

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ

ΣΧΟΛΗ ΓΕΩΠΟΝΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΓΕΩΠΟΝΙΑΣ ΙΧΘΥΟΛΟΓΙΑΣ

ΚΑΙ ΥΔΑΤΙΝΟΥ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

ΠΡΟΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«Τεχνητοί ύφαλοι στην Ελλάδα: παρούσα κατάσταση και
προοπτικές»**

ΣΑΚΑΛΗ ΜΕΜΕΤΑΛΗ ΙΣΜΑΗΛ ΤΕΤΖΑΝ

ΒΟΛΟΣ 2017

Διμελής Εξεταστική Επιτροπή:

1. Παναγιώτα Παναγιωτάκη, Αναπληρώτρια καθηγήτρια, Υδατοκαλλιέργειες, Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Επιβλέπουσα.

2. Δημήτριος Βαφείδης, Καθηγητής, Βιοποικιλότητα των Θαλάσσιων Βενθικών Ασπονδύλων και άμεση - έμμεση χρησιμότητά τους. Τμήμα Γεωπονίας Ιχθυολογίας και Υδάτινου Περιβάλλοντος, Σχολή Γεωπονικών Επιστημών, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Μέλος.

Ευχαριστίες

Αισθάνομαι την ανάγκη να επισημάνω την απέραντη ευγνωμοσύνη μου, στους γονείς μου για όλα όσα μου έχουν προσφέρει στη διάρκεια των μαθητικών και φοιτητικών μου χρόνων και την αμέριστη υποστήριξή τους σε κάθε μου επιλογή.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω στην επιβλέπουσα καθηγήτρια μου κ. Παναγιώτα Παναγιωτάκη, για την ανιδιοτελή προσφορά της, για τον σημαντικό χρόνο που μου αφιέρωσε και τις πολύτιμες πληροφορίες που μου μετέδωσε καθ' όλη τη διάρκεια της συγγραφής αυτής, γιατί χωρίς την βοήθεια της δεν θα ήταν δυνατή η πραγματοποίηση της εργασίας αυτής.

Περίληψη

Η παρούσα εργασία εξετάζει το θέμα της κατασκευής τεχνητών υφάλων όταν χρησιμοποιούνται με σκοπό την αύξηση του αλιευτικού αποθέματος και πιθανή μελλοντική χρήση τους για υδατοκαλλιεργητικές δραστηριότητες. Αρχικά, γίνεται μια μικρή περιγραφή της αλιείας ως κλάδο οικονομικής δραστηριότητας και τονίζεται η ανάγκη ενίσχυσης του κλάδου. Ένας σύγχρονος τρόπος ενίσχυσης του αλιευτικού όγκου μιας περιοχής είναι η κατασκευή τεχνητού υφάλου ο οποίος περιγράφεται ως κατασκευή αναλύοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά του και το πρωτεύον υλικό από το οποίο μπορεί να αποτελείται. Χρησιμοποιείται πληθώρα υλικών (σκυρόδεμα, λάστιχα αυτοκινήτου, φυσικά υλικά όπως ξύλο κλπ), ανάλογα με το σκοπό που εξυπηρετεί η κατασκευή. Κατόπιν, αναλύονται οι παράγοντες που θεωρείται ότι επηρεάζουν την επιτυχία της κατασκευής αναφορικά με το σχεδιασμό του υφάλου, την πόντισή του, τις περιβαλλοντικές και επιτόπιες συνθήκες, τον σχεδιασμό του υφάλου και την αλιεία.

Στη συνέχεια, αναλύεται μια περίπτωση κατασκευής τεχνητού υφάλου στο Ισραήλ που ως στόχο είχε την αύξηση των αλιευτικών αποθεμάτων της περιοχής και παρατηρείται η όλη διαδικασία ως την εξαγωγή των συμπερασμάτων καθώς αυτή η περίπτωση χρονολογείται στις αρχές της δεκαετίας του '80 όπου η τεχνοτροπία των τεχνητών υφάλων ήταν ακόμα στην αρχή της. Κατόπιν, η μελέτη περιπτώσεων προχωρά στον Ελληνικό χώρο όπου μελετώνται είτε περιπτώσεις κατασκευής είτε περιπτώσεις όπου βρίσκονται ακόμα στη φάση κατασκευής ή μελέτης.

Τα συμπεράσματα τα οποία εξάγονται από τη μελέτη τονίζουν ιδιαίτερα τη σημαντικότητα της επιλογής του υλικού κατασκευής, και την σημασία μελέτης συγκεκριμένων παραγόντων κάθε φορά που μπορούν να καθορίσουν την επιτυχή εφαρμογή ή μη της κατασκευής στο θαλάσσιο χώρο. Τέλος, τονίζονται τα θετικά αποτελέσματα από τους τεχνητούς υφάλους που είναι ήδη τοποθετημένοι στον Ελληνικό θαλάσσιο χώρο και προτείνεται η αύξηση χρησιμοποίησης της κατασκευής αυτής για να ενισχυθεί ο αλιευτικός όγκος μιας περιοχής.

Λέξεις – κλειδιά

Περιεχόμενα

| | |
|--|----|
| Περίληψη | 4 |
| Πίνακας εικόνων | 6 |
| Κεφάλαιο 1- Εισαγωγή..... | 7 |
| 1.1 Εισαγωγικά στοιχεία εργασίας | 7 |
| 1.2 Στόχοι Διπλωματικής Εργασίας..... | 11 |
| 1.3 Διάρθρωση Εργασίας | 11 |
| Κεφάλαιο 2- Κατασκευή των Υφάλων | 12 |
| 2.1 Ορισμός..... | 12 |
| 2.2 Υλικά κατασκευής..... | 12 |
| 2.2.1 Χαρακτηριστικά των υλικών | 13 |
| 2.2.2 Υλικά κατασκευής..... | 14 |
| 2.3 Θέση πόντισης του υφάλου..... | 22 |
| 2.5 Συνοπτικά | 24 |
| Κεφάλαιο 3 – Αξιολόγηση Σημαντικών Υφάλων..... | 25 |
| 3.1 Εισαγωγή..... | 25 |
| 3.2 Κριτήρια Επιτυχίας..... | 25 |
| 3.3 Η Υδατοκαλλιέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση..... | 30 |
| 3.4 Περιπτώσεις τεχνητών υφάλων σε παγκόσμια κλίμακα..... | 31 |
| 3. 4.1 Τεχνητοί ύφαλοι στις μεσογειακές ακτές του Ισραήλ. | 32 |
| 3.5 Υδατοκαλλιέργεια: Μειώθηκε η Παραγωγή αλλά Βελτιώθηκαν οι Τιμές..... | 36 |
| 3.6 Τεχνητοί ύφαλοι στην Ελλάδα..... | 37 |
| 3. 6.1 Τεχνητοί ύφαλοι στο Ρέθυμνο | 38 |
| 3.6.2 Τεχνητοί ύφαλοι στη Μονεμβασιά | 39 |
| 3. 6. 3 Τεχνητοί ύφαλοι σε Κίσσαμο και Ελαφονησι Χανίων | 40 |
| 3. 6. 4 Τεχνητοί ύφαλοι στο Φανάρι Ροδόπης | 41 |
| 3.6.5 Τεχνητοί ύφαλοι σε Κίτρος και Λιτόχωρο | 42 |
| 3.7 Συνοπτικά..... | 43 |
| Κεφάλαιο 4 Συζήτηση | 44 |

| | |
|-----------------------------|----|
| Περιπτώσεις Εφαρμογής..... | 45 |
| Προτάσεις για Βελτίωση..... | 45 |
| ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ..... | 46 |

Πίνακας εικόνων

| | |
|--|----|
| Εικόνα 1: Αριθμός μονάδων υδατοκαλλιεργειών ανά νομό | 8 |
| Εικόνα 2: Κατασκευή συνάθροισης ψαριών (FAD) | 9 |
| Εικόνα 3: Τεχνητός ύφαλος | 9 |
| Εικόνα 4: Απαρχαιωμένο πλοίο που χρησιμοποιήθηκε ως τεχνητός ύφαλος | 12 |
| Εικόνα 5: Χρήση λάστιχων σταθεροποιημένα με τη βοήθεια σκυροδέματος, ως τεχνητοί ύφαλοι..... | 13 |
| Εικόνα 6: Προκατασκευασμένο σκυρόδεμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως τεχνητός ύφαλος στην Καλιφόρνια το 1958-1960 | 15 |
| Εικόνα 7: Δομές σκυροδέματος που προορίζονται για επανάχρηση ως τεχνητοί ύφαλοι | 16 |
| Εικόνα 8: Οριοθέτηση της θαλάσσιας προστατευόμενης ς περιοχής στην Αμαθούντα, Κύπρο . Φαίνονται καθαρά τα όρια του πυρήνα (κόκκινη γραμμή) και τα όρια της περιμετρικής περιοχής (μπλε γραμμή) | 21 |
| Εικόνα 1 Ο: Χάρτης της περιοχής με τις θέσεις όπου ποντίστηκαν οι τεχνητοί ύφαλοι. Όπου A.R., η θέση των μικρών υφάλων και L.B. η θέση του μεγάλου | 30 |

| | |
|--|----|
| Εικόνα 11: Σχηματική απεικόνιση των δυο ζευγών τεχνητών υφάλων που βυθίστηκαν αρχικά | 31 |
| Εικόνα 12: Σχηματική απεικόνιση των δομών των τεχνητών υφάλων που ποντίστηκαν | 32 |

Κεφάλαιο 1- Εισαγωγή

1.1 Εισαγωγικά στοιχεία εργασίας

Τα οφέλη από την ανάπτυξη του αλιευτικού τομέα στην Ελλάδα είναι πολυσήμαντα. Ο αλιευτικός τομέας συμβάλλει στο ΑΕΠ αλλά ακόμα περισσότερο στην κοινωνικοοικονομική κατάσταση πολλών παράκτιων και νησιωτικών κοινοτήτων, εξασφαλίζει ζωικές πρωτεΐνες υψηλής βιολογικής αξίας, προωθεί την αειφόρο και βιώσιμη αξιοποίηση των τοπικών πλουτοπαραγωγικών πόρων, αποτελεί λύση στην εύρεση εργασίας για σημαντικό αριθμό ατόμων σε παράκτιες και νησιωτικές περιοχές όπου είναι περιορισμένες οι επιλογές εργασίας, και αναπτύσσει τομείς της αλιείας όπως οι υδατοκαλλιέργειες που έχουν δείξει σημαντικές εξαγωγικές δραστηριότητες. (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & τροφίμων, 2007).

Η μείωση των ιχθυοαποθεμάτων, η αύξηση της αγοραστικής δύναμης των Ευρωπαϊών καταναλωτών και η ενίσχυση της γενικής τάσης για υγιεινή διατροφή έχουν φέρει σημαντική ανάπτυξη στον τομέα των υδατοκαλλιέργειών. Ο κλάδος της θαλάσσιας ιχθυοκαλλιέργειας έχει συμβάλει σημαντικά στην εθνική οικονομία. Την τελευταία δεκαετία, η εντατική ιχθυοκαλλιέργεια θαλασσινών ειδών αναδεικνύεται ως έναν από τους πλέον αναπτυσσόμενους τομείς. Το 2007, η Ελλάδα ήταν πρώτη σε παραγωγή θαλασσινών ειδών εντατικής εκτροφής ανάμεσα στις χώρες της Ευρωπαϊκής Ένωσης αλλά και της Μεσογείου. Τα θαλασσινά ψάρια αποτελούν το 2^ο εξαγωγικό προϊόν στην κατηγορία «τρόφιμα-ποτά». Σε αυτό συνέβαλλαν σημαντικά οι ευνοϊκές συνθήκες των ελληνικών θαλασσών καθώς και η διαρθρωτική πολιτική ενισχύσεων της Ευρωπαϊκής Ένωσης. (Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & τροφίμων, 2007).

Είναι σημαντικό λοιπόν να ενισχυθεί η αλιεία και ιδιαίτερα οι υδατοκαλλιέργειες κάτι το οποίο επιτυγχάνεται με τους υφάλους. Οι ύφαλοι και οι σκόπελοι είναι γνωστοί για την υψηλή παραγωγικότητά τους, όμως, καταλαμβάνουν ένα μικρό ποσοστό του θαλάσσιου βυθού. Όταν λοιπόν σε μια περιοχή δε βρίσκονται φυσικοί ύφαλοι ή σκόπελοι, το ενδιαφέρον στρέφεται στην κατασκευή τεχνητών στοιχείων στα οποία ευνοείται η ανάπτυξη μεγάλου αριθμού οργανισμών. Οι κατασκευές μπορεί ή όχι να είναι βυθισμένες στο νερό (Κουτσούμπας, 2003).



Εικόνα 1: Αριθμός μονάδων υδατοκαλλιέργειών ανά νομό. (Πηγή: Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & Τροφίμων, 2007).

Στη μια κατηγορία ανήκουν οι Συσκευές Σνάθροισης Ψαριών (Fish Aggregating Devices- FADs) οι οποίες επιπλέουν και χαρακτηρίζονται από διάφορες δομές κατά μήκος της στήλης ύδατος και μπορεί να φέρουν αγκυροβόλιο ή να είναι παρασυρόμενες. Η εικόνα 2 απεικονίζει μια τέτοια κατασκευή (Κουτσούμπας, 2003).



Εικόνα 2: Κατασκευή συνάθροισης ψαριών (FAD).

Πηγή: (Κουτσούμπας, 2003).

Στη δεύτερη κατηγορία, των βυθιζόμενων κατασκευών, ανήκουν οι τεχνητοί ύφαλοι οι οποίοι κατασκευάζονται από σταθερά και περιβαλλοντικά ασφαλή υλικά και βυθίζονται σε επιλεγμένα σημεία του βυθού όπως φαίνεται και στην παρακάτω εικόνα 3 (Κουτσούμπας, 2003).



Εικόνα 3: Τεχνητός ύφαλος **Πηγή:** (Κουτσούμπας, 2003).

1.2 Στόχοι Διπλωματικής Εργασίας

Στην παρούσα διπλωματική εργασία θα ερευνηθούν οι τεχνητοί ύφαλοι ως μέσο για την αύξηση των αλιευτικών αποθεμάτων και την ενίσχυση των υδατοκαλλιεργειών. Θα μελετηθούν τα τεχνικά στοιχεία τους, όπως τα υλικά και οι μέθοδοι κατασκευής τους και τα κριτήρια για την επιλογή των σημείων πόντισής τους. Επίσης, θα αναλυθούν και οι λόγοι για τους οποίους κάποιες περιπτώσεις υφάλων είναι ή όχι επιτυχείς. Επιπλέον θα γίνει αναφορά σε περιπτώσεις τεχνητών υφάλων που έχουν κατασκευαστεί στην Ελλάδα και η μέχρι τώρα απόδοσή τους.

