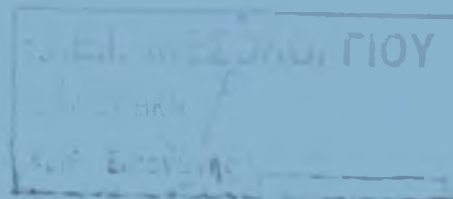


Τ.Ε.Ι. ΜΕΣΟΛΟΓΓΙΟΥ
ΣΧΟΛΗ Σ.Τ.Ε.Γ.
ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ - ΑΛΙΕΙΑΣ

ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ ΕΥΔΟΚΙΑ

ΘΑΛΑΣΣΙΑ ΦΑΝΕΡΟΓΑΜΑ
ΒΙΟΝΟΜΙΑ - ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ



Επιβλέπων: Α. Γαργαλιάνης, Καθηγητής Τ.Ε.

Συνεπιβλέπων: Σ. Χαριτωνίδης, Καθηγητής Τμήματος Βιολογίας.

Α.Π.Θ.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΣΟΛΟΓΓΙ 2000

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εργασία αυτή πραγματοποιήθηκε στο Εργαστήριο Βοτανικής του Τμήματος Βιολογίας του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσ/νίκης.

Το θέμα της πτυχιακής υποδείχθηκε το 1998 από την κα Ε. Παπαχρήστου, Καθηγήτρια της Υδραυλικής του Τμήματος Πολιτικών Μηχανικών του Α.Π.Θ., η οποία με παρέπεμψε στον κ. Σάββα Χαριτωνίδα, Καθηγητή Φυκολογίας στον τομέα Βοτανικής του Τμήματος Βιολογίας του Α.Π.Θ.

Από τη θέση αυτή θεωρώ υποχρέωσή μου να εκφράσω τις ευχαριστίες μου σε όσους συνέβαλαν στην πραγματοποίηση αυτής της πτυχιακής εργασίας.

Ευχαριστώ θερμά την κα Παπαχρήστου, για την εμπιστοσύνη με την οποία με περιέβαλε, για την πολύτιμη και αμέριστη καθοδήγηση που μου παρείχε, ώστε να με παραπέμψει στον Κ. Χαριτωνίδα, τον γλυκύτατο αυτό άνθρωπο, τον οποίο ευχαριστώ θερμότατα για το φιλικό περιβάλλον που φρόντισε να υπάρξει μεταξύ μας σε όλη την περίοδο της συνεργασίας μας, για το πλούσιο υλικό το οποίο μου διέθεσε, για τον πολύτιμο χρόνο του, τις εύστοχες υποδείξεις του, την επικοινωνιακή και ενθαρρυντική κριτική του κειμένου καθώς και για την συμπαράστασή του καθ' όλη την πορεία της πτυχιακής μου εργασίας.

Ευχαριστώ ιδιαίτερα τον κ. Ανδρέα Τσερεμέγκλη, Καθηγητή του Τμήματος Ιχθυοκομείας - Αλιείας του Τ.Ε.Ι. Μεσολογγίου και επιβλέποντα της πτυχιακής μου εργασίας, για την τηλεφωνική επικοινωνία που είχαμε διαρκώς καθώς και για τις αξιόλογες παρατηρήσεις του.

Επίσης, ευχαριστώ τη φίλη μου Ελένη Αντωνέλου, Βιολόγο, η οποία μου αφιέρωσε τον πολύτιμο χρόνο της και συνέβαλε σε τμήμα της συγγραφής της εργασίας.

Θα ήταν παράλειψη να μην ευχαριστήσω την Δρ. Σοφία Μητσούδη, Προϊσταμένη του Τμήματος Οστρακοειδών και Θαλάσσιου Περιβάλλοντος της Δ/σης Αλιείας Θεσ/νίκης, η οποία, με την γλυκύτητα της ψυχής της, έδωσε νόημα στις σπουδές μου και με έκανε να αγαπήσω αυτό που αρχικά αντιμετώπισα με ελάχιστη συμπάθεια.

Τέλος, οφείλω ένα μεγάλο ευχαριστώ στους γονείς μου για την αδιάκοπη και αμέριστη ηθική και υλική συμπαράστασή τους καθώς και για την υπομονή τους και στα αδέρφια μου Σάρα και Ευτύχιο, στους οποίους και αφιερώνεται η εργασία αυτή.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

	Σελ.
<u>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</u>	1
Θαλάσσια Βιολογία (γενικά)	1
Θαλάσσια Βιολογία στη Μεσόγειο	2
Φυτοβένθος	5
i) Φύκη	5
ii) Θαλάσσια Φανερόγαμα	7
Σημασία εμφάνισης - εξάπλωσης των θαλάσσιων Φανερογάμων	10
Σκοπός της παρούσας εργασίας	12
<u>ΥΛΙΚΑ - ΜΕΘΟΔΟΙ</u>	13
Υλικά	13
Μέθοδοι συλλογής	13
Εργαστηριακές μετρήσεις	14
<u>ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ</u>	16
<i>Posidonia oceanica</i>	16
<i>Halophila stipulacea</i>	19
<i>Cymodocea nodosa</i>	21
<i>Zostera marina</i>	22
<u>ΣΥΖΗΤΗΣΗ</u>	25
Εμφάνιση - εξάπλωση των θαλάσσιων Φανερογάμων	25
Βιολογία - Οικολογία της <i>Posidonia oceanica</i>	30
Σημασία της <i>Posidonia oceanica</i> για το οικοσύστημα	35
Οικονομική σημασία της <i>Posidonia oceanica</i>	36
Σχέση της <i>Posidonia oceanica</i> με τη ρύπανση	37
<u>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ</u>	40
<u>ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ</u>	41
<u>ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ</u>	42
Κλείδα προσδιορισμού των ειδών	42
<u>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</u>	43

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θαλάσσια Βιολογία (γενικά)

Αντικείμενο της θαλάσσιας βιολογίας είναι η έρευνα των θαλάσσιων οργανισμών και η μελέτη όλων των βιολογικών φαινομένων ως αναπόσπαστων όμως τμημάτων των γενικότερων διεργασιών που συμβαίνουν στη θάλασσα. Τέτοια φαινόμενα είναι η εξάρτηση των ζωντανών οργανισμών από τους αβιοτικούς παράγοντες, η αλληλοεξάρτηση των διαφόρων βιολογικών διεργασιών και η διαπλαστική επίδραση των τελευταίων στο αβιοτικό περιβάλλον (Κούκουρας 1984).

Αξίζει να σημειωθεί ότι η ζωή ξεκίνησε μέσα στο νερό και πολλοί οργανισμοί, φυτικοί ή ζωικοί κατόρθωσαν ή αναγκάστηκαν να μετακινηθούν στην ξηρά, όπου και την εποίκισαν. Έτσι, φυτά ή ζώα που είχαν μεταναστεύσει στην ξηρά αναγκάστηκαν να επιστρέψουν στο νερό, όπου και αναπτύσσονται πιο ελεύθερα και με μεγαλύτερη ευκολία. Διακρίνονται στους **πρωτογενείς** οργανισμούς (φύκη) και στους **δευτερογενείς** οργανισμούς (θαλάσσια φανερόγαμα), όπου τα τελευταία έζησαν κάποιες γεωλογικές περιόδους και στην ξηρά, όμως δεν μπόρεσαν να προσαρμοστούν και γύρισαν ξανά στη θάλασσα (Χαριτωνίδης 1996).

Με ευρύτερη επομένως έννοια, θαλάσσια βιολογία είναι η οικολογία των θαλάσσιων οργανισμών και πληθυσμών. Βιολογικές έρευνες έδειξαν ότι η σύνθεση των θαλάσσιων πληθυσμών διέφερε από περιοχή σε περιοχή, ανάλογα με την απόσταση από την ακτή και το βάθος. Η διαπίστωση αυτή οδήγησε σε μια σειρά από προσπάθειες για μια βιο-οικολογική υποδιαίρεση του θαλάσσιου περιβάλλοντος. Έτσι, μπορούμε να ξεχωρίσουμε τις παρακάτω τρεις μεγάλες ενότητες:

- **πελαγική,**
- **βενθική και**
- **πλευστονική ή πλευστική**

Με τον όρο βενθική ενότητα εννοούμε το βυθό και όλους τους οργανισμούς που ζουν πάνω ή μέσα σε αυτόν ή που γενικότερα σχετίζονται άμεσα με αυτόν. Το σύνολο των βενθικών οργανισμών καλείται βένθος (Κούκουρας 1984). Διακρίνεται στο **ζωοβένθος**, το οποίο περιλαμβάνει τους ζωικούς βενθικούς οργανισμούς και στο **φυτοβένθος**, το οποίο περιλαμβάνει τους φυτικούς βενθικούς οργανισμούς (Μεγαλοφώνου 1995).

Θαλάσσια Βιολογία στη Μεσόγειο

Η Μεσόγειος είναι ένα υπόλλειμα της Κρητιδικής και Προκρητιδικής θάλασσας της Τηθύος, η οποία υπήρχε γύρω από όλον τον κόσμο ως τροπική θάλασσα πριν το σχηματισμό των χερσαίων εμποδίων στο Σουέζ και στον Παναμά (Χαριτωνίδης 1996).

