμμικής θεωρίας δίνεται από τη σχέση:

$$u_{\max} = \frac{gT}{2L} H \frac{1}{\cosh\left(2\pi \frac{h}{L}\right)} \cosh\left(2\pi \left(\frac{z+h}{L}\right)\right)$$

ΣΧΕΣΗ 3.8

Το H είναι το ύψος του κύματος που βρίσκουμε είτε για την προσήνεμη είτε για την υπήνεμη πλευρά.

Με χρήση της παραπάνω σχέσης και με τη γνώση των βιολογικών χαρακτηριστικών που έχουν ορισμένα θαλάσσια είδη μπορούμε να εκτιμήσουμε τα γεωμετρικά χαρακτηριστικά που πρέπει να έχει ο κυματοθραύστης μας ώστε να υπάρξουν κατάλληλες συνθήκες ροής γύρω από τον κυματοθραύστη προκειμένου να αναπτυχθεί πανίδα. Είναι γνωστό ότι η ανάπτυξη, τροφοληψία, η προσκόλληση στα βράχια, των θαλάσσιων οργανισμών είναι συνάρτηση της ταχύτητας ροής. Γενικά ισχύει ότι οι θαλάσσιοι οργανισμοί γενικά προτιμούν περιοχές που επικρατούν μέσες συνθήκες (ούτε μεγάλες αναταραχές, ούτε και απόλυτη ηρεμία).

Σύμφωνα με την ερευνητική δουλειά των CHRISTINA KONTAXI and KONSTANTINE MEMOS (XXXI IAHR CONGRESS 3967) προκύπτουν ορισμένα εξαιρετικά χρήσιμα συμπεράσματα όσον αφορά την προσπάθεια να φτιάξουμε περιβαλλοντικά φιλικούς ύφαλους κυματοθραύστες.

1. Περιβαλλοντικοί παράμετροι μπορούν τελικά να ενσωματωθούν στο σχεδιασμό των έργων μας έτσι ώστε να έχουμε καλύτερο περιβάλλον κάτι που τελικά συμφέρει κ τον άνθρωπο.
2. Οι θαλάσσιοι οργανισμοί γενικά προτιμούν περιοχές που επικρατούν μέσες συνθήκες (ούτε μεγάλες αναταραχές, ούτε και απόλυτη ηρεμία)

3. Θαλάσσιοι οργανισμοί ευαίσθητοι στην πίεση προτιμούν πιο ρηχές περιοχές για να αναπτυχθούν ενώ οργανισμοί ευαίσθητοι στην ροή του νερού προτιμούν πιο βαθιές περιοχές για να αναπτυχθούν.

Έτσι λοιπόν αν σε μια περιοχή που θέλουμε να κατασκευάσουμε ύφαλο κυματοθραύστη ξέρουμε τη θαλάσσια πανίδα τα γενικά συμπεράσματα αυτά μπορούν να μας δώσουν μια πρώτη εκτίμηση των γεωμετρικών χαρακτηριστικών του κυματοθραύστη μας. Από κει κ πέρα χρειάζονται λεπτομερείς έρευνες που μπορεί να περιλαμβάνουν κυματικά μοντέλα καθώς και πειραματικές διατάξεις όχι μόνο για να μας φανερώσουν τις επιπτώσεις της κατασκευής ενός τέτοιου έργου στη θαλάσσια χλωρίδα και πανίδα αλλά το πώς θα κατασκευάσουμε το έργο μας προκειμένου το ίδιο να αναπτύξει τη θαλάσσια ζωή (φωτο 3.2).



ΦΩΤΟ 3.2: ΥΦΑΛΟΣ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗΣ

3.B. ΒΥΘΙΣΜΕΝΟΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ-ΠΥΘΜΕΝΙΚΟΙ ΠΡΟΒΟΛΟΙ

Ουσιαστικά πρόκειται για του ίδιου τύπου κατασκευές με τους προβόλους, μόνο που η στέψη τους βρίσκεται κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Μπορούν να κατασκευαστούν με λίθους ακολουθώντας τους κανόνες που χρησιμοποιήσαμε για τον υπολογισμό του βυθισμένου κυματοθραύστη (εδώ όμως οι πιέσεις είναι διαφορετικές καθώς τα ρεύματα προσπίπτουν πλάγια στον πρόβολο και πρέπει να ληφθούν υπόψη και επίσης η διαστασιολόγηση πρέπει να λάβει υπόψη ότι ο πρόβολος είναι τοποθετημένος και στη ζώνη θραύσης και στη ζώνη πριν τη θραύση,

άρα σε κάθε ζώνη έχω διαφορετικές πιέσεις και συνεπώς μπορεί να χρειαστεί να έχω διαφορετικές διατομές ογκολίθων σε κάθε ζώνη) ή να κατασκευαστούν με γεωύφασμα πληρωμένο με σκυρόδεμα κατάλληλου τύπου.

Η λειτουργία τους είναι ίδια με αυτή των προβόλων καθώς επηρεάζει το ρεύμα που κινείται κατά μήκος της ακτής και επιδρά άμεσα στο φορτίο ιζημάτων στον πυθμένα. Ουσιαστικά ανακόπτει την πορεία του ιζήματος κατά την φορά που το παρασύρει το ρεύμα και το παγιδεύει. Η διαφορά εδώ βρίσκεται στο ότι επειδή η στέψη του πυθμενικού προβόλου είναι χαμηλή ένα ποσοστό του ιζήματος σε αιώρηση δεν συκρατείται και μπορεί να συνεχίσει παρακάτω.

Βασικές παράμετροι σχεδιασμού είναι και εδώ η ενέργεια του παράκτιου ρεύματος στερεομεταφοράς και το ίζημα της περιοχής. Το μήκος, η περατότητα, το ύψος και η γωνία που σχηματίζει ο άξονας του έργου μας με την ακτή είναι παράμετροι που ισχύουν όπως και στους προβόλους και δεν θα αναλυθούν περαιτέρω. Με βάση και την ερευνητική εργασία των **Δρ. Χρ. Αναγνώστου, Π. Αντωνίου, Ι. Ίσσαρης, Η. Μαντζουράκος**, < **Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΠΥΘΜΕΝΙΚΩΝ ΠΡΟΒΟΛΩΝ ΓΕΩΪΦΑΣΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΜΕ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΩΣ ΕΡΓΟ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ: ΜΙΑ ΚΡΙΤΙΚΗ ΘΕΩΡΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ**>, προκύπτει ότι στο σύστημα πυθμενικών προβόλων, η απόσταση μεταξύ τους πρέπει να είναι ικανοποιητική αλλιώς το ίζημα εκτρέπεται προς τα ανοιχτά κάτι που ισχύει και για τους κανονικούς προβόλους (Μουτζούρης, 2002).

3.B.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΥΘΜΕΝΙΚΩΝ

ΠΡΟΒΟΛΩΝ

Η μέθοδος των πυθμενικών προβόλων επιλέγεται όλο και συχνότερα επειδή είναι περιβαλλοντικά φιλική και ενσωματώνεται πολύ πιο εύκολα στο φυσικό περιβάλλον από τον κανονικό πρόβολο. Σε αντίθεση λοιπόν με τον κανονικό πρόβολο ο πυθμενικός πρόβολος επιτρέπει σε ένα ποσοστό του ιζήματος να κινηθεί κατά μήκος της ακτής και δεν στερεί πλήρως την ύπαρξη ιζήματος από κατάντη περιοχές. Ακόμη, εδώ δεν έχουμε κατάληψη σοβαρής επιφάνειας πυθμένα, ακόμη και σε σύστημα

προβόλων, και έτσι δεν έχουμε σοβαρή διατάραξη ισορροπίας του φυσικού περιβάλλοντος, την διατάραξη χλωρίδας και πανίδας. Σημαντικό περιβαλλοντικό πλεονέκτημα των πυθμενικών προβόλων αποτελεί και το ζήτημα της καλής ανανέωσης των νερών καθώς το παράκτιο ρεύμα δεν εμποδίζεται και μπορεί να παρασύρει ρύπους. Σημαντικό περιβαλλοντικό πλεονέκτημα των πυθμενικών προβόλων είναι ότι δεν δημιουργούν οπτική όχληση σε παραθεριστές.

3.Γ. ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗ ΑΚΤΗΣ ΜΕ ΙΖΗΜΑ

Η τεχνική της αναπλήρωσης μιας παράκτιας ζώνης με ιζημα, που έχουμε δανειστεί από μια άλλη θέση και που θα πρέπει να είναι συμβατό με το ήδη υπάρχον ιζημα στον πυθμένα, είναι μια τεχνική που λόγω του γεγονότος ότι δεν παραμορφώνει την όψη της ακτής μας προτιμάται όλο και περισσότερο. Η τεχνική αυτή έχει χρησιμοποιηθεί σε μεγάλης αλλά και σε μικρής κλίμακας έργα.

Στην παρακάτω εικόνα (φωτο 3.3) φαίνεται μια παράκτια ζώνη πριν και μετά την εφαρμογή της τεχνικής της αναπλήρωσης ακτής:



ΦΩΤΟ 3.3: ΤΕΧΝΗΤΗ ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗ ΑΚΤΗΣ

Όταν στην παράκτια ζώνη θα εισαχθεί μια τόσο μεγάλη ποσότητα ιζήματος η μέχρι εκείνη την ώρα ισορροπία διαταράσσεται. Στο ιζημα αρχίζουν και επιδρούν όλοι οι παράκτιοι μηχανισμοί μέχρι το σύστημα να έρθει σε μια νέα ισορροπία. Οι παράκτιοι αυτοί μηχανισμοί είναι η φορά κίνησης του παράκτιου ρεύματος, οι ταχύτητες και οι εγκάρσιες κατανομές των ρευμάτων κατά μήκος της ακτής, η εμφάνιση βελοειδών

ρευμάτων, τα παράκτια κύτταρα κυκλοφορίας. Η ύπαρξη όλων αυτών των παράκτιων μηχανισμών κάνει βέβαια την απώλεια σιγά σιγά του δάνειου ιζήματος και μας δείχνει ότι η αναπλήρωση της παράκτιας ζώνης έχει περιορισμένο χρόνο ζωής.

Όμως πέρα από τους παράκτιους αυτούς μηχανισμούς (που βεβαίως είναι η βασική παράμετρος σχεδιασμού) που κάνουν περιορισμένη τη ζωή του έργου μας υπάρχουν και άλλες παράμετροι που μπορούμε να λάβουμε υπόψη μας προκειμένου το έργο μας να σχεδιαστεί όσο το δυνατόν καλύτερα επιτελώντας το ρόλο του και έχοντας μακρύτερη διάρκεια ζωής.

Οι παράμετροι αυτοί είναι η **συμβατότητα δάνειου υλικού, η πυκνότητα δάνειου υλικού όταν είναι στρωμένο, το βάθος που θα φτάσει το αναχώμα και η προηγούμενη διάβρωση.**

- **ΣΥΜΒΑΤΟΤΗΤΑ ΔΑΝΕΙΟΥ ΥΛΙΚΟΥ**

Η συμβατότητα δάνειου υλικού αναφέρεται στο βαθμό ανταπόκρισης του δάνειου υλικού, στις συνθήκες της παράκτιας ζώνης, σε σχέση με το ήδη υπάρχον υλικό. Ο όρος συμβατότητα αναφέρεται στην βιολογική καταλληλότητα του δάνειου υλικού. Το υλικό αυτό δεν μπορεί να είναι μικρότερο από το επιτόπιο υλικό γιατί και πάλι θα χαθεί λόγω αιώρησής του από τις διατμητικές τάσεις του πυθμένα και θα μεταφερθεί στα ανοικτά.

Το κριτήριο που πρέπει να ικανοποιεί το δάνειο υλικό είναι:

$$W/(\beta*d/T)$$

όπου:

W: ταχύτητα πτώσης των κόκκων στον πυθμένα

$\beta*d$: ύψος αιώρησης του κόκκου με $\beta < 1$

d: βάθος νερού

T: περίοδος του κύματος

- **Η ΠΥΚΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΔΑΝΕΙΟΥ ΥΛΙΚΟΥ ΟΤΑΝ ΕΙΝΑΙ ΣΤΡΩΜΕΝΟ**

Με τον όρο αυτό εννοούμε πόσα κυβικά ιζήματος ανά μέτρο παραλίας έχουν τοποθετηθεί. Η παράμετρος αυτή είναι σημαντική καθώς έχει παρατηρηθεί, σε έργα αναπλήρωσης ακτής, ότι εκεί που δεν έχουμε επαρκή πυκνότητα μπορεί να χρειαστεί αναπλήρωση ακτής νωρίτερα. Έχει παρατηρηθεί ότι ακόμη και να έχουμε δάνειο υλικό με μέγεθος ακόμη και μικρότερο από το επιτόπιο η πυκνότητα μπορεί να είναι σημαντική παράμετρος για να κρατηθεί το ίζημα στη θέση του.

- **ΒΑΘΟΣ ΠΟΥ ΘΑ ΦΤΑΣΕΙ ΤΟ ΑΝΑΧΩΜΑ**

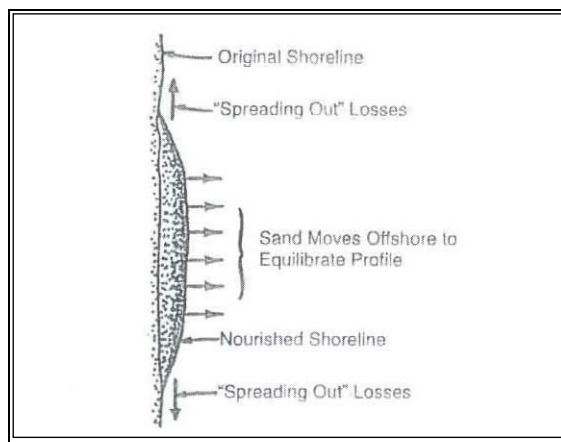
Συνήθως, το μέτωπο του αναχώματος κατασκευάζεται πιο απότομο από την κλίση που έχει ο πυθμένας. Με τον καιρό το ανάχωμα καλιμπράρεται στο υπάρχον περιβάλλον, με το μέτωπό του να παίρνει σιγά σιγά την κλίση του πυθμένα και τελικά να φτάνει και στο βάθος που ψάχνουμε. Το γεγονός ότι το ανάχωμα τείνει τελικά προς την κλίση του πυθμένα μας οδηγεί στο συμπέρασμα, ότι η τεχνητά διαμορφωμένη μορφολογία του πυθμένα θα πρέπει να είναι όμοια με τη διατομή ισορροπίας της συγκεκριμένης ακτής. Διαφορετικά, με πιο απότομες κλίσεις θα έχουμε απώλεια δάνειου υλικού προς τα ανοιχτά.

- **ΠΡΟΗΓΟΥΜΕΝΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ**

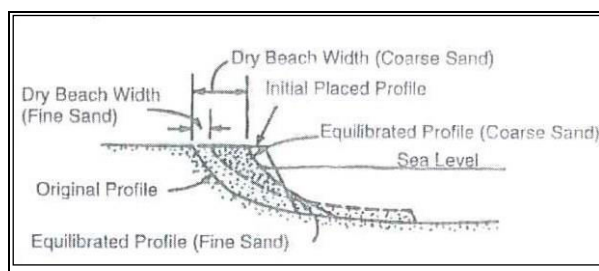
Η αναπλήρωση της ακτής σαν μέθοδος αξιοποιείται κυρίως σε περιοχές που έχουμε καταγεγραμμένα στοιχεία μόνιμης διάβρωσης. Η προηγούμενη διάβρωση πρέπει να ληφθεί σοβαρά υπόψη γιατί θα επηρεάσει το έργο μας και αν δεν αντιμετωπιστούν με άλλα έργα τα αίτια της μέχρι τότε διάβρωσης αυτά θα επηρεάσουν το έργο μας και η διάβρωση θα συνεχιστεί.

Για να αντιληφθούμε την σημασία αυτών των παραμέτρων για την τεχνική της αναπλήρωσης ακτής δείχνουμε και στα παρακάτω σχήματα τις φυσικές διεργασίες

στις οποίες υπόκειται το ίζημά μας και πως ουσιαστικά έχουμε απώλειες ιζήματος (σχήμα 3.2).



ΣΧΗΜΑ 3.2: ΑΠΩΛΕΙΕΣ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΤΕΧΝΗΤΗ ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗ

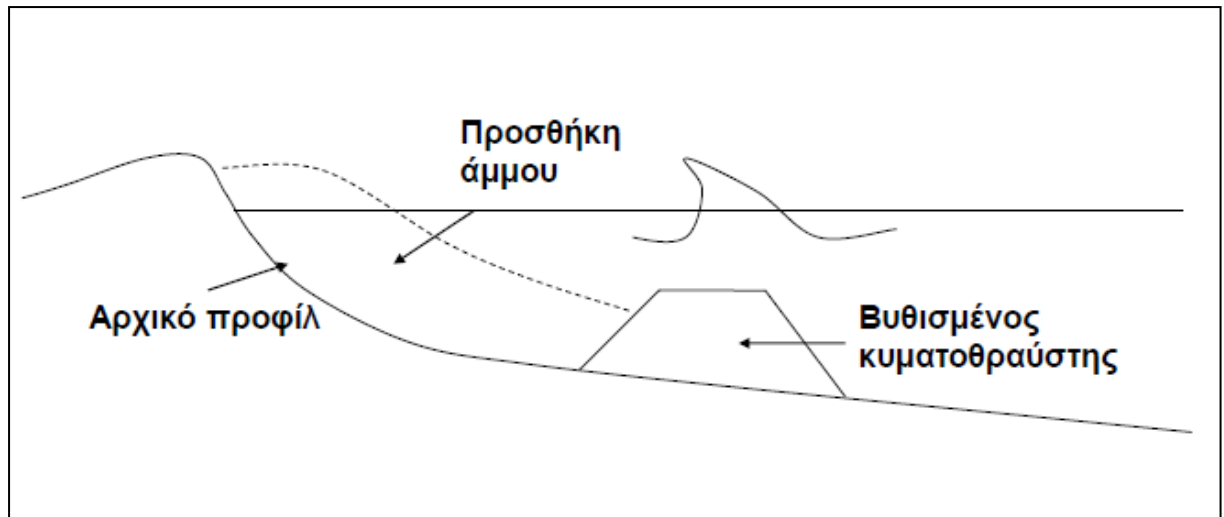


ΣΧΗΜΑ 3.3: ΕΞΕΛΙΞΗ ΑΝΑΧΩΜΑΤΟΣ ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗΣ ΑΚΤΗΣ

Εδώ για παράδειγμα, αν έχουμε ίζημα μικρότερο από το τοπικό τότε όταν καλιμπραριστεί το δάνειο υλικό δεν θα έχουμε πρόσθετο εύρος παραλίας (σχήμα 3.3).