1.3 Διάρθρωση Εργασίας

Προκειμένου να απαντηθούν τα ερωτήματα που τέθηκαν και να γίνει επαρκής ανάλυση, η εργασία χωρίστηκε στα παρακάτω κεφάλαια:

Κεφάλαιο 1: Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει μια εισαγωγική αναφορά στις υδατοκαλλιέργειες και τις αλιευτικές δραστηριότητες στην Ελλάδα. Τονίζεται η

ανάγκη αύξησης αυτών των δραστηριοτήτων, κάτι το οποίο μπορεί να πραγματοποιηθεί και μέσω κατασκευής τεχνητών υφάλων.

Κεφάλαιο 2: Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται τα τεχνικά θέματα των υφάλων. Τα υλικά από τα οποία κατασκευάζονται, ο τρόπος κατασκευής τους, ποια κριτήρια πρέπει να πληρούνται για την επιλογή μιας θέσης εγκατάστασης και στοιχεία για τους πρώτους τεχνητούς υφάλους που κατασκευάστηκαν.

Κεφάλαιο 3: Στο κεφάλαιο αυτό γίνεται περιληπτική περιγραφή μερικών τεχνητών υφάλων παγκοσμίως και διερευνάται αν η κατασκευή τους είναι επιτυχημένη και ικανοποιεί τους στόχους για τους οποίους κατασκευάστηκαν. Στη συνέχεια, μελετώνται τεχνητοί ύφαλοι στην Ελλάδα.

Κεφάλαιο 4: Το κεφάλαιο αυτό περιλαμβάνει τον επίλογο της εργασίας. Γίνονται προτάσεις για βελτίωση και περαιτέρω έρευνα πάνω στο θέμα. Τελικά γίνεται εκτίμηση

κατά πόσο οι τεχνητοί ύφαλοι είναι μια εφαρμογή η οποία μπορεί όντως να αυξήσει τα αλιευτικά αποθέματα και τις υδατοκαλλιεργητικές δραστηριότητες.

Κεφάλαιο 2- Κατασκευή των Υφάλων

2.1 Ορισμός

Οι τεχνητοί ύφαλοι είναι κατασκευές από τσιμέντο, μέταλλο ή άλλου είδους αντικείμενα όπως προπυλένιο ή ακόμα και σακιά από γεωύφασμα τα οποία περιέχουν βράχια, άμμο και πέτρες, και βυθίζονται μέχρι και το βάθος των 50 μέτρων καθώς σε μεγαλύτερο βάθος δεν πραγματοποιείται φωτοσύνθεση. Αν η χρήση τους περιορίζεται αποκλειστικά σε αποίκισή τους από ψάρια τότε θα ποντιστούν μέχρι τα 30-40 μέτρα ενώ αν προβλέπεται μελλοντικά να χρησιμοποιηθεί και ως καταδυτικό πάρκο τότε ο τεχνητός ύφαλος πρέπει να βυθιστεί μέχρι τα 20 μέτρα. Τοποθετούνται σε περιοχές με αμμώδη ή λασπώδη βυθό χωρίς φυσικούς υφάλους δημιουργώντας έτσι ένα τεχνητό περιβάλλον παραγωγής ψαριών. Η διαδικασία ανάπτυξης ψαριών είναι παρόμοια με αυτή που πραγματοποιείται σε βράχους (Σαραντίδης, 2009).

2.2 Υλικά κατασκευής

2.2.1 Χαρακτηριστικά των υλικών

Τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν στην κατασκευή τεχνητών υφάλων πρέπει να έχουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, τα οποία εξαρτώνται επίσης και από τα χαρακτηριστικά της περιοχής και του βυθού όπου πρόκειται να ποντιστεί ο ύφαλος (Department of the Environment, 2008).

Τα υλικά για την κατασκευή υφάλου πρέπει να επιλεγθούν έτσι ώστε να έχουν διάρκεια δηλαδή ικανοποιητικό χρόνο ζωής, πολυεπίπεδη επιφάνεια έτσι ώστε να μπορούν να τα αποικίσουν άμισχοι οργανισμοί, και πολλαπλές εισόδους και εξόδους για να εξυπηρετούνται οι κινούμενοι οργανισμοί και η ροή του ύδατος. Τα συστατικά του υφάλου πρέπει να σχεδιαστούν έτσι ώστε να παραμείνει σταθερός ο ύφαλος για μακρύ χρονικό διάστημα εκεί που θα βυθιστεί και να έχει ίδιο βάρος τέτοιο ώστε να μην μπορεί να μετακινηθεί στον πυθμένα. Οι επιβλαβείς ουσίες και τα κατάλοιπά τους πρέπει να αφαιρεθούν από όλα τα υλικά που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Συγκεκριμένα, οποιοδήποτε είδος λαδιού, πετρελαίου (ακόμα και των μηχανών) και υδραυλικά υγρά πρέπει να αφαιρεθούν. Πλαστικά και χαλαρά εξαρτήματα πρέπει επίσης να αφαιρεθούν αφού υπάρχει κίνδυνος να παρασυρθούν από τα ρεύματα (Department of the Environment, 2008).

Στην περίπτωση που ο τεχνητός ύφαλος θα αποτελεί και μέρος για καταδύσεις θα πρέπει να γίνουν ορισμένες επιπλέον τροποποιήσεις. Απαρχαιωμένα πλοία ή κομμάτια τους που μπορεί να αποτελέσουν υλικά για κατασκευή υφάλων θα πρέπει να περάσουν επεξεργασία έτσι ώστε να είναι ασφαλή για δύτες εικόνα 4. Η επεξεργασία αυτή περιλαμβάνει κυρίως την απομάκρυνση οποιονδήποτε αιχμηρών στοιχείων, αντικειμένων που προεξέχουν, καλωδίων τα οποία είναι πιθανό κάποια στιγμή να σπάσουν, επιπλέον εξοπλισμό που είχε το πλοίο και γενικά οτιδήποτε είναι πιθανό να προκαλέσει κινδύνους (Department of the Environment, 2008).



Εικόνα 4: Απαρχαιωμένο πλοίο που χρησιμοποιήθηκε ως τεχνητός υφάλος. **Πηγή:** (National Geographic).

2.2.2 Υλικά κατασκευής

Συχνά εκφράζονται ανησυχίες ότι σε τεχνητούς υφάλους όπου χρησιμοποιούνται «ανακυκλώσιμα» υλικά ή «απόβλητα» ή όπως ονομάζονται στις Η.Π.Α. ευκαιριακά υλικά, ουσιαστικά γίνεται χρήση τοξικών αποβλήτων ως ύλη για την κατασκευή των υφάλων. Το αν αυτές οι ανησυχίες ευσταθούν επιστημονικά ή είναι εσφαλμένες εντυπώσεις ερευνάται από ευρωπαίους επιστήμονες (Jensen et al., 2000). Το θέμα είναι ότι υπάρχει μια πληθώρα υλικών που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε τεχνητούς υφάλους, λάστιχα, σκυρόδεμα, φυσικά υλικά, κλπ. Η επιλογή θα εξαρτηθεί από τις προτεραιότητες που θα δοθούν στο τι πρέπει να εξυπηρετεί η κατασκευή και στο τι ενδιαφέρει περισσότερο. Παρακάτω παρατίθενται ορισμένα υλικά κατασκευής τεχνητών υφάλων.

Λάστιχα

Η χρήση λάστιχων αυτοκίνητου ως πρώτη ύλη για την κατασκευή τεχνητών υφάλων αποτελεί ένα κλασσικό παράδειγμα των ανωτέρω «ευκαιριακών υλικών» εικόνα 5. Η χρήση τους είναι σχετικά συχνή σε χώρες εκτός Ευρώπης, με την Αυστραλία και τις Φιλιππίνες να είναι δύο χαρακτηριστικά παραδείγματα χωρών όπου η χρήση

λάστιχων ως πρώτη ύλη σε τεχνητούς υφάλους να είναι ευρέως διαδεδομένη. Σε αυτές τις χώρες κυριαρχεί η άποψη ότι τα λάστιχα είναι ένα ανθεκτικό και οικονομικό υλικό το οποίο είναι επίσης φιλικό προς το περιβάλλον καθώς οι ύφαλοι οι οποίοι προκύπτουν αποικούνται από μεγάλη ποικιλία θαλάσσιων ειδών. Στη στεριά τα λάστιχα αυτοκινήτων έχουν μάλλον αρνητικές συνέπειες για το περιβάλλον καθώς συνήθως είτε φράζουν τους ΧΥΤΑ (χώρους υγειονομικής ταφής απορριμμάτων), είτε κατακρατούν νερό το οποίο μετατρέπεται σε έλος με δυσάρεστες συνέπειες για το γύρω περιβάλλον, είτε απελευθερώνουν τοξικά αέρια όταν καίγονται σε χαμηλές θερμοκρασίες (Jensen et al., 2000). Στο ζήτημα της τοξικότητας των λάστιχων στο υδάτινο περιβάλλον υπάρχει μια ποικιλία απόψεων.



Εικόνα 5: Χρήση λάστιχων σταθεροποιημένα με τη βοήθεια σκυροδέματος, ως τεχνητοί ύφαλοι. Πηγή: (Jensen et al., 2000).

Οι Faverney et al. (2010) έκαναν μια δοκιμή όπου μεταφύτευσαν ένα είδος μυδιών (*Mytilus galloprovincialis*) σε έναν τεχνητό ύφαλο κατασκευασμένο κυρίως από λάστιχα στη ΒΔ Μεσόγειο, ο οποίος έχει βυθιστεί εδώ και 25 χρόνια περίπου, και παρατήρησαν την θνησιμότητα των μυδιών πάνω στα λάστιχα και σε ένα σημείο

κοντά σε αυτά. Τα αποτελέσματα του πειράματος έδειξαν ότι τη μικρότερη θνησιμότητα την είχαν τα μύδια που είχαν τοποθετηθεί κοντά στα λάστιχα και τη μεγαλύτερη τα μύδια που τοποθετήθηκαν πάνω σε αυτά. Το πείραμα αυτό υποδεικνύει ότι ένας τεχνητός υφάλος κατασκευασμένος από λάστιχα μπορεί να είναι τοξικός για τους οργανισμούς που το αποικούν (Faverney et al., 2010).

Οι Jensen et al. (2000) θεωρούν ότι στην Ευρώπη τα λάστιχα είναι γενικά αποδεκτά ως τοξικά υλικά και για το υδάτινο περιβάλλον, και ότι ένα έργο κατασκευής τεχνητού υφάλου όπου το κύριο υλικό του θα ήταν λάστιχα, θα απορρίπτονταν και η άδεια κατασκευής του δεν θα ήταν δυνατόν να εξασφαλιστεί σε καμία περίπτωση. Τις απόψεις τους αυτές υποστήριξαν και πειραματικά (Collins et al., 2002) όπου μελετήθηκε η αποίκιση υφάλου από λάστιχα ο οποίος βυθίστηκε στο Poole Bay της Αγγλίας. Από τις παρατηρήσεις προέκυψαν τρία πρότυπα αποίκισης του υφάλου. Το πρώτο ήταν μια εποχική διακύμανση των οργανισμών που παρατηρήθηκε κυρίως στις οριζόντιες επιφάνειες, η οποία κορυφωνόταν το καλοκαίρι και μειωνόταν το χειμώνα. Το δεύτερο ήταν μια διαφοροποίηση της αποίκισης μεταξύ κατακόρυφων και οριζόντιων επιφανειών το οποίο αποδόθηκε στην διαφοροποίηση ηλιοφάνειας και στη συγκέντρωση μεγαλύτερου ποσού φερτών υλικών στις οριζόντιες επιφάνειες. Τέλος, το τρίτο πρότυπο αποίκισης φαίνεται να οφείλεται στη δομή των υφάλων παρά στο υλικό κατασκευής τους, κάτι το οποίο υποστηρίζεται και από τη ροή του νερού γύρω από τις δομές του υφάλου (Collins et al., 2002).

Επιπλέον, οι Jensen et al. (2000) επισημαίνουν την ήδη διαδεδομένη χρήση λάστιχων σε λιμένες, τα οποία παραμένουν βυθισμένα καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του λιμένα προσελκύνοντας ακαθαρσίες. Επίσης, σε περιπτώσεις όπου τα λάστιχα χρησιμοποιούνται σε δρόμους, δημιουργούν σκόνη η οποία εισέρχεται σε ποτάμια και προφανώς δεν έχει τοξικές συνέπειες. Εν τέλει, θέτουν το ερώτημα, αν τα λάστιχα αποτελούν ένα τοξικό υλικό για τη στεριά ενώ όπως απέδειξαν σε πείραμά τους (Collins et al., 2002), στο υδάτινο περιβάλλον δεν είναι τοξικά, για ποιο λόγο να μην γίνει επαναχρησιμοποίηση αυτού του υλικού.

Εκτός αυτού, όπως αναφέρεται από τη Dyson (2010), η χρήση λάστιχων συμπεριλαμβανομένων και εκείνων που ενισχύονται με σκυρόδεμα, δεν συνιστώνται για την αύξηση της αποίκισης του υφάλου από οργανισμούς.

Είναι προφανές, ότι η χρήση λάστιχων ως υλικό για την κατασκευή τεχνητών υφάλων προκαλεί διαφορετικές επιστημονικές απόψεις. Η επιλογή του ή όχι χρήζει περαιτέρω έρευνας.

Σκυρόδεμα

Το σκυρόδεμα ως υλικό για την κατασκευή τεχνητών υφάλων (εικόνα 6) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως προκατασκευασμένο για αποκλειστική χρήση σε τεχνητό ύφαλο είτε κομμάτια σκυροδέματος τα οποία προέρχονται από κατεστραμμένα κτίρια, γέφυρες, αυτοκινητόδρομους, και γενικά από άλλες κατασκευές οι οποίες είναι πλέον κατεστραμμένες και κομμάτια του επαναχρησιμοποιούνται κάθε περίπτωση το σκυρόδεμα ως υλικό είχε επιτυχή χρήση καθώς είναι ένα πολύ ανθεκτικό και σταθερό υλικό (εικόνα 7 (Lukens, Selberg, 2004). Το σκυρόδεμα είναι μια πρόσμιξη από τσιμέντο (το πιο σύνηθες είναι τσιμέντο Portland), αδρανή υλικά (χαλίκια με ποικίλες διαμέτρους) και ικανή ποσότητα νερού (ΕΚΩΣ, 2000).



Εικόνα 6: Προκατασκευασμένο σκυρόδεμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε ως τεχνητός ύφαλος στην Καλιφόρνια το 1958-1960. **Πηγή:** (ΕΚΩΣ, 2000).



Εικόνα 7: Δομές σκυροδέματος που προορίζονται για επανάχρηση ως τεχνητοί ύφαλοι.

Πηγή: (ΕΚΩΣ, 2000).