Ειδικότερα η Ανατολική Μεσόγειος υποδιαιρείται σε τρία τμήματα: α) το Νότιο (Meridional), που ορίζεται από το ακρωτήριο Βοη (Τυνησία) ως τη Συρία, στο οποίο αναπτύσσονται, εκτός των άλλων, και πλήθος ατόμων διαφόρων ειδών που είχαν μεταναστεύσει από τον Ινδικό Ωκεανό μετά το άνοιγμα της διώρυγας του Σουέζ, β) το Κεντρικό (Central) που περιλαμβάνει τις ακτές της Τουρκίας, το Ελληνικό Αρχιπέλαγος και τις ακτές της Ελλάδας με μέρος των νησιών του Αιγαίου Πελάγους, κάτω από τη νοητή γραμμή Κάβο Ντόρο – Αντιψαρά και γ) το Βόρειο τμήμα (Septentrional) που περιλαμβάνει το Βόρειο Αιγαίο βόρεια της γραμμής Κάβο Ντόρο - Αντιψαρά. Στο τμήμα αυτό ανήκει και ο Θερμαϊκός Κόλπος (Χαριτωνίδης 1978). Από τα φύκη αυτής της θάλασσας προέρχεται το τροπικό χλωριδικό στοιχείο (Χαριτωνίδης 1996).

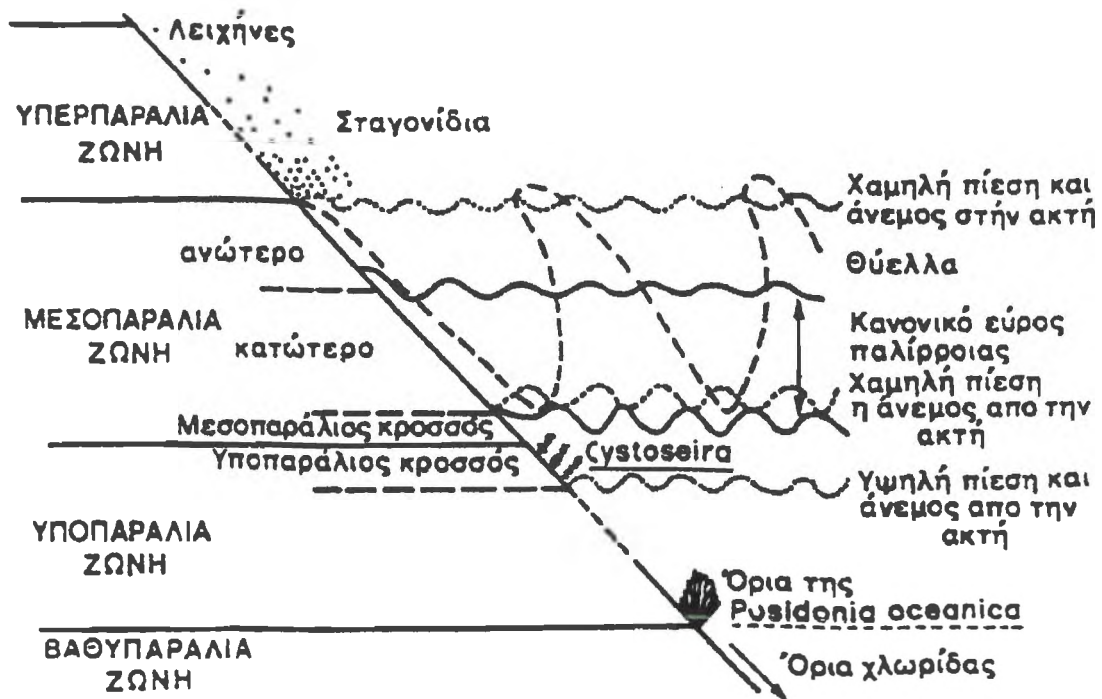
Σαν βασική προϋπόθεση για τη μελέτη της χλωρίδας της Μεσογείου κρίθηκε ο καθορισμός μιας ειδικότερης ζώνωσής της. Έτσι αρχικά, στο συνέδριο της C.I.E.S.M. το 1957 ορίστηκε σαν stage η κάθετη απόσταση του βενθικού συστήματος στην οποία οι οικολογικές συνθήκες είναι σταθερές ή διακυμαίνονται ανάμεσα σε δύο ευδιάκριτα σημεία, χαρακτηριστικά για τη ζώνη (Χαριτωνίδης 1978).

Σήμερα ακολουθείται το σύστημα Perés (1967) με τη διευκρίνηση ότι στην ελληνική γλώσσα η λέξη ζώνη αποδίδει καλύτερα το νόημα για τους υδρόβιους βιοτόπους (Χαριτωνίδης 1978).

Έτσι, σύμφωνα με τον Perés, μπορούμε να διακρίνουμε τέσσερις κύριες ζώνες στο βενθικό παράλιο σύστημα της Μεσογείου (Εικ. 1): υπερπαράλια, μεσοπαράλια, υποπαράλια και βαθυπαράλια (Χαριτωνίδης 1978).

☉ **ΥΠΕΡΠΑΡΑΛΙΑ ΖΩΝΗ** ή **ΥΠΕΡΠΑΡΑΛΙΑΚΗ (Supralittoral)**: είναι η ζώνη που εκτείνεται από το σημείο εκείνο που σπάζει το κύμα μέχρι το σημείο που βρίσκεται η φυσική ανώτερη στάθμη του θαλάσσιου νερού. Σε αυτή τη ζώνη αναπτύσσονται Λειχήνες, Κυανοφύκη και Φανερόγαμα, με μεγάλη ανθεκτικότητα σε συγκεντρώσεις αλάτων (αλόφυτα).

☉ **ΜΕΣΟΠΑΡΑΛΙΑ ΖΩΝΗ** ή **ΖΩΝΗ ΤΩΝ ΠΑΛΙΡΡΟΙΩΝ (Mediolittoral)**: χαρακτηρίζεται και σαν ζώνη των παλιρροιών, η οποία συναντάται και ως ευπαράλια (eu-littoral), μεσοπαράλια (mesolittoral, mid-littoral και mediolittoral). Η



Εικ. 1. Οι ζώνες των ακτών στη Μεσόγειο θάλασσα (Corpejans 1974, Χαριτωνίδης 1978)

περιοχή αυτή περιορίζεται μεταξύ της φυσικής ανώτερης στάθμης του θαλάσσιου νερού και ενός κατώτερου ορίου, από το οποίο αρχίζει να αναπτύσσεται η *Cystoseira fimbriata*. Η μεσοπαράλια ζώνη χαρακτηρίζεται από περιοδική ανάδυση και κατάδυση στο θαλάσσιο νερό και μπορούμε έτσι να διακρίνουμε ανώτερη και κατώτερη μεσοπαράλια ζώνη. Στο ανώτερο τμήμα της μεσοπαράλιας ζώνης επικρατούν Μυξομύκητες, Φαιοφύκη της οικογένειας Fucaceae και μερικά Χλωροφύκη και Ροδοφύκη μικρών διαστάσεων (*Porphyra*, *Bangia*, *Urospora* κ.ά.). στο κατώτερο τμήμα αυτής της ζώνης αναπτύσσονται σε μεγάλη έκταση Ροδοφύκη (*Corallina*, *Lithothamnion*, *Laurencia*, *Gigartina*) και σε περιορισμένη έκταση Χλωροφύκη και Φαιοφύκη (*Codium*, *Cladostephus*).

© **ΥΠΟΠΑΡΑΛΙΑ ΖΩΝΗ** ή **ΥΠΟΠΑΡΑΛΙΑΚΗ (Infralittoral)**: χαρακτηρίζεται η περιοχή που περιορίζεται μεταξύ του κατώτερου ορίου της μεσοπαράλιας ζώνης και της οριακής γραμμής αναπτύξεως της *Posidonia oceanica*. Το όριο αυτό για τη Μεσόγειο είναι περίπου 40m βάθος. Στο ανώτερο τμήμα της υποπαράλιας ζώνης

αναπτύσσονται κοινώνιες της *Cystoseira fimbriata*, για αυτό και έχει χαρακτηριστεί ιδιαίτερα σαν υποπαράλιος κροσσός (Infralittoral fringe, Stephenson & Stephenson 1949 και Pérès 1967 από Χαριτωνίδη 1978). Το υπόλοιπο τμήμα της υποπαράλιας ζώνης χαρακτηρίζεται από τη γενική βλάστηση όλων των φωτόφιλων φυκών και από τη μεγάλη αφθονία σε Ροδοφύκη.

© **ΒΑΘΥΠΑΡΑΛΙΑ ΖΩΝΗ ή ΒΑΘΥΠΑΡΑΛΙΑΚΗ (Circalittoral):** η ζώνη αυτή έχει σαν κατώτερο όριο το βάθος εκείνο στο οποίο σταματάει εντελώς η βλάστηση. Αυτό το όριο μπορεί να είναι 30 – 150m βάθος στη Μεσόγειο. Χαρακτηρίζεται από την ανάπτυξη σκιοφιλων φυκών (Correjans 1974 από Χαριτωνίδη 1978). Στην υποπαράλια ζώνη το φως είναι ο κύριος καθοριστικός παράγοντας. Αντίθετα, ο σχηματισμός ζωνών στην υπερπαράλια εξαρτάται από την ενέργεια του κύματος που σπάζει (διαβροχή – spray). Τέλος, στη μεσοπαράλια ζώνη εξαρτάται από τις παλιρροϊκές κινήσεις (Hartog 1959 από Χαριτωνίδη 1978).