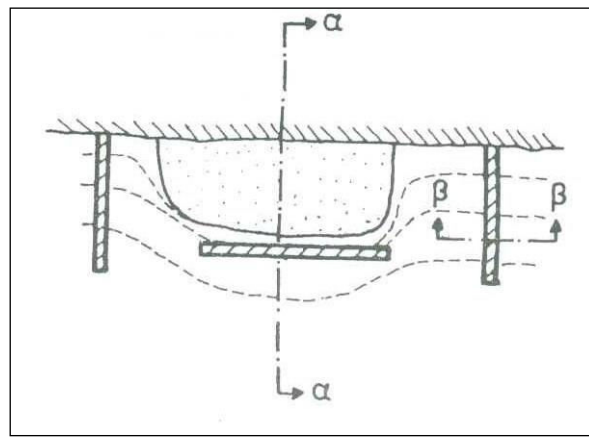
Με βάση το παραπάνω σχήμα που μας δείχνει και τις απώλειες του υλικού μας μπορούμε να συμπεράνουμε ότι η αναπλήρωση σαν τεχνική μπορεί να λειτουργήσει καλύτερα και να μην έχουμε διαφυγή υλικού προς τα ανοιχτά με την κατασκευή ενός ύφαλου κυματοθραύστη παγίδευσης του ιζήματος,

Χαρακτηριστική διατομή συνδυασμού αναπλήρωσης ακτής με την παρουσία ύφαλου κυματοθραύστη είναι η παρακάτω (σχήμα 3.4):



ΣΧΗΜΑ 3.4: ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗ ΑΚΤΗΣ ΣΕ ΣΥΝΔΥΑΣΜΟ ΜΕ ΥΦΑΛΟ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗ

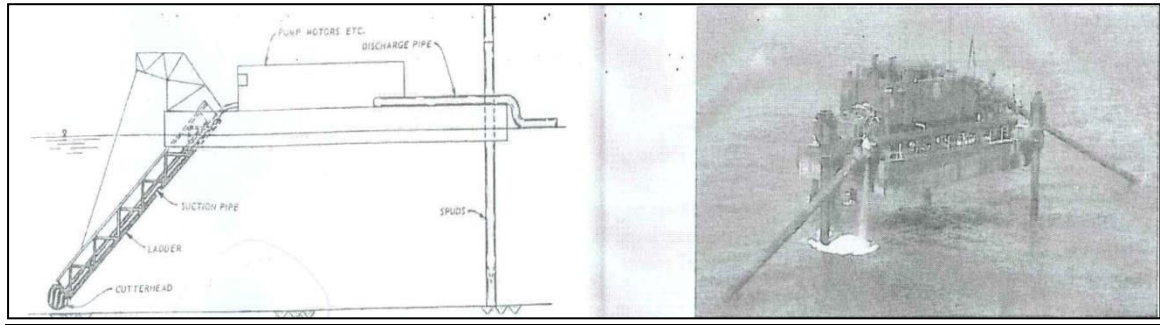
Για να παγιεύσουμε την άμμο μπορούμε να κάνουμε χρήση τόσο ενός ύφαλου κυματοθραύστη, για να μην έχουμε απώλειες ιζήματος προς τα ανοιχτά, όσο και πυθμενικών προβόλων για να συγκρατούν την απώλεια του ιζήματος από τα πλάγια. Χαρακτηριστική είναι η παρακάτω διατομή (σχήμα 3.5).



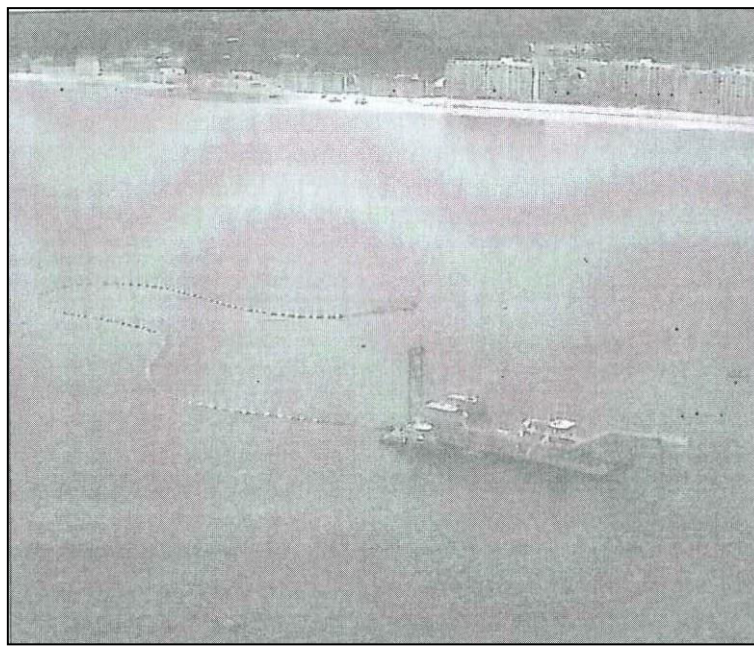
ΣΧΗΜΑ 3.5: ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗ ΑΚΤΗΣ ΜΕ ΠΡΟΒΟΛΟΥΣ ΚΑΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ

Το υλικό πλήρωσης συνήθως προέρχεται από τα ανοιχτά της θάλασσας ή από κάποια παράκτια ζώνη που έχουμε συσσώρευση ιζημάτων. Για την μεταφορά του μπορούν να αξιοποιηθούν πολλά μέσα.

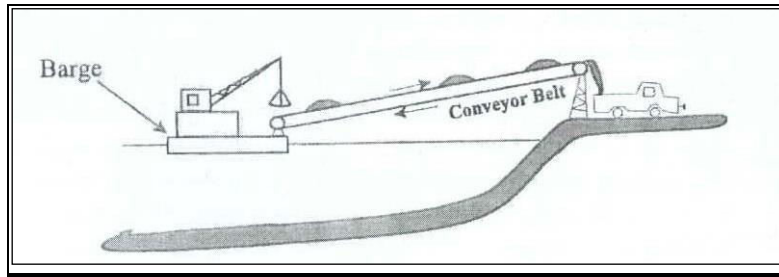
Χαρακτηριστικά σχήματα (σχήματα 3.6, 3.7 και 3.8) φαίνονται παρακάτω:



ΣΧΗΜΑ 3.6: ΔΙΑΤΑΞΗ ΑΠΟΡΡΟΦΗΣΗΣ ΑΜΜΟΥ



ΣΧΗΜΑ 3.7: ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΚΤΗ



ΣΧΗΜΑ 3.8: ΔΙΑΤΑΞΗ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΣΤΗΝ ΑΚΤΗ

3.Γ.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΤΕΧΝΗΤΗΣ

ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗΣ ΑΚΤΗΣ

Αρχικά, η μέθοδος αυτή δεν απαιτεί την ύπαρξη πρόσθετων έργων και άρα δημιουργεί μικρή οπτική όχληση στους παραθεριστές. Επίσης, σαν μέθοδος δημιουργεί επιπλέον εκτάσεις παράκτιας ζώνης που μπορούν να αξιοποιήσουν οι άνθρωποι για κάθε είδους αναψυχή. Ακριβώς επειδή δεν απαιτεί πρόσθετα έργα δεν έχει και ιδιαίτερη παρέμβαση στους παράκτιους μηχανισμούς και η ισορροπία βρίσκεται με φυσικό τρόπο. Σαν μέθοδος επιτρέπει την καλή ανανέωση των υδάτων και έτσι δεν έχουμε φαινόμενα μόλυνσης της θάλασσας. Ακόμη αν και το πρόσθετο υλικό καταπλακώνει τον πυθμένα και τη χλωρίδα που βρισκόταν εκεί (κάτι το οποίο έχει επίδραση και στην πανίδα), διαταράσσοντας με αυτόν τον τρόπο την ισορροπία, μπορούμε να πούμε ότι σαν μέθοδος δίνει τη δυνατότητα στα οικολογικά συστήματα να προσαρμοστούν γρήγορα. Ακόμη, η ύπαρξη νέας άμμου επιτρέπει την ανάπτυξη νέας χλωρίδας και πανίδας. Βέβαια, ο άνθρωπος πρέπει να ελέγχει αυτήν την ανάπτυξη γιατί μπορεί να έχουμε εμφάνιση νέων ειδών που θα είναι αιτία εξαφάνισης για τα παλιά.

3.Δ. ΠΛΩΤΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ

Οι πλωτοί κυματοθραύστες αποτελούν σήμερα μια εναλλακτική λύση, προστασίας της ακτής, έναντι των σταθερών κυματοθραυστών. Προστατεύουν την ακτή καθώς μειώνουν το ύψος του επερχόμενου κύματος μέσω της ανάκλασης που υφίσταται το τελευταίο όταν προσπίπτει στον κυματοθραύστη.

Η σχέση που περιγράφει αυτή την διαδικασία είναι:

$$R^2 + T^2 = 1 - A^2$$

ΣΧΕΣΗ 3.9

Όπου:

R και T: παριστάνουν τον συντελεστή ανάκλασης και μετάδοσης αντίστοιχα, που εκφράζουν το ύψος κύματος αδιαστατοποιημένο ως προς το ύψος του επερχόμενου κυματισμού.

A²: το ποσό της ενέργειας του κυματισμού που απορροφάται από την κατασκευή.

Επειδή το ποσό της ενέργειας του κύματος που απορροφάται από τον κυματοθραύστη είναι συνήθως μικρό (και αυτό είναι το βασικό τους μειονέκτημα), αυτός ο τύπος προστασίας δεν ενδείκνυται για περιοχές με μεγάλα ύψη κύματος. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν όμως σε περιοχές με ήπιο κυματικό πεδίο. Ακόμη είναι κατάλληλοι σε περιπτώσεις όπου παρατηρούνται φαινόμενα έντονης διάβρωσης με αποτέλεσμα την άμεση περιβαλλοντική προστασία των αντίστοιχων παράκτιων ζωνών ή κατά μήκος ακτών, όπου η μείωση του προσπίπτοντος κυματισμού είναι αναγκαία, κυρίως κατά τη θερινή περίοδο, με στόχο την προστασία των λουομένων και κατ' επέκταση την αποφυγή ατυχημάτων.

Ο σχεδιασμός των πλωτών κυματοθραυστών πρέπει να εξυπηρετεί την όσο περισσότερο γίνεται μείωση της διαδιδόμενης κυματικής ενέργειας, και επομένως την επαρκή προστασία της περιοχής κατάντη αυτού και παράλληλα το να μην έχουμε αστοχία της κατασκευής (αποφυγή αστοχίας καλωδιώσεων αγκύρωσης, αποφυγή αστοχίας συνδέσεων). Η επίτευξη των παραπάνω στόχων είναι ιδιαίτερα δύσκολη καθώς έχουμε σοβαρή αλληλεξάρτηση μεταξύ των σχεδιαστικών παραγόντων. Και η δομική ακεραιότητα του κυματοθραύστη και η αποδοτικότητα της μετάδοσης του κύματος εξαρτώνται από τη γεωμετρία του κυματοθραύστη, τη μάζα του, τις

δυνατότητες αλληλοσύνδεσης μεταξύ των μονάδων και τις δυνατότητες πρόσδεσης. Παρομοίως, οι δυνάμεις πρόσδεσης εξαρτώνται επίσης από τη γεωμετρία και τη μάζα του κυματοθραύστη.

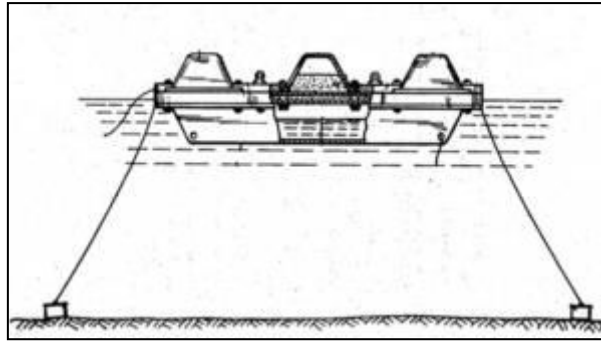
Στην ερευνητική εργασία των **Εύα Λουκογεωργάκη και Δημοσθένη Κ. Αγγελίδη**, Θεσσαλονίκη 54124, < ΔΥΣΚΑΜΨΙΑ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΙΚΟΤΗΤΑ ΠΛΩΤΟΥ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΗ > αποδεικνύεται αυτή η αλληλεξάρτηση των σχεδιαστικών παραγόντων καθώς τα συμπεράσματα που βγαίνουν από αυτή τη δουλειά είναι ότι η αύξηση της δυσκαμψίας των καλωδιώσεων μέσω κατάλληλης αλλαγής του μήκους τους οδηγεί σε αύξηση της αποτελεσματικότητας του κυματοθραύστη κυρίως στην περίπτωση βραχέων για την κατασκευή κυματισμών. Παράλληλα, όμως η αύξηση αυτή οδηγεί σε έντονη διάταση των καλωδιώσεων αγκύρωσης, επιβαρύνοντας αυτές με μεγάλες αρχικές στατικές δυνάμεις ελκυσμού και επομένως αυξάνοντας τον κίνδυνο αστοχίας αυτών, και κατ' επέκταση τον κίνδυνο αστοχίας του πλωτού μας συστήματος. Τα παραπάνω μας καταδεικνύουν την πολυπλοκότητα σχεδιασμού κυματοθραύστη, που για το σωστό σχεδιασμό του θα πρέπει να αξιοποιηθούν τα αποτελέσματα πειραματικών διατάξεων και μαθηματικών μοντέλων.

Γενικά, για τη σωστή μελέτη πρέπει να έχουμε υπόψη μας ότι οι ουσιώδεις παράγοντες οι οποίοι επηρεάζουν σε μεγάλο βαθμό τη σχεδίαση πλωτών κυματοθραυστών είναι η άνωση και η σταθερότητα πλευσης, η μετάδοση κύματος, οι δυνάμεις πρόσδεσης, και η δομική ακεραιότητα του κυματοθραύστη.

Υπάρχουν διάφορα είδη κυματοθραυστών που εξυπηρετούν και διαφορετικές συνθήκες κυματικής φόρτισης. Ορισμένοι από αυτούς παρατίθεται παρακάτω:

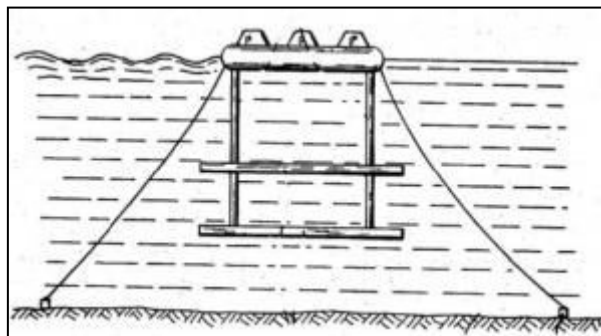
Tazaki και άλλοι

Ένας από τους πλέον απλούς πλωτούς κυματοθραύστες αποτελείται από ένα ή πολλαπλά πλωτά μέρη (πλωτήρες) τα οποία έχουν προσδεθεί μαζί για να αποσβέσουν τη δράση των κυμάτων. Ο συγκεκριμένος αποτελείται και από υλικό που επιπλέει (ο εξωτερικός πλωτήρας στο σχήμα) ως στοιχείο πλευσης και από υλικό στάθμισης (κεντρικό τμήμα στο σχήμα).

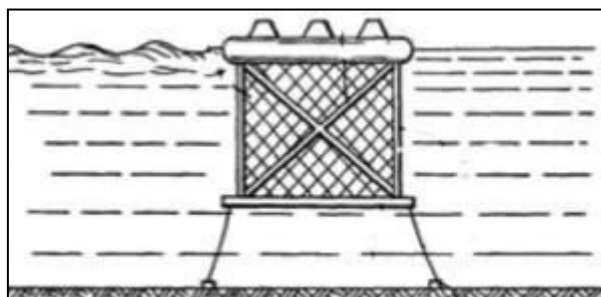


ΣΧΗΜΑ 3.9: Κυματοθραύστης 1, Tazaki και άλλοι

Οι κυματοθραύστες που απεικονίζονται στα δύο παρακάτω σχήματα αντιπροσωπεύουν μία βελτιωμένη εκδοχή της αρχικής κατασκευής, έχοντας καλύτερη αποδοτικότητα στη θραύση κυματισμών, χάρη σε άκαμπτες πλάκες που έχουν προσδεθεί στο κύριο τμήμα. Αυτή η επιπλέον υποθαλάσσια κατασκευή υπόκειται στο ιξώδες, το οποίο έχει την τάση να αντισταθεί στην κίνηση του κυματοθραύστη. Ο εσωτερικός χώρος του κυματοθραύστη μπορεί να γεμιστεί με μέταλλο, πλαστικό ή σκυρόδεμα, ώστε να βοηθηθεί η μείωση της περιστροφικής κίνησης των κυμάτων κάτω από την επιφάνεια των υδάτων.



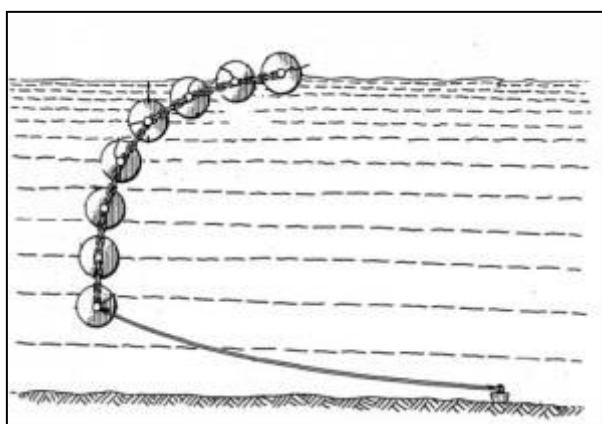
ΣΧΗΜΑ 3.10: Κυματοθραύστης 2, Tazaki και άλλοι



ΣΧΗΜΑ 3.11: Κυματοθραύστης 3, Tazaki και άλλοι

Dougherty

Ο συγκεκριμένος κυματοθραύστης αποτελείται από μία σειρά παράλληλα τοποθετημένων δεξαμενών οι οποίες είναι διασυνδεδεμένες η μία με το άκρο της άλλης ώστε να σχηματίζουν μία συσκευή που κυματίζει. Η άνωση κάθε δεξαμενής μπορεί να προσαρμοστεί ώστε να βελτιστοποιείται η απόκριση και κατά συνέπεια η αποδοτικότητα της συσκευής, ανάλογα με τις συνθήκες των κυμάτων και των ρευμάτων.