Τα παραπάνω προκατασκευασμένα στοιχεία χρησιμοποιήθηκαν στην Καλιφόρνια το 1958-1960 με επιτυχία. Παρατηρήθηκε ότι μεγάλος αριθμός ψαριών συγκεντρώθηκε γύρω από αυτή την κατασκευή (Carlisle, et al., 1964; Παρατίθεται στους Lukens, Selberg, 2004).

Η ιδιότητα του σκυροδέματος να παίρνει μια μεγάλη ποικιλία σχημάτων καθιστά το υλικό ιδανικό για την κατασκευή προκατασκευασμένων στοιχείων τα οποία μπορούν να σχηματίσουν τον ύφαλο σε οποιαδήποτε μορφή και αν ζητείται.

Επιπλέον, είναι συμβατό με το θαλάσσιο περιβάλλον, είναι πολύ ανθεκτικό με μεγάλο χρόνο ζωής, σταθερό και διαθέσιμο καθώς είναι ευρέως διαδεδομένη η χρήση του. Επιπλέον, το σκυρόδεμα δίνει επιφάνειες ιδανικές για αποίκιση θαλάσσιων μικροοργανισμών το οποίο με τη σειρά του θα δώσει πρόσφορο έδαφος για την αποίκιση του υφάλου από ψάρια, δημιουργώντας έτσι μια ολοκληρωμένη κοινωνία ψαριών (Lukens, Selberg, 2004). Τέλος, όταν ζητείται η ενίσχυση της αποίκησης του υφάλου και η αύξηση της βιομάζας των αλιευτικών αποθεμάτων, το σκυρόδεμα την βελτίωσε όταν χρησιμοποιήθηκε για τεχνητούς υφάλους και σε άλλες θαλάσσιες κατασκευές (Dyson, 2010).

Πριν όμως αποφασιστεί η χρήση του σκυροδέματος θα πρέπει να συνυπολογιστεί ότι είναι ένα βαρύ υλικό συνεπώς θα είναι απαραίτητος ειδικός εξοπλισμός για τη μετακίνηση του υφάλου στη στεριά και τοποθέτησή του στο βυθό, το οποίο αυξάνει σημαντικά το κόστος του έργου. Ο εξοπλισμός που θα μετακινήσει τον ύφαλο στη στεριά και θα τον βυθίσει, απαιτείται να βρίσκεται στη θάλασσα γεγονός το οποίο είναι επικίνδυνο και πολύ ακριβό. Επίσης, λόγω του βάρους του σκυροδέματος υπάρχει κίνδυνος για τον ύφαλο να βουλιάζει αργά στον πυθμένα (Lukens, Selberg, 2004).

Ένα ζήτημα στο οποίο θα πρέπει αν δοθεί ιδιαίτερη προσοχή αφορά στα θραύσματα σκυροδέματος που προμηθεύονται από διάφορες κατασκευές προκειμένου να επαναχρησιμοποιηθούν ως υλικό για τεχνητούς υφάλους. Αυτά τα κομμάτια συνήθως περιέχουν και άλλα υλικά μέσα εκτός από τα αναμενόμενα, όπως σκόνη, κομμάτια πλαστικού, υλικά δόμησης (ξύλο, fiberglass, κ. α.) και διάφορα άλλα. Τέτοιου είδους υλικά κρίνονται ως ανεπιθύμητα για μακρόχρονη χρήση τους σε υδάτινο περιβάλλον

και πιθανή επαναχρησιμοποίηση κομματιών σκυροδέματος θα πρέπει να περνάει επιθεώρηση για ύπαρξη ανεπιθύμητων υλικών. Ένα ακόμα ανεπιθύμητο υλικό το οποίο μπορεί αν περιέχεται σε κομμάτια ήδη χρησιμοποιημένου σκυροδέματος είναι η πτητική τέφρα ή η τέφρα καύσης. Τέτοιου είδους υλικά δεν πρέπει σε καμία περίπτωση να ποντίζονται σε θαλάσσιο περιβάλλον. Φαίνεται λοιπόν, πως η επιθεώρηση και επεξεργασία υπάρχουσων μικροδομών σκυροδέματος είναι εντελώς απαραίτητη . Σε περίπτωση που χρησιμοποιηθεί προκατασκευασμένο σκυρόδεμα αποκλειστικά για χρήση σε τεχνητούς υφάλους συνίσταται να χρησιμοποιηθεί τσιμέντο Portland ή τσιμέντο τύπου II, καθώς αυξάνουν την ανθεκτικότητα του παραγόμενου σκυροδέματος (Lukens, Selberg, 2004).

Φυσικά Υλικά – Ξύλο

Η χρήση ξύλου ως υλικό για την κατασκευή τεχνητού υφάλου έγινε πρώτα στις Η.Π.Α.. Ο εν λόγω ύφαλος ποντίστηκε στις ακτές της Ν. Καρολίνας και χρησιμοποιήθηκε κυρίως για να προσελκύσει και να αποτελέσει τόπο αποίκησης για σαργό (Holbrook 1860; παρατίθεται στους Lukens, Selberg, 2004). Ξύλο και πιο συγκεκριμένα μπαμπού, κούτσουρα και φύλλα από φοίνικα χρησιμοποιούνται σε πολλά μέρη του κόσμου ως υλικά για την κατασκευή τεχνητών υφάλων οι οποίοι χρησιμεύουν κυρίως ως συσκευές συνάθροισης ψαριών (FADs). Στον κόλπο του Μισισσιπή και της Λουϊζιάνα έχει καταγραφεί η χρήση κλαδιών ιτιάς και μυρτιάς τα οποία τοποθετήθηκαν σε δέσμες και σε σειρές προκειμένου να προσελκύσουν ένα είδος καβουριού (Lukens, Selberg, 2004).

Το θετικό από τη χρήση ξύλου στους τεχνητούς υφάλους είναι η προσβασιμότητά του καθώς μέσω των δέντρων είναι διαθέσιμο σε όλους. Επιπλέον, οι Shinn and Wichlund (1989) (παρατίθεται στους Lukens, Selberg, 2004) επισημαίνουν ότι ένα είδος σκουληκιών που αναπτύσσονται πάνω στα ξύλα, αυξάνουν την ποικιλία αποίκησης και ελκύουν άλλους οργανισμούς οι οποίοι εν τέλει αποτελούν τροφή για ψάρια βελτιώνοντας έτσι τον όγκο των αλιευτικών αποθεμάτων (Lukens, Selberg, 2004). Στις περιπτώσεις που επιθυμείτε η αύξηση του αριθμού των αλιεύσιμων ψαριών συνίσταται η χρήση του ξύλου καθώς έχει δώσει επιτυχείς εφαρμογές στο παρελθόν (Dyson, 2010).

Ωστόσο, το ξύλο έχει μικρό χρόνο ζωής σε υδάτινο περιβάλλον καθώς αρκετά γρήγορα θα διασπαστεί λόγω μικροοργανισμών. Όπως λοιπόν διαταράσσεται η δομή του ξύλινου υφάλου, κομμάτια του θα αποσπώνται και θα επιπλέουν στη γύρω περιοχή του υφάλου. Ένας ακόμα ανασταλτικός παράγοντας για τη χρήση του ξύλου

ως υλικό είναι το μικρό του βάρος το οποίο το καθιστά ευάλωτο στα θαλάσσια ρεύματα. Τέλος, η χρήση του επεξεργασμένου ξύλου το οποίο προορίζεται για τοποθέτησή του σε κτίρια συνεπώς έχει ελαχιστοποιηθεί η πιθανότητα να σαπίσει, είναι επικίνδυνο καθώς περιέχει τοξικούς παράγοντες. (Lukens, Selberg, 2004). Επομένως, η χρήση ξύλου για την κατασκευή τεχνητών υφάλων είναι ένα πολύπλοκο ζήτημα και θα πρέπει να συνυπολογιστούν κάποιοι παράγοντες. Αρχικά, ότι το ξύλο φθείρεται πολύ γρήγορα σε υδάτινο περιβάλλον και αντικατάσταση μέρους του υφάλου θα πρέπει να γίνεται σε συχνή βάση. Επιπλέον, το θέμα της συγκράτησης του υφάλου σε ένα συγκεκριμένο σημείο είναι ένα σημαντικό θέμα. Προκειμένου να σταθεροποιηθεί θα πρέπει να συνδυαστεί με την έγχυση σκυροδέματος το οποίο έχει κόστος και λόγω του υλικού αλλά και λόγω των εργασιών προκειμένου το σκυρόδεμα να αποκτήσει το επιθυμητό σχήμα και να προετοιμάσει το υλικό για βύθιση. Τέλος, ξυλεία η οποία έχει υποστεί χημική επεξεργασία θεωρείται απαγορευτικό υλικό για να εισέλθει σε θαλάσσιο περιβάλλον καθώς περιέχει πολύ τοξικά στοιχεία. Αυτά είναι θέματα που πρέπει να ληφθούν πολύ σοβαρά υπόψη σε περίπτωση που αποφασιστεί να χρησιμοποιηθεί το ξύλο ως υλικό σε έναν τεχνητό ύφαλο (Lukens, Selberg, 2004).

Φυσικά υλικά-Κελύφη

Τα κελύφη χρησιμοποιηθεί από τις περισσότερες παράκτιες πολιτείες στην Αμερική για να δημιουργήσουν ή να αντικαταστήσουν υφάλους από στρείδια, καθώς έχει αποδειχτεί ότι μπορεί να αυξήσουν το αλιευτικό απόθεμα στην περιοχή λειτουργίας τους (Dyson, 2010). Παράλληλα βέβαια με αυτή τη δραστηριότητα, οι ύφαλοι αυτή χρησιμεύουν και σε ψυχαγωγικές αλιευτικές δραστηριότητες. Πιο συγκεκριμένα, η χρήση κελυφών ως υλικό για υφάλους αλιείας χρησιμοποιήθηκε στα μέσα της δεκαετίας του '50 στο Τέξας και στα τέλη της δεκαετίας του '70 στο Μισισιπή. Οι περισσότερες αναφορές σχετικά με τα κελύφη σε υφάλους, συσχετίζονται περισσότερο με τη λειτουργία τους στην ενίσχυση των αλιευτικών δραστηριοτήτων παρά με τη δράση τους ως καθαυτό υλικό σε ύφαλο. Δύο έρευνες που μελέτησαν αυτό το ζήτημα κατέληξαν με πολύ διαφορετικά αποτελέσματα (Lukens, Selberg, 2004). Το θετικό από τη χρήση κελυφών είναι ότι οι ύφαλοι από κελύφη προσδίδουν πολύ μικρό κίνδυνο στην πλοήγηση σκαφών εάν τοποθετηθούν σε χαμηλό βάθος ειδικότερα σε ρηγά νερά. Επιπλέον, τέτοιου είδους ύφαλοι δεν αποτελούν απειλή για τα αλιευτικά μηχανήματα και τέλος, τα όστρακα μαλακίων είναι απολύτως συμβατά με το θαλάσσιο περιβάλλον (Lukens, Selberg, 2004).

Ωστόσο, παρατηρώντας παλαιότερες περιπτώσεις υφάλων από κελύφη, όπως αυτή στον κόλπο του Μεξικό, στη Λουϊζιάνα και το Τέξας, ο τρόπος πόντισης του υφάλου έγινε μέσω υδραυλική δράγας, ο οποίος προκαλεί ανησυχίες για τις επιπτώσεις του στο περιβάλλον και σε κάποιες περιπτώσεις που είχε προγραμματιστεί η τοποθέτηση τέτοιου υφάλου, διακόπηκαν οι εργασίες προκειμένου να διαλευκανθεί το ζήτημα. Επιπλέον, τα κελύφη που χρησιμοποιούνται είναι συνήθως από αχιβάδες ή από στρείδια γ: -αι δεν διατίθενται δωρεάν. Καθώς οι αχιβάδες είναι γενικά δυσεύρετες, ο μηχανικός του έργου θα πρέπει να αρκεστεί στα στρείδια προκειμένου να δημιουργήσει τον ύφαλο. Αυτό προϋποθέτει την αγορά των στρειδιών, κάτι που είναι σχετικά ακριβό, την μεταφορά τους και την πιθανή αποθήκευσή τους ωστόσο χρησιμοποιηθούν. Είναι ευνόητο, ότι αυτό ανεβάζει πολύ το κόστος του έργου. Τέλος, θα πρέπει να συνυπολογιστεί το πολύ μικρό βάρος των κελυφών. Αυτό τα κάνει πολύ ευάλωτα σε υψηλούς κυματισμούς και ρεύματα ειδικότερα αν το υπόστρωμα που έχει τοποθετηθεί είναι άμμος ή λάσπη (Lukens, Selberg, 2004).

Γενικά, θα πρέπει να ληφθούν κάποια θέματα υπ' όψιν πριν αποφασιστεί η χρήση κελυφών. Είναι γεγονός ότι οι ύφαλοι από κελύφη τοποθετημένοι στα ανοιχτά προσελκύουν νεαρά λυθρίνια, ωστόσο πειραματικοί ύφαλοι στα ανοιχτά του Μισισσιπή

έφραξαν σχετικά γρήγορα (Lukens, Selberg, 2004). Συνεπώς, χρήση κελυφών ως υλικό σε τεχνητούς υφάλους τοποθετημένους στα ανοιχτά θα απαιτεί συνεχή, επανατοποθέτηση κελυφών προκειμένου να λειτουργεί ο ύφαλος. Στην περίπτωση που τοποθετηθούν ύφαλοι από κελύφη στα ρηχά είναι πολύ πιθανό να παρατηρηθούν θετικά αποτελέσματα στους αλιευτικούς όγκους εφόσον τηρηθούν ορισμένες συνθήκες. Αρχικά, ο πυθμένας θα πρέπει να είναι σταθερός και το υλικό του να μην είναι ευμετακίνητη άμμος ή λάσπη έτσι ώστε να μη βυθιστούν τα κελύφη. Το βάθος του πυθμένα και τα ρεύματα στην περιοχή θα πρέπει να ληφθούν σοβαρά υπ' όψιν για να αποφευχθεί διασπορά του υλικού σε τόσο μικρά κομμάτια που θα μπορούσε να προκαλέσει σκληρό συνεχές στρώμα πυθμένα (Lukens, Selberg, 2004).