Όσον αφορά τον ελληνικό χώρο, η μελέτη τόσο της χλωρίδας όσο και της βλάστησης των ελληνικών ακτών υπήρξε αποσπασματική από την εποχή του Λιναίου μέχρι πρόσφατα. Σε αυτές παρουσιάζεται μεγάλη βιοποικιλότητα, κυρίως στην ανοιχτή θάλασσα, ενώ στους κλειστούς κόλπους είναι μειωμένη λόγω των προβλημάτων ρύπανσης και ευτροφισμού (Haritonidis 1996 & Νικολαΐδης 1985 από Λαζαρίδου Μ. 1999). Οι πρώτοι που ασχολήθηκαν με τη θαλάσσια χλωρίδα στην Ελλάδα ήταν διάφοροι ξένοι επιστήμονες, οι οποίοι στο πλαίσιο ταξιδιών ή επιστημονικών αποστολών έκαναν συλλογές θαλάσσιων φυτών από διάφορες ακτές της Πελοποννήσου, της Κρήτης ή της Ρόδου (Bory de Saint Vincent 1832, 1838, Grunow 1861, Raulin 1869 και Reinbold 1898 από Χαριτωνίδη 1978). Οι μελέτες τους περιορίζονται καθαρά σε συλλογές και συστηματική κατάταξη, κατά κύριο λόγο μακροσκοπικών φυκών. Στη συνέχεια, και μέχρι σήμερα, πραγματοποιήθηκαν διάφορες άλλες έρευνες, οι οποίες εκτός από το συστηματικό στοιχείο (Candargy 1889, Politis 1925, 1930a, 1937, Diannelidis 1935, 1937, 1948, 1950, 1953, Pérès & Picard 1958, 1967, Riedl 1966, Giaccone 1968a, 1968b, Huvé 1971a, Gerloff & Geissler 1973 και Haritonidis & Tsekos 1974, 1975, 1976 από Χαριτωνίδη 1978), περιέχουν και μορφολογικά, φυσιολογικά, οικολογικά και φυτοκοινωνιολογικά στοιχεία (Diannelidis 1951, 1963, Μητράκος 1957, Diannelidis & Höfler 1959, Diannelidis & Mitrakos 1959, Mitrakos 1964, Τσέκος 1965, Tsekos 1968a, 1969, 1970, Αναγνωσιτίδης 1968, Diannelidis & Tsekos 1968, Nizamuddin & Lehnberg 1970, Diannelidis et al. 1971,

1973, Tsekos & Haritonidis 1971, Tsekos et al. 1972, 1973, Panagiotoulou et al 1974, Tsekos et al. 1975 και Diannelidis et al. 1977 από Χαριτωνίδα 1978).

Τα τελευταία 30 χρόνια παρουσιάζεται μια συστηματικότερη προσπάθεια καταγραφής κυρίως των βενθικών μακροφυκών και σε μικρότερο βαθμό της μελέτης των φυτοκοινωνιών. Στις ελληνικές ακτές, με περίπου 70 σχετικές έρευνες που έχουν δημοσιευτεί μέχρι σήμερα, αναγνωρίστηκαν περίπου 530 είδη (Λαζαρίδου 1994 και Χαριτωνίδης 1996 από Λαζαρίδου 1999).

Φυτοβένθος

Στο θαλάσσιο περιβάλλον τα φυτά παίζουν σημαντικό ρόλο, γιατί αποτελούν τη βάση των τροφικών πλεγμάτων, συμβάλλουν στην οξυγόνωση των παράκτιων νερών και προσφέρουν καταφύγιο και θέσεις αναπαραγωγής σε πολλούς ζωικούς οργανισμούς. Τα θαλάσσια φυτά διακρίνονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες: i) τα φύκη και ii) τα αγγειόσπερμα (Λαζαρίδου & Σεφερλής 1999).

Τα θαλάσσια μικρο- και μακροφύκη καθώς και τα θαλάσσια φανερόγαμα είναι υπεύθυνα για την πρωτογενή παραγωγή στη θάλασσα και συνεπώς αποτελούν το πρώτο τροφικό επίπεδο στη δομή του τροφικού πλέγματος. Βέβαια, στο πλαίσιο των τροφικών πλεγμάτων τα μακροφύκη και φανερόγαμα έχουν μικρότερη τροφική αξία σε σχέση με το φυτοπλαγκτόν, όμως η σημασία τους παραμένει αξιόλογη. Οι φυτικοί οργανισμοί αναπτύσσονται μέχρι εκείνο το βάθος, στο οποίο μπορεί άμεσα ή έμμεσα να περάσει η ηλιακή ακτινοβολία, για να είναι δυνατή η φωτοσύνθεση (όριο 200m) (Λαζαρίδου 1994, Χαριτωνίδης 1996 και Μουστάκα - Γούνη 1998 από Λαζαρίδου 1999).

i) Φύκη

Μεγάλη φυτική ομάδα που περιλαμβάνει εξελικτικά κατώτερους οργανισμούς. Διαχωρίζονται στα μικροφύκη και στα μακροφύκη.

Μικροφύκη ή φυτοπλαγκτόν

Μικροσκοπικά μονοκύτταρα φύκη που ζουν σε αιώρηση μέσα στο νερό και μεταφέρονται παθητικά από τα κύματα και τα ρεύματα. Αρκετά είδη σχηματίζουν αποικίες και πολλά φέρουν μαστίγια. Ζουν στα ανώτερα στρώματα μέχρι εκεί που η ακτινοβολία είναι αρκετή, για να μπορούν να φωτοσυνθέτουν. Στα παράκτια νερά, μεγάλο μέρος του φυτοπλαγκτού αποτελούν τα διάτομα και τα δινοφύκη. Ιδιαίτερο γνώρισμά τους είναι η δομή του κυτταρικού τοιχώματος. Ορισμένα είδη συχνά εμφανίζουν πληθυσμιακές εξάρσεις, χρωματίζοντας το θαλασσινό νερό (άνθηση του

νερού, ερυθρές παλίρροιες). Ορισμένα δινοφύκη παράγουν τοξίνες που μπορεί να καταλήξουν στον άνθρωπο με την κατανάλωση οστρακοειδών.

Μακροφύκη

Πολυκύτταρα φύκη, τα περισσότερα από τα οποία ζουν προσκολλημένα στον πυθμένα. Αν και δεν έχουν τη γνωστή δομή των φυτών (ρίζες, φύλλα κ.ά.), παρουσιάζουν μεγάλη ποικιλομορφία. Το μέγεθός τους ποικίλλει και διακρίνουμε είδη με μορφή μικροσκοπικών νηματίων και είδη που μπορεί να φτάνουν ως και 2 μέτρα. Σχηματίζουν χαρακτηριστικές φυτοκοινωνίες σε κάθε ζώνη (υπερ-, μεσο-, υποπαριακική), όπως αυτές του Φαιοφύκου *Cystoseira* (μικροί καφετί θάμνοι), οι οποίες φιλοξενούν μεγάλο αριθμό οργανισμών. Στη Μεσόγειο αναφέρονται περίπου 1000 είδη μακροφυκών εκ των οποίων περίπου 500 είδη έχουν καταγραφεί στις ελληνικές θάλασσες (Χαριτωνίδης 1978).

Τα μακροφύκη χωρίζονται σε τρεις μεγάλες κατηγορίες:

- **Χλωροφύκη,**
- **Φαιοφύκη και**
- **Ροδοφύκη (Λαζαρίδου & Σεφερλής 1999).**

Επειδή τα μακροφύκη είναι φωτοαυτότροφα, η βλάστηση περιορίζεται ως εκείνο το βάθος της θάλασσας στο οποίο εισδύει το φως (Tsekos, Haritonidis, Margaris & Tzavellas 1982). Σύμφωνα με τον Feldmann (1938), το όριο βάθους των φυκών βρίσκεται στην Κυανή Ακτή (Νοτιοδυτική Γαλλία) στα 40m, γιατί σε αυτό το βάθος αντικαθίσταται το βραχώδες υπόστρωμα από αμμώδες χωρίς βλάστηση. Σε άλλες περιοχές, όπου υπάρχει βραχώδες υπόστρωμα και όπου ο παράγοντας φως κατέχει το σημαντικότερο ρόλο, βρέθηκαν όρια βλάστησης στα 120 - 130m στον Κόλπο της Νεάπολης (Berthold 1882) ή ακόμη μέχρι 180m στις Βαlearίδες (Rodriquer 1888) και στη Νότιο Κρήτη (Pérès & Picard 1958 από Λαζαρίδου 1999).