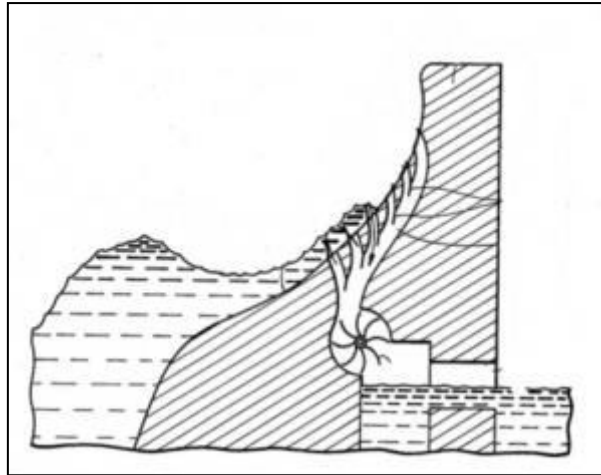


ΣΧΗΜΑ 3.12: Κυματοθραύστης του Dougherty

Παπαδάκης

Το συγκεκριμένο σύστημα έχει σχεδιαστεί ειδικά ώστε να δρα ως ένας αποτελεσματικός κυματοθραύστης αλλά και ως μία γεννήτρια μετατρέποντας την κινητική ενέργεια των κυμάτων.

Ο κυματοθραύστης έχει ένα επικλινές εμπρός τοίχωμα το οποίο δρα όπως και μία ακτή, για να διασκορπίσει τις δυνάμεις των κυμάτων. Υπάρχουν μερικά περάσματα, εντός των οποίων έχουν τοποθετηθεί στρόβιλοι, που διαπερνούν τον κυματοθραύστη και καταλήγουν σε μία χαμηλότερη «πλευρά του Seastead». Το νερό διοχετεύεται σε αυτά τα περάσματα από τις δυνάμεις των κυμάτων, και πέφτει μέσα στους στρόβιλους οι οποίοι είναι συνδεδεμένοι με μία ηλεκτρική γεννήτρια.

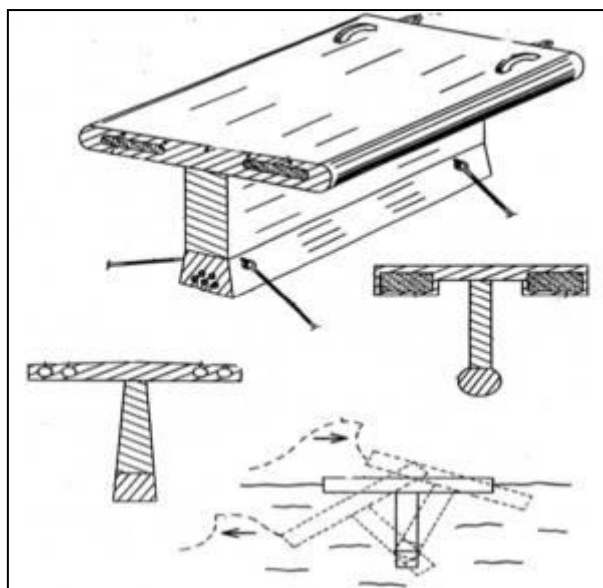


ΣΧΗΜΑ 3.13: Κυματοθραύστης του Παπαδάκη

Loeffler-Lenz

Ο κυματοθραύστης «σχήματος-T» προσφέρει κάποια ενδιαφέροντα πλεονεκτήματα, λόγω της πλατφόρμας του, αλλά του φαρδιού στελέχους της καρίνας. Η πυκνότητα της κατασκευής ποικίλει από την κορυφή της ως το κατώτατο σημείο, με την καρίνα να είναι το βαρύτερο σημείο.

Όταν έχει να αντιμετωπίσει κύματα, η περιστροφική και η κάθετη κίνηση της συσκευής δημιουργούν ένα «αντι-κύμα», το οποίο αποσβένει ή μειώνει σε μεγάλο βαθμό τα επερχόμενα κύματα. Η ταχύτητα των σωματιδίων στα κύματα μπορεί να μειωθεί σημαντικά με μία βαθιά καρίνα που λειτουργεί ως ανάχωμα. Ένας στρόβιλος που θα συνδέει τις δεξαμενές έρματος θα μπορούσε να εγκατασταθεί στον κυματοθραύστη και να λειτουργήσει ως μία γεννήτρια κυματικής ενέργειας.



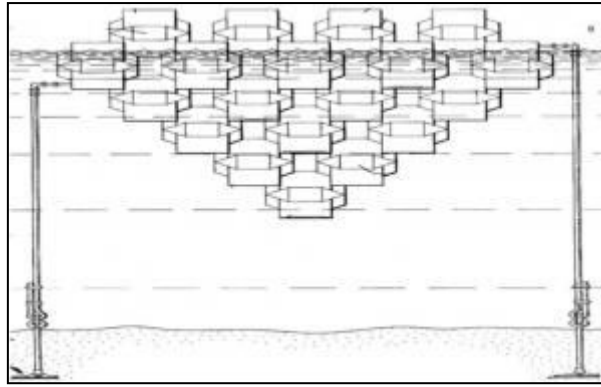
ΣΧΗΜΑ 3.14: Κυματοθραύστης Σχήματος-T

Bishop και άλλοι

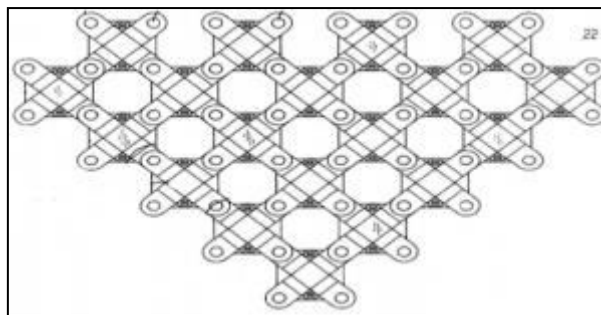
Η σύνθετη κατασκευή διασκορπισμού της ενέργειας συνίσταται από ένα πλήθος υπομονάδων, με την καθεμία από αυτές να διαθέτει πολλαπλά μέτωπα, διατεταγμένα με τέτοιο τρόπο που να σπάνε τα επερχόμενα κύματα. Τα κύματα κατόπιν ανακατευθύνονται δημιουργώντας δίνες και στροβιλισμούς που μπλέκονται μεταξύ τους, μειώνοντας έτσι την αρχική συνολική ενέργεια του κύματος.

Η σύνθετη αυτή κατασκευή είχε σχεδιαστεί ειδικά για χρήση σε ωκεάνια κύματα, και μπορεί να συντονιστεί με τις κυματικές συνθήκες προσαρμόζοντας το σχήμα και το μέγεθος και κατά συνέπεια τη μάζα και την άνωση του κυματοθραύστη.

Οι πολυάριθμες υπομονάδες είναι όλες διασυνδεδεμένες μεταξύ τους για να σχηματίσουν μία μοναδική σύνθετη κατασκευή. Όλες οι υπομονάδες είναι συνδεδεμένες ελαστικά σε μία οριζόντια διεύθυνση ώστε να επιτρέπεται η διασπορά και η συγκέντρωση της κάθε υπομονάδας καθώς αυτές αντιδρούν στις υδροδυναμικές δυνάμεις που ασκούνται στο σύστημα. Οι υπομονάδες μπορούν να γεμίσουν με αέρα ή με θαλάσσιο νερό για να ρυθμιστεί η αντίδραση του κυματοθραύστη, ανάλογα με τις κυματικές συνθήκες. Η κίνηση που προκαλείται στον κυματοθραύστη από την κυματική ενέργεια μπορεί τότε να μετατραπεί σε θερμότητα ή σε μηχανική κίνηση για άλλες εφαρμογές.



ΣΧΗΜΑ 3.15: Κυματοθραύστης Υπομονάδων



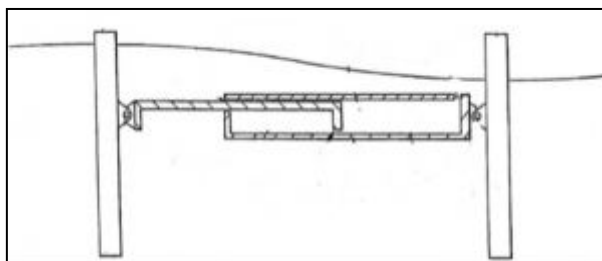
ΣΧΗΜΑ 3.16: Πλευρική Όψη του Κυματοθραύστη Υπομονάδων

Budd

Η επόμενη σχεδίαση κυματοθραύστη αποτελείται από δύο πλωτά τοιχεία/πλωτήρες που συνδέονται με μία συσκευή η οποία απορροφά ενέργεια από τη σχετική μετατόπιση του ενός τοιχείου σε σχέση με το άλλο όταν χτυπηθούν από κύματα. Η ενέργεια που έχει απορροφηθεί μπορεί έπειτα να εξαχθεί για να μεταδώσει κίνηση σε μία γεννήτρια ώστε να παραχθεί ηλεκτρισμός, ή να επιτελέσει κάποιο άλλο έργο. Ο απορροφητής ενέργειας μπορεί να είναι μία βαλβίδα (τσόκ) η οποία να είναι τοποθετημένη με τρόπο που να συμπιέζει το νερό διαμέσου ενός διαφράκτη και να διασκορπίζεται έτσι η ενέργεια των κυμάτων.

Άλλοι τύποι απορροφητών ενέργειας μπορεί να περιλαμβάνουν μία διάταξη κυλίνδρων η οποία δρα ως υδραυλικό έμβολο επιβράδυνσης, μία αμφίδρομη υδραυλική αντλία, μία ηλεκτρομαγνητική διάταξη η οποία παράγει ηλεκτρεγερτική δύναμη, και πολλά άλλα. Το διάστημα μεταξύ των τοιχείων θα πρέπει να είναι ρυθμιζόμενο και να έχει ιδανικά οριστεί ώστε να είναι ίσο με το μισό του μήκους

κύματος (1/2). Αυτό που μπορεί να προκαλέσει προβλήματα με ένα παρόμοιο σύστημα είναι η θέση του απορροφητή ενέργειας, καθώς και οι εξωτερικές -τύπου ακροδεκτών- συνδέσεις του, από τη στιγμή που οι δυνάμεις στα πλωτά τοιχεία μπορεί να μην είναι ομοιόμορφες.

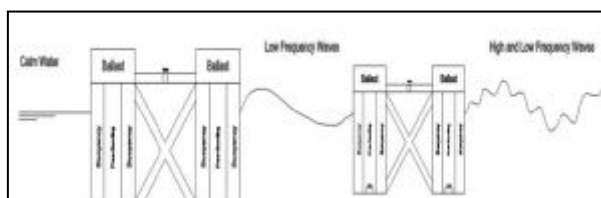


ΣΧΗΜΑ 3.17: Κυματοθραύστης του Budd

Petrie

Η πλωτή συσκευή που παρουσιάζεται εδώ αποτελείται από πολλαπλούς κυματοθραύστες, με τον καθένα απ' αυτούς να είναι ειδικά ρυθμισμένος ώστε να αποσβένει ένα εύρος κυμάτων συγκεκριμένου μήκους κύματος. Συνενώνοντας δύο ή τρεις κυματοθραύστες από αυτούς, ένα μεγαλύτερο εύρος κυμάτων μπορεί να εξασθενήσει. Όπως απεικονίζεται στο παρακάτω σχήμα, ο πρώτος και ο δεύτερος κυματοθραύστης μειώνουν την ενέργεια των κυμάτων υψηλής και χαμηλής συχνότητας αντίστοιχα.

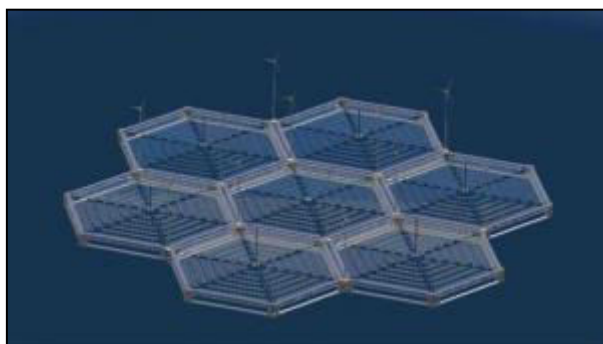
Οι συσκευές των κυματοθραυστών περιέχουν επίσης ένα δυναμικό σύστημα ελέγχου για να ρυθμίζεται η μάζα/βύθισμα της κατασκευής, και ένα σύστημα γεννητριών κυματικής ενέργειας το οποίο λειτουργεί με νερό-έρμα το οποίο ρέει διαμέσου στρόβιλων καθώς η κατασκευή ανεβοκατεβαίνει και στριφογυρίζει.



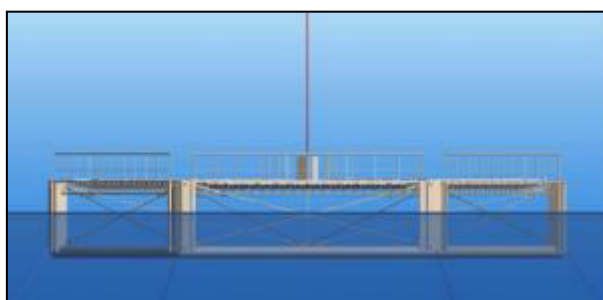
ΣΧΗΜΑ 3.18: Διπλός Κυματοθραύστης

Hexifloat (Πλωτά Εξάγωνα) της Hann Ocean

Αυτό το τεράστιο πλωτό σύστημα ενσωματώνει τέσσερις διαφορετικούς τύπους γεννητριών: αιολικής, κυματικής, παλιρροϊκής και ηλιακής ενέργειας. Έχοντας αρχικά σχεδιαστεί ως πλατφόρμα παραγωγής ενέργειας ανοιχτής θάλασσας, το σχήμα, το μέγεθος και η δυνατότητα τροποποίησης και επαναδιαμόρφωσής του καθιστούν την ιδέα αυτού του συστήματος πολύ ελκυστική για δημιουργία seasteads. Ξανασχεδιάζοντας το υποθαλάσσιο τμήμα της πλατφόρμας και ενσωματώνοντας ένα ελεγχόμενο σύστημα έρματος, η όλη κατασκευή μπορεί επίσης να λειτουργήσει, εκτός από μία εξαιρετική γεννήτρια, ως ένας αποτελεσματικός πλωτός κυματοθραύστης. Επιπρόσθετα, ο συνδυασμός πολλαπλών Hexifloat θα δημιουργούσε μία τεράστια σύνθετη κατασκευή (με πλάτος περίπου 60 μέτρα) η οποία θα είχε μεγαλύτερη δυνατότητα απόσβεσης κυμάτων.



ΣΧΗΜΑ 3.19: Κάτοψη του Hexifloat (Πλωτά Εξάγωνα)



ΣΧΗΜΑ 3.20: Πλευρική Όψη του Hexifloat (Πλωτά Εξάγωνα)

3.Δ.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΛΩΤΩΝ

ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΩΝ

Οι πλωτοί κυματοθραύστες και ιδιαίτερα τα συστήματα αυτών λόγω των χαρακτηριστικών τους παρουσιάζουν μια σειρά σημαντικών πλεονεκτημάτων:

- χαμηλότερο κόστος σε σχέση με τους κλασσικούς σταθερούς κυματοθραύστες, ταχύτητα κατασκευής, καθώς και δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης και αναδιάταξης.
- Απορροφούν την κυματική ενέργεια αντί της θραύσης των κυματισμών, της ανάκλασης και της δημιουργίας στάσιμων κυμάτων εξωτερικά της λιμενολεκάνης που τελικά δημιουργούν σοβαρά προβλήματα στην προσέγγιση στον λιμένα.
- Είναι αποτελεσματικοί σε μια ευρεία γκάμα κυματισμών σε αντίθεση με άλλα προτεινόμενα προϊόντα πλωτών κυματοθραυστών που λειτουργούν μόνο σε σχετικά προστατευμένες περιοχές σε μικρά ύψη κύματος και κυρίως μικρές περιόδους κυματισμών.
- Μπορεί να ρυθμιστεί η ιδιοπερίοδος τους προσαρμοζόμενη στις συνθήκες εγκατάστασης (βάθος νερού, χαρακτηριστικά κυματισμών κλπ.) σε τρόπο ώστε να μη συντονίζονται με τους επερχόμενους κυματισμούς. Σε συνδυασμό με τα χαρακτηριστικά των κυψελών απορρόφησης κυματισμών ελαχιστοποιούνται έτσι οι αναπτυσσόμενες δυνάμεις και μειώνονται σημαντικά οι κινήσεις του όλου συστήματος λόγω κυματισμών.
- Δεν παρουσιάζουν φαινόμενα υπερπήδησης του κύματος που εμφανίζονται συχνά σε έργα βαρύτητας, αλλά και σε πλωτά συστήματα και τα οποία μεταφέρουν την κυματική ενέργεια στο εσωτερικό των λιμενολεκανών προξενώντας μεγάλες καταστροφές

Ειδικότερα όμως και τα περιβαλλοντικά τους πλεονεκτήματα είναι σημαντικά:

- Δεν απαιτούν μόνιμες κατασκευές, οι οποίες αλλοιώνουν τον περιβάλλοντα χώρο και μεταβάλλουν τη ροή του νερού δημιουργώντας εστίες περιβαλλοντικής μόλυνσης στο εσωτερικό της λιμενολεκάνης. Έτσι έχουμε πολύ ικανοποιητική ανανέωση υδάτων.

- Λόγω της απορρόφησης των κυματισμών, αντί της ανάκλασης, δεν δημιουργούν φαινόμενα διάβρωσης γειτονικών παραλιών, που συναντούνται σε κάθε μόνιμο λιμενικό έργο.
- Δεν δημιουργούν σημαντική οπτική όχληση στους λουόμενους και τους παραθεριστές.
- Επιτρέπουν την ανάπτυξη θαλάσσιων οικοσυστημάτων.
- Αν σχεδιαστούν σωστά μπορούν να κρατήσουν μια καλή ισορροπία της παράκτιας μεταφοράς ιζήματος χωρίς να έχουμε εμφάνιση φαινομένων κατακράτησης μεγάλης ποσότητας ιζήματος σε μια περιοχή και έλλειψης (και συνεπώς διάβρωσης) ιζήματος σε μια άλλη.