Φυσικά Υλικά - Βράχοι

Μέχρι πρότινος οι βράχοι δεν χρησιμοποιούνταν ως υλικό για την κατασκευή τεχνητών υφάλων εκτός από τα δυτικά παράλια των ΗΠΑ. Η ενεργή τους χρήση ξεκίνησε το 1958 με απόφαση του Τμήματος Αλιείας της Καλιφόρνια. Σε συγκρίσεις που έγιναν μεταξύ υφάλων κατασκευασμένων από βράχους, προκατασκευασμένες δομές από σκυρόδεμα, τμήματα αμαξωμάτων και κομμάτια από τραμ, παρατηρήθηκε

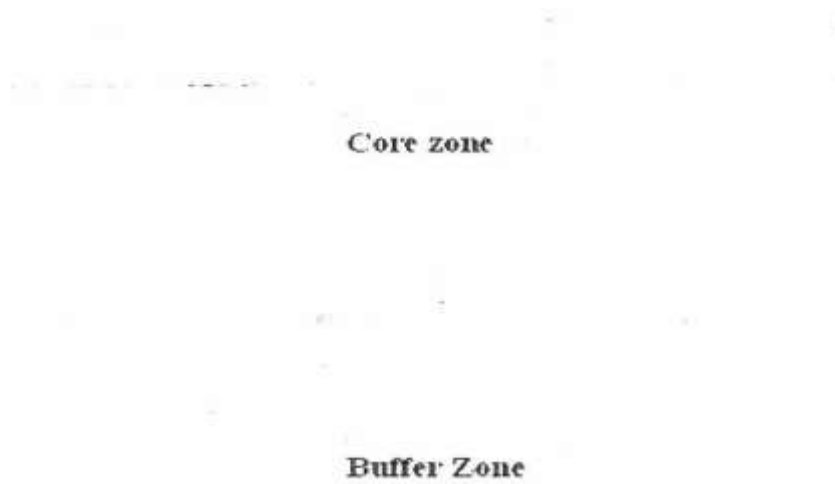
ότι την καλύτερη συμπεριφορά είχαν οι βράχοι ιδιαίτερα οι προερχόμενοι από λατομείο. Θα πρέπει να σημειωθεί ότι στο ερώτημα ποιο υλικό προσέλκυσε περισσότερα ψάρια αυξάνοντας τον αλιευτικό όγκο στην περιοχή δράσης του υφάλου, οι υφάλοι από βράχους έρχονται δεύτεροι και τα προκατασκευασμένα τμήματα σκυροδέματος έρχονται πρώτα. Ο λόγος που εν τέλει κατηγοριοποιήθηκαν πρώτοι οι βράχοι, ήταν λόγω του κόστους, της ευκολίας χειρισμού του υλικού και της μειωμένης καθίζησης στον πυθμένα που παρατηρήθηκε στους υφάλους από βράχο (Turner et al., 1969: παρατίθεται στους Lukens, Selberg, 2004).

Ο ασβεστόλιθος αποτελείται από ανθρακικό ασβέστιο το οποίο είναι συμβατό με το θαλάσσιο περιβάλλον (Lukens, Selberg, 2004). Σε κάθε περίπτωση όμως, θα πρέπει να γίνεται διερεύνηση του υλικού από το οποίο αποτελείται ο βράχος για να πιστοποιείται η συμβατότητά του με το περιβάλλον, καθώς και η ύπαρξη πιθανών προσκολλημένων υπολειμμάτων υλικών που μπορεί αν έχει, τα οποία δεν είναι συμβατά. Οι βράχοι λατομείου είναι ένα πολύ πυκνό υλικό, σταθερό και ανθεκτικό το οποίο πολύ δύσκολα θα μετακινηθεί από τη θέση πόντισης του υφάλου εκτός και αν προκύψουν εξαιρετικά δυσμενείς συνθήκες. Όπως έχει παρατηρηθεί, ο βράχος λατομείου προσελκύει σε ικανοποιητικό βαθμό τα ψάρια και έχει καλή δομή επιφανειών έτσι ώστε να προσκολληθούν οι μικροοργανισμοί. Επίσης, τα διαφορετικά μεγέθη βράχων μπορούν να χρησιμοποιηθούν για αποίκιση από διαφορετικά στάδια ζωής των ειδών που ενδιαφέρουν (Lukens, Selberg, 2004). Ωστόσο, οι βράχοι λατομείου δεν διατίθενται δωρεάν, οπότε το κόστος της αγοράς τους θα πρέπει να ληφθεί υπ' όψιν. Επιπλέον, η μεταφορά του υλικού και η

2.3 Θέση πόντισης του υφάλου

Για τον υπολογισμό της θέσης πόντισης ενός τεχνητού υφάλου πρέπει να ακολουθηθεί μια συγκεκριμένη διαδικασία και να γίνουν ορισμένοι υπολογισμοί. Προκειμένου να αυξηθεί ο αλιευτικό όγκος και η βιοποικιλότητα επιρροής του υφάλου, οριοθετούνται κάποιες προστατευόμενες ζώνες στις περιοχές που περιλαμβάνουν τους υφάλους (ζώνωση). Το σκεπτικό πίσω από τη δημιουργία των ζωνών είναι παραπλήσιο με αυτό της δημιουργίας θαλάσσιων προστατευόμενων περιοχών που στόχο έχουν την προστασία βιοτόπων (Αργυρού, 2009). Η εν λόγω ζώνωση που ακολουθείται για τη δημιουργία των προστατευόμενων περιοχών αποτελείται αρχικά από μια απόλυτα προστατευόμενη περιοχή, τον πυρήνα (core

zone). Στην περιοχή του πυρήνα, ανάλογα και με την περίπτωση, είναι δυνατόν να επιτρέπονται οι ελεγχόμενες καταδύσεις, η κολύμβηση, η επιστημονική έρευνα και η εκπαίδευση σε σχέση με τη θαλάσσια ζωή, ενώ απαγορεύεται κάθε μορφής αλιευτική δραστηριότητα, η συλλογή οργανισμών, η αγκυροβόληση κλπ. Μετά τον πυρήνα, ακολουθεί η περιμετρική ζώνη (buffer zone), όπου επιτρέπεται η παραδοσιακή αλιεία με επιλεγμένα εργαλεία από τους ψαράδες της περιοχής, οι ελεγχόμενες καταδύσεις, η κολύμβηση, η επιστημονική έρευνα και η εκπαίδευση, ενώ απαγορεύονται άλλες μορφές αλιείας, η συλλογή οργανισμών, η αγκυροβόληση κλπ. Τέλος, μετά την περιμετρική ζώνη ακολουθεί η ευρύτερη περιοχή όπου δεν υπάρχουν περιορισμοί. Οι τεχνητοί ύφαλοι ποντίζονται στην απόλυτα προστατευμένη ζώνη, τον πυρήνα. (Αργυρού, 2009).



Εικόνα 8: Οριοθέτηση της θαλάσσιας προστατευόμενης περιοχής στην Αμαθούντα Κύπρου. Φαίνονται καθαρά τα όρια του πυρήνα (κόκκινη γραμμή) και τα όρια της περιμετρικής περιοχής (μπλε γραμμή) **Πηγή:** (Αργυρού, 2009).

Η χωροθέτηση των τεχνητών υφάλων δεν είναι τυχαία, καθώς πρέπει να συνυπολογιστούν πολλοί παράγοντες πριν την επιλογή της θέσης τοποθέτησης. Πρέπει να ληφθούν υπ' όψιν τα οικολογικά χαρακτηριστικά μιας περιοχής, η σταθερότητα του βυθού, κάτι το οποίο εξαρτάται απ' το υλικό σύνθεσής του και τα

ρεύματα της περιοχής, η σύνθεση των βενθικών βιοκοινωνιών, η παρουσία και έκταση σημαντικών οικοσυστημάτων, όπως αυτών των λιβαδιών της *Posidonia oceanica* που είναι πολύτιμα για τα διάφορα θαλάσσια είδη, η ιχθυοπανίδα και γενικά η βιοποικιλότητα της περιοχής (Αργυρού, 2009).

Ένα μείζον θέμα που ανακύπτει στην κατασκευή τεχνικών υφάλων είναι και η διαπίστωση και εξασφάλιση ότι πληρούν τους στόχους για τους οποίους κατασκευάστηκαν. Η σωστή επιλογή υλικού κατασκευής και θέσης βύθισης είναι βασικά θέματα αλλά όχι τα μόνα σημαντικά ούτως ώστε να έχει γίνει σωστή αξιοποίηση του έργου κατασκευής. Μετά την περάτωση της κατασκευής είναι πολύ σημαντικό να παρακολουθείται ο ύφαλος έτσι ώστε να διαπιστωθούν, πιθανά σφάλματα που έγιναν κατά τη διάρκεια κατασκευής και μελέτης. Η διαδικασία αυτή υπάγεται στον έλεγχο και τη διαχείριση του υφάλου που γίνεται απαραίτητα σε κάθε περίπτωση τεχνητού υφάλου με το πέρας της κατασκευής του (Baine, 2001 ; Pickering and Whitmarsh, 1997).

Ο έλεγχος και η διαχείριση του τεχνητού υφάλου μπορούν να γίνουν με διάφορες μεθόδους. Ενδεικτικά, αναφέρονται κάποιες γενικές μέθοδοι όπως η οπτική παρακολούθηση του πληθυσμού στην περιοχή επιρροής του υφάλου, η λήψη φωτογραφιών και βίντεο, η έρευνα της αλιείας στην περιοχή και σύγκριση με την πρότερη κατάσταση. Ευρέως χρησιμοποιούνται όμως και πιο εξειδικευμένες μέθοδοι όπως είναι η ακουστική, η σήμανση και η τηλεμετρία. Η επιλογή της μεθόδου παρακολούθησης του υφάλου επηρεάζεται και από τις κλιματικές συνθήκες της περιοχής. Η μέθοδος που υιοθετείται ανά περίπτωση διαφοροποιείται όχι μόνο λόγω κλιματικών παραγόντων και τεχνικών χαρακτηριστικών του έργου αλλά και λόγω χρηματοδότησης. Σε περιπτώσεις που ο λόγος κατασκευής του υφάλου ήταν η αύξηση των αλιευτικών αποθεμάτων, έχουν καταγραφεί περιπτώσεις όπου δεν ήταν δυνατό να αντληθούν πληροφορίες για τις αλιευτικές δραστηριότητες στην περιοχή επιρροής του τεχνητού υφάλου, επηρεάζοντας σημαντικά τα αποτελέσματα και τη γενική διαχείριση του υφάλου (Baine, 2001).

2.5 Συνοπτικά

Στο κεφάλαιο αυτό μελετήθηκαν τα τεχνικά στοιχεία ενός υφάλου, τα υλικά κατασκευής του και η χωροθέτησή του στο θαλάσσιο περιβάλλον. Τονίστηκε επίσης η ιδιαίτερη σημασία που έχει η παρακολούθηση του υφάλου μετά την κατασκευή του. Η μελέτη αυτή έγινε με γνώμονα την αύξηση του αλιευτικού αποθέματος στην

περιοχή επιρροής του υφάλου. Στο επόμενο κεφάλαιο θα γίνει σαφής αναφορά και έρευνα για τους τεχνητούς υφάλους που έχουν κατασκευαστεί στην Ελλάδα και τα κριτήρια για την επιτυχή ή όχι εφαρμογή τους.

Κεφάλαιο 3 – Αξιολόγηση Σημαντικών Υφάλων

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό θα αναλυθούν συμπερασματικά τα στοιχεία εκείνα που προσδιορίζουν την κατασκευή του τεχνητού υφάλου ως επιτυχημένη. Βάσει αποτελεσμάτων που έχουν προκύψει από έρευνες πάνω σε τεχνητούς υφάλους που έχουν κατασκευαστεί ανά τον κόσμο, θα προκύψουν τα στοιχεία εκείνα στα οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή όταν κατασκευάζεται ένας ύφαλος με στόχο την αύξηση των αλιευτικών αποθεμάτων της περιοχής επιρροής του. Στη συνέχεια, θα αναφερθούν και θα αναλυθούν κάποια χαρακτηριστικά παραδείγματα τεχνητών υφάλων ανά τον κόσμο. Το κεφάλαιο θα κλείσει με την έρευνα να εστιάζεται στην Ελλάδα όπου θα μελετηθούν οι τεχνητοί ύφαλοι που έχουν κατασκευαστεί ως σήμερα, καθώς και το αν η κατασκευή τους έχει κριθεί επιτυχής.

3.2 Κριτήρια Επιτυχίας

Ο Baine (2001) αφού μελέτησε τα άρθρα τα οποία είχαν εκπονηθεί σχετικά με την κατασκευή τεχνητών υφάλων, συσχέτισε το θέμα που πραγματεύονταν κάθε άρθρο

με το υλικό κατασκευής που προτεινόταν για την επίτευξη του στόχου για τον οποίο κατασκευαζόταν ο ύφαλος. Η συσχέτιση αυτή απεικονίζεται στον πίνακα 1. Παρατηρείται λοιπόν ότι όταν επιθυμείτε προσέλκυση ιχθυοπανίδας, αυτή συσχετίζεται με υλικό τεχνητού υφάλου από βράχο, FADs, πλατφόρμες, λάστιχα, κυματοθραύστες, ξύλο και μέταλλο. Τα περισσότερα άρθρα όμως, αντιστοιχούν την προσέλκυση ιχθυοπανίδας με τεχνητό ύφαλο από σκυρόδεμα. Γενικά, το σκυρόδεμα είναι ένα αρκετά προσφιλές υλικό που προτιμάται σχεδόν σε όλες τις περιπτώσεις. Αν ο τεχνητός ύφαλος κατασκευάζεται για να ενισχυθεί το αλιευτικό απόθεμα της περιοχής επιρροής του υφάλου, που είναι και το ζητούμενο στην παρούσα εργασία, το υλικό που ερευνάται στα περισσότερα άρθρα είναι το σκυρόδεμα. Πολλά άρθρα αναφέρονται και σε λάστιχα, σκάφη και FADs, ωστόσο το σκυρόδεμα δείχνει να είναι το προτιμητέο υλικό στην περίπτωση αυτή (Baine, 2001).

| Θέμα | Υλικά Κατασκευής | | | | | | | | | | |
|---|------------------|--------|------|------------|---------|-------|----------|-------------|-----------------|------|---------|
| | Σκυρόδεμα | Βράχος | FADs | Πλατφόρμες | Λάστιχα | Σκάφη | Πλαστικά | Απορρίμματα | Κυματοθραύστρες | Ξύλο | Μέταλλο |
| Προσέλευση ιχθυοπανίδας | 21 | 5 | 5 | 3 | 3 | 1 | 3 | | 2 | 3 | 1 |
| Συμπεριφορά ψαριών και οικολογία | 6 | 3 | 2 | | 3 | | | 1 | | | |
| Προσέλευση νεαρών ψαριών | 5 | 3 | 2 | | | | 3 | | | | |
| Ενίσχυση αλιείας | 14 | 5 | 6 | 3 | 6 | 8 | 1 | 2 | 1 | 5 | 2 |
| Αποικισμός ψαριών | 19 | 4 | | 2 | 2 | 2 | 2 | 7 | | 2 | 3 |
| Προστασία ακτογραμμής | 9 | 1 | | | | 1 | | | 4 | | |
| Αποκατάσταση οικότοπου | 6 | 5 | | | | | 1 | | | | 2 |
| Καταδύσεις | 1 | | | 2 | | 4 | 1 | | | | 1 |
| Μεθοδολογία έρευνας, αξιολόγησης σχεδιασμού | 10 | 4 | 1 | 1 | 3 | | 2 | | 4 | | 2 |
| Υδατοκαλλιέργειες | 2 | | | | | | | | | 2 | |
| Ζήτημα διάθεσης αποβλήτων | | | | | | | | 6 | | | |
| Κριτική και θεωρητική αξιολόγηση | 2 | 1 | 2 | 8 | 1 | 1 | | 1 | 2 | 1 | |

Πίνακας 1: Συσχέτιση υλικών κατασκευής τεχνητών υφάλων με θέματα (Πηγή: Baine, 2001).