Παγκοσμίως υπάρχουν περίπου 16.000 είδη μακροφυκών και 50 είδη φανερογάμων (Emschermann, Hoffrichter, Cörner & Zissler 1992). Σύμφωνα με τη Λαζαρίδου (1994), η μελέτη των θαλάσσιων μακροφυκών ξεκίνησε το 1800 με τις έρευνες των Ευρωπαϊών Φυκολόγων, που έδωσαν και τις πρώτες αρχές ταξονομίας και ονοματολογίας (Prescott 1951). Οι Lamouroux (1813), Lyngbye (1819), Grevill (1830) και Harvey (1846 - 51, 1852 - 58), περιέγραψαν τα πρώτα γένη και έθεσαν τις βάσεις της ταξονομίας και συστηματικής των μακροφυκών. Σταθμός στην ιστορία της φυκολογίας αποτέλεσαν οι εργασίες των Agardh (1820, 1822 - 24, 1827 - 28), Agardh (1841, 1848, 1851, 1852 και 1863), καθώς και του Kützing (1843 και 1949). Η

πολυπληθής θαλάσσια χλωρίδα των μακροφυκών εκτιμάται από τον Giaccone σε πάνω από 1.000 είδη, από τα οποία τα 620 είδη συναντώνται μόνο στις ακτές της Ιταλίας (Χαριτωνίδης 1996) (από Λαζαρίδου 1999).

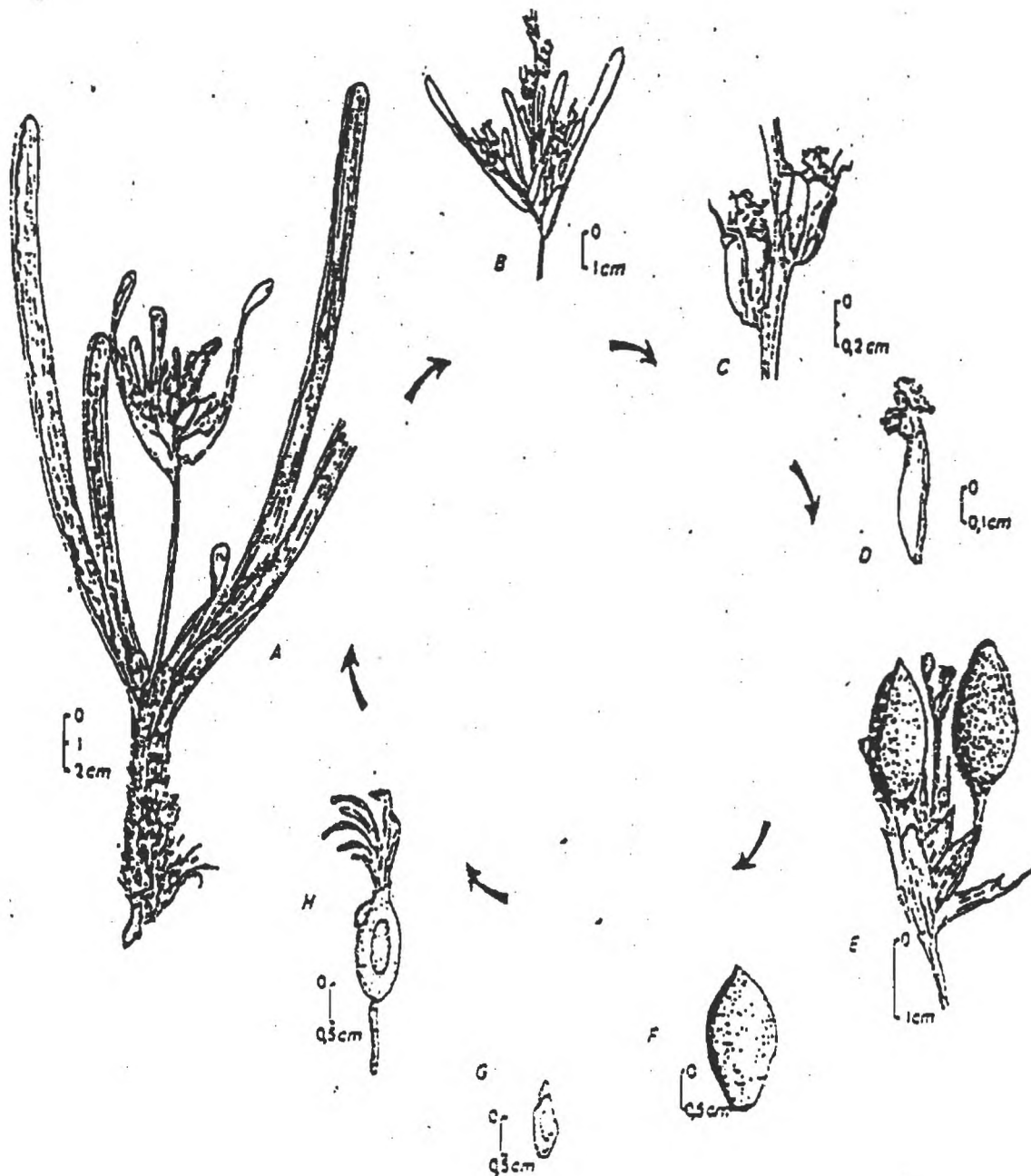
Τα πετρώδη, βραχώδη και γενικά τα σκληρά υποστρώματα ευνοούν την ανάπτυξη των τριών κλάσεων των μακροφυκών. Αντίθετα, τα θαλάσσια φανερόγαμα αναπτύσσονται εύκολα στα σχετικά μαλακά υποστρώματα (Χαριτωνίδης 1978).

ii) Θαλάσσια Φανερόγαμα

Τα ανώτερα αυτά φυτά προέρχονται από χερσαίους προγόνους που επέστρεψαν στο θαλάσσιο περιβάλλον εδώ και 200 εκατομμύρια χρόνια. Ονομάζονται επίσης θαλάσσια Σπερματοφύτα ή Σπερμόφυτα, θαλάσσια Αγγειόσπερμα, θαλάσσια Μονοκοτυλήδονα και ακόμη πιο απλά θαλάσσια γρασίδια. Άλλος όρος που αναφέρεται στη φυτική αυτή ομάδα είναι Σιφωνόγαμα. Έχουν από τη μία πλευρά άνθη με στήμονες και ύπερο (Φανερόγαμα), ακόμη και αν αυτά είναι λίγο χρωματισμένα και λίγο ή πολύ ορατά, και από την άλλη πλευρά έχουν σπόρια ή σπέρματα (Σπερματοφύτα ή Σπερμόφυτα) (Εικ. 2). Ξεχωρίζουν από την ομάδα των Γυμνόσπερμων από τα λουλούδια που είναι πιο αναπτυγμένα ως προς τον ύπερο, ο οποίος φέρει στύλο και στίγματα, γεγονός που τα κάνει να συγγενεύουν με τα Αγγειόσπερμα. Μέσα στην τελευταία ομάδα ανήκουν τα Μονοκοτυλήδονα, γιατί τα σπέρματα είναι μόνο σε μία κοτυλήδονα σε αντίθεση με τα Δικοτυλήδονα.

Η κυτταρική δομή των θαλάσσιων Φανερογάμων είναι προφανώς αρκετά διαφορετική από αυτή των «φυκών» και των Κυανοβακτηρίων, επειδή αποτελείται από αληθινές ρίζες, κορμούς και φύλλα. Αυτά τα φυτά (στο μεγαλύτερο ποσοστό) είναι οργανωμένα ανάλογα με το ακόλουθο σχήμα: ένας έρπων κορμός, υπόγειος (ρίζωμα) που καταλήγει σε μπουκέτα (δεμάτια) από γραμμικά φύλλα, μακριά και λεπτά με παράλληλες νευρώσεις. Τα ριζώματα φέρουν τις ρίζες (με μήκος μέχρι 1m). Τα λουλούδια, πράσινα και με μικρό μέγεθος είναι ομαδοποιημένα κατά την άνθηση.

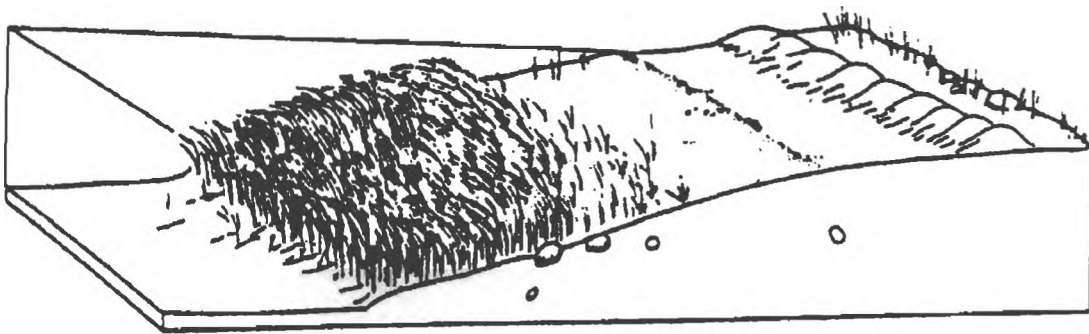
Στις θάλασσες τα φανερόγαμα αναπτύσσονται μόνο στα μαλακά υποστρώματα δημιουργώντας οριζόντια και κατακόρυφα στρώματα. Μαλακά υποστρώματα είναι αυτά που αποτελούνται από άμμο, πηλό ή λάσπη (Χαριτωνίδης 1996). Αναπτύσσονται σε βάθη από 0 ως 40m και μερικές φορές μπορεί να «φθάσουν» τα 60m. Σε μεγαλύτερα βάθη δεν μπορούν να επιζήσουν, εξαιτίας της μικρής ποσότητας ηλιακής ακτινοβολίας που φτάνει σε αυτά. Οι χλωροφύλλες a και b που περιέχονται στα φύλλα τους είναι το εμπόδιο για ικανότητα φωτοσύνθεσης σε μεγαλύτερα βάθη. Όπως είναι γνωστό, στα μαλακά υποστρώματα τα μακροφύκη δεν μπορούν να σχηματίσουν δίσκο



Εικ. 2. Ο κύκλος ζωής του θαλάσσιου Φανερόγαμου *Posidonia oceanica* : A. Ανθισμένο στέλεχος, B. Νεαρός ανθικός άξονας, C. Ώριμος ανθικός άξονας, D. Ωοθήκη, E. Στέλεχος με καρπούς, F. Καρπός, G. έμβρυο *Posidonia oceanica*, H. βλαστίδιο (Τσούκα 1998).