3.E. MANGROVES

Όταν μιλάμε για mangroves ως μέθοδο προστασίας της ακτής εννοούμε δάση από κατάλληλα δέντρα που αναπτύσσονται στην παράκτια ζώνη φυσικά είτε και τεχνητά και προστατεύουν την ακτή μας.

Χαρακτηριστική εικόνα των mangroves είναι η παρακάτω (φωτο 3.4):



ΦΩΤΟ 3.4: ΤΥΠΙΚΗ ΔΙΑΤΑΞΗ MANGROVES

Τα mangroves αν και έχουν αμφισβητηθεί πάρα πολύ ως μέθοδος προστασίας της ακτής σήμερα κερδίζουν έδαφος και θεωρούνται ότι μπορούν να προστατέψουν την ακτή μας από ισχυρούς ανεμογενείς κυματισμούς, κύματα κατά τη διάρκεια ισχυρών

καταιγίδων (storm surges), tsynamis, από τη διάβρωση και από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

3.E.1 ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΙ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΚΑΙ ΔΙΑΤΑΞΗ ΤΩΝ MANGROVES

Στην παρούσα παράγραφο θα αναπτυχθεί το πως πετυχαίνεται η προστασία από τα παραπάνω φαινόμενα και ποια πρέπει να είναι γενικά η διάταξη των φυτών μας.

A-ΑΝΕΜΟΓΕΝΕΙΣ ΚΥΜΑΤΙΣΜΟΙ

Στην περίπτωση αυτή τα δάση μειώνουν το ύψος και την ενέργεια των κυματισμών καθώς και την ενέργεια του ανέμου καθώς περνούν ανάμεσα από τα κλαδιά και τους κορμούς των δέντρων. Εκτιμάται ότι για 100m πλάτος δάσους το ύψος των κυματισμών μειώνεται 13% με 66%. Τα δάση μειώνουν επίσης τον αέρα στην επιφάνεια του νερού και απενεργοποιούν την γενεσιουργό αιτία των κυματισμών.

Για να έχουμε όσο το δυνατόν καλύτερο αποτέλεσμα πρέπει να διατηρούμε όσο πιο πλατιές ζώνες (εκατοντάδες μέτρα κατά προτίμηση) από τέτοια δάση καθώς λίγα δέντρα δεν πρόκειται να βοηθήσουν. Επίσης να φροντίσουμε το δάσος μας να είναι όσο το δυνατόν πιο πυκνό. Αυτό μπορούμε να το επιτύχουμε με το να φροντίσουμε να αναπτυχθούν διαφορετικά είδη φυτών, διαφορετικού μεγέθους και ηλικίας.

Ένα τέτοιο πυκνό δάσος που θα έχει και τα καλύτερα αποτελέσματα φαίνεται στο σχήμα 3.21 παρακάτω.



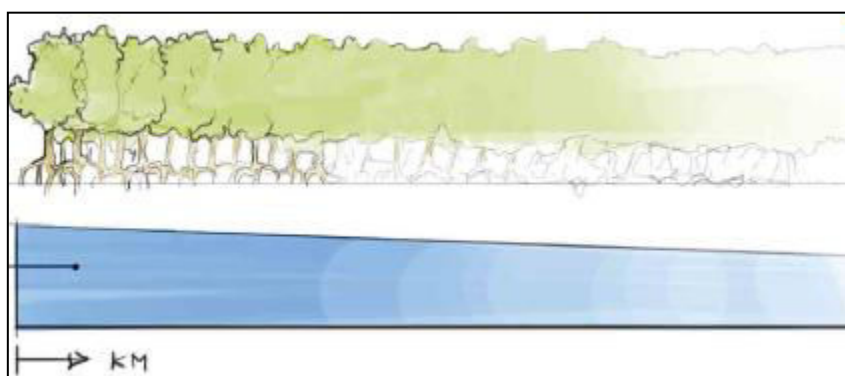
ΣΧΗΜΑ 3.21: ΠΥΚΝΟ ΔΑΣΟΣ MANGROVES

Ακόμη χρειάζεται και προστασία γειτονικών με το δάσος μας συστημάτων (πχ ένας ύφαλος) καθώς <συνεργάζονται> για την κατακράτηση των κυματισμών.

B-STORM SURGES

Στην περίπτωση πλημμυρών από τυφώνες και εδώ το δάσος μπορεί να συνεισφέρει με τα κλαδιά, τις ρίζες και τους κορμούς των δέντρων στην μείωση του ύψους και της ενέργειας των κυματισμών όπως και στην περίπτωση των ανεμογενών κυματισμών. Όταν όμως έχουμε κυματισμό από τυφώνα το ύψος του δεν μειώνεται τόσο εύκολα. Έχει παρατηρηθεί ότι σε τέτοιες περιπτώσεις κυμάτων το ύψος τους μειώνεται 5 με 50cm για κάθε χιλιόμετρο δάσους. Η συνεισφορά του δάσους στην περίπτωση κυματισμού από τυφώνα είναι ότι το εύρος της πλημμύρας, καθώς αυτή διασχίζει το δάσος, γίνεται όλο και μικρότερο.

Στο παρακάτω σχήμα 3.22 αναπαριστάται η λειτουργία αυτή.



ΣΧΗΜΑ 3.22: ΣΤΕΝΕΜΑ ΤΟΥ ΠΛΑΤΟΥΣ ΤΗΣ ΠΛΗΜΜΥΡΑΣ ΛΟΓΩ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ MANGROVES

Επίσης το σύστημα ριζών και κλαδιών του δάσους μπορεί να συγκρατήσει συντρίμμια και άλλα μεγαλύτερα κινούμενα αντικείμενα που αν συνεχίσουν να κινούνται μπορεί να γίνουν επικίνδυνα για την ανθρώπινη ζωή. Τέλος μειώνουν την ένταση των ανέμων μην επιτρέποντάς τους να μεταφέρουν και άλλες ποσότητες ενέργειας στα κύματα κάνοντάς τα να μεγαλώσουν τα ύψη τους.

Για να έχουμε όσο το δυνατόν καλύτερα αποτελέσματα σε περίπτωση τυφώνα το δάσος μας πρέπει να έχει όσο το δυνατόν μεγαλύτερο πλάτος (κάποια km κατά προτίμηση), να έχουμε ένα πυκνό δάσος με το να φροντίσουμε να αναπτυχθούν διαφορετικά είδη φυτών, διαφορετικού μεγέθους και ηλικίας. Επίσης χρειάζεται να ανοιχτούν κατάλληλα κανάλια που θα εκτονώσουν την πλημμύρα και ακόμη επειδή σε έναν τυφώνα τα ύψη των κυμάτων είναι μεγάλα θα χρειαστούμε το δάσος μας να αποτελείται και από μεγάλα σε ηλικία δέντρα που θα είναι και ψηλά.

Γ-TSUNAMIS

Στην περίπτωση που τα tsunamis έχουν μεγάλο ύψος, πάνω από το ύψος του δάσους, τότε μπορεί να καταστρέψουν ούτως ή άλλως το δάσος και να το καταστήσουν ανίκανο για προστασία. Όμως ένα τέτοιο δάσος σε περίπτωση tsunami έχει παρατηρηθεί (σε περίπτωση που έχει πλάτος αρκετές εκατοντάδες μέτρα) ότι μπορεί να μειώσει το ύψος του κύματος 5% με 30%. Ισχύει και εδώ ότι όσο πιο πλατύ και πυκνό το δάσος μας τόσο πιο αποτελεσματικό είναι στην μείωση του ύψους του κύματος, στην συγκράτηση συντριμμιών και ανθρώπων για να μην παρασυρθούν στα ανοιχτά και στον περιορισμό της πλημμύρας. Ακόμη το δάσος μπορεί μετά την καταστροφή να αποτελέσει πηγή τροφής για τους κατοίκους της χτυπημένης περιοχής.

Εδώ, για αν έχουμε την όσο το δυνατόν καλύτερη προστασία θα πρέπει το δάσος μας να τηρεί τις προδιαγραφές που περιγράφηκαν για το δάσος σε περίπτωση τυφώνων.

Δ-ΔΙΑΒΡΩΣΗ ΑΚΤΗΣ

Τα δάση αυτά είναι πολύ χρήσιμα για προστασία της ακτής έναντι της διάβρωσης. Τα δάση μειώνουν την κυματική ενέργεια και μειώνουν την ταχύτητα με την οποία το νερό ρέει πάνω από το έδαφος, μειώνοντας την ικανότητα του ρεύματος για διάβρωση. Την ίδια ώρα οι μικρές ταχύτητες ροής επιτρέπουν σε εδαφικό υλικό να βγει από το νερό ενισχύοντας έτσι την απόθεση ιζήματος. Επίσης στις ρίζες των δέντρων μπορούμε να βρούμε κλαδιά, φύλλα που προέρχονται από το ίδιο το δέντρο. Ρίζες, κλαδιά και φύλλα ανακατεύονται με το ίζημα και το <δένουν> κάνοντάς το πιο συμπαγές και πιο ανθεκτικό στις διαβρωτικές δυνάμεις.

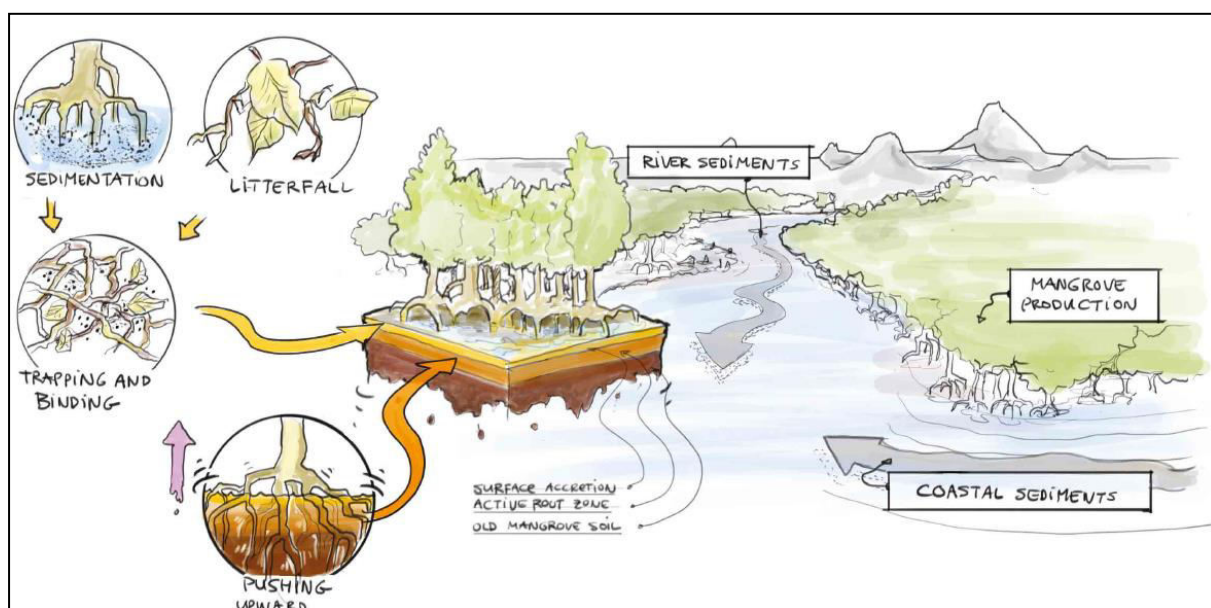
Για να είναι το δάσος μας όσο πιο αποτελεσματικό ως προστασία έναντι της διάβρωσης θα πρέπει να είναι όσο το δυνατόν πιο πλατύ, να διατηρείται η σωστή αναπλήρωση του ιζήματος και να μην έχουμε ξαφνικές ελλείψεις που μπορούν να προκύψουν από παράκτια, ή και στην ενδοχώρα, έργα που συγκρατούν ίζημα.

Ε-ΑΝΟΔΟΣ ΣΤΑΘΜΗΣ ΘΑΛΑΣΣΑΣ

Έχει παρατηρηθεί ότι το έδαφος των δασών αυτών αυξάνει το πάχος του ανυψώνοντας το δάσος το οποίο τώρα μπορεί να ανταπεξέρθει στην άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Η αύξηση του πάχους του εδάφους γίνεται καθώς οι ρίζες

των δέντρων συγκρατούν υλικό που προέρχεται τόσο από τα ποτάμια όσο και από την παράκτια ζώνη. Στο υλικό προστίθεται οργανικό υλικό όπως φύλλα και κλαδιά. Οι ρίζες <δένουν> όλο αυτό το υλικό. Στο υλικό αυτό επικρατούν αναερόβιες συνεπώς το οργανικό υλικό δεν διασπάται και έτσι συνεχώς έχουμε συγκράτηση και άλλου υλικού που δεν διασπάται και έτσι οδηγούμαστε στην αύξηση του πάχους του εδάφους και στην ανύψωση του δάσους.

Το παρακάτω σχήμα 3.23 αναπαριστά αυτήν τη διαδικασία.



ΣΧΗΜΑ 3.23: ΑΝΥΨΩΣΗ ΤΟΥ ΔΑΣΟΥΣ MANGROVES

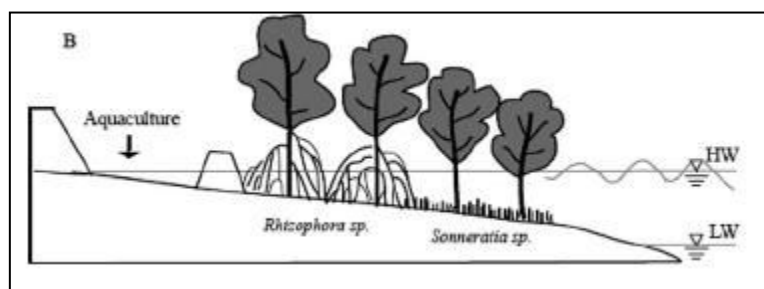
Τα μέτρα που μπορούμε να πάρουμε ώστε να έχουμε ένα δάσος που θα πραγματοποιείται η παραπάνω φυσική διαδικασία είναι τα παρακάτω:

- Να μην πραγματοποιούνται εξορύξεις υπόγειου νερού και πετρελαίου καθώς χάνεται και χώμα.
- Να διατηρείται η σωστή αναπλήρωση του ιζήματος και να μην έχουμε ξαφνικές ελλείψεις που μπορούν να προκύψουν από παράκτια, ή και στην ενδοχώρα, έργα που συγκρατούν ιζημα.
- Να εξασφαλίζεται η υγιής ανάπτυξη του δάσους. Η υγιής ανάπτυξη του ριζικού συστήματος, των φύλλων είναι κρίσιμη για το αν θα έχουμε αύξηση του πάχους του εδάφους. Αν θέλουμε το πάχος του εδάφους να μεγαλώνει ανάλογα με την άνοδο της στάθμης της θάλασσας θα πρέπει να αποφεύγονται όλες οι διαδικασίες που μειώνουν το οργανικό φορτίο (πχ καλλιέργειες).

- Να εξασφαλίζεται η σωστή αναλογία φρέσκου και αλμυρού νερού για να έχουμε την υγιή ανάπτυξη του δάσους.

Αν και είπαμε ότι τα δάση αυτά μπορούν να αποτελέσουν αξιόπιστη λύση για την προστασία των ακτών, χαλάνε σε μεγάλο βαθμό την ακτή ως μέρος για κολύμβηση, και σε ακραία φαινόμενα μπορεί να μην λειτουργήσουν αποτελεσματικά. Εδώ χρειάζεται ένας σχεδιασμός έτσι ώστε να συνδυάσουμε σωστά την ύπαρξη των δασών αυτών με κάποιο ανθρώπινο έργο.

Ένας τέτοιος συνδυασμός φαίνεται στο παρακάτω σχήμα 3.24.



ΣΧΗΜΑ 3.24: ΣΥΝΔΥΑΣΜΟΣ MANGROVES ΜΕ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ

3.E.2 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΑ ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ MANGROVES

Ορισμένα πλεονεκτήματα των mangroves έχουν ήδη παρουσιαστεί και αφορούν την προστασία της ακτής από τους κυματισμούς, τους τυφώνες, τα tsunamis, τη διάβρωση και την άνοδο της στάθμης της θάλασσας. Υπάρχουν και άλλα όμως πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα δάση αυτά. Αρχικά είναι μέρος ανάπτυξης πλούσιων οικοσυστημάτων χλωρίδας και πανίδας. Έτσι μπορούν να προσφέρουν τροφή στις ανθρώπινες κοινωνίες. Επίσης με την απαραίτητη προσοχή μπορούν να αποτελέσουν πηγή ξυλείας. Ακόμη είναι μέρη που έλκουν τους ανθρώπους για αναψυχή (ψάρεμα, παρατήρηση πουλιών και ψαριών κτλ) και άρα μπορούν να αποτελέσουν πόλους ανάπτυξης του τουρισμού. Η σημαντικότερη συνεισφορά των δασών αυτών όμως έχει να κάνει με το ότι λειτουργούν σαν ένα είδος φίλτρου καθαρίζοντας το νερό από μολυσματικούς παράγοντες παγιδεύοντάς τους μέσα στο χώμα των ριζών. Επίσης στα φύλλα των δέντρων αυτών δεσμεύεται CO₂ και έπειτα οδηγείται στις ρίζες όπου μένει παγιδευμένο και έτσι και η ατμόσφαιρα παραμένει καθαρή.

4^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

4.1 ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΣ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ

Σε όλα τα προηγούμενα κεφάλαια έγινε φανερό ότι η παράκτια ζώνη είναι μια περιοχή ιδιαίτερα πολυσύνθετη καθώς φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον συνυπάρχουν σε αυτή. Η ισορροπία αυτού του συστήματος είναι αρκετά εύθραυστη και έτσι κάθε δράση του ανθρώπου στην παράκτια ζώνη προκειμένου να εξυπηρετήσει τους σκοπούς του δημιουργεί μια αντίδραση από τη φύση προκειμένου το σύστημα να έρθει σε μια νέα ισορροπία (πχ το μπάζωμα ρεμάτων συνεπάγεται έλλειψη ιζημάτων στην παράκτια ζώνη συνεπάγεται διάβρωση της ακτής).