Επιπλέον ο Baine (2001), μελέτησε και τους παράγοντες που απασχολούν τους περισσότερους ερευνητές ανάλογα με το θέμα. Μετά από συλλογή και μελέτη των άρθρων προέκυψε ο πίνακας 2 όπου σχετίζονται οι παράγοντες που ερευνήθηκαν περισσότερο άρα θεωρούνται και οι πιο σημαντικοί κατά τη διάρκεια κατασκευής ενός τεχνητού υφάλου. Οπότε, παρατηρείται ότι στο ζήτημα σχεδιασμού και διαχείρισης ο παράγοντας που απασχολεί περισσότερο είναι ο γενικός σχεδιασμός και διαχείριση του υφάλου. Μεγάλης σπουδαιότητας θεωρούνται και οι παράγοντες της παρακολούθησης του υφάλου καθώς και της αποδοτικότητάς του. Στο θέμα πόντισης του υφάλου πολύ σημαντικός παράγοντας θεωρείται η περιοχή που θα βυθιστεί ο ύφαλος, η χωροθέτηση και η χαρτογράφηση του πυθμένα. Σοβαρός παράγοντας επίσης είναι και η εποχικότητα και οι χρονικές εκτιμήσεις που λαμβάνονται και συνυπολογίζονται κατά τη διαδικασία πόντισης του υφάλου. Στο ζήτημα των περιβαλλοντικών και επιτόπιων συνθηκών βαρύνων παράγοντας, με διαφορά από τους υπόλοιπους, είναι οι τοπικές οικολογικές συνθήκες και οι συνθήκες αποίκισης που κυριαρχούν στην περιοχή . Ο επόμενος παράγοντας που μελετάται και θεωρείται κρίσιμος είναι η δράση των κυματισμών και των ρευμάτων. Στο θέμα του σχεδιασμού του υφάλου, παράγοντας με βαραίνουσα σημασία είναι η πολυπλοκότητα του σχεδιασμού, η διαμόρφωση του υφάλου, το μέγεθος και ο όγκος του. Άλλος σπουδαίος παράγοντας που απασχόλησε πολλούς ερευνητές είναι και η παρουσία ρωγμών και καταφυγίου στον ύφαλο . Όσον αφορά στις συνθήκες αλιείας της περιοχής, η παράνομη αλιεία και η ένταση των αλιευτικών δραστηριοτήτων στην περιοχή επιρροής του υφάλου θεωρείται αξιοσημείωτος παράγοντας.

| Θέμα | Παράγοντας | Α |
|-----------------------------------|---|----------|
| Ζήτημα σχεδιασμού και διαχείρισης | Γενικός σχεδιασμός και διαχείριση | 1 |
| | Κοινωνικό-οικονομικός | 1 |
| | Αποδοτικότητα και αξιολόγηση | 4 |
| | Παρακολούθηση και τυποποίηση προσεγγίσεων | 6 |
| | Αδειοδότηση, νομοθεσία και ευθύνη | 1 |
| | Κοινωνική αποδοχή και | 2 |

| | | |
|--|--|----------|
| | διαφωνιών | |
| | Έρευνα και μοντελοποίηση | |
| | Κόστος | 2 |
| | Ιδιοκτησία και δικαιώματα καλλιεργειών | 2 |
| | Χρόνος ζωής | 1 |
| | Εκπαίδευση | 1 |
| | Ασφάλεια | 1 |
| | Χρήση | 1 |
| Πόντιση υφάλου | Τοποθεσία, χωροθέτηση και χαρτογράφηση | 9 |
| | Εποχικότητα, χρονικές εκτιμήσεις | 5 |
| | Εκτιμήσεις από μηχανικής σήμανση, ελλιμενισμός | .. .) |
| | Περιβαλλοντικές επιπτώσεις | 2 |
| Περιβαλλοντικές και επιτόπιες συνθήκες | Τοπικές οικολογικές και αποίκισης συνθήκε | 23 |
| | Δράση κυματισμών και ρευμάτων | 8 |
| | Θερμοκρασία, καθαρότητα νερού, προσάμμιση , αλατότητα, ποιότητα υδάτων | 6 |
| | Βάθος πυθμένα | 5 |
| | Φυσικοί ύφαλοι και η εγγύτητά τους | 3 |
| | Μόλυνση | |
| | Κοκκομετρία ιζήματος πυθμένα | 1 |
| | Κλίμα | 1 |
| ο ύφαλος και ο σχεδιασμός του ι | Πολυπλοκότητα σχεδιασμού | 28 |
| | διαμόρφωση, μέγεθος, όγκος , | |
| | Παρουσία ρωγμών και καταφυγίου | 12 |
| | Δομική σταθερότητα και αντοχή | 8 |

| | | |
|---------------|--|----|
| | Υλικό δόμησης και πυκνότητά του | 4 |
| | Έκταση και υφή | 3 |
| | Ανακούφιση κατώτατου σημείου | „ |
| | Κενά διαστήματα | 2 |
| | Οριζόντιες επιφάνειες/ | 2 |
| | Ύψος κατακόρυφης | 1 |
| | Σκίαση | 1 |
| | Ηλικία υφάλου | |
| Αλιεία | Εκμετάλλευση , παράνομη αλιεία και ένταση αλιευτικών | 4 |
| | Συνάθροιση και παραγωγή | 2 |
| Καμία εστίαση | Δεν τονίζεται κάποιος παράγοντας | 76 |

Πίνακας 2 : Άρθρα ή εργασίες που αναφέρονται στην κατασκευή και λειτουργία των υφάλων (Πηγή: Baine, 2001).

3.3 Η Υδατοκαλλιέργεια στην Ευρωπαϊκή Ένωση

Το 2013 παρήχθησαν στην Ε.Ε. 1,28 εκ. τόνοι προϊόντων υδατοκαλλιέργειας, αξίας 4 δισ. ευρώ. Η κατανάλωση στην Ε.Ε. καλύπτεται κατά 9,3% από την υδατοκαλλιέργεια, 27,8% από την αλιεία και 62,9% από εισαγωγές από τρίτες χώρες. Τα ψάρια υδατοκαλλιέργειας αποτελούν το 51,4% (660.757 τόνοι) της συνολικής παραγωγής υδατοκαλλιέργειας στην Ε.Ε.

Η παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού το 2014 στην Ε.Ε. ήταν 175.090 τόνοι (85.483 τόνοι τσιπούρας, 63.965 τόνοι λαβρακιού) και αντιστοιχούν στο 26,5% του όγκου παραγωγής ψαριών υδατοκαλλιέργειας της Ε.Ε. Η Ελλάδα αντιπροσωπεύει το 61% της παραγωγής τσιπούρας και λαβρακιού στην Ε.Ε (Πηγή: Baine, 2001).

Το 2016 εκτιμάται πως θα παραχθούν στη Ε.Ε. 450,7 εκ. ιχθύδια τσιπούρας, δηλαδή αύξηση 5,6% σε σχέση με το 2015. Σε όλες τις χώρες αναμένεται να αυξηθεί η παραγωγή. Η παραγωγή γόνου τσιπούρας της Τουρκίας αναμένεται να ανέλθει στα 160 εκ. ιχθύδια.

Το 2016, η παραγωγή λαβρακιού στην Ε.Ε. εκτιμάται πως θα παρουσιάσει αύξηση 1,9% και θα κυμανθεί στους 83.000 τόνους. Η αύξηση της παραγωγής αναμένεται να κυμανθεί από 4,3% (Κύπρος & Γαλλία) έως και 11,85% (Ισπανία). Στην Ελλάδα εκτιμάται μείωση 4,4% και η παραγωγή θα κυμανθεί στους 43.000 τόνους. Για την ίδια περίοδο η παραγωγή λαβρακιού στην Τουρκία αναμένεται να κυμανθεί στους 75.000 τόνους παρουσιάζοντας 2,5% μείωση.

Το 2016 εκτιμάται πως θα παραχθούν στη Ε.Ε. 308 εκ. ιχθύδια λαβρακιού, δηλαδή αύξηση 5,8% σε σχέση με το 2015. Εκτός από την Γαλλία όλες οι άλλες χώρες θα αυξήσουν την παραγωγή τους. Η παραγωγή γόνου λαβρακιού της Τουρκίας αναμένεται να ανέλθει στα 210 εκ. ιχθύδια (Πηγή: Baine, 2001).

Η υδατοκαλλιέργεια σε διεθνές επίπεδο.

Το 2014 η υδατοκαλλιέργεια επιβεβαίωσε για άλλη μια χρονιά την αναπτυξιακή της πορεία παρουσιάζοντας ανάπτυξη 4 % ως προς τον όγκο παραγωγής και 5% ως προς την αξία πωλήσεων.

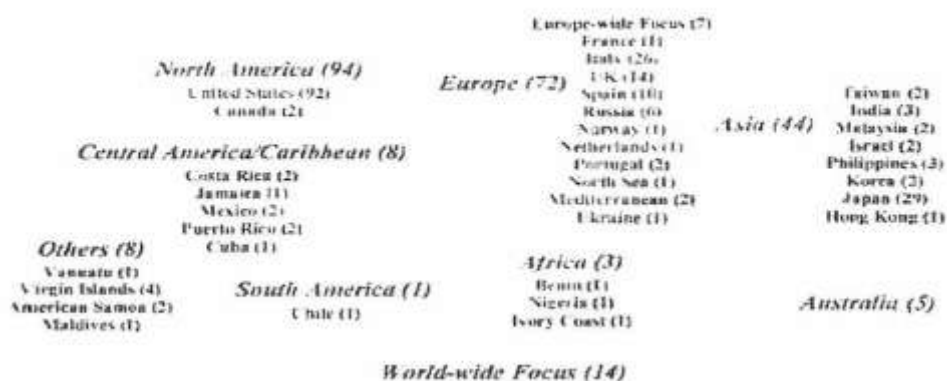
Η συνολική παραγωγή προϊόντων υδατοκαλλιέργειας ανήλθε το 2014 στους 101,1 εκ. τόνους προϊόντων αξίας 132,8 δισ. ευρώ. Η υδατοκαλλιέργεια παρέχει ήδη περισσότερα αλιευτικά προϊόντα στην ανθρωπότητα από ότι η ελεύθερη αλιεία (93,8 εκ. τόνοι το 2013). Διατηρείται η άνιση κατανομή της δραστηριότητας με την Ασία να παράγει σχεδόν το 92% του όγκου των παραγόμενων προϊόντων υδατοκαλλιέργειας (92,76 εκ. τόνοι). Τα ψάρια υδατοκαλλιέργειας αποτέλεσαν το 2014 σχεδόν το 50% της παγκόσμιας παραγωγής (48,44 εκ. τόνοι). Η μεσογειακή υδατοκαλλιέργεια το 2015 ανήλθε σε 358.412 τόνους (181.442 τόνοι τσιπούρας, 157.716 τόνοι λαβρακιού), παρουσιάζοντας ανάπτυξη 4% σε σχέση με το 2014. Η Ελλάδα βρίσκεται στις δύο πρώτες χώρες παραγωγής ψαριών μεσογειακής υδατοκαλλιέργειας, αντιπροσωπεύοντας το 31% της παραγωγής τους διεθνώς.

3.4 Περιπτώσεις τεχνητών υφάλων σε παγκόσμια κλίμακα

Οι τεχνητοί ύφαλοι είναι μια ευρέως διαδεδομένη τεχνική, η οποία επιλέγεται συνήθως για την αύξηση αλιευτικών αποθεμάτων και την ανάπτυξη της ιχθυοπανίδας. Η κατασκευή παντός τύπου είναι ιδιαίτερα αναπτυγμένη στην Βόρεια Αμερική αλλά και την Ευρώπη. Το μεγαλύτερο μέρος στην έρευνα του θέματος έχει

πραγματοποιηθεί στη Βόρεια Αμερική με την Ευρώπη να ακολουθεί και ιδιαίτερα την Ιταλία όπου γίνεται εκτενής έρευνα σε θέματα τεχνητών υφάλων. Η ακόλουθη εικόνα 9 δείχνει γεωγραφικά

κατανεμημένη την έρευνα που διεξάγεται για το θέμα. Παρακάτω μελετάται ένα παράδειγμα κατασκευής τεχνητού υφάλου στο Ισραήλ που κατασκευάστηκε στις αρχές της δεκαετίας του '80. Ήταν η εποχή που άρχισε να γίνεται έρευνα επί του θέματος και είναι σημαντικό να μελετηθεί η περίπτωση αυτή καθώς σημαντικά ευρήματα προέκυψαν τα οποία συσχετίζονται άμεσα με την ενίσχυση του αλιευτικού αποθέματος αλλά και τον εμπλουτισμό της περιοχής με συγκεκριμένο είδος της ιχθυοπανίδας.



Εικόνα 9: Γεωγραφική κατανομή της έρευνας για τους τεχνητούς υφάλους σε παγκόσμια κλίμακα. **Πηγή:** (Baine, 2001).

3. 4.1 Τεχνητοί υφάλοι στις μεσογειακές ακτές του Ισραήλ.

Στις αρχές της δεκαετίας του '80, το κέντρο θαλάσσιων επιστημών του Πανεπιστημίου της Haifa και το τμήμα αλιευτικής τεχνολογίας του Υπουργείου Αγροτικής Ανάπτυξης, ίδρυσαν το Ισραηλιτικό εθνικό πρόγραμμα για τεχνητούς υφάλους στη Μεσόγειο (Israeli National Artificial Reefs Project for the Mediteranean). Ο στόχος του προγράμματος ήταν να διερευνηθεί πως επηρεάζεται η συγκέντρωση ψαριών εμπορικής αξίας στην περιοχή επιρροής του υφάλου, από τη δομή και το υλικό κατασκευής του. Στην περιοχή υπήρχε μεγάλο πρόβλημα λόγω της πολύ μικρής συγκέντρωσης ιχθυοπανίδας και των περιορισμένων τροφικών πόρων, οπότε η λύση του τεχνητού υφάλου είχε ως στόχο να αντιμετωπίσει αυτό ακριβώς το πρόβλημα (Jensen et al., 2000).