προσκόλλησης, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων (αμμώδη φύκη π.χ. *Caulerpa* και *Penicillus*) (Χαριτωνίδης 1996).

Τα περισσότερα από τα φανερόγαμα δεν ζουν μεμονωμένα, αλλά εκτείνονται στην υποπαράλια ζώνη, σχηματίζοντας μεγάλους λειμώνες (θαλάσσια λιβάδια - meadows - herbiers) (Εικ.3). Οι συμπαγείς πολλές φορές κοινωνίες συνιστούν ένα κατάλληλο περιβάλλον αφενός μεν για επιφυτισμό, αφετέρου δε για καταφύγιο ζωικών οργανισμών, αποταμίευση ωαρίων και τροφή για ορισμένα ψάρια, μαλακόστρακα και εχινόδερμα (Χαριτωνίδης 1996).



Εικ. 3. Σχηματική παράσταση ενός λειμώνα του Φανερόγαμου *Zostera* (Κούκουρας & Βουλτσιάδου - Κούκουρα 1993).

Τα θαλάσσια Φανερόγαμα παγκοσμίως περιορίζονται σε λίγα γένη και ως εκ τούτου και λίγα είδη, όπως π.χ. *Posidonia*, *Zostera*, *Cymodocea*, *Ruppia*, *Halophila*, *Halodule*, *Phyllospadix*, κ.λπ. Συνολικά υπάρχουν περίπου 50 είδη, τα οποία αθροίζονται σε 12 γένη και δύο μόνο οικογένειες, τις Hydrocharitaceae και Potamogetonaceae. Όλα ανήκουν στο μεγάλο άθροισμα, τα Μονοκότυλα.

Στις ελληνικές ακτές απαντούν μόνο 5 είδη, των οποίων η συστηματική κατάταξη είναι η ακόλουθη:

Οικογένεια Hydrocharidaceae

Halophila stipulacea (Foreskal) Ascherson

Οικογένεια Potamogetonaceae

Cymodocea nodosa (Ucria) Ascherson

(= *Phycogrostis major* Cavolini)

Posidonia oceanica (Linneaus) Delile

(= *Posidonia caulini* Koenig)

Zostera marina Linneaus

Zostera noltii Hornemann

(= *Zostera nana* Ruth)

(= *Phycogrostis minor* Cavolini)

Το πιο σημαντικό είδος στη Μεσόγειο είναι το ενδημικό είδος *Posidonia oceanica* (Ποσειδωνία), το οποίο σχηματίζει εκτεταμένα λιβάδια τα οποία αποτελούν τύπο οικοτόπου προτεραιότητας του Παραρτήματος Ι της οδηγίας 92/43/ΕΟΚ. Συνιστούν το πλέον παραγωγικό παράκτιο οικοσύστημα της Μεσογείου για αυτό και χαρακτηρίζονται ως τα δάση της θάλασσας (Λαζαρίδου & Σεφερλής 1999).

Σημασία εμφάνισης - εξάπλωσης των θαλάσσιων Φανερογάμων

Η σημασία της εμφάνισης και ανάπτυξης των Φανερογάμων, και ιδιαίτερα της *P. oceanica*, στο θαλάσσιο περιβάλλον προκύπτει από τον ιδιαίτερο ρόλο που παίζουν μέσα σε αυτό:

☉ Η συσσώρευση στις αμμώδεις ακτές ποσοτήτων από νεκρά φύλλα (Εικ. 4), που προέρχονται από λιβάδια της *P. oceanica* που βρίσκονται σε βάθη από 25 - 40m περίπου, σημαίνει ότι η ποιότητα του νερού είναι πολύ καλή και ότι αυτό είναι επαρκώς εμπλουτισμένο σε οξυγόνο, εξαιτίας της μεγάλης παραγωγικής ικανότητας της *P. oceanica* (περίπου 5 - 10 lt O₂/τ.μ.²/ημέρα). Αυτό σημαίνει ότι και ο βυθός σε μεγαλύτερα βάθη είναι επίσης αμμώδης (Χαριτωνίδης 1996).

☉ Η *P. oceanica* μειώνει την κυματική δράση, με αποτέλεσμα τη διατήρηση της ισορροπίας στην κίνηση των ιζημάτων στον πυθμένα της θάλασσας, εμποδίζοντας έτσι τη διάβρωσή τους (Παγιάτας 1999).

☉ Στο πλαίσιο των τροφικών πλεγμάτων τα μακροφύκη και τα φανερόγαμα έχουν μικρότερη τροφική αξία σε σχέση με το φυτοπλαγκτό, όμως η σημασία τους παραμένει μεγάλη (Λαζαρίδου Μ. 1999).



Εικ. 4. Συσσώρευση νεκρών φύλλων της *P.oceanica* κατά μήκος αμμώδους ακτής (Χαριτωνίδης 2000).

© Τα «λιβάδια» που δημιουργούνται (Εικ. 5) λόγω της πυκνότητας των φυτών και του φυλλώματος της *P.oceanica*, αποτελούν ένα πολύ σημαντικό ενδιαίτημα με πολύ μεγάλη οικολογική αξία για ολόκληρο το θαλάσσιο οικοσύστημα, ένα κατάλληλο περιβάλλον για επιφυτισμό καθώς και καταφύγιο για περισσότερο από 500 είδη σπονδυλωτών ή ασπονδύλων. Αυτοί οι θαλάσσιοι οργανισμοί περνούν ένα μέρος ή ολόκληρο του βιολογικού τους κύκλου μέσα στον προστατευτικό και παραγωγικό βιότοπο που σχηματίζει η *P.oceanica*. Τα περισσότερα από τα είδη ψαριών που ζουν στις θάλασσές μας χρησιμοποιούν τα λιβάδια της. Αυτά αποτελούν τόπο αναπαραγωγής, ανάπτυξης και διατροφής για πολλούς οργανισμούς που βρίσκουν εδώ προστασία από τους φυσικούς εχθρούς τους, τα αρπακτικά ψάρια. Ανάμεσα στους σταθερούς ή ευκαιριακούς κατοίκους αυτού του υποθαλάσσιου δάσους ζουν μικρά και μεγάλα χρωματιστά ψάρια, σφουγγάρια, κοράλια, μαλάκια, γαστερόποδα και άλλα οστρακοφόρα όπως και

πολλά είδη θαλάσσιων φυτών. Όλοι αυτοί οι οργανισμοί αποτελούν ένα πολυσύνθετο οικοσύστημα, προσιτό σε όποιον αποφασίσει να το γνωρίσει (Παγιάτας 1999).



Εικ. 5. Λειμώνας του θαλάσσιου Φανερόγαμου *P.oceanica* (Χαριτωνίδης 2000).

Σκοπός της παρούσας εργασίας

Αντικείμενο της παρούσας εργασίας είναι η αναγνώριση των Φανερογάμων που αναπτύσσονται στη Μεσόγειο, με ιδιαίτερη έμφαση στην *P.oceanica*.

Επίσης, επιδιώκεται να εξακριβωθεί η βιολογική, οικολογική και οικονομική σημασία της *P.oceanica*.

Τέλος, διερευνάται ο ρόλος που παίζει η υποβάθμιση του θαλάσσιου περιβάλλοντος στην εξέλιξη των λιβαδιών της *P.oceanica*, διότι η έλλειψη σεβασμού προς το φυσικό περιβάλλον, ιδιαίτερα κατά τις τελευταίες δύο δεκαετίες, οδήγησε στην υπερεκμετάλλευση των φυσικών πόρων και στην υπέρβαση των ορίων της φύσης. Οι κίνδυνοι που αντιμετωπίζουν οι λειμώνες της *P.oceanica* είναι πολλοί και έχουν άμεση σχέση με «αναπτυξιακές» δραστηριότητες στις παράλιες και θαλάσσιες περιοχές (Παγιάτας 1999).

Τι θα συμβεί στα λιβάδια της *P.oceanica*, αν η ανθρωπογενής πίεση συνεχιστεί με τη μορφή κάθε είδους λυμάτων; Θα μειωθούν ακόμη περισσότερο; Είναι πιθανόν οι βιότοποι που καταλήφθηκαν από *Zostera noltii* να αυξάνονται συνεχώς;

ΥΛΙΚΑ – ΜΕΘΟΔΟΙ

Η χαρτογράφηση των πληθυσμών των Φανερογάμων δεν είναι μόνο ένα πεδίο βασικής έρευνας, αλλά αποτελεί επίσης, όλο και περισσότερο, ένα μέσο εφαρμοσμένης έρευνας: ένα φωτογραφικό στιγμιότυπο της κατάστασης των βυθών σε δεδομένη κλίμακα και δεδομένη στιγμή (Meinesz et al. 1983 από Λαζαρίδου 1999).