Όταν μιλάμε λοιπόν για περιβαλλοντικό σχεδιασμό εννοούμε ουσιαστικά έναν σχεδιασμό που θα εξασφαλίζει την προστασία του φυσικού περιβάλλοντος, ισορροπία ανάπτυξη των παράκτιων περιοχών της χώρας, αξιοποίηση κ όχι καταλήστευση του φυσικού πλούτου. Έναν σχεδιασμό που στην τελική ανάλυση θα συμβάλει στη συνολική βελτίωση του βιοτικού επιπέδου των ανθρώπων και θα ικανοποιεί σε ολόένα και μεγαλύτερο βαθμό τις σύγχρονες, με βάση το επίπεδο ανάπτυξης των παραγωγικών δυνάμεων της κοινωνίας, ανάγκες. Ο σχεδιασμός αυτός θα συνεισφέρει στην ικανοποίηση των ανθρώπινων αναγκών, μέσω της κατασκευής έργων στην παράκτια ζώνη με αυτό το κριτήριο, και παράλληλα ακόμη και αν πρέπει (για να ικανοποιηθούν οι λαϊκές ανάγκες) να γίνει έργο που θα έχει σοβαρές επιπτώσεις στην παράκτια ζώνη, αυτές να είναι όσο το δυνατόν μικρότερες με την όσο είναι εφικτό μικρότερη σπατάλη φυσικών πόρων.

Χωρίς έναν τέτοιο σχεδιασμό δεν μπορούν να ληφθούν υπόψη ή ακόμη και να διερευνηθούν όσο το δυνατόν περισσότερο όλες οι παράμετροι που επηρεάζουν την ισορροπία της παράκτιας ζώνης, και πως μια παράκτια παρέμβαση του ανθρώπου επιδρά σε αυτήν την ισορροπία (πχ είναι αδύνατον ένας αγρότης από μόνος του να συνειδητοποιήσει ότι όσο περισσότερο νερό τραβάει από το ρυάκι που περνά έξω από το σπίτι του τόσο λιγότερο ίζημα θα κατέβει προς την παράκτια ζώνη και άρα θα έχουμε προβλήματα διάβρωσης. Από την άλλη όμως πρέπει να υπάρξει και σχεδιασμός για το πώς αυτός ο αγρότης θα ποτίσει χωρίς υπέρογκο κόστος τα χωράφια του.). Χωρίς έναν τέτοιο σχεδιασμό θα έχουμε άναρχη ανάπτυξη της παράκτιας ζώνης, σπατάλη φυσικών πόρων (πχ κατασκευή έργων όπως

παρουσιάστηκαν και στο προηγούμενο κεφάλαιο που δεν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά) και επίσης η δυνατότητά μας για να κάνουμε έργα που θα βελτιώνουν την κατάσταση θα είναι μια πιο σύνθετη διαδικασία. (όσο πιο άναρχη παρέμβαση τόσο οι επιπτώσεις πιο πολύπλοκες και άρα και η σωστή παρέμβαση από μεριάς μηχανικών πιο δύσκολη)

Όπως γίνεται φανερό περιβαλλοντικός σχεδιασμός δεν σημαίνει απλά και μόνο την όλο και πιο συχνή αξιοποίηση <ήπιων μεθόδων> προστασίας από διάβρωση έναντι των <σκληρών>. Είτε οι <σκληρές> είτε οι <ήπιες> μέθοδοι προσφέρουν ορισμένα πλεονεκτήματα και η καθεμία έχει και τις αδυναμίες της. Το ποιά από όλες τις μεθόδους ή συνδυασμός αυτών θα χρησιμοποιηθεί, για να έχουμε το καλύτερο αποτέλεσμα, αυτό αφορά την ανάλυση όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την παράκτια ζώνη και το ποιός είναι ο στόχος που θέλουμε να ικανοποιήσουμε αξιοποιώντας τη μία ή την άλλη μέθοδο. (πχ σε μια περιοχή μπορεί ένας ύφαλος και ένας έξαλος κυματοθραύστης να μπορούν και οι δύο να ανταπεξέλθουν στη διάβρωση. Η επιλογή του ενός ή του άλλου θα εξαρτηθεί από το αν η περιοχή είναι ευάλωτη σε υψηλά κύματα, που μπορεί να εμφανίζονται σπάνια, και αν στην ακτή που θα γίνουν οι ζημιές υπάρχει ανάγκη για σοβαρή προστασία ή όχι. Είναι πιο πιθανό να διαλέξω τον έξαλο κυματοθραύστη αν θέλω για τον οποιονδήποτε λόγο προστασία και από τον κυματισμό ενώ θα διάλεγα τον ύφαλο αν δεν υπήρχε ανάγκη για τέτοια προστασία.)

Άρα λοιπόν ο περιβαλλοντικός σχεδιασμός δεν είναι απλά ένα τεχνικό ζήτημα, (έχει και τέτοιες πτυχές ασφαλώς) αλλά αφορά την ανάλυση όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την παράκτια ζώνη και είναι αποτέλεσμα των κινήτρων και των στόχων προς επίτευξη. Διαφορετικά κίνητρα και στόχοι θα δώσουν και διαφορετικό σχεδιασμό και συνεπώς και διαφορετικά έργα στην παράκτια ζώνη που θα εξυπηρετούν λιγότερο ή περισσότερο το τι πρέπει να εξασφαλίζει στην παράκτια ζώνη ένας περιβαλλοντικός σχεδιασμός με βάση αυτά που αναφέρθηκαν παραπάνω.

4.2 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΗ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στα πλαίσια αυτής της διπλωματικής, τόσο με την επιτόπια επίσκεψή μας στην περιοχή του Κιάτου όσο και με τις πληροφορίες που συλλέχτηκαν για το πως έχουν σχεδιαστεί και λειτουργήσει έργα προστασίας από διάβρωση, είτε <σκληρά> είτε <μαλακά>, σε διάφορες περιοχές της Ελλάδας εγείρονται διάφορα ερωτηματικά για το πως μπορεί να εφαρμοστεί ουσιαστικός, ολοκληρωμένος περιβαλλοντικός σχεδιασμός για την παράκτια ζώνη έτσι ώστε να μην συναντάμε τα φαινόμενα που συναντήσαμε στην έρευνά μας. Φαινόμενα που δεν θα τα παρουσιάζαμε και ως υποδείγματα ολοκληρωμένης διαχείρισης της παράκτιας ζώνης, ως παραδείγματα περιβαλλοντικού σχεδιασμού.

Πρέπει να παρουσιαστούν κωδικοποιημένα ορισμένα από αυτά για να τεκμηριωθεί το γιατί δεν πρόκειται για παραδείγματα ολοκληρωμένης διαχείρισης, να διατυπωθούν ερωτηματικά που γεννιούνται για το κατά πόσο μπορούμε να επιτύχουμε στην ολότητά του έναν τέτοιο σχεδιασμό και πως.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΝΟ 1: ΠΕΡΙΟΧΗ ΚΙΑΤΟΥ

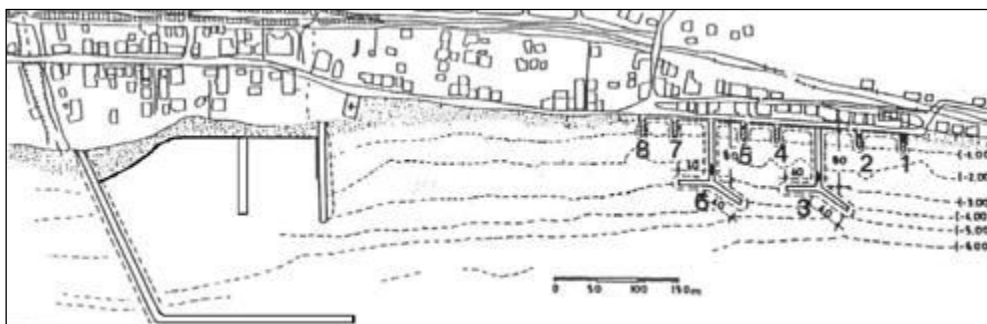
- έντονη ανεξέλεγκτη ανοικοδόμηση στην περιοχή τις δεκαετίες 60, 70 και 80 με αποτέλεσμα το μπάζωμα χειμάρρων που κατέβαζαν ίζημα προς την ακτή. Το ίζημα λείπει από την παράκτια ζώνη με αποτέλεσμα οι διαβρωτικοί μηχανισμοί της θάλασσας να μην εξισορροπούνται και σαν αποτέλεσμα να έχουμε διάβρωση.
- κατανάλωση νερού για τα αγροκτήματα που υπάρχουν στην περιοχή με αποτέλεσμα να λείπει πάλι ίζημα από την παράκτια ζώνη
- τα σκληρά έργα που έχουν γίνει στην περιοχή (πρόβολοι, θωράκιση ακτής) δεν έχουν σχεδιαστεί σωστά με αποτέλεσμα να μην είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικά

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΝΟ 2: ΠΕΡΙΟΧΗ ΠΛΑΤΑΜΩΝΑ ΚΑΤΕΡΙΝΗΣ-ΚΑΤΕΡΙΝΗ

- διάβρωση μετά την κατασκευή αλιευτικού καταφυγίου που έκοβε την στερεομεταφορά από το παράλληλο στην ακτή παράκτιο ρεύμα. Την κατάσταση χειροτέρευε η μείωση των ιζημάτων που κατέβαζε ένας χείμαρρος στην περιοχή λόγω υπερβολικής άρδευσης και ένας κατακόρυφος κρηπιδότοιχος που

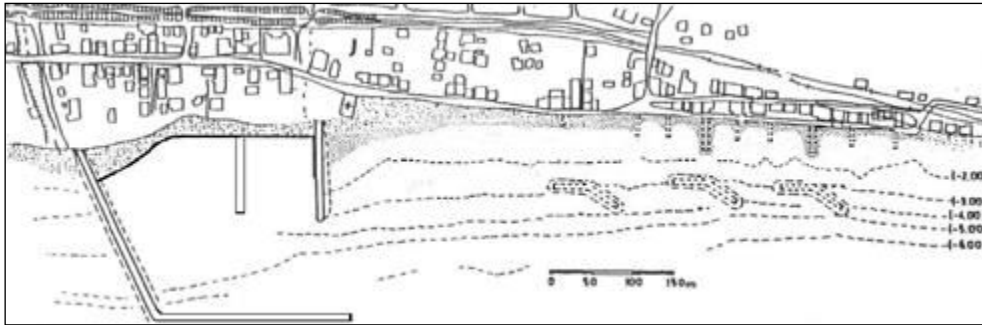
κατασκευάστηκε για να στηρίξει τον παραλιακό δρόμο. (είχαμε ανάκλαση των κυματισμών και αύξηση της διαβρωτικής τους ικανότητας φαινόμενο συχνό σε κατακόρυφα έργα)

- η υφιστάμενη κατάσταση από πλευράς έργων περιλαμβάνει προβολικό σύστημα, αποτελούμενο από οκτώ έργα μήκους 20m, ύψους στέψης 2 m και μεσοδιαστημάτων 40 m. Στους 2 προβόλους έχουμε και προσαρμοσμένους κυματοθραύστες. (δες ΣΧΗΜΑ 4.1)



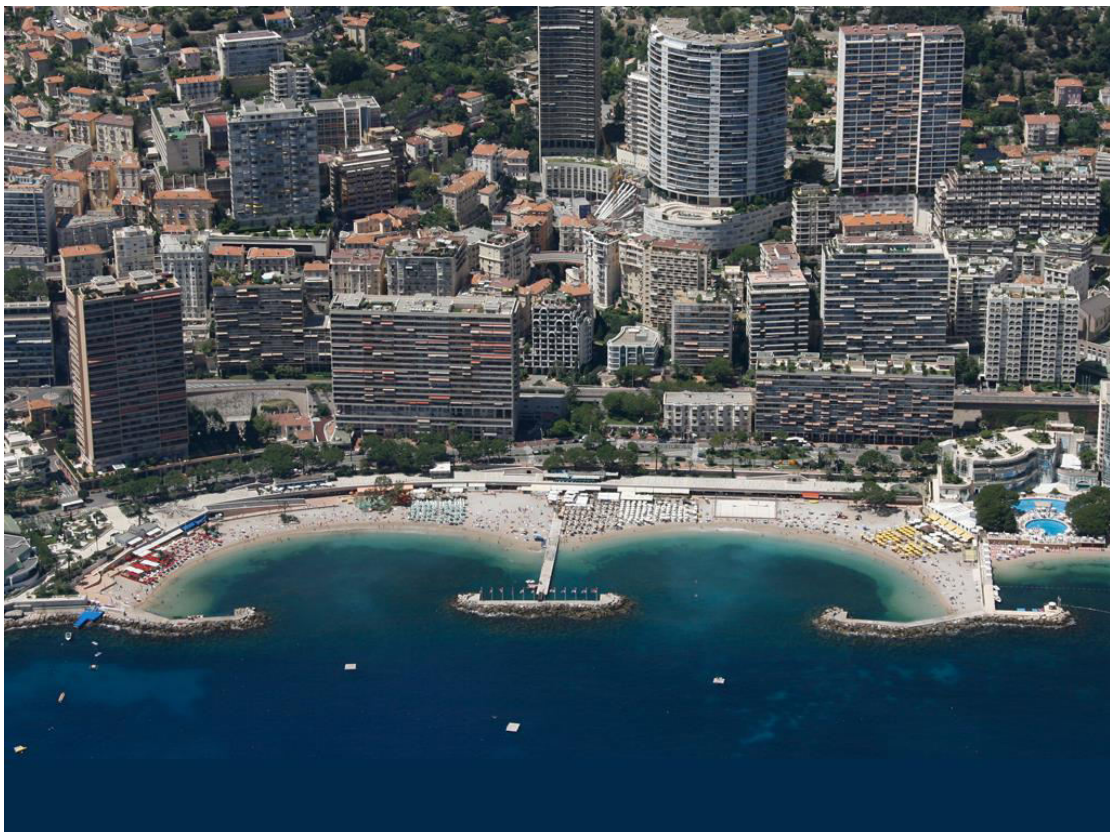
ΣΧΗΜΑ 4.1: ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΗ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΣΤΟΝ ΠΛΑΤΑΜΩΝΑ

Τά έργα αυτά, σύμφωνα με την ερευνητική δουλειά των Ζωή Κωνσταντίνου, Γιάννης Ν. Κρεστενίτης & Χρήστος Αναγνώστου με τίτλο <Προστασία και διαχείριση της παράκτιας ζώνης: Η περίπτωση της περιοχής του Πλαταμώνα>, αν και έχουν μειώσει τη διάβρωση συντελώντας στη δημιουργία παραλιών, λόγω του όγκου τους δημιουργούν σημαντική οπτική όχληση και επίσης αφήνουν έρμαιο στη διαβρωτική λειτουργία της θάλασσας ακτή νότια του προβόλου Νο 8. Με βάση την υφιστάμενη κατάσταση, προτείνεται σε αυτήν την ερευνητική δουλειά πρόταση ανάπλασης από μαλακά έργα. Το προβολικό σύστημα να αντικατασταθεί από βυθισμένες κατασκευές από γεωφάσμα πληρωμένο με υλικό φυσικής προέλευσης, όπως πέτρες και κροκάλες. Οι κατασκευές αυτές θα διαδραματίζουν σταθεροποιητικό ρόλο στην ακτή, χωρίς όμως να προκαλούν καμία αισθητική όχληση. Προτείνεται ακόμα η μείωση του ύψους στέψης των κυματοθραυστών ώστε να βρίσκονται κάτω από τη Μ.Σ.Θ., και η κατασκευή ενός ακόμα βυθισμένου κυματοθραύστη (ΣΧΗΜΑ 4.2) στα νοτιοανατολικά, ώστε να προστατευτεί το κομμάτι εκείνο της ακτής που δέχεται έντονη κυματική ενέργεια και παρουσιάζει διάβρωση. Όσον αφορά τους επιμηκυμένους προβόλους, προτείνεται μείωση του μήκους τους και του ύψους στέψης τους έτσι ώστε να προσεγγίσουν το ύψος των πλευρικών αποθέσεων και καλυπτόμενοι με υλικό φυσικής προέλευσης, να δημιουργηθεί η αίσθηση ότι οι δύο παραλίες που δημιουργούνται εκατέρωθεν των έργων ενώνονται και σχηματίζουν μια ενιαία παραλία (ΣΧΗΜΑ 4.2).



ΣΧΗΜΑ 4.2: ΠΡΟΤΑΣΗ ΑΝΑΠΛΑΣΗΣ

Η πρόταση αυτή συναντά σφοδρή αντιπαράθεση από τοπικά συμβούλια φορείς ξενοδόχων της περιοχής, οι οποίοι ζητούν την κατασκευή επιπλέον 2 με 3 προβόλων σχήματος ταυ (δηλαδή και άλλα σκληρά έργα) έτσι ώστε να αξιοποιηθούν τουριστικά (κατάλληλη διαμόρφωση της στέψης με τσιμεντόστρωση ώστε να περπατάει κόσμος, τοποθέτηση παγκακίων, φωτιστικών, να δοθούν ακόμη και άδειες σε μαγαζιά να εκμεταλλεύονται το χώρο) όπως συμβαίνει σε χώρες του εξωτερικού (πχ Μονακό).



ΦΩΤΟ 4.1: ΠΑΡΑΛΙΑ ΜΟΝΑΚΟ, ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΠΡΟΒΟΛΩΝ ΣΧΗΜΑΤΟΣ ΤΑΥ

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΝΟ 3: ΠΕΡΙΟΧΗ ΓΑΛΑΤΑΣ

ΑΙΤΩΛΟΑΚΑΡΝΑΝΙΑΣ

- προβλήματα έντονης διάβρωσης στην περιοχή η οποία είναι και περιοχή εκβολής του Εύηνου ποταμού. Εκτός των άλλων παραγόντων που συμβάλουν στη διάβρωση της περιοχής ιδιαίτερο ρόλο παίζουν οι αμμοληψίες που γίνονται κατά μήκος του ποταμού (άρα έχουμε μείωση του ιζήματος που μεταφέρεται στην ακτή και άρα διάβρωση) για την εξυπηρέτηση της Ιωνίας οδού. Οι αμμοληψίες αυτές γίνονται τόσο νόμιμα όσο και παράνομα από διάφορους εργολάβους.

ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΝΟ 4: ΠΕΡΙΟΧΗ ΤΟΛΟ ΑΡΓΟΛΙΔΑΣ

Από την εργασία των Δρ. Χρ. Αναγνώστου, Π. Αντωνίου, Ι. Ίσσαρης, Η.Μαντζουράκος, < Η ΜΕΘΟΔΟΣ ΤΩΝ ΠΥΘΜΕΝΙΚΩΝ ΠΡΟΒΟΛΩΝ ΓΕΩΨΦΑΣΜΑΤΟΣ ΠΛΗΡΩΜΕΝΩΝ ΜΕ ΣΚΥΡΟΔΕΜΑ ΩΣ ΕΡΓΟ_ΠΡΟΣΤΑΣΙΑΣ ΤΩΝ ΑΚΤΩΝ ΑΠΟ ΤΗ ΔΙΑΒΡΩΣΗ: ΜΙΑ ΚΡΙΤΙΚΗ_ΘΕΩΡΗΣΗ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ ΑΠΟ ΤΟΝ ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΧΩΡΟ> δείχνει για την περιοχή ότι:

- Η προσπάθεια για έντονη τουριστική εκμετάλλευση οδήγησε σε κατασκευαστικά έργα, τόσο επί της παραλίας (λιμάνι, ξενοδοχεία, καφετέριες) όσο και στη μικρή λεκάνη απορροής που βρίσκεται στο ΒΑ τμήμα του οικισμού. Οι παρεμβάσεις αυτές είχαν ως αποτέλεσμα τη μείωση της τροφοδοσίας της ακτής από την ξηρά και τη μείωση του εύρους της παραλίας, δεδομένου ότι το χειμέριο κύμα προσκρούει στις κείμενες κατασκευές και ταυτόχρονα ενισχύεται η διαβρωτική του δράση λόγω ανάκλασης.
- Τα έργα που έγιναν για την αντιμετώπιση αυτής της κατάστασης και που περιλαμβάνουν 24 πυθμενικούς προβόλους μήκους 40 μέτρων που έχουν τοποθετηθεί σε απόσταση περίπου 25 μέτρων μεταξύ τους , αν και αρχικά φάνηκαν να αντιμετωπίζουν την κατάσταση, σήμερα δεν μπορούν να προστατέψουν παράκτιες κατασκευές που είναι και πάλι εκτεθειμένες στον κυματισμό.



ΦΩΤΟ 4.2: ΤΑ ΚΥΜΑΤΑ ΣΤΟΥΣ ΤΟΙΧΟΥΣ ΤΩΝ ΣΠΙΤΙΩΝ, ΤΟΛΟ

4.3 ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΙΣΜΟΙ ΓΥΡΩ ΑΠΟ ΤΟΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟ

Τα παραπάνω παραδείγματα είναι μερικά μόνο από τον ελλαδικό χώρο που δεν εφαρμόστηκε ολοκληρωμένος σχεδιασμός, περιβαλλοντικός σχεδιασμός. Υπάρχουν αρκετές περιπτώσεις ακόμα, όμως κρίθηκε σκόπιμο να παρουσιαστούν ορισμένες από αυτές μιας και δεν θα ήταν δυνατό να συμπεριληφθούν όλες. Έτσι λοιπόν, γεννιούνται ορισμένα ερωτηματικά η απάντηση των οποίων θα δώσει ώθηση στο να έχουμε στο μέλλον ολοκληρωμένο περιβαλλοντικό σχεδιασμό.

Το παράδειγμα του Κιάτου με το μπάζωμα λόγω οικοδόμησης, και το αποστράγγισμα λόγω άρδευσης, των ρεμάτων και από κει και πέρα την εμφάνιση της διάβρωσης μας γεννά τα εξής ερωτήματα:

- **Μπορεί να εφαρμοστεί ολοκληρωμένος περιβαλλοντικός σχεδιασμός στην παράκτια ζώνη όταν η ύπαρξη πολλών και διαφορετικών τεχνικών γραφείων και κατασκευαστικών εταιρειών καθορίζει την άναρχη δόμηση;**
- **Μπορεί να εφαρμοστεί ολοκληρωμένος περιβαλλοντικός σχεδιασμός όταν ο κάθε αγρότης αντλεί όσο νερό θέλει για ιδιωτική χρήση μειώνοντας έτσι την ποσότητα του ιζήματος που κατεβαίνει από τα ρέματα στην ακτή;**

- Ουσιαστικά τα δύο παραπάνω ερωτήματα συνοψίζονται στο αν με αυτήν την αναρχία σε κάθε τομέα της παραγωγής που επηρεάζει την παράκτια ζώνη μπορούμε να έχουμε ολοκληρωμένο περιβαλλοντικό σχεδιασμό;
- Δεν θα έπρεπε ένας ολοκληρωμένος περιβαλλοντικός σχεδιασμός να σχεδιάσει που θα αναπτυχθεί η οικοδομική δραστηριότητα έτσι ώστε να επηρεάσει όσο το δυνατόν λιγότερο την παράκτια ζώνη; Και αν ακόμη έπρεπε για τους οποιουδήποτε να οικοδομήσουμε στην περιοχή δεν θα έπρεπε να σχεδιάζονται αναπλήρωσης και αποκατάστασης της ζημιάς; Δεν θα έπρεπε ένας περιβαλλοντικός σχεδιασμός να εξασφαλίζει με τα απαραίτητα έργα άρδευσης (κανάλια, εκτροπές κτλ) νερό για τους αγρότες έτσι ώστε να μην στραγγίζουν τα ρέματα;
- Στην υλοποίηση των παραπάνω θα βοηθούσε ένας ενιαίος φορέας κατασκευών που σε συνεργασία και με άλλους αντίστοιχους φορείς (επιστημονικούς, παραγωγικούς κτλ) θα μπορούσε να σχεδιάσει με ενιαίο τρόπο την τοποθέτηση έργων (οικοδομή, αρδευτικά έργα, οδικά έργα, λιμενικά έργα κτλ) στην παράκτια ζώνη, πως αυτά θα επηρέαζαν και ποιά μέτρα θα παίρνονταν για την αποκατάσταση όσο περισσότερο γίνεται τυχόν σοβαρών περιβαλλοντικών επιπτώσεων;

Από τις περιοχές Πλαταμώνα, Τολό Αργολίδας και Γαλατάς και την υπάρχουσα κατάσταση προκύπτουν τα εξής ερωτήματα:

- Ποιό είναι το κίνητρο ενός σχεδιασμού που καθορίζει ότι θα αναπτυχθεί τουριστικά μια περιοχή ακόμη και αν η θάλασσα φτάσει στις αυλές των ανθρώπων ;(Τολό Αργολίδας, δεξ φωτο 5.2). Ο σχεδιασμός που ικανοποιεί αυτό το κίνητρο μπορεί να προστατέψει ουσιαστικά με έναν ολοκληρωμένο σχεδιασμό τις περιουσίες των ανθρώπων;
- Τελικά, ποιό κίνητρο θα καθορίσει την επιλογή της μιας ή της άλλης πρότασης (χωρίς να παίρνουμε θέση για την ορθότητα της μιας ή της άλλης λόγω έλλειψης στοιχείων) στον Πλαταμώνα; Αν μια πρόταση ήταν όντως περιβαλλοντικά φιλική, εξασφάλιζε την προστασία από την διάβρωση αλλά δεν θα έδινε και περαιτέρω ώθηση στην τουριστική ανάπτυξη θα επιλεγόταν;

- Ποιό είναι το κίνητρο ενός σχεδιασμού που καθορίζει ότι θα γίνουν αμμοληψίες από τις κοίτες ποταμού συμβάλλοντας έτσι στο πρόβλημα διάβρωσης σε μια άλλη περιοχή καθώς και στην δημιουργία άλλων πολλών περιβαλλοντικών προβλημάτων; Ακόμη και αν όλες οι αμμοληψίες ήταν νόμιμες και έπρεπε να γίνουν από τα σημεία που έγιναν γιατί δεν υπήρχε άλλη δυνατότητα, με το υπάρχον κίνητρο σχεδιασμού μπορεί να σχεδιαστούν και να εφαρμοστούν όλα τα απαραίτητα μέτρα για την προστασία του περιβάλλοντος τόσο φυσικού όσο και ανθρωπογενούς;

Και επειδή το ζήτημα δεν είναι να μην γίνει τουριστική η οποιαδήποτε άλλη ανάπτυξη, τα παραπάνω ερωτήματα συνοψίζονται στα εξής:

- Με το υπάρχον κίνητρο σχεδιασμού, μπορεί ο σχεδιασμός, τα έργα που με βάση αυτόν θα επιλεχθούν και η ανάπτυξη που θα προκύψει να ικανοποιεί τις λαϊκές ανάγκες και την προστασία του περιβάλλοντος ολοκληρωμένα ή θα ικανοποιούνται από <σπόντα> ορισμένοι από αυτούς τους στόχους; Μπορεί κάποιο άλλο κίνητρο σχεδιασμού να οδηγήσει σε έναν περιβαλλοντικό σχεδιασμό που θα εξυπηρετεί τους παραπάνω στόχους;

5^ο ΚΕΦΑΛΑΙΟ

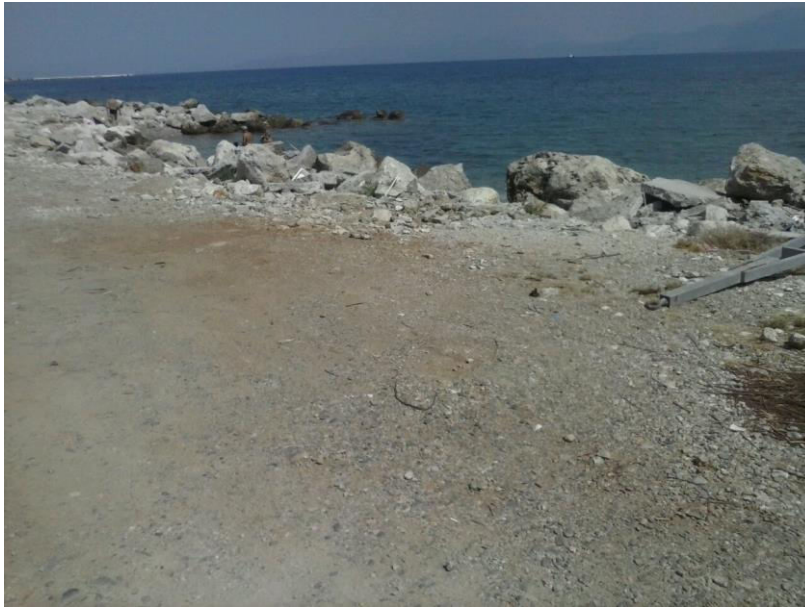
5.1 ΕΦΑΡΜΟΓΗ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστεί μια προσέγγιση εφαρμογής περιβαλλοντικού σχεδιασμού για την κατασκευή παράκτιων έργων προστασίας από διάβρωση σε μια περιοχή του κορινθιακού κόλπου. Η περιοχή μελέτης μας είναι η περιοχή που εκτείνεται από το αλιευτικό καταφύγιο και το ναυτικό όμιλο Κιάτου μέχρι τους κυματοθραύστες και τις εκβολές του Ασωπού ποταμού και φαίνεται στη **φωτό 5.1**.



ΦΩΤΟ 5.1: ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ (αλιευτικό καταφύγιο Κιάτου-κυματοθραύστες)

Η επιλογή της περιοχής αυτής έγινε με κριτήριο ότι σε αυτήν έχουν ήδη αναπτυχθεί μια σειρά έργων <σκληρής> παρέμβασης και το πρόβλημα της διάβρωσης δεν έχει λυθεί, καθώς και η θέλησή μας να αναπτυχθεί μια παραλία για τους κατοίκους του Κιάτου καθώς οι υπάρχουσες δεν είναι και ιδιαίτερα φιλόξενες για τους λουόμενους. (φωτο 5.2).



ΦΩΤΟ 5.2: ΠΑΡΑΛΙΑ ΜΠΡΟΣΤΑ ΑΠΟ ΤΟ ΚΙΑΤΟ

Θα δοθούν 2 προσεγγίσεις για το σχεδιασμό των έργων προστασίας (μια με <σκληρής> παρέμβασης και μια με <ήπιας> παρέμβασης έργα), η καθεμία με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Ακριβής διαστασιολόγηση των έργων που θα περιλαμβάνουν οι προτάσεις δεν μπορεί να γίνει καθώς δεν έχουμε συλλέξει την πληθώρα στοιχείων, μετρήσεων που απαιτούνται για μια τέτοια δουλειά, δεν έχουμε << μετρήσει >> την πλήρη επίδραση όλων των παραμέτρων που επηρεάζουν την παράκτια ζώνη. Οι προτάσεις θα αποτελούν κάποιες βασικές κατευθυντήριες, που προκύπτουν από την επιτόπου επίσκεψη μας στην περιοχή και την συζήτηση με τους κατοίκους και ίσως στο μέλλον να προσφέρουν μια ορισμένη βοήθεια στην προσπάθεια για καλύτερη προστασία από την διάβρωση.

5.2 Η ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΟΡΙΣΜΕΝΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

ΑΝΕΜΟΙ

Στην περιοχή μελέτης και από την επιτόπου παρατήρηση και από ανεμολογικά δεδομένα δρουν κατά κύριο λόγο βορειοανατολικοί άνεμοι. Αρκετή συχνότητα εμφανίζουν και οι βόρειοι άνεμοι με τους βορειοδυτικούς να ακολουθούν. Άνεμοι των υπολοίπων κατευθύνσεων έχουν πολύ μικρή συχνότητα κάτι το οποίο είναι λογικό με βάση τη γεωγραφία της περιοχής.

ΓΕΩΛΟΓΙΑ ΠΕΡΙΟΧΗΣ

Γενικά, τα πετρώματα που εδράζονται στην ευρύτερη περιοχή είναι πορώδεις και καρστικοί σχηματισμοί. Ειδικότερα στην περιοχή μελέτης μας έχουμε ανάπτυξη κροκαλοπαγών πετρωμάτων, τα οποία χαρακτηρίζονται από μεγάλη υδατοπερατότητα.

ΧΡΗΣΕΙΣ ΓΗΣ

Η περιοχή μας σε μεγαλύτερη έκταση καταλαμβάνεται από εκτάσεις οπωροφόρων δέντρων και υπάρχει και έντονη αστική δόμηση είτε συνεχής είτε διακοπτόμενη. Μικρότερες εκτάσεις καταλαμβάνουν αμπελώνες και ελαιώνες. Άρα μιλάμε για χρήσεις γης που περιλαμβάνουν αγροτική παραγωγή και έντονη δόμηση. Αυτές οι χρήσεις γης έχουν πολύ μεγάλη σημασία για την ποσότητα του ιζήματος που κατεβαίνει στην ακτή μέσω των ρεμάτων. Σύμφωνα με μαρτυρίες κατοίκων που βρίσκονται πολλά χρόνια στην περιοχή, το πρόβλημα της διάβρωσης ξεκίνησε την δεκαετία του 70 και εντάθηκε την δεκαετία του 80 ύστερα από την αστική δόμηση που συντελέστηκε και είχε ως αποτέλεσμα το μπάζωμα πολλών ρεμάτων που κατέβαζαν ίζημα στην ακτή. Το μπάζωμα αυτό των ρεμάτων σε συνδυασμό με την άντληση νερού από τα ρέματα που κάποτε ήταν πάρα πολλά, από μεριάς αγροτών, είχε ως αποτέλεσμα αυτά τα ρέματα να έχουν χαθεί ή να είναι ξερά και συνεπώς να μην κατεβάζουν ίζημα προς την ακτή κάνοντάς την πιο ευάλωτη στους διαβρωτικούς μηχανισμούς της θάλασσας. Μέχρι και ο Ασωπός που ήταν το κυριότερο ποτάμι της περιοχής σήμερα τους ανοιξιάτικους και καλοκαιρινούς μήνες είναι ξερό. (φωτό 5.3)



ΦΩΤΟ 5.3: ΚΟΙΤΗ ΑΣΩΠΟΥ (τελείως ξεραμένη)

5.3 ΠΕΡΙΟΧΗ ΜΕΛΕΤΗΣ-ΥΦΙΣΤΑΜΕΝΑ ΕΡΓΑ

Τα ήδη υπάρχοντα έργα που περιλαμβάνει η περιοχή μελέτης μας είναι ένα αλιευτικό καταφύγιο 8 πρόβολοι, μια περιοχή που προστατεύεται με θωράκιση ακτής από φυσικούς ογκόλιθους και 2 κυματοθραύστες. Στο παρακάτω σχήμα 5.1 με το γράμμα Α παριστάνεται το αλιευτικό καταφύγιο, οι πρόβολοι έχουν αρίθμηση από 1 έως 8 και οι κυματοθραύστες έχουν αρίθμηση Κ₁ και Κ₂. Ανάμεσα στους προβόλους Νο 4 και Νο 5 είναι η περιοχή που προστατεύεται με θωράκιση της ακτής. Επίσης με το βελάκι φαίνεται και η φορά της παράλληλης στην ακτή στερεομεταφοράς.

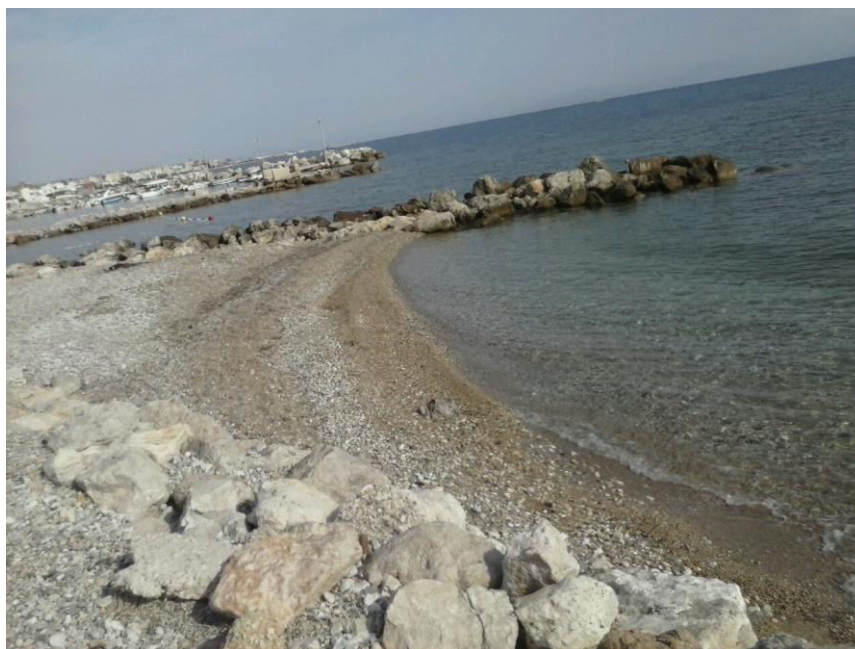


ΣΧΗΜΑ 5.1: ΦΟΡΑ ΠΑΡΑΚΤΙΑΣ ΣΤΕΡΕΟΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΟΧΗ

Για να μελετήσουμε καλύτερα την περιοχή μας θα τη χωρίσουμε σε 5 ζώνες που καθορίζονται παρακάτω και φαίνονται και στο σχήμα 5.1.