Η ομάδα έρευνας επέλεξε δύο σημεία για τη βύθιση δυο διαφορετικών υφάλων εικόνα 10. Η τοποθεσία 1, ήταν κατάλληλη για την βύθιση μικρότερων υφάλων καθώς τα βάθη πυθμένα κυμαίνονται μεταξύ 18. Sm και 26m, σε απόσταση 1.8 km νότιο δυτικά από το Ισραηλιτικό Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας στη Haifa. Η τοποθεσία 2, ήταν περίπου στα 3 km νότιο-δυτικά από την πρώτη τοποθεσία, όπου και τοποθετήθηκε ένας μεγάλος τεχνητός ύφαλος από ατσάλι (Jensen et al., 2000).

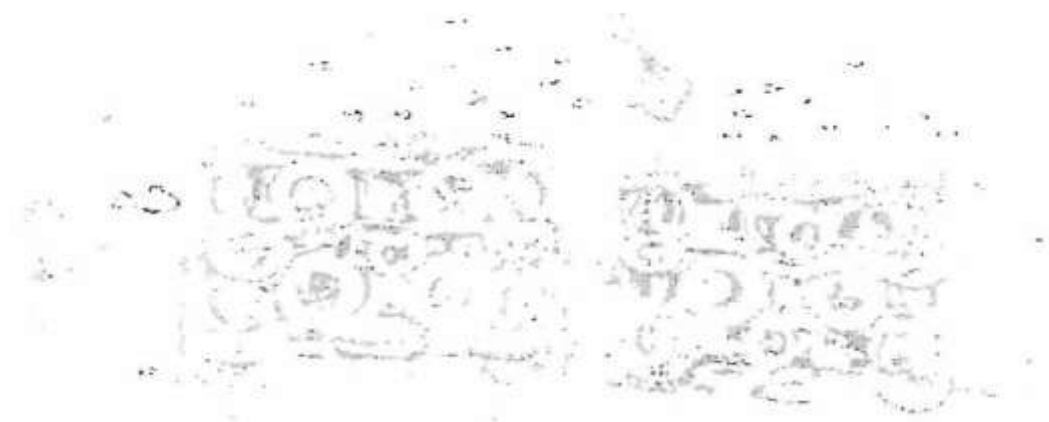


Εικόνα 10: Χάρτης της περιοχής με τις θέσεις όπου ποντίστηκαν οι τεχνητοί ύφαλοι. Όπου A.R., η θέση των μικρών υφάλων και L.B. η θέση του μεγάλου.

Πηγή: (Jensen et al., 2000).

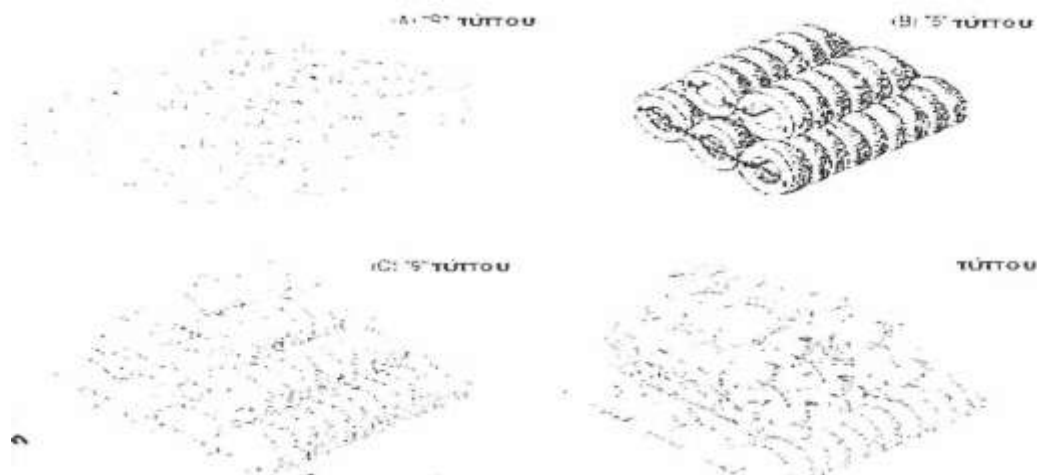
Αρχικά τοποθετήθηκαν δυο ζεύγη πειραματικών τεχνητών υφάλων σε 500 m μεταξύ τους απόσταση. Το υλικό κατασκευής των υφάλων αποτελούνταν από λάστιχα αυτοκινήτων ενώ ενώνονταν μεταξύ τους με τη βοήθεια μετάλλου ή ενισχυμένης υαλορυθίνης και συγκρατούνταν στον πυθμένα με τη βοήθεια σκυροδέματος. Ο χειμώνας που ακολούθησε ήταν αρκετά δριμύς, με αποτέλεσμα να δώσει ισχυρές καταιγίδες που προκάλεσαν κυματισμούς ύψους μέχρι και 8 m. Όπως ήταν αναμενόμενο, οι ύφαλοι καταστράφηκαν σε μεγάλο βαθμό και η έρευνα που ακολούθησε οδήγησε σε ορισμένα συμπεράσματα. Οι περισσότερες καταστροφές στους υφάλους προκλήθηκαν στις ενώσεις μεταξύ των υλικών, οπότε διαπιστώθηκε ότι αυτές πρέπει να είναι είτε αρκετά ευέλικτες (καουτσούκ, PVC, κτλ.) είτε αρκετά συμπακνωμένες από ένα υλικό (σκυρόδεμα). Επίσης, η δομή του υφάλου θα πρέπει να είναι τριγωνική έτσι ώστε να περιοριστεί η διάβρωση που προκαλείται από

ρεύματα ή από κυματισμούς. Τέλος, θα ήταν αρκετά ωφέλιμο να μειωθεί και το ύψος του τεχνητού υφάλου αφού ούτως ή άλλως παρατηρήθηκε ότι η αποίκιση συμβαίνει σε χαμηλά ύψη στις τεχνητές κατασκευές εικόνα 11 (Jensen et al., 2000).



Εικόνα 11: Σχηματική απεικόνιση των δυο ζευγών τεχνητών υφάλων που βυθίστηκαν αρχικά. **Πηγή:** (Jensen et al., 2000).

Αυτά τα συμπεράσματα επηρέασαν πολύ τον τρόπο κατασκευής των νέων υφάλων που ποντίστηκαν κοντά στη θέση των αρχικών. Αυτή τη φορά οι ύφαλοι τοποθετήθηκαν σε βάθος τέτοιο ώστε να μην επηρεάζονται από τους πολύ ισχυρούς κυματισμούς του χειμώνα. Εννέα μονάδες τεχνητών υφάλων ποντίστηκαν, οι τέσσερις από αυτούς κατασκευάστηκαν από χρησιμοποιημένα λάστιχα αυτοκινήτων και συνδέθηκαν μεταξύ τους με σιδερόβεργες. Τέσσερις μονάδες υφάλων κατασκευάστηκαν επίσης από λάστιχα αυτοκινήτων αλλά έγινε έγχυση σκυροδέματος προκειμένου να παγιωθεί η σύνδεσή τους, και τέλος η τελευταία μονάδα αποτελούνταν και αυτή από λάστιχα αυτοκινήτων αλλά η σύνδεση των υλικών έγινε με τη βοήθεια χαλύβδινων αλυσίδων. Όπως η σύνδεση του υλικού κατασκευής είχε διαφοροποιήσεις, το ίδιο συνέβη και με τη δομή των υφάλων. Τα λάστιχα τοποθετήθηκαν κάθετα (τύπου "S"), οριζόντια σε τρεις (τύπου "5") ή τέσσερις (τύπου "9") στοιβάδες ή σε οριζόντιες σειρές κάθετα το ένα με το άλλο (τύπου "C"). Η εικόνα 12 δείχνει τη δομή των διάφορων τύπων υφάλων που χρησιμοποιήθηκαν (Jensen et al., 2000).



Εικόνα 12: Σχηματική απεικόνιση των δομών των τεχνητών υφάλων που ποντίστηκαν. **Πηγή:** (Jensen et al., 2000).

Στη συνέχεια τοποθετήθηκε και ο μεγάλος ύφαλος στη θέση 2 ο οποίος ήταν κομμάτι ενός σκάφους και μέσα στον επόμενο χρόνο δημιουργήθηκαν επιπλέον οπές στο σκάφος με τη βοήθεια εκρηκτικών. Αρκετά χρόνια αργότερα, η ομάδα έρευνας αποφάσισε την τοποθέτηση τριών επιπλέον τεχνητών υφάλων από μέρη σκάφους σε απόσταση 50-70 m από την περιοχή που βρίσκονταν οι μικροί ύφαλοι από λάστιχα (Jensen et al., 2000).

Όσον αφορά τον έλεγχο και την παρακολούθηση των υφάλων, αυτή ξεκίνησε πριν ακόμα τοποθετηθούν, όπου συλλέγονταν μετρήσεις της περιοχής με σκοπό να συγκριθούν με την κατάσταση που θα επικρατούσε μετά τη βύθιση των υφάλων. Οι μετρήσεις αφορούσαν την ποικιλία των ειδών ψαριών την αφθονία και το μέγεθός τους. Οπτική παρακολούθηση από δύτες και λήψη φωτογραφιών και βίντεο επιστρατεύτηκαν προκειμένου να ελέγχονται και να παρακολουθούνται οι ύφαλοι και οι περιοχές γύρω απ' αυτούς (Jensen et al., 2000).

Συμπεράσματα

Ο συνδυασμός τεχνητών υφάλων και τεχνητού εμπλουτισμού της περιοχής απέδωσε ιδιαίτερα στην προσέλκυση ψαριών και μακροασπόνδυλων. Η ομοιότητα των ειδών ψαριών που προσέλκυσαν οι τεχνητοί ύφαλοι με τα είδη ψαριών που προϋπήρχαν είναι πολύ μεγάλη, έγιναν εμπλουτισμοί με πολλά είδη των ενδημικών, σε σημείο τέτοιο ώστε να μπορούν οι τεχνητοί ύφαλοι να θεωρηθούν υποκατάστατο φυσικών υφάλων και μορφώσεων του πυθμένα που χάθηκαν εξαιτίας ανθρωπογενών δραστηριοτήτων. Σε ένα χαμηλά παραγωγικό θαλάσσιο περιβάλλον όπου υπάρχει

μικρή έως μηδαμινή παραγωγή εμπορικών ειδών ψαριών, η λύση της τοποθέτησης τεχνητού υφάλου έδειξε ότι μπορεί αν είναι ιδιαίτερα αποτελεσματική ακόμα και χωρίς τη διαδικασία της ενίσχυσης με τεχνητό εμπλουτισμό του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Ωστόσο, η παραγωγικότητα και προσέλκυση αρπακτικών ειδών ψαριών όπως οι ροφοί μπορεί να ενισχυθεί μέσω τεχνητού εμπλουτισμού (Jensen et al., 2000).

3.5 Υδατοκαλλιέργεια: Μειώθηκε η Παραγωγή αλλά Βελτιώθηκαν οι Τιμές

Μείωση των πωλήσεων σε όγκο, αλλά και βελτίωση της μέσης τιμής πώλησης των αλιευμάτων δείχνει η ελληνική ιχθυοκαλλιέργεια, σύμφωνα με την έκθεση για την ελληνική υδατοκαλλιέργεια που έδωσε στη δημοσιότητα ο Σύνδεσμος Ελληνικών Θαλασσοκαλλιεργειών (ΣΕΘ).

Η μείωση της παραγωγής αντικατοπτρίζει τα προβλήματα που αντιμετωπίζει τα τελευταία χρόνια ο κλάδος και την προσπάθεια αναδιάρθρωσης που καταβάλλεται, με τις τράπεζες να ελέγχουν αυτή τη στιγμή τις δύο μεγάλες επιχειρήσεις του κλάδου. Αυτές οι συνθήκες έχουν δώσει χώρο στην Τουρκία να αναπτυχθεί ραγδαία, με την συνολική παραγωγή της να ξεπερνάει σήμερα την ελληνική. Σύμφωνα με την έκθεση, Το 2014 ο ρυθμός ανάπτυξης της υδατοκαλλιέργειας παρέμεινε σχεδόν αμετάβλητος σε σχέση με το 2013 και η συνολική παραγωγή ανήλθε σε 135.927 τόνους αξίας 600,9 εκ. ευρώ παρουσιάζοντας αύξηση 13,2% ως προς την αξία πωλήσεων.

Το 69% της εγχώριας παραγωγής αλιευτικών προϊόντων προέρχεται από την υδατοκαλλιέργεια και το 31% από την αλιεία. Εκτρέφονται κυρίως ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας και μύδια που αποτελούν το 88% και το 12% αντίστοιχα της συνολικής παραγωγής. Το 2015 η εκτροφή τσιπούρας και λαβρακιού ανήλθε σε 110.000 τόνους αξίας 590,5 εκ. ευρώ αντιπροσωπεύοντας το 98% του όγκου και το 99% της αξίας των ψαριών ιχθυοκαλλιέργειας. Σε σχέση με το 2014 παρατηρείται μείωση 2,6% ως προς τον όγκο, αλλά αύξηση 4% σε σχέση με την αξία πωλήσεων, καθώς η μέση τιμή βελτιώθηκε κατά 3% για τα δύο είδη και ανήλθε στα 5,35 ευρώ το κιλό. Αναλυτικότερα παρήχθησαν 65.000 τόνοι τσιπούρας και 45.000 τόνοι λαβρακιού αξίας 354,25 εκ. ευρώ και 236,25 εκ. ευρώ αντίστοιχα.

Η τσιπούρα αντιστοιχεί στο 59% του όγκου παραγωγής και το λαβράκι στο 41%. Σε σχέση με το 2014 η παραγωγή τσιπούρας μειώθηκε κατά 8,5%, ενώ το λαβράκι

αυξήθηκε κατά 7%. Το 2016 εκτιμάται πως η παραγωγή τσιπούρας και λαβρακιού θα κυμανθεί στους 105.000 τόνους. Το 2016 εκτιμάται ότι η παραγωγή γόνου τσιπούρας και λαβρακιού θα παρουσιάσει αύξηση 3,5% και θα παραχθούν συνολικά 445 εκ. ιχθύδια. Ανά είδος, θα παραχθούν 185 εκ. ιχθύδια λαβρακιού και 260 εκ. τσιπούρας, δηλαδή 5,6% και 6,1% αντίστοιχα αύξηση σε σχέση με το 2015. Οι εξαγωγές του κλάδου το 2015 εκτιμώνται σε 85.000 τόνους εκ των οποίων το 95% διοχετεύτηκε σε αγορές της Ε.Ε. Τα ψάρια και τα αλιευτικά προϊόντα αποτελούν τον πρώτο εξαγωγικό κλάδο ζωικής παραγωγής της χώρας. Ο κλάδος δημιουργεί 12.000 θέσεις άμεσης και έμμεσης εργασίας κυρίως σε παράκτιες ή απομακρυσμένες περιοχές.