Οι αλλαγές της παράλιας ζώνης προοδευτικά γίνονται λιγότερο απρόβλεπτες. Οι χάρτες των πληθυσμών των Φανερογάμων είναι λοιπόν το πρώτο μέσο (εργαλείο) που είναι απαραίτητο για τον έλεγχο των μεταβολών και των οικολογικών παραμέτρων (Meinesz et al. 1983 από Λαζαρίδου 1999).

Αυτή η έρευνα ανταποκρίνεται σε πολλαπλές πρακτικές αναγκαιότητες:

- ⊙ Διερεύνηση και εντοπισμό των πληθυσμιακών τύπων (φυτοκοινωνίες) και έτσι των υποβρυχίων τοπίων (φύση υποστρώματος) σε δεδομένη περιοχή,
- ⊙ εκτίμηση των πηγών της βενθικής βιομάζας και της κατάστασης των ιζημάτων,
- ⊙ εξέλιξη των πληθυσμών σε μεγάλες χρονικές περιόδους (διαμέσου σύγκρισης διαχρονικών χαρτών) υπό την επίδραση του ανθρώπου (ρύπανση), αλλά επίσης εξαιτίας κλιματικών και υδρολογικών διακυμάνσεων (Meinesz et al. 1983 από Λαζαρίδου 1999).

Υλικά

Ο εξοπλισμός και τα υλικά που απαιτούνται για την πραγματοποίηση δειγματοληψιών σε περιοχές όπου υπάρχουν κοινωνίες Φανερογάμων είναι τα ακόλουθα: κατάλληλο μικρό σκάφος, αυτόνομες καταδυτικές συσκευές, εξοπλισμός ελεύθερης κατάδυσης, σιδερένιο τετράγωνο πλαίσιο πλευράς 20 cm, πλαστικές σακούλες, δικτυωτά σακίδια, γυάλινες κάψες, λαβίδες, στερεοσκόπιο, μικροσκόπιο (Κούκουρας & Βουλτσιάδου - Κούκουρα, 1993).

Μέθοδοι συλλογής

Οι μετρήσεις πρέπει να γίνονται τουλάχιστον τρεις (3) εποχές του έτους για να καλύψουν το βιολογικό κύκλο των φυτών: ανθοφορία - καρποφορία - νέα φύλλα - απόρριψη φύλλων κ.λπ. Δηλαδή άνοιξη (Απρίλιο) - θέρος (τέλος Ιουνίου) - φθινόπωρο (μέσα Σεπτεμβρίου). Έτσι ένας ετήσιος κύκλος μπορεί να δώσει ικανοποιητικά αποτελέσματα (Χαριτωνίδης 1996).

Στην αρχή χρειάζεται να γίνει η επιλογή του πιο κατάλληλου τόπου συλλογής. Χρήσιμο επίσης θα είναι να λαμβάνονται δείγματα από διαφορετικά βάθη σε κάθε δειγματοληψία (π.χ. από τα 10, 20 και 30 m βάθος). Στο επόμενο στάδιο πρέπει να γίνει η επιλογή της μικρότερης δυνατής αντιπροσωπευτικής επιφάνειας (*aire minima*) μέσα σε μια δεδομένη επιφάνεια φυτοληψίας (Χαριτωνίδης 1978, Lepoint et al. 1999).

Με τη βοήθεια μικρού σκάφους παρατηρείται ο λειμώνας του Φανερόγαμου που έχει ήδη υποδειχθεί και καταγράφεται η θέση του, η έκτασή του, η απόστασή του από την ακτή και το βάθος στο οποίο βρίσκεται.

Καταδύονται δύο άτομα και εκτελούνται οι παρακάτω εργασίες:

- α) Παρατηρείται η φυσιογνωμία και η δομή του λειμώνα,
- β) προσδιορίζεται η πυκνότητα των ατόμων του Φανερόγαμου στο συγκεκριμένο λειμώνα, με τη βοήθεια του σιδερένιου πλαισίου (για το λόγο αυτό τοποθετείται το πλαίσιο σε πέντε τυχαίες θέσεις σε όλη την έκταση του λειμώνα και μετράται ο αριθμός των ατόμων που περικλείονται μέσα σε αυτό κάθε φορά),
- γ) μια σημαντική ποσότητα φύλλων του Φανερόγαμου σκεπάζεται με μια πλαστική σακούλα και κόβονται στη βάση τους. Η σακούλα κλείνεται καλά και τοποθετείται στο δικτυωτό σακίδιο. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται άλλες δύο φορές,
- δ) κόβονται 2 - 3 κατά το δυνατόν μεγάλα κομμάτια ριζωμάτων και τοποθετούνται μέσα σε πλαστικές σακούλες.

Σε κατάλληλα διαμορφωμένο χώρο εξετάζονται μακροσκοπικά και με τη βοήθεια στεροσκοπίου και μικροσκοπίου ένα - ένα τα δείγματα που συλλέχθηκαν και συγκρίνονται μεταξύ τους (Χαριτωνίδης 1989, Κούκουρας & Βουλτσιάδου - Κούκουρα 1993).

Εργαστηριακές μετρήσεις

Όλα τα δείγματα μελέτης του φυτικού υλικού διατηρούνται τόσο σε συντηρητικό διάλυμα αιθυλενογλυκόλης όσο και σε ξηρή μορφή (*herbarium*) (Χαριτωνίδης 1978). Στο εργαστήριο μπορούν να γίνουν διάφορες εργασίες που αφορούν:

- ⓐ την καταμέτρηση των βλαστών, ριζών και ριζωμάτων στη μονάδα επιφάνειας,

- ⓑ τη συστηματική αναγνώριση

- α) των ειδών των Φανερογάμων μέσω κλείδας (βλ. Παράρτημα)

- β) των ειδών των επιφύτων τα οποία κολλάνε στα φύλλα των Φανερογάμων.

Η εδραιωμένη επιπτανίδα αρχικά μπορεί να συλληχθεί με το χέρι και να αναγνωριστεί με τη βοήθεια στερεοσκοπίου και η επιχλωρίδα να ξυστεί προσεκτικά με τη λεπίδα ξυραφιού σύμφωνα με τους Dauby & Roulícek (1995) (Lepoint et al. 1999). Η απόξυση και αναγνώριση κάτω από το στερεοσκόπιο, αν και χρονοβόρα, είναι χρήσιμη στο διαχωρισμό των διαφορετικών συστατικών του πολυεπίπεδου στρώματος των επιφύτων (Lepoint et al. 1999).

• την εύρεση της ηλικίας των Φανερογάμων από τα φύλλα (νεκρά ή ζωντανά) (Λεπιδοχρονολόγηση)

Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα που προκύπτει από την κλασσική μέθοδο προσδιορισμού της ηλικίας των φύλλων της *P. Oceanica* (π.χ. η τεχνική σημαδέματος των φύλλων) είναι ότι αυτή δίνει και χαμηλή ανάλυση και μικρή ακρίβεια στον υπολογισμό της ηλικίας των φύλλων, επειδή επιτρέπει μόνο τόσους υπολογισμούς ηλικίας όσος είναι και ο μέσος αριθμός φύλλων ανά βλαστό και εξάγει έναν μέσο υπολογισμό ηλικίας για κάθε τάξη φύλλων. Αυτό το πρόβλημα λύθηκε με την εφαρμογή της μεθόδου των Erickson & Michellini (1957) και τη διαδοχική εξαγωγή συνεχών τιμών της ηλικίας των φύλλων, η οποία και αποδείχτηκε πολύ χρήσιμη στην εξακρίβωση της πορείας στο χρόνο των ιδιοτήτων που εξαρτώνται από την ηλικία του φύλλου, όπως είναι η κατανάλωση φύλλων από τα φυτοφάγα (Cebrián et al. 1999).

Αυτή η τεχνική χρησιμοποιεί μια γεωμετρική προσέγγιση για να εξάγει την ηλικία των νεώτερων φύλλων σε ένα βλαστό σαν ένα κλάσμα ενός χρονικού διαστήματος. Η ηλικία κάθε παλαιότερου φύλλου στο βλαστό μπορεί να υπολογιστεί προσθέτοντας την τάξη του μείον ένα στην ηλικία του νεώτερου φύλλου (Cebrián et al. 1999).

• τη μέτρηση του βάρους στη μονάδα επιφανείας (βιομάζα). Τα επίφυτα και τα ξυσμένα φύλλα ξηραίνονται σε φούρνο στους 60° C για 48h πριν τη ζύγιση. Η βιομάζα εκφράζεται σε μονάδα ξηρού βάρους (dw) ανά μονάδα επιφάνειας πυθμένα, χρησιμοποιώντας τα δεδομένα της πυκνότητας βλαστών και του ξηρού βάρους (Lepoint et al. 1999), και τέλος

• τη μέτρηση του θερμιδικού περιεχομένου (θερμίδες/gr ξηρού βάρους) των φυτών (χωριστά για τα φύλλα, ρίζα και ριζώματα). Οι μετρήσεις αυτές μπορεί να μας οδηγήσουν σε χρήσεις των φανερογάμων ως θερμαντική ύλη ή για άλλες χρήσεις (Χαριτωνίδης 1996).