5.3.1 ΖΩΝΗ 1: ΑΛΙΕΥΤΙΚΟ ΚΑΤΑΦΥΓΙΟ-ΠΡΟΒΟΛΟΣ N₀ 4

Στην περιοχή αυτή έχουμε το αλιευτικό καταφύγιο και 4 προβόλους. Το σκέλος προστασίας του αλιευτικού και οι πρόβολοι κρατούν το ίζημα από την πλευρά που συναντούν το παράκτιο ρεύμα (φωτο 5.4) με την φορά που αυτό έχει, φορά που φαίνεται στο σχήμα 5.1.



ΦΩΤΟ 5.4: ΣΥΓΚΡΑΤΗΜΕΝΟ ΙΖΗΜΑ ΣΤΗ ΖΩΝΗ 1

Ακριβώς λόγω της φοράς του παράκτιου ρεύματος και για να έχουμε καλύτερη συγκράτηση του ιζήματος, ο άξονας των προβόλων στρέφεται προς τα δεξιά κόντρα στη φορά του ρεύματος. Οι πρόβολοι είναι καλά κατασκευασμένοι, έχοντας καλή διαβάθμιση, με μεγάλες πέτρες στην εξωτερική τους θωράκιση και όλο και μικρότερες στο εσωτερικό (φωτο 5.5).



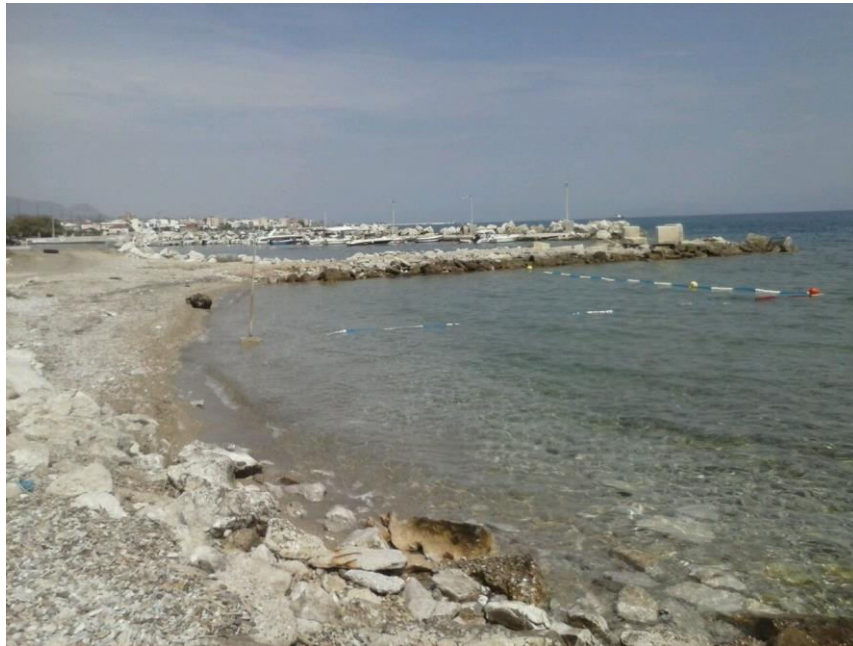
ΦΩΤΟ 5.5: ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΠΡΟΒΟΛΩΝ ΖΩΝΗΣ 1

Αποτέλεσμα αυτού είναι η συγκράτηση ικανοποιητικού ποσού ιζήματος και δημιουργία παραλιών, ανάμεσα στους προβόλους, που μπορούν να φιλοξενήσουν κάποιους λουόμενους, και το ίζημα αυτό είναι αρκετά λεπτόκοκκο προσεγγίζοντας σε άμμο (φωτο 5.6).



ΦΩΤΟ 5.6: ΛΕΠΤΟΚΟΚΚΟ ΙΖΗΜΑ ΣΤΗ ΖΩΝΗ 1

Μειονέκτημα αυτών των προβόλων είναι το μικρό μήκος τους που δεν εκτείνεται σε όλη τη ζώνη θραύσης έτσι ώστε να έχουμε τη μέγιστη δυνατή συγκράτηση. Το σκέλος του αλιευτικού που εκτείνεται πιο βαθιά στη ζώνη θραύσης συγκρατεί μεγαλύτερο ποσό ιζήματος και δημιουργεί πιο πλατιά παραλία με ακόμη πιο λεπτόκοκκο ίζημα. (φωτο 5.7).



ΦΩΤΟ 5.7: ΣΚΕΛΟΣ ΑΛΙΕΥΤΙΚΟΥ ΚΑΙ ΣΥΓΚΡΑΤΟΥΜΕΝΟ ΙΖΗΜΑ

Τα μήκη των προβόλων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΟΒΟΛΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΠΡΟΒΟΛΟΥ (m)
1	25
2	20
3	19
4	19

Οι αποστάσεις μεταξύ των προβόλων είναι της τάξης των 40 m – 45 m, απόσταση που ικανοποιεί τους κανονισμούς έτσι ώστε να μην έχουμε εκτροπή του ιζήματος

προς τα ανοιχτά, κάτι που συμβαίνει όταν οι πρόβολοι είναι πολύ κοντά μεταξύ τους. Το μήκος της ζώνης αυτής είναι περίπου 300 m. Όλα τα αναφερόμενα μήκη στο κεφάλαιο αυτό είναι μετρημένα με AutoCad.

5.3.2 ΖΩΝΗ 2: ΠΡΟΒΟΛΟΣ N₀4- ΠΡΟΒΟΛΟΣ N₀5

Στη ζώνη αυτή με μήκος περίπου 140 m έχουμε προστασία της ακτής με θωράκιση από φυσικούς ογκολίθους (φωτο 5.8).



ΦΩΤΟ 5.8: ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΖΩΝΗΣ 2 ΑΠΟ ΦΥΣΙΚΟΥΣ ΟΓΚΟΛΙΘΟΥΣ

Οι ογκόλιθοι αυτοί, εκτός του ότι καθιστούν το συγκεκριμένο κομμάτι ακτής ακατάλληλο για μπάνιο και αναψυχή έχουν πολύ κακή διαβάθμιση με αποτέλεσμα οι κυματισμοί να έχουν διαβρώσει κάτω από τους ογκολίθους και ανάμεσά τους (φωτο 5.9).



ΦΩΤΟ 5.9: ΤΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΝΑ ΑΝΑΜΕΣΑ ΑΠΟ ΟΓΚΟΛΙΘΟΥΣ ΚΑΙ ΔΙΑΒΡΩΝΕΙ

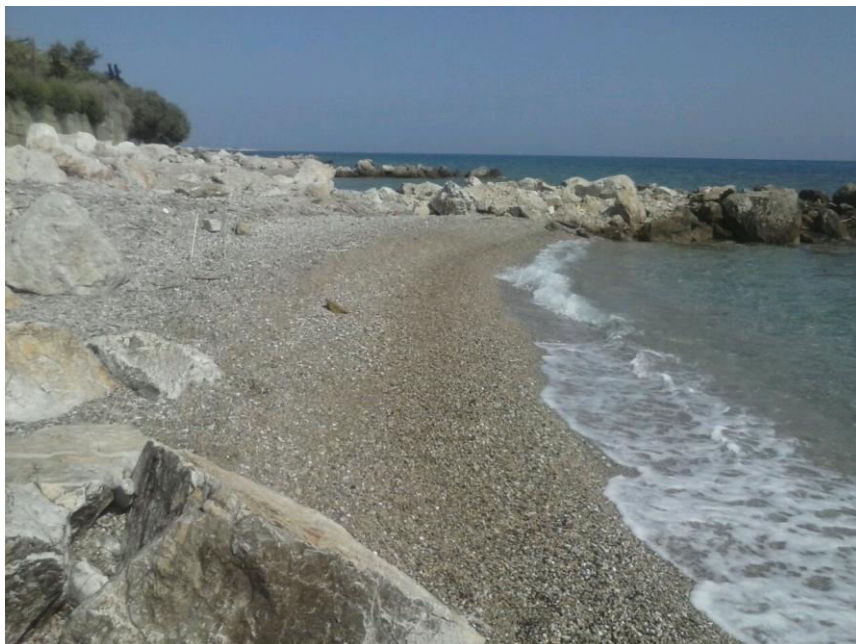
5.3.3 ΖΩΝΗ 3: ΠΡΟΒΟΛΟΣ N₀ 5- ΠΡΟΒΟΛΟΣ N₀ 8

Στη ζώνη αυτή με μήκος περίπου 135 m έχουμε και εδώ 4 προβόλους με αντίστοιχη λογική και διάταξη (κλίνουν προς τα δεξιά κόντρα στο παράκτιο ρεύμα) με αυτούς της ζώνης 1. Εδώ όμως οι πρόβολοί μας έχουν μικρότερο μήκος από αυτούς της ζώνης 1 και χειρότερη διαβάθμιση θωράκισης με το νερό να περνά ανάμεσα από τους ογκολίθους της θωράκισης. (φωτο 5.10).



ΦΩΤΟ 5.10: ΤΟ ΝΕΡΟ ΠΕΡΝΑ ΜΕΣΑ ΑΠΟ ΤΗΝ ΘΩΡΑΚΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΟΛΟΥ

Αποτέλεσμα αυτού είναι ότι το ποσό ιζήματος που συγκρατείται είναι μικρότερο, άρα έχουμε μικρότερο πλάτος παραλίας (φωτο 5.11),



ΦΩΤΟ 5.11: ΙΖΗΜΑ ΚΑΙ ΠΛΑΤΟΣ ΠΑΡΑΛΙΑΣ ΣΤΗ ΖΩΝΗ 3

και το ιζήμα είναι πιο χονδρόκοκκο (φωτο 5.12)



ΦΩΤΟ 5.12: ΠΙΟ ΧΟΝΔΡΟΚΟΚΚΟ ΙΖΗΜΑ ΣΤΗ ΖΩΝΗ 3

Τα μήκη των προβόλων φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

ΑΡΙΘΜΟΣ ΠΡΟΒΟΛΟΥ	ΜΗΚΟΣ ΠΡΟΒΟΛΟΥ (m)
5	12
6	12
7	15
8	15

Οι αποστάσεις μεταξύ των προβόλων είναι της τάξης των 33 m – 35 m, απόσταση που ικανοποιεί τους κανονισμούς έτσι ώστε να μην έχουμε εκτροπή του ιζήματος προς τα ανοιχτά, κάτι που συμβαίνει όταν οι πρόβολοι είναι πολύ κοντά μεταξύ τους.

5.3.4 ΖΩΝΗ 4: ΠΡΟΒΟΛΟΣ N₀ 8 –ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ

Ουσιαστικά, η ζώνη αυτή με μήκος περίπου 670 m δεν προστατεύεται από κανένα έργο, είναι εκτεθειμένη στον κυματισμό και για το λόγο αυτό η διάβρωση έχει φτάσει μέχρι τα σπίτια (φωτο 5.13)

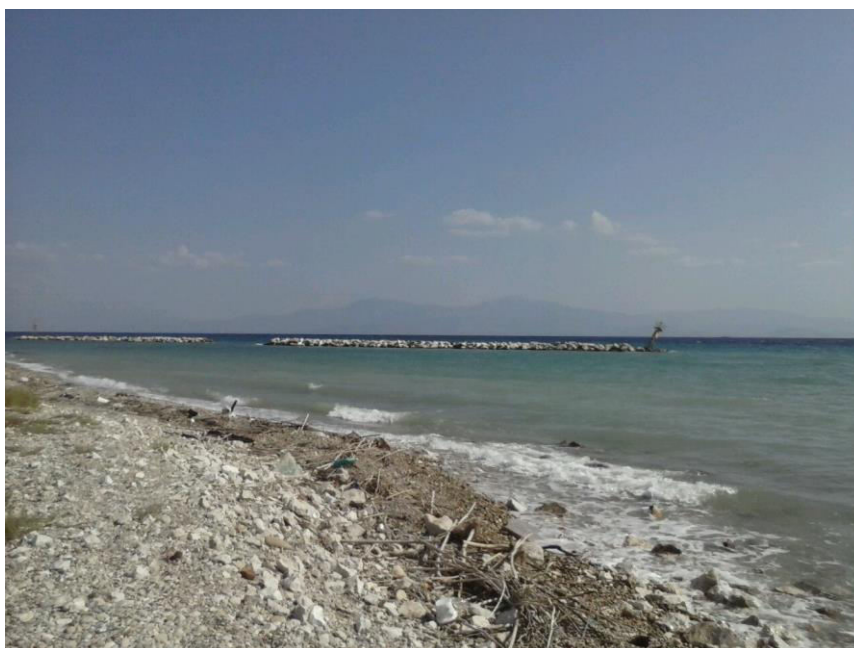


ΦΩΤΟ 5.13: ΤΑ ΚΥΜΑΤΑ ΣΤΙΣ ΜΑΝΤΡΕΣ ΣΠΙΤΙΩΝ ΣΤΗ ΖΩΝΗ 4

Σε όλη την έκταση της ζώνης έχουμε παρεμβάσεις από κατοίκους που όμως δεν υπήρχε πρόσβαση. Εδώ τα μέτρα προστασίας είναι επιτακτικά καθώς η διάβρωση επιταχύνεται λόγω κατακόρυφων μετώπων και στάσιμων κυματισμών που δημιουργούνται.

5.3.5 ΖΩΝΗ 5: ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ

Στη ζώνη αυτή που έχει μήκος 340 m έχουμε ένα σύστημα 2 παράλληλων κυματοθραυστών οι οποίοι απέχουν περίπου 80 m από την ακτογραμμή. Είναι κατασκευασμένοι από φυσικούς ογκολίθους και έχουν μήκος 75 m. Έχουν απόσταση 30m και ο K_1 βγαίνει πιο έξω από τον K_2 κατά 15 m. (φωτο 5.14)



ΦΩΤΟ 5.14: ΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ ΣΤΟ ΚΙΑΤΟ

Στη ζώνη αυτή φαίνεται ξεκάθαρα από την επιτόπια επίσκεψη ότι οι κυματοθραύστες έχουν συμβάλει σοβαρά στην συγκράτηση ιζήματος και στη αντιμετώπιση σε κείνο το σημείο της διάβρωσης. Αρχικά, το ίζημα είναι χαλίκι που είναι στρωματοποιημένο και όσο πλησιάζουμε προς τη θάλασσα οι διάμετροί του μειώνονται. (φωτο 5.15). Αυτό δείχνει ότι μετά την κατασκευή των κυματοθραυστών πρώτα είχαμε συγκράτηση βαρύτερου ιζήματος και σιγά σιγά μπόρεσε να συγκρατηθεί και πιο ελαφρύ ίζημα πάνω στο βαρύ.



ΦΩΤΟ 5.15: ΤΟ ΙΖΗΜΑ ΠΙΣΩ ΑΠΟ ΤΟΥΣ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ

Ένα ακόμη στοιχείο που δείχνει ότι οι κυματοθραύστες έχουν συμβάλει στη συγκράτηση του ιζήματος είναι ότι σε ορισμένα σημεία, εκεί που σκάει το κύμα στην ακτή, έχουμε εμφάνιση μικρών λόφων από ιζήμα (φωτο 5.16). Από κει ξεκινάει και συσσωρεύεται η νέα στρώση ιζήματος.



ΦΩΤΟ 5.16: ΤΑ ΣΗΜΕΙΑ ΠΟΥ ΞΕΚΙΝΑ Η ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΑ ΝΕΑΣ ΣΤΡΩΣΗΣ

Τέλος, στοιχείο που μας φανερώνει την λειτουργία των κυματοθραυστών είναι ότι μπροστά από τα σπίτια της περιοχής έχει σωρευτεί ίζημα. Πριν την κατασκευή των κυματοθραυστών, η θάλασσα είχε μπει στις αυλές των ανθρώπων και γι αυτό είχαν τοποθετηθεί φυσικοί ογκόλιθοι για προστασία. Τώρα μπροστά από τους ογκολίθους έχουμε συσσώρευση ιζήματος. (φωτο 5.17)



ΦΩΤΟ 5.17: ΣΥΓΚΡΑΤΗΣΗ ΙΖΗΜΑΤΟΣ ΜΠΡΟΣΤΑ ΑΠΟ ΤΑ ΣΠΙΤΙΑ

Στη ζώνη πίσω από τους κυματοθραύστες η θάλασσα είναι ιδιαίτερα θολή (χωρίς να έχουμε κυματισμούς) και υπάρχει και ανάπτυξη γλοιωδών φυκιών. Ενδεχομένως η περιβαλλοντική αυτή υποβάθμιση να οφείλεται στην μη καλή ανανέωση των υδάτων λόγω της ύπαρξης των κυματοθραυστών. Και η ακτή βέβαια έχει κακά χάλια καθώς υπάρχουν πολλά σκουπίδια και φαίνεται ότι δεν ασχολείται κανείς με τον καθαρισμό της (φωτο 5.18)



ΦΩΤΟ 5.18: Η ΠΑΡΑΛΙΑ ΣΤΗ ΖΩΝΗ 5 ΜΕ ΣΚΟΥΠΙΔΙΑ

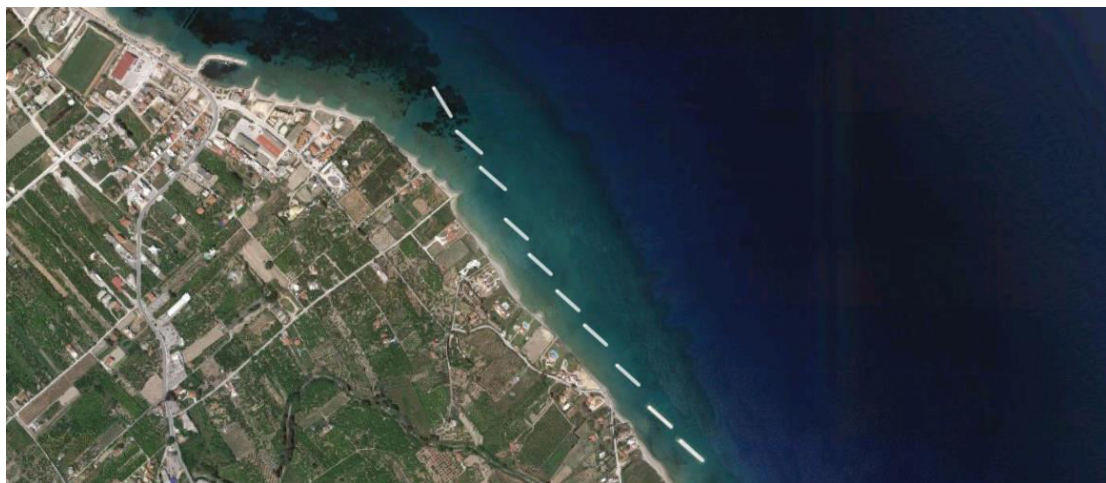
5.4 ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΠΡΟΣΤΑΣΙΑ ΤΗΣ ΑΚΤΗΣ

Με βάση την υπάρχουσα κατάσταση θα προταθούν 2 διαφορετικές προτάσεις για την προστασία της ακτής. Η μία θα περιλαμβάνει <σκληρές> παρέμβασης έργα και η άλλη <ήπιας> παρέμβασης έργα. Έπειτα θα αναφερθούμε στα μειονεκτήματα και στα πλεονεκτήματα της κάθε λύσης. Η επιλογή βέβαια οποιασδήποτε από τις 2 λύσεις, ή οποιας άλλης εξεταστεί και προκριθεί στο μέλλον, εξαρτάται από τα κριτήρια σχεδιασμού και τις ανάγκες για προστασία που έρχεται να καλύψει. Ορισμένοι προβληματισμοί για το κριτήριο σχεδιασμού τέθηκαν και στο προηγούμενο κεφάλαιο.