Μεσογειακή ιχθυοκαλλιέργεια. Σε ό,τι αφορά ειδικότερα τη μεσογειακή ιχθυοκαλλιέργεια, η Ελλάδα βρίσκεται στις δύο πρώτες χώρες παραγωγής ψαριών μεσογειακής υδατοκαλλιέργειας παγκοσμίως, αντιπροσωπεύοντας το 31% της παραγωγής τους διεθνώς. Αναλυτικότερα, το 85% της παραγωγής προήλθε από 5 χώρες, την Τουρκία (125.000 τόνοι), την Ελλάδα (110.000 τόνοι), την Ισπανία (37.554 τόνοι), την Αίγυπτο (30.000 τόνοι) και την Ιταλία (13.810 τόνοι). Το υπόλοιπο 15% προέρχεται από χώρες της ευρύτερης περιοχής της Μεσογείου και της Μ. Ανατολής με παραγωγή κάτω των 10.000 τόνων ετησίως. Αξίζει να σημειωθεί πως το 66% της παραγωγής παγκοσμίως πραγματοποιείται σε 2 χώρες της ανατολικής Μεσογείου, την Ελλάδα και την Τουρκία. Η Ελλάδα παραδοσιακά αποτελούσε την ηγέτιδα δύναμη στην παραγωγή αυτών των ειδών και το 2008 όπου και σημείωσε την ιστορικά υψηλότερη παραγωγή (144.000 τόνοι), αντιπροσώπευε το 59% της παγκόσμιας παραγωγής. Ωστόσο τα τελευταία χρόνια και λόγω της οικονομικής κρίσης η παραγωγή της κυμαίνεται στους 110.000 - 120.000 τόνους. Η Τουρκία αντιθέτως την τελευταία δεκαετία έχει αναδειχτεί σε σημαντικό παραγωγό αυξάνοντας συνεχώς την παραγωγή της. Ενδεικτικά αναφέρεται ότι μέσα σε δέκα χρόνια σχεδόν τριπλασίασε την παραγωγή της ξεπερνώντας τους 100.000 τόνους και αντιπροσωπεύοντας πλέον το 35% του όγκου παραγωγής σε διεθνές επίπεδο.

3.6 Τεχνητοί ύφαλοι στην Ελλάδα

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν οι τεχνητοί ύφαλοι οι οποίοι έχουν κατασκευαστεί ή είναι σε φάση κατασκευής στην Ελλάδα και των οποίων τα στοιχεία ήταν προσβάσιμα. Περιγράφονται τα τεχνικά στοιχεία καθώς και η σκοπιμότητά τους.

3. 6.1 Τεχνητοί ύφαλοι στο Ρέθυμνο

Ένα καινοτομικό σύστημα με τεχνητούς υφάλους με σκοπό τον περιορισμό της διάβρωσης των ακτών σχεδιάζει ο δήμος Ρεθύμνου να υλοποιήσει στο παραλιακό μέτωπο της πόλης από το «Δελφίνι» μέχρι τα Μισσίρια. Πρόκειται για μια σύγχρονη κατασκευή που έχει εφαρμοστεί επιτυχώς σε άλλες ευρωπαϊκές χώρες όπως η Ιταλία και η Ισπανία αλλά και στο Ντουμπάι με αποτέλεσμα οι ακτές να μην παθαίνουν «σμίκρυνση» ενώ βοηθά και στην ανάπλαση των παραλιών. Το χαρακτηριστικό της παραλίας του Ρεθύμνου είναι ότι σε κάποια σημεία αποτελείται από μια πολύ μικρή λωρίδα γης ενώ σε άλλα έχει μεγαλύτερη έκταση, οπότε το είδος αυτό της κατασκευής κρίθηκε απαραίτητο από τη δημοτική αρχή. Το θέμα αυτό είχε τονιστεί από την προηγούμενη δημοτική αρχή όπου είχε διαπιστωθεί η έκταση του προβλήματος και αποφασίστηκε ότι πρέπει να ληφθούν μέτρα και να υλοποιηθούν δράσεις για τη διάσωση της παραλίας που σε κάποια τμήματα σχεδόν εξαφανίζεται (Βηλαρά, 2010)

Θα χρησιμοποιηθούν οικολογικά υλικά για να κατασκευαστούν υποθαλάσσιοι ύφαλοι οι οποίοι θα τοποθετηθούν σε απόσταση 200 μέτρα περίπου από την παραλία και σε 5 μέτρα κάτω από την επιφάνεια της θάλασσας. Πρόκειται για υφάλους από ενισχυμένο σκυρόδεμα φτιαγμένο με άμμο, στους οποίους θα τοποθετηθούν και μικροοργανισμοί για να προσελκύσουν ψάρια (Βηλαρά, 2010)

Οι τεχνητοί ύφαλοι δεν είναι κλειστοί αλλά έχουν ανοίγματα (τρύπες) έτσι ώστε να ανανεώνεται το νερό και να βρίσκουν καταφύγιο οι υδρόγειοι ζωικοί οργανισμοί. Πρόκειται για μια εγκατάσταση φιλική προς το περιβάλλον που θα έχει σχήμα πυραμίδας με ανατάξιμους υφάλους, έτσι ώστε ανά πάσα στιγμή δηλαδή μπορούν να μετακινηθούν αν χρειαστεί. Οι ύφαλοι θα λειτουργούν ως κυματοθραύστες όπου το κύμα θα θραύεται στους υφάλους και παράλληλα θα γίνεται φυσική μεταφορά της άμμου στην παραλία ως συνέπεια του φαινομένου της θραύσης των κυματισμών. Παράλληλα όμως, δημιουργείται ένα «σπίτι» για τα ψάρια αφού θα αποικίσουν στην πυραμίδα φτιάχνοντας φωλιές και έτσι θα δημιουργηθεί ψαρότοπος. Ο κύριος στόχος είναι να προστατευτούν οι ακτές με τη χρήση κατασκευής φιλικής προς το θεατή που δεν έχει καμία σχέση με την αντιαισθητική εικόνα των ογκόλιθων από μπετόν, χρησιμοποιώντας κατά βάση υλικά οικολογικά (Βηλαρά, 2010).

3.6.2 Τεχνητοί υφάλοι στη Μονεμβασιά

Επισημαίνεσαι ολοκληρώθηκε η «Οριστική Μελέτη Σχεδίου Υλοποίησης Τεχνητών Υφάλων στο Ν. Λακωνίας (Τεχνητός Ύφαλος – Περιοχής Μονεμβασιάς)» στο πλαίσιο Προγραμματικής Σύμβασης μεταξύ της Ν.Α. Λακωνίας, του Ελληνικού Κέντρου Θαλασσίων Ερευνών (ΕΛ.ΚΕ.ΘΕ.) και της Αναπτυξιακής Εταιρείας Λακωνίας (ΑΝ.Ε.Λ. Α.Ε.) (Βηλαρά, 2010).

Η σκοπιμότητα της κατασκευής ενός τεχνητού υφάλου στην περιοχή της Μονεμβάσιας του νομού Λακωνίας είναι η αύξηση του διαθέσιμου χώρου για τον πολλαπλασιασμό της βενθικής βιομάζας με την κατασκευή ενός σκληρού τεχνητού βενθικού υποστρώματος. Έτσι θα είναι δυνατή η προσέλκυση οργανισμών όπως ψάρια και καρκινοειδή που θα έχουν σημαντικό οικονομικό ενδιαφέρον σε ρηχότερα και πιο πλούσια από άποψης τροφής νερά, προφυλαγμένα από την αλιεία, με απώτερο στόχο την ενίσχυση των τοπικών πληθυσμών. Επίσης θα δημιουργηθεί ένα προστατευόμενο περιβάλλον που θα έχει τα χαρακτηριστικά Θαλάσσιας Προστατευόμενης Περιοχής (ΜΡΑ), και θα καλύπτει τις ανάγκες για προστασία ευαίσθητων για τους οργανισμούς περιοχών (περιοχές στρατολόγησης, περιοχές διατροφής νεαρών ατόμων, αναπαραγωγικές ζώνες παράκτιων αποθεμάτων όπως π.χ. το σκαθάρι κ.λπ.) καθώς και άλλων ειδών που βρίσκονται υπό αυστηρό καθεστώς προστασίας (Βηλαρά, 2010).

Τέλος, η δημιουργία τεχνητού υφάλου σε συνδυασμό με το φυσικό κάλλος του πυθμένα της ευρύτερης περιοχής, θα μπορούσαν στο μέλλον να αποτελέσουν μέρος της αναγκαίας υποδομής για τη δημιουργία καταδυτικού πάρκου, με θετικές επιδράσεις στον τουρισμό και στην προστασία του θαλάσσιου περιβάλλοντος καθώς και ως κατασκευή προστασίας της ακτογραμμής από τη διάβρωση.

Η περιοχή Πορί επιλέχθηκε ως ο καταλληλότερος θαλάσσιος χώρος για την εγκατάσταση του τεχνητού υφάλου, όπως προέκυψε από τη μελέτη χωροθέτησης. Η μελέτη χωροθέτησης έγινε με άξονα εκείνο τον τύπο τεχνητού υφάλου, ο οποίος θα εξασφαλίζει την προστασία και αύξηση των ιχθυοπληθυσμών, αλλά και την αξιοποίησή του και ως καταδυτικό πάρκο (Βηλαρά, 2010).

Σύμφωνα λοιπόν με την ωκεανογραφική μελέτη, η περιοχή του όρμου «Πορί» συνδυάζει όλα τα απαραίτητα φυσικά, βιολογικά και κατασκευαστικά χαρακτηριστικά για ένα επιτυχημένο έργο. Η προσαύξηση των βραχωδών επιφανειών στην περιφέρεια των υποθαλάσσιων λειμώνων Ποσειδωνίας, είναι δυνατόν να προκαλέσει ένα ισχυρό προστατευτικό φραγμό ενάντια στο μηχανικά αίτια υποβάθμισης του οικοτόπου (συρόμενα εργαλεία, αγκυροβόλια κλπ), προσφέροντας παράλληλα επιπλέον οικολογικούς θώκους για την αύξηση της βιοποικιλότητας και των ιχθυοαποθεμάτων (Βηλαρά, 2010). Η αλιευτική μελέτη αποδεικνύει ότι η περιοχή είναι πλούσια σε βιοποικιλότητα καθώς έχει αλιευθεί ένας μεγάλος αριθμός ειδών που διαβιούν στην περιοχή τόσο ενδημικά όσο και αλλόχθονα, ενώ η βιομάζα του ιχθυοαποθέματος της περιοχής δε βρίσκεται σε πολύ χαμηλά επίπεδα. Η ιχθυοπλαγκτονική μελέτη υποδεικνύει ότι η περιοχή μελέτης θα μπορούσε να χαρακτηριστεί ως μία ολιγοτροφική περιοχή.

Συνεπώς, η δημιουργία ενός τεχνητού υφάλου στην προτεινόμενη περιοχή θα είχε ως αποτέλεσμα, κάτω από ορθολογική διαχείριση, την άμεση αύξηση της βιομάζας στην ευρύτερη περιοχή της Μονεμβασιάς. Επιπλέον η τοποθέτηση ενός τεχνητού υφάλου θα είχε ως αποτέλεσμα και την ταυτόχρονη αύξηση της βιοποικιλότητας στην περιοχή καθώς θα λειτουργεί ως αλιευτικό καταφύγιο για έναν αριθμό ειδών (Βηλαρά, 2010).

3. 6. 3 Τεχνητοί ύφαλοι σε Κίσσαμο και Ελαφονησι Χανίων

Στα πλαίσια του έργου κατασκευής τεχνητών υφάλων στις δύο αυτές περιοχές, εκπονήθηκαν μελέτες σκοπιμότητας στις οποίες εξετάστηκε η δυνατότητα δημιουργίας τεχνητών υφάλων στον Κόλπο Κισάμου, με στόχο την αύξηση της βιομάζας στην περιοχή, μέσω της εποίκησης του υποστρώματος, με τη δημιουργία κατάλληλου καταφυγίου για την απόθεση αυτών μεγάλου αριθμού θαλάσσιων ειδών, την προφύλαξη των προνυμφό τους, την αύξηση της ποικιλομορφίας του θαλάσσιου περιβάλλοντος, την αύξηση της βιοποικιλότητας και τη δημιουργία νέων τροφικών πλεγμάτων. Επιπλέον οι δύο μελέτες στοχεύουν στην προστασία του παράκτιου περιβάλλοντος και την προστασία της περιοχής από την παράνομη αλιεία, την αναβάθμιση του οικοσυστήματος, την ανάκαμψη των ιχθυοαποθεμάτων, αυξάνοντας μακροπρόθεσμα την βιομάζα των αυτόχθονων πληθυσμών (Κήρυκας, 2010).

Σημειώνεται ότι η λίστα των αλιευμάτων, που θα εμπλουτισθούν, περιλαμβάνουν τα εξής είδη: Κουτσομούρα, λυθρίνι, μουγκρί, μπαρμπούνι, γόπα, καπόνι, λαβράκι, λούτσος, γαλέος, βάτος, γλώσσα, μπακαλιάρος, πέρκα, ροφός, σάλπα, σαργός, σκάρος, σκορπιός, σμέρνα, μαγιάτικο, σπάρος, στήρα, συναγρίδα, σκαθάρι, μουρμούρι, φαγκρί, καλαμάρι, σαλάχι, σουπιά, αστακός, πεσκανδρίτσα, παλαμίδα, αχινός, κωλοχτύπα και χταπόδι (Κήρυκας, 2010)

Στον Όρμο του Λαφονησόπορου στο Ελαφονήσι, όπου θα τοποθετηθούν τεχνητοί ύφαλοι, η επιλογή έγινε μέσα από διάφορα περιβαλλοντικά κριτήρια, όπως είναι ο τύπος του υποστρώματος, το βάθος πόντισης, ορισμένες φυσικοχημικές παράμετροι, η γειτνίαση με φυσικούς υφάλους κλπ. (Κήρυκας, 2010).

3. 6. 4 Τεχνητοί ύφαλοι στο Φανάρι Ροδόπης

Το πρώτο πείραμα στις ελληνικές θάλασσες ξεκίνησε το 1999 στο Θρακικό Πέλαγος και 12 χρόνια μετά η εμπειρία δείχνει πως ήταν απόλυτα επιτυχημένο, αφού αύξησε την ιχθυοπανίδα έως και κατά 400%. Ακολούθησαν άλλα τρία σε Κάλυμνο, Πρέβεζα και Χαλκιδική, με θετικά αποτελέσματα για τους παράκτιους αλιείς (Ιγνατιάδης, 2011).

Ο τεχνητός ύφαλος στο Φανάρι Ροδόπης ποντίστηκε τον Οκτώβρη του 1999 και η ζώνη προστασίας καταλαμβάνει έκταση περίπου έξι τετραγωνικών χιλιομέτρων (5.929.040 m²). Ο σκοπός της εγκατάστασης του υφάλου ήταν να καθορίσει μια περιοχή προστασίας των βιολογικών αποθεμάτων με στόχο την αύξηση των βιολογικών αποθεμάτων της περιοχής και την προστασία των οικοσυστημάτων (Σωφρονίδης et al., 2001).