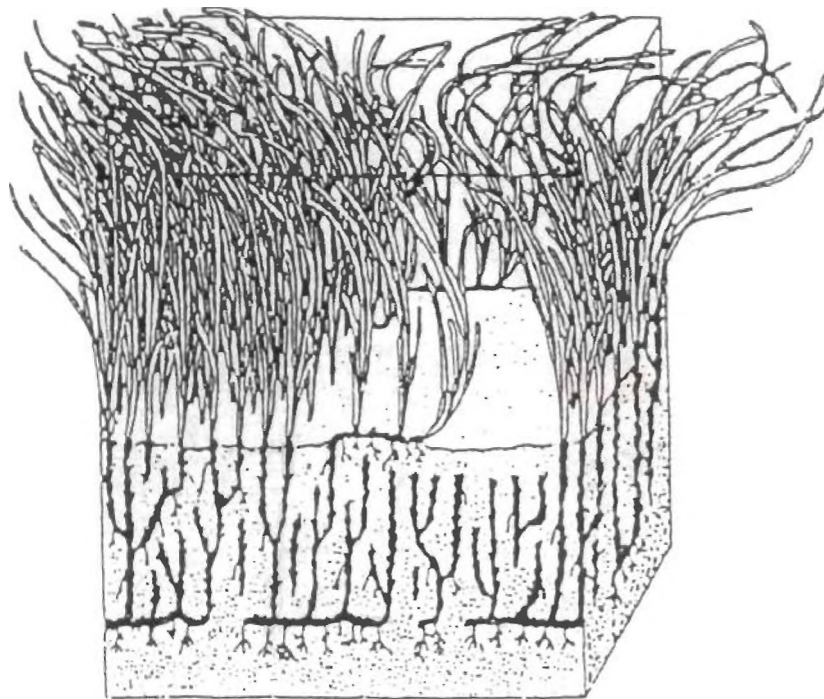
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Posidonia oceanica

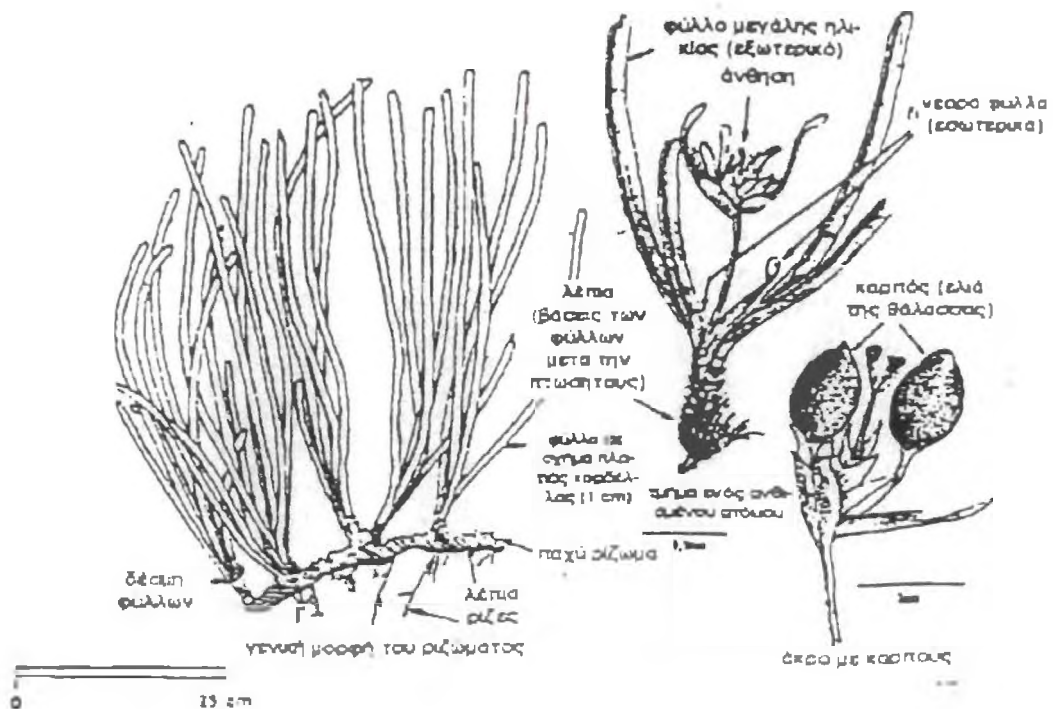
Η κοινωνία της *P. oceanica* μελετήθηκε για πρώτη φορά από τον Feldmann (1938) και πιο λεπτομερειακά από τους Molinier (1959/60) και Pégès (1967) (Χαριτωνίδης 1978).

Η *P. oceanica* είναι το μεγαλύτερο θαλάσσιο Φανερόγαμο των Ελληνικών ακτών. Σχηματίζει τεράστιους λειμώνες, αρχίζοντας από 1 m βάθος και φθάνοντας μέχρι 30 - 40 m (αρχή βαθυπαράλιας ζώνης), και ονομάζεται σχεδόν από όλους «φύκος» ή «φυκιάδα». Τα λιβάδια της Ποσειδωνίας (φυκιάδες) αναπτύσσονται σε βυθούς με χονδρή ή λεπτόκοκκη άμμο σε καθαρά και διαυγή νερά. Σχηματίζει κατακόρυφα και οριζόντια ριζώματα (Εικ. 6), με τα οποία και πολλαπλασιάζεται, που με την πάροδο του χρόνου δημιουργούν μια συμπαγή μάζα, η οποία αποτελεί κατάλληλο υπόστρωμα για τον εποικισμό τους από φύκη. Αναπτύσσει επιμήκη, ταινιοειδή, πράσινα φύλλα, που μπορούν να φτάσουν και το 1 m σε μήκος. Τα φύλλα αυτά αντικαθίστανται κάθε χρόνο με νέα ζεύγη, ενώ τα παλαιότερα ξηραίνονται και αποκόπτονται από το κυρίως φυτό (Εικ. 7). Στη συνέχεια, με την κυματική και ρευματική δράση, καταλήγουν στις ακτές και δημιουργούν σωρούς («banquettes»). Οι θέσεις των βιοτόπων, όπου παρατηρούνται μόνο νεκρά ριζώματα, φανερώνουν ότι υπάρχει μια υποχώρηση. Στο Θερμαϊκό Κόλπο, η *P. oceanica* σχηματίζει λειμώνες, είτε σε μικρά βάθη, είτε σε βάθη μεγαλύτερα από 10 m. Στον ανοικτό κόλπο δεν παρατηρούνται τέτοιοι λειμώνες, ενώ παρουσιάζονται σε περιορισμένη έκταση όπου υπάρχουν εκβολές ποταμών (παρατηρήσεις ως το έτος 1975) (Χαριτωνίδης 1996a, 1996b, Λαζαρίδου & Σεφερλής 1999).

Τα λιβάδια της *P. oceanica* εφοδιάζουν ένα μεγάλο τροφικό πλέγμα και παρέχουν καταφύγιο σ' ένα μεγάλο αριθμό ειδών (Templado 1984, Gambi et al. 1989 από Cebrián et al. 1999). Μελέτη πάνω στις κοινωνίες που αναπτύσσονται στην *P. oceanica* διαφόρων ακτών της Μεσογείου (Panagiotidis 1980) έδειξε ένα μεγάλο πλούτο από επιφυτικές κοινωνίες της *P. oceanica*, αλλά και από κοινωνίες που αναπτύσσονται στο σκιώδη υποόροφο του Φανερόγαμου (Χαριτωνίδης 1996). Φωτόφιλα ή σκιοφιλα, τα επίφυτα της *P. oceanica* είναι πολλά και αποτελούν αντικείμενο ιδιαίτερης μελέτης, μια και ανευρέθηκαν σε αυτά όχι μόνο νηματώδη, αλλά και μεγαλύτερα φύκη, όπως η *Laurencia obtusa*, το *Scytosiphon lomenteria* και η