5.4.1 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΠΡΩΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Η πρότασή μας περιλαμβάνει την κατασκευή έργων που περιλαμβάνονται στην κατηγορία έργων <σκληρές> παρέμβασης. Έτσι λοιπόν για να προστατέψουμε τις ζώνες 2,3,4,5 από τη διάβρωση και τη δράση των κυματισμών, η οποία δράση είναι και πιο έντονη λόγω και του προσανατολισμού της ακτής, θα κατασκευαστούν σε όλο αυτό το διάστημα έξαλοι κυματοθραύστες οι οποίοι θα περιορίσουν τη δράση των κυματισμών και θα προστατεύσουν ικανοποιητικά την περιοχή μας από τη διάβρωση.

Η διάταξή τους ακολουθεί τη διάταξη των ήδη υπάρχοντων κυματοθραυστών και οι αποστάσεις που τοποθετούνται από την ακτή είναι 90m με 100m. Στο σχήμα 5.2 φαίνονται οι κυματοθραύστες που προτείνονται να γίνουν.



ΣΧΗΜΑ 5.2: ΠΡΟΤΑΣΗ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗΣ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΩΝ

Στη ζώνη 2 που έχουμε θωράκιση της ακτής με ογκολίθους, προτείνεται η απομάκρυνσή τους έτσι ώστε να μπορεί αξιοποιηθεί αυτή η ζώνη από λουόμενους. Η προστασία στη ζώνη αυτή γίνεται πλέον από τους κυματοθραύστες. Στη ζώνη 1 προτείνεται η επέκταση των προβόλων 1 και 2 κατά 5m, του προβόλου 3 κατά 3m και ο πρόβολος 4 να έχει το αρχικό του μήκος. Οι επεκτάσεις προτείνονται να είναι ύφαλες έτσι ώστε να μην έχουμε και σπατάλη υλικών και επιπλέον οπτική όχληση. Η πρόταση για επέκταση των προβόλων προέκυψε από το γεγονός ότι το μήκος των υπάρχοντων προβόλων είναι μικρό, δεν καλύπτει τη ζώνη θραύσης και άρα δεν έχουμε τη μέγιστη συγκράτηση ιζήματος που θα μπορούσε να συγκρατηθεί μιας και ίζημα διακινείται σε όλο το πλάτος της ζώνης θραύσης. Η ζώνη θραύσης με κλίση πυθμένα 2,8% (κλίση που προέκυψε από βυθομετρικό χάρτη του εργαστηρίου Λιμενικών ΕΜΠ για την περιοχή), ύψος κύματος 3m (από στοιχεία εργαστηρίου Λιμενικών ΕΜΠ για την περιοχή) και με χρήση του κριτηρίου $H/d = 0,78$ από το οποίο υπολογίζουμε βάθος θραύσης, εκτείνεται στα 130m περίπου από την ακτή. Ούτως ή άλλως έχουμε ένδειξη ότι μπορούμε να συγκρατήσουμε περισσότερο ίζημα, από το γεγονός ότι το σκέλος του αλιευτικού που εκτείνεται βαθύτερα στη ζώνη θραύσης συγκρατεί περισσότερο ίζημα και προκύπτει μεγαλύτερο πλάτος παραλίας. Δεν προεκτείνουμε περισσότερο τους προβόλους γιατί από ένα σημείο και μετά θα

αποτελέσουν κίνδυνο για τη ναυσιπλοΐα. Η επέκταση των προβόλων φαίνεται στο σχήμα 5.3.



ΣΧΗΜΑ 5.3: ΠΡΟΤΑΣΗ ΠΡΟΕΚΤΑΣΗΣ ΠΡΟΒΟΛΩΝ

Στη ζώνη 3 οι υπάρχοντες πρόβολοι παραμένουν ως έχουν. Τέλος, προτείνεται διευθέτηση της κοίτης του ποταμού Ασωπού προκειμένου να κατεβάξει περισσότερο ίζημα, (πχ τυχόν αναβαθμοί συγκρατούν ίζημα και πρέπει να δούμε την κλίση τους ώστε να επιτρέπουν την κίνηση του ιζήματος.) και σε περίπτωση που οι γεωτρήσεις των αγροτών πρέπει να σταματήσουν, να εξασφαλιστεί η ύδρευση των χωραφιών τους σε χαμηλό κόστος με άλλο τρόπο.

5.4.2 ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

Για τη δεύτερη πρόταση, θα κάνουμε ακριβώς τα ίδια έργα με την πρώτη με τις εξής διαφοροποιήσεις:

- Οι κυματοθραύστες στις ζώνες 2,3,4,5 θα κατασκευαστούν μεν στις ίδιες θέσεις, θα είναι όμως ύφαλοι. (ανάλογα με το ποσοστό της ενέργειας των κυματισμών που θέλουμε να περνάει θα κατασκευάσουμε και το ύψος των ύφαλων κυματοθραυστών)
- Στις ζώνες 2,3,4,5 θα εφαρμόσουμε και τη μέθοδο αναπλήρωσης ακτής. Στο σχήμα 5.4 φαίνεται η αναπλήρωση της ακτής.



ΣΧΗΜΑ 5.4: ΥΦΑΛΟΙ ΚΥΜΑΤΟΘΡΑΥΣΤΕΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΛΗΡΩΣΗΣ ΑΚΤΗΣ

Στη μέθοδο αυτή η αναπλήρωση θα γίνει κομματιαστά. Στόχος μας είναι να κάνουμε μετρήσεις που θα μας δείχνουν πως προσαρμόζεται η παρέμβασή μας σε κάθε στάδιο και έτσι θα ξέρουμε πως να συνεχίσουμε το έργο προκειμένου να έχουμε τα επιθυμητά αποτελέσματα (δηλαδή να μην χαθεί σε πολύ μικρό χρονικό διάστημα το ίζημα και είμαστε αναγκασμένοι να αναπληρώνουμε συνεχώς).

5.4.3 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΩΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

1. Η λειτουργία τέτοιων έργων και πως επιδρούν στο φυσικό περιβάλλον είναι πιο γνωστή στους μηχανικούς και άρα μπορεί να επιτευχθεί ορθός σχεδιασμός με πολλή μεγαλύτερη πιθανότητα.
2. Τα έργα τέτοιου τύπου αποτελούν μια πιο μόνιμη λύση από έργα όπως η αναπλήρωση ακτής, που ιδιαίτερα αν δεν σχεδιαστούν σωστά, χρειάζονται μια ανανέωση.
3. Είναι έργα που με σωστό σχεδιασμό είναι πολύ αποτελεσματικά έναντι διάβρωσης και προστατεύουν και από την κυματική δράση που ιδιαίτερα στις ζώνες 2-3-4 έχουν σοβαρές επιπτώσεις (για αυτό και οι κυματοθραύστες).
4. Σχετικά εύκολη κατασκευή.
5. Εύκολη συντήρηση και αποκατάσταση τυχόν ζημιών
6. Μεγάλη αντοχή των έργων αυτών στη δράση του φυσικού περιβάλλοντος

7. Με κατάλληλο σχεδιασμό (για να έχουμε κατάλληλες πιέσεις νερού και κατάλληλες ταχύτητες έτσι ώστε να μπορούν να επιβιώσουν ψάρια και άλλα είδη) μπορούν να αποτελέσουν μιας μορφής τεχνητό οικότοπο.

5.4.4 ΠΛΕΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

1. Δημιουργία παραλίας, με την αναπλήρωση της ακτής, ικανότερης να φιλοξενεί περισσότερο κόσμο.
2. Μέθοδος προστασίας από τη διάβρωση που εναρμονίζεται ομαλότερα με το περιβάλλον και έτσι δεν εντείνει τους διαβρωτικούς μηχανισμούς όπως συμβαίνει με έργα < σκληρές> παρέμβασης όπως κατακόρυφοι τοίχοι.
3. Δεν υπάρχει οπτική όχληση σε ντόπιους και ξένους παραθεριστές.
4. Η ακτή θα δίνει περισσότερες δυνατότητες αναψυχής (αθλητισμός κτλ)
5. Δεν έχουμε ιδιαίτερα προβλήματα μόλυνσης καθώς το υλικό αναπλήρωσης (ιδιαίτερα αν έχει ανασυρθεί από τη θάλασσα) δεν μολύνει ιδιαίτερα και με τους ύφαλους κυματοθραύστες και προβόλους έχουμε διέλευση κάποιου ποσού κυματικής ενέργειας με αποτέλεσμα την καλή ανανέωση των υδάτων.
6. Οι ύφαλοι κυματοθραύστες με τον κατάλληλο σχεδιασμό μπορούν να αποτελέσουν και αυτοί μιας μορφής τεχνητό οικότοπο.
7. Μικρότερος όγκος ογκολίθων και άρα όχι τόσο μεγάλη κατάληψη εμβαδού πυθμένα. Μικρότερη επίδραση στην τοπική χλωρίδα και πανίδα.

5.4.5 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΠΡΩΤΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

1. Τέτοιου τύπου έργα θα προκαλούν σοβαρή οπτική όχληση σε τουρίστες και ντόπιους που θα συρρεύσουν στην περιοχή για αναψυχή.
2. Μεγάλος όγκος υλικών για την κατασκευή των έργων και συνεπώς μεγάλο κόστος.
3. Περιβαλλοντικά προβλήματα λόγω μεγάλης κατάληψης του πυθμένα από τους ογκολίθους (καταστροφή τοπικής χλωρίδας και πανίδας) και μη καλής ανανέωσης των υδάτων πίσω από τους κυματοθραύστες. Αν συνυπολογίσουμε και ρύπους (λόγω των φυτοφαρμάκων) που κατεβάζουν τα ποτάμια τους χειμερινούς μήνες, το πρόβλημα της μη καλής ανανέωσης μπορεί να εξελιχθεί

σε σοβαρό πρόβλημα (ανάπτυξη ευτροφισμού, άσχημες οσμές, και εμφανής με γυμνό μάτι μόλυνση του νερού).

4. Αν δεν σχεδιαστούν σωστά τα έργα αυτά μπορεί τελικά να μην προστατεύουν από διάβρωση την περιοχή μας, ή ακόμη επηρεάζοντας τα ρεύματα της περιοχής να μεταφέρουν το πρόβλημα της διάβρωσης αλλού. Ακόμη τέτοιου είδους προβλήματα είναι και η εμφάνιση του φαινομένου tombola.

5.4.6 ΜΕΙΟΝΕΚΤΗΜΑΤΑ ΔΕΥΤΕΡΗΣ ΠΡΟΤΑΣΗΣ

1. Λόγω των ύφαλων κατασκευών έχουμε διέλευση κυματικής ενέργειας (ιδιαίτερα χειμερινούς μήνες) που μπορεί να συνεχίσει να λειτουργεί διαβρωτικά.
2. Δεν αποτελεί μόνιμη λύση καθώς κάποιο ποσοστό του δάνειου υλικού θα χάνεται με το πέρασμα του χρόνου και θα χρειάζεται ανανέωση.(ιδιαίτερα στην περίπτωση που η αναπλήρωση της ακτής δεν έχει σχεδιαστεί σωστά)
3. Οι ύφαλες κατασκευές αποτελούν κίνδυνο για τη ναυσιπλοΐα.
4. Χρειάζεται μεγαλύτερη ερευνητική δουλειά, για το πως θα λειτουργήσουν τα έργα, σε σχέση με την έρευνα που απαιτείται για την πρώτη πρόταση που περιέχει <σκληρές> παρέμβασης έργα που υπάρχει συσσωρευμένη εμπειρία για το πως λειτουργούν.

5.5 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Από τη διπλωματική αυτή μπορούν να βγουν αρκετά συμπεράσματα. Θα αναφέρουμε όμως, για να δοθεί έμφαση, τα σπουδαιότερα από αυτά.

1. Η παράκτια ζώνη είναι ένα ιδιαίτερα πολύπλοκο σύστημα. Η πολυπλοκότητά του προκύπτει από το γεγονός ότι συνυπάρχουν φυσικό και ανθρωπογενές περιβάλλον. Κάθε μεταβολή είτε στο φυσικό είτε στο ανθρωπογενές περιβάλλον δημιουργεί νέες συνθήκες οι οποίες μπορούν να έχουν άσχημες συνέπειες.
2. Για να αντιμετωπίσουμε τα όποια προβλήματα στην παράκτια ζώνη και για να σχεδιάσουμε σωστά οποιαδήποτε παρέμβαση χρειάζεται σωστή εκτίμηση όλων των παραμέτρων που επιδρούν και των συνεπειών τους. Άρα ουσιαστικά πρέπει να έχουμε καταρτισμένο ολοκληρωμένο σχέδιο παρέμβασης δηλαδή χρειάζεται να κάνουμε <ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ> της παράκτιας ζώνης.
3. Τα <σκληρές> παρέμβασης έργα επηρεάζουν σε μεγαλύτερο βαθμό τις φυσικές διεργασίες των ρευμάτων σε σχέση με τα <ήπιες> παρέμβασης έργα (και έτσι μπορεί να επιταχύνουν αν σχεδιαστούν λανθασμένα διεργασίες διάβρωσης), αποτελούν όμως μια πιο μόνιμη λύση.
4. Τόσο τα <σκληρές> όσο και τα <ήπιες> παρέμβασης έργα έχουν πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Το ποιά έργα θα γίνουν και ποιά όχι καθορίζονται από τους στόχους που θέλουμε να επιτύχουμε και το πως θέλουμε να διαχειριστούμε μια παράκτια ζώνη, κοντολογίς από το κίνητρο της παραγωγής. Άρα η διαχείριση μιας παράκτιας ζώνης δεν αποτελεί ένα στενά τεχνικό ζήτημα αλλά πρώτα και κύρια κοινωνικό και πολιτικό.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ-ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Αναγνώστου Χ., Αντωνίου Π., Ισάρης Ι., Μαντζαυράκος, Η., 2002, *Η μέθοδος των πυθμενικών προβολών γεωϋφάσματος πληρωμένων με σκυρόδεμα ως έργο προστασίας των ακτών από τη διάβρωση: μια κριτική θεώρηση εφαρμογών από τον ελληνικό χώρο*, Αθήνα.
- Δαρείου, Ε., 2011, *Κλιματικές αλλαγές και παράκτια έργα*, Κύπρος.
- Ζαχαριάδου Ζ., 2013, *Κλιματική αλλαγή και διαχείριση παράκτιων τεχνικών έργων*, Θεσσαλονίκη.
- Ζήρος, Α. - Δημητριάδης Χ.- Μέμος, Κ. - Κουτσούμπας, Δ.- Δημητριάδης, Ι., 2009, «Εκτίμηση των επιπτώσεων της παρουσίας υφάλου κυματοθραύστη στα πρότυπα δομής και ποικιλότητας των μακροπανιδικών βιοκοινοτήτων σκληρού υποστρώματος στο στενό της Μυτιλήνης», *9ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας - Πρακτικά*, Τόμος Ι, 651-656.
- Ζόλκου, Π., 2010, *Περιβαλλοντική αποτίμηση και οικονομοτεχνική εκτίμηση έργων προστασίας παράκτιας ζώνης του Νότιου Κορινθιακού κόλπου*, Αθήνα.
- Kontaxi, C.- Memos, K. 2015, «Submerged breakwaters as artificial habitats», *XXXI IAHR CONGRESS* , 3967- 3973.
- Κουτάντος, Ε. Β. –Καραμπάς, Θ. Β. –Κουτίτας, Χ. Γ. - Πρίνας, Π. Ε., 2001, «Υδροδυναμική Συμπεριφορά πλωτών κυματοθραυστών σε ρηχά και ενδιάμεσου βάθους ύδατα», *Υδροτεχνικά*, τ.11, 76-86.
- Κουτάντος, Ε. Β. - Κουτίτας, Χ. Γ., 2002, «Θραυόμενοι κυματισμοί σε βυθισμένο, μονολιθικό κυματοθραύστη», *Υδροτεχνικά*, 51-63.
- Κωνσταντίνου Ζ., Κρεστενίτης Γ., Αναγνώστου Χ., 2006, «Προστασία και διαχείριση της παράκτιας ζώνης: Η περίπτωση της περιοχής του Πλαταμώνα», *8ο Πανελλήνιο Συμπόσιο Ωκεανογραφίας & Αλιείας -Πρακτικά*, Τόμος Ι, 715-720.
- Μέμος, Κ, 2008, *Εισαγωγή στα Λιμενικά Έργα*, Αθήνα.
- Μουτζούρης, 2005, *Ακτομηχανική*, Αθήνα.
- Μουτζούρης, 2009, *Θαλάσσια Υδραυλική*, Αθήνα.
- Λουκογεωργάκη, Ε.- Αγγελίδης, Κ., 2005, «Δυσκαμψία και αποτελεσματικότητα πλωτού κυματοθραύστη», *Heleco '05*, ΤΕΕ, 1-10.

- Spalding, M. – McIvor - A.- Tonneijck, F. - Tol, S. - van Eijk, P., 2014, *Mangroves for coastal defence*, Wetlands International and The Nature Conservancy, U.K.