Ο ύφαλος καλύπτει έκταση μήκος και πλάτος ένα ναυτικά μίλια, ποντισμένος σε βάθος 22 έως 25 μέτρων, ώστε να είναι προσβάσιμος στους ερευνητές για μετρήσεις. Κατά το μεγαλύτερο μέρος της η κατασκευή αποτελείται από μια πυραμιδοειδή διάταξη τσιμεντένιων ογκόλιθων με οπές διαφόρων διαμετρημάτων (Focus, 2004).

Το οικοσύστημα που δημιουργήθηκε στην περιοχή τα τελευταία χρόνια περιλαμβάνει τον αστακό, την πεσκανδρίτσα, τον γωβιό, τον κακαρέλο, τον χάνο, το σκορπίδι καθώς και ο κεφαλάς σε μεγάλους πληθυσμούς (Focus, 2004).

Από την εγκατάσταση του υφάλου προκύπτει ότι μετά την αρχική διαταραχή των βιοκοινωνιών. Η περιοχή αποκτά ένα νέο καθεστώς ισορροπίας το οποίο όπως

περιγράφεται στο άρθρο, δεν είχε σταθεροποιηθεί ακόμα ως το 2001 και απαιτούνταν συνεχόμενη παρακολούθηση ώστε να εξαχθούν καθαρότερα συμπεράσματα.

(Σωφρονίδης et al., 2001). Ωστόσο όπως διατυπώνει σε μεταγενέστερη έρευνά του ο Ιγνατιάδης (2011), ο τεχνητός ύφαλος στη Ροδόπη είχε πολύ θετικά αποτελέσματα καθώς αυξήθηκαν τα αλιευτικά αποθέματα από 150 έως 400%.

3.6.5 Τεχνητοί ύφαλοι σε Κίτρους και Λιτόχωρο

Η δημιουργία δύο νέων τεχνητών υφάλων σε Κίτρους και Λιτόχωρο μπαίνει σε φάση υλοποίησης στις ακτές της Πιερίας μετά την ένταξη του σχεδίου στο μέτρο 3.2 του Επιχειρησιακού Προγράμματος Αλιείας 2007-2013 (Focus, 2004).

Τα δύο «καταφύγια», συνολικής δημόσιας δαπάνης περίπου 2.050.000 ευρώ, θα στηθούν στις περιοχές του Κίτρους και του Λιτόχωρου, με ειδικής κατασκευής τσιμεντένιους κυβόλιθους, που θα ποντιστούν στη θάλασσα, σε βάθος 15-45 μέτρων, και μέσα στα επόμενα τρία χρόνια αναμένεται να αποικιστούν από δεκάδες είδη ψαριών και θαλάσσιων οργανισμών (Focus, 2004).

Οι σχετικές μελέτες σκοπιμότητας και ωρίμανσης πραγματοποιήθηκαν από την πρώην νομαρχία Πιερίας, και το έργο δρομολογείται για υλοποίηση, μετά τη θετική αξιολόγησή του από την Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Αλιείας Β Μονάδας του Υπουργείου Θαλάσσιων Υποθέσεων, Νήσων και Αλιείας (Focus, 2004).

Το έργο αναμένεται να αναζωογονήσει συνολικά τη θαλάσσια περιοχή των περικών ακτών και του Θερμαϊκού Κόλπου, δίνοντας τη δυνατότητα στους αλιείς να αυξήσουν τα εισοδήματά τους, ενώ σε δεύτερη φάση σχεδιάζεται και η τουριστική αξιοποίηση του εγχειρήματος, με την προβολή των δύο τεχνητών υφάλων ως προορισμών καταδυτικού τουρισμού.

Οι τεχνητοί ύφαλοι προσφέρουν το σκληρό υπόστρωμα στον βυθό για τη δημιουργία νέας αποικίας θαλάσσιων οργανισμών. Στην αρχή προσελκύουν σκουλήκια και ασπόνδυλα, τα οποία κολλούν πάνω στις επιφάνειες των κυβόλιθων και σε επόμενη φάση, όταν αυτοί καλυφθούν και προσομοιάζουν σε καταφύγιο, έρχονται τα ψάρια. Ορισμένα είδη έρχονται εκεί με τα μικρά τους, άλλα - μεγαλύτερα - έρχονται για να φάνε τα μικρά, ενώ κάποια μεταναστευτικά είδη χρησιμοποιούν το καταφύγιο ως σταθμό του ταξιδιού τους (Focus, 2004).

«Ανάλογα με το θαλάσσιο περιβάλλον, " αναπτύσσονται διαφορετικά είδη ψαριών . Η συγκεκριμένη περιοχή έχει μπακαλιάρους, σαρδέλες, γούρους και άλλα είδη, που θα αποτελέσουν τους "κράχτες" για την προσέλκυση των ειδών που αναζητούν οι ψαράδες, όπως σκαθάρια, σαργούς κ.ά.» (Focus, 2004).

Όσον αφορά στα τεχνικά χαρακτηριστικά του έργου, ο τεχνητός ύφαλος του Κίτρους θα έχει πυρήνα 117 στρεμμάτων, όπου θα απαγορεύεται κάθε αλιευτική δραστηριότητα, και συνολική έκταση προστατευτικής ζώνης 4.341 στρεμμάτων, όπου

θα τεθούν περιορισμοί. Θα ποντιστεί σε βάθος 18 έως 27 μέτρων, σε απόσταση περίπου ενός ναυτικού μιλίου από την ακτή, και θα αποτελείται από 331 τεχνητά στοιχεία διαφορετικών τύπων. Ο προϋπολογισμός του έργου (κατασκευή και τριετής παρακολούθηση) φτάνει το 1.059.595 ευρώ (Focus, 2004).

Ο τεχνητός ύφαλος του Λιτόχωρου θα ποντιστεί σε βάθος 15 έως και 45 μέτρων, σε απόσταση 0,6 ν.μ. από την ακτή και θα έχει έκταση πυρήνα 650 στρεμμάτων και συνολική ζώνη 12.326 στρεμμάτων, ενώ ο προϋπολογισμός του έργου είναι 982.767 ευρώ (Focus, 2004).

3.7 Συνοπτικά

Στο κεφάλαιο αυτό αναλύθηκαν τα κριτήρια και οι παράγοντες εκείνοι που θεωρούνται πολύ σημαντικοί και μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την επιτυχία ενός τεχνητού υφάλου. Έπειτα, παρουσιάστηκε μια περίπτωση κατασκευής τεχνητών υφάλων στις μεσογειακές ακτές του Ισραήλ όπου το ζητούμενο ήταν να αυξηθούν τα αλιευτικά αποθέματα στην περιοχή επιρροής και σημαντικά συμπεράσματα τα οποία συμβάλλουν σημαντικά στην επιτυχία τέτοιου είδους κατασκευής, διατυπώθηκαν.

Τέλος, περιεγράφηκαν και αναλύθηκαν οι τεχνητοί ύφαλοι που έχουν κατασκευαστεί ή είναι σε φάση κατασκευής στην Ελλάδα. Τα τεχνικά χαρακτηριστικά, η σκοπιμότητα της κατασκευής τους καθώς και τα μέχρι τώρα αποτελέσματα από την επιρροή τους στα ιχθυαποθέματα αναλύθηκαν. Το επόμενο κεφάλαιο περιλαμβάνει τον επίλογο της εργασίας μαζί με τα συμπεράσματα σχετικά με την επίδραση των τεχνητών υφάλων και οι προτάσεις για βελτίωση και περαιτέρω έρευνα επί του θέματος.

Κεφάλαιο 4 Συζήτηση

Μετά από ενδελεχή μελέτη των δεδομένων που επηρεάζουν την επιτυχή κατασκευή τεχνητών υφάλων σε προηγούμενα κεφάλαια, προκύπτουν στοιχεία αναφορικά με την καλύτερη κατασκευή, τον τρόπο διαχείρισης του υφάλου και - γενικά θέματα στα οποία πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά τη διαδικασία σχεδιασμού, κατασκευής και λειτουργίας του υφάλου.

Κατά το σχεδιασμό του τεχνητού υφάλου πρέπει να δοθεί μεγάλη προσοχή και να μελετηθεί, το υλικό που θα χρησιμοποιηθεί πρωτεύοντος στην κατασκευή. Σύμφωνα με μελέτες που έχουν εκπονηθεί, διαπιστώθηκε ότι ιδιαιτέρως το σκυρόδεμα αλλά και τα λάστιχα και τα φυσικά υλικά (ξύλο, κελύφη, κτλ.) ανταποκρίνονται πολύ καλά στο στόχο της αύξησης των αλιευτικών αποθεμάτων της περιοχής επιρροής του υφάλου.

Σχετικά με τους παράγοντες που χρήζουν ιδιαίτερης προσοχής, όσον αφορά το ζήτημα της πόντισης του υφάλου, αξιοσημείωτο είναι ο παράγοντας της τοποθεσίας, χωροθέτησης του υφάλου και χαρτογράφησης της περιοχής. Ως πιο κρίσιμο παράγοντα γενικά στο σχεδιασμό και διαχείριση του υφάλου, θεωρείται η παρακολούθησή του μετά το πέρας της κατασκευής. Όσον αφορά στις περιβαλλοντικές και επιτόπιες συνθήκες, αξιοσημείωτος θεωρείται ο παράγοντας των τοπικών οικολογικών συνθηκών και συνθηκών αποίκισης. Ένας από τα πιο σπουδαία ζητήματα στον σχεδιασμό του υφάλου είναι η διαστασιολόγησή του και πιο συγκεκριμένα η πολυπλοκότητά του, και η διαμόρφωση του μεγέθους και όγκου του. Τέλος, στο ζήτημα της αλιείας, ο παράγοντας της παράνομης αλιείας απασχολεί ιδιαίτερα τους μελετητές καθώς έχει εκτενώς ερευνηθεί.

Περιπτώσεις Εφαρμογής

Η τεχνική της κατασκευής τεχνητών υφάλων όχι μόνο για την αύξηση των αλιευτικών αποθεμάτων μιας περιοχής αλλά και για άλλους λόγους όπως για την προστασία της ακτογραμμής, χρησιμοποιείται ευρέως σε παγκόσμιο επίπεδο. Στη Ελλάδα, έφτασε η αύξηση των αλιευτικών αποθεμάτων έως και 400% οπότε και άρχισε να κερδίζει έδαφος και να επεκτείνεται η εφαρμογή της και σε άλλα μέρη όπως το Ρέθυμνο, Μονεμβασιά και αλλού. Από τις παρατηρήσεις και τις μελέτες εφαρμογής, παρατηρείται ότι είναι μια πολύ ενδιαφέρουσα κατασκευή, καθώς καταφέρνει να επηρεάζει πολύ θετικά το επίπεδο αλιευτικών δραστηριοτήτων μιας περιοχής όπως και την προστασία της χωρίς να είναι οπτικά προσβάσιμη στους επισκέπτες της περιοχής.

Προτάσεις για Βελτίωση

Η εφαρμογή της κατασκευής τεχνητών υφάλων φαίνεται να χρησιμοποιείται ολοένα και εντονότερα στην Ελλάδα με πολύ θετικά αποτελέσματα ως τώρα.

Η αναλυτική μελέτη των στοιχείων και παραγόντων που μπορούν να επηρεάσουν θετικά την κατασκευή είναι απαραίτητη. Η διαδικασία δεν πρέπει να τερματίζεται με το πέρας της κατασκευής, αντίθετα θα πρέπει να παρακολουθείται και να καταγράφονται τα σχετικά δεδομένα ούτως ώστε να αντιμετωπιστούν γρήγορα προβλήματα που ίσως προκύψουν.

Επίσης, θα πρέπει να υιοθετηθεί ως λύση η κατασκευή τεχνητού υφάλου και σε άλλες περιπτώσεις όπως είναι οι υδατοκαλλιέργειες ή σε περιοχές με πρόβλημα στον τομέα αλιείας. Γενικά, θα πρέπει να αντιμετωπιστούν τα προβλήματα αλιευτικής δραστηριότητας ενεργά, καθώς είναι ένας από τους κλάδους οικονομικής δραστηριότητας στην Ελλάδα που βρίσκεται σε καλό επίπεδο και πρέπει να ενισχυθεί. Η επιλογή της κατασκευής ενός τεχνητού υφάλου αποτελεί μια πολύ καλή λύση στα προβλήματα αλιευτικής δραστηριότητας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Αργυρού Μαρίνα, (2009) Δημιουργία Τεχνητού Υφάλου, Τμήμα Αλιείας και Θαλασσίων Ερευνών, Υπουργείο Γεωργίας, Φυσικών Πόρων και Περιβάλλοντος, [internet], Διαθέσιμο:
2. Βηλαρά, Χαρά, (2010), «Τεχνητοί ύφαλοι ενάντια στην διάβρωση των ακτών στο Ρέθυμνο», [internet], Διαθέσιμο:
3. Ελληνικός Κανονισμός Οπλισμένου Σκυροδέματος (ΕΚΩΣ) (2000), Οργανισμός αντισεισμικού σχεδιασμού και προστασίας (ΟΑΣΠ) και Σύλλογος πολιτικών μηχανικών Ελλάδος (ΣΜΠΜΕ)
4. Κήρυκας, (2010), «Παρουσίαση μελετών για τεχνητούς υφάλους», [internet], Διαθέσιμο:
5. Κουτσούμπας Δρόσος (2003), «Βενθικά Οικοσυστήματα Θεματική Ενότητα δ», Πανεπιστήμιο Αιγαίου: Βενθικά Οικοσυστήματα Σημειώσεις.
6. Σαραντίδης Ναπολέον (2009), «Τεχνητοί ύφαλοι σε Κίσσαμο και Ελαφονήσι Χανίων για αύξηση ψαρότοπων και ανάπτυξη καταδυτικού τουρισμού», [internet], Διαθέσιμο:
7. Σωφρονίδης Κ., Καλλιανιώτης Α., Αργυροκαστρίτης Α. και Ντούνας Κ., (2001), «Πρώτα αποτελέσματα από την κατανομή βιομάζας στην προστατευόμενη περιοχή Φαναρίου Ροδόπης», 10^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων, Χανιά 18-20 Οκτώβριου 2001
8. Υπουργείο Αγροτικής Ανάπτυξης & τροφίμων, Ειδική Γραμματεία Προγραμματισμού και Εφαρμογών Γ' ΚΠΣ (2007) «Εθνικό στρατηγικό σχέδιο ανάπτυξης της αλιείας 2007-2013»
9. Ειδική Υπηρεσία Διαχείρισης Αλιείας Β Μονάδας του Υπουργείου Θαλάσσιων Υποθέσεων, Νήσων και Αλιείας (Focus, 2004).