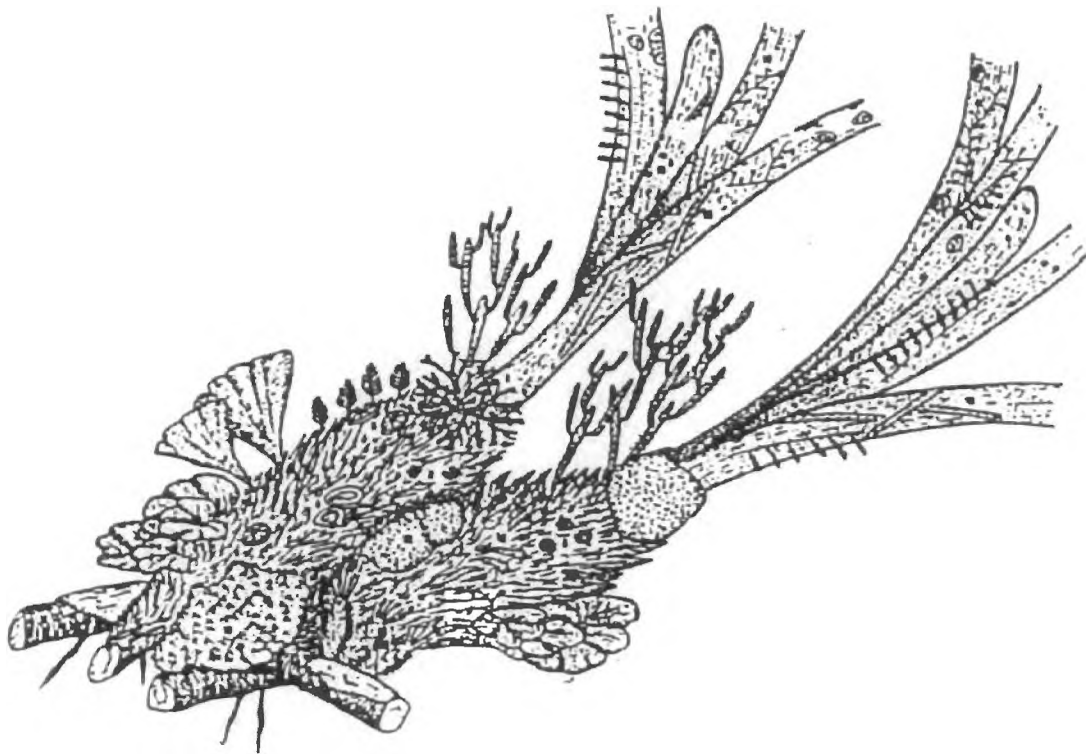


Εικ. 6. Χαρακτηριστική διαρρύθμιση των ριζωμάτων της *P. oceanica* με κατακόρυφη (ορθότροπη) και εναλλακτικά με οριζόντια ανάπτυξη. Το συμπαγές αυτό σύστημα αποτελεί τις υποθαλάσσιες αναβαθμίδες (Boudouresque & Meinesz 1982).



Εικ. 7. *Posidonia oceanica* (Μεγαλοφώνου 1995).

Hypneea musciformis. Είναι τόσα πολλά τα επίφυτα της *P. oceanica*, ώστε σε ένα καθαρό και ήρεμο βιότοπο, και σε βάθος μεγαλύτερο των 10 m αναπτύσσονται ανεξάρτητες κοινωνίες επάνω στο νεκρό ή ζωντανό ρίζωμά της καθώς και στα φύλλα της (Εικ. 8). Πάντως, τη μεγαλύτερη έκταση πάνω στα φύλλα της *P. oceanica* καταλαμβάνει το φύκος *Melobesia farinosa*, που επικολλάται ως κρούστα πάνω στα φύλλα της, ιδιαίτερα κατά την περίοδο του θέρους (Χαριτωνίδης 1996).



Εικ. 8. Σχηματική παράσταση των οργανισμικών συνευρέσεων που σχηματίζονται πάνω στα άτομα της *P. oceanica* (Κούκουρας & Βουλτσιάδου - Κούκουρα 1993).

Τα συνηθέστερα νηματώδη επίφυτα που παρατηρούνται στην *P. oceanica* είναι τα: *Ectocarpus arctus*, *Ceramium tennissimum*, είδη *Polysiphonia* και *Enteromorpha* (Τσούκα 1998). Σε έρευνα που έγινε σε λειμώνες *P. oceanica* από την Ισπανική ακτή της Μεσογείου βρέθηκε ότι κατά μέσο όρο, τα Ροδοφύκη που σχηματίζουν κρούστα και

τα καφέ όρθια φύκη αποτελούσαν το 76% και το 21% της ολικής επιφυτικής βιομάζας αντίστοιχα. Τα βρυόζωα και τα υδρόζωα υπήρχαν σε πολύ μικρή αφθονία, αντιπροσωπεύοντας το 2.9% και 0.1% της ολικής επιφυτικής βιομάζας αντίστοιχα (Cebrián et al. 1999).

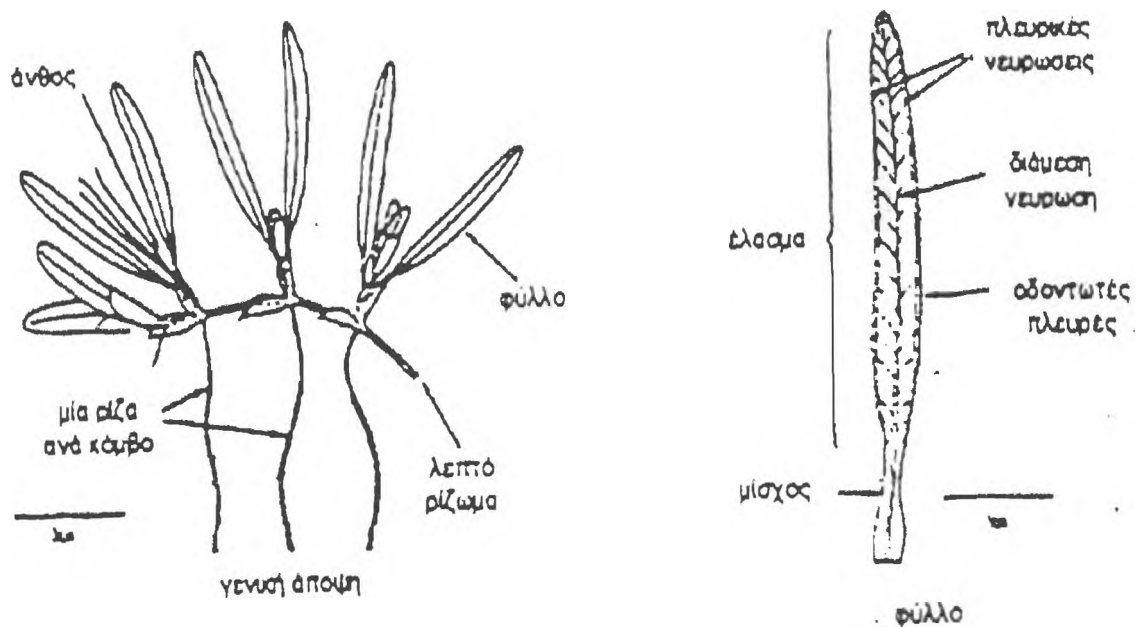
Όσον αφορά το πρότυπο αύξησης της βιομάζας των επιφύτων της *P. oceanica*, έχει παρατηρηθεί (Lerooint et al. 1999) ότι ακολουθεί το πρότυπο αύξησης της βιομάζας των φύλλων, η οποία τοπικά μειώνεται από τα 10 στα 30 m βάθος και χρονικά αυξάνεται από το Δεκέμβριο στον Ιούνιο, με εξαίρεση το βάθος των 10 m, όπου το μέγιστο σημειώνεται τον Απρίλιο. Σε όλα τα βάθη, η βιομάζα της επιπανίδας αυξάνεται από το Δεκέμβριο στον Ιούνιο. Η βιομάζα της επιχλωρίδας είναι ελάχιστη το Δεκέμβριο στα 10 και 20 m βάθος και το Φεβρουάριο στα 30 m βάθος. Η βιομάζα της επιχλωρίδας εμφανίζει μέγιστα τον Ιούνιο στα 10 και 30 βάθος. Η σχετική αφθονία της εδραιωμένης επιπανίδας κυμαίνεται από 26 ως 70% της ολικής επιφυτικής βιομάζας.

Η *P. oceanica*, πάντως, με την τόσο σημαντική θέση στο θαλάσσιο οικοσύστημα και τον ιδιαίτερο ρόλο της σε αυτό, φαίνεται να απειλείται μετά την εμφανή υποχώρηση των λειμώνων της τα τελευταία 20 χρόνια. Υπολογίζεται ότι στη Δυτική Μεσόγειο οι λειμώνες μειώθηκαν κατά 25% και στη θέση τους γίνεται εποίκισμός ενός χλωροφύκου, της *Caulerpa taxifolia*, η οποία πέρασε το Γιβραλτάρ και σήμερα εκτείνεται ως το όριο της Σικελίας. Η *C. taxifolia* περιέχει τοξική ουσία, η οποία προκαλεί ακόμη και το θάνατο στην πανίδα της περιοχής (Χαριτωνίδης 1996).

Halophila stipulacea

Η *H. stipulacea* (Εικ. 9) μετανάστευσε στη Μεσόγειο θάλασσα περνώντας το Σουέζ μετά το 1864, όταν άνοιξε η διώρυγα. Το Φανερόγαμο αυτό σχηματίζει λειμώνες με τους μικρούς έρποντες βλαστούς του σε σχήμα ζικ - ζακ και τις μικρές ρίζες κατά κόμβους. Τα ζεύγη των φύλλων που βγαίνουν κατά κόμβο είναι 1 - 2 ζευγάρια και έχουν χαρακτηριστική επιφάνεια με 4 διαφορετικές ομάδες κυττάρων. Όλες οι κατηγορίες των κυττάρων περιέχουν χλωροπλάστες με χλωροφύλλη a και b, όπως σε όλα τα Φανερόγαμα (Χαριτωνίδης 1996c).

Όπως και άλλα Φανερόγαμα, η *H. stipulacea* συνοδεύεται από το χαρακτηριστικό κοινοκυτικό χλωροφύκος *Caulerpa*, με διάφορες όμως ιδιομορφίες. Μέχρι σήμερα, μαζί με την *Posidonia*, ιδιαίτερα στη Δυτική Μεσόγειο, βρίσκουμε ως συνοδό είδος την *Caulerpa taxifolia*, (από τα λίγα αμμόφιλα φύκη), η οποία έχει ψευδοπόδια. Έχει αποδειχθεί ότι η *Halophila* πέρασε το Σουέζ μαζί με την *Caulerpa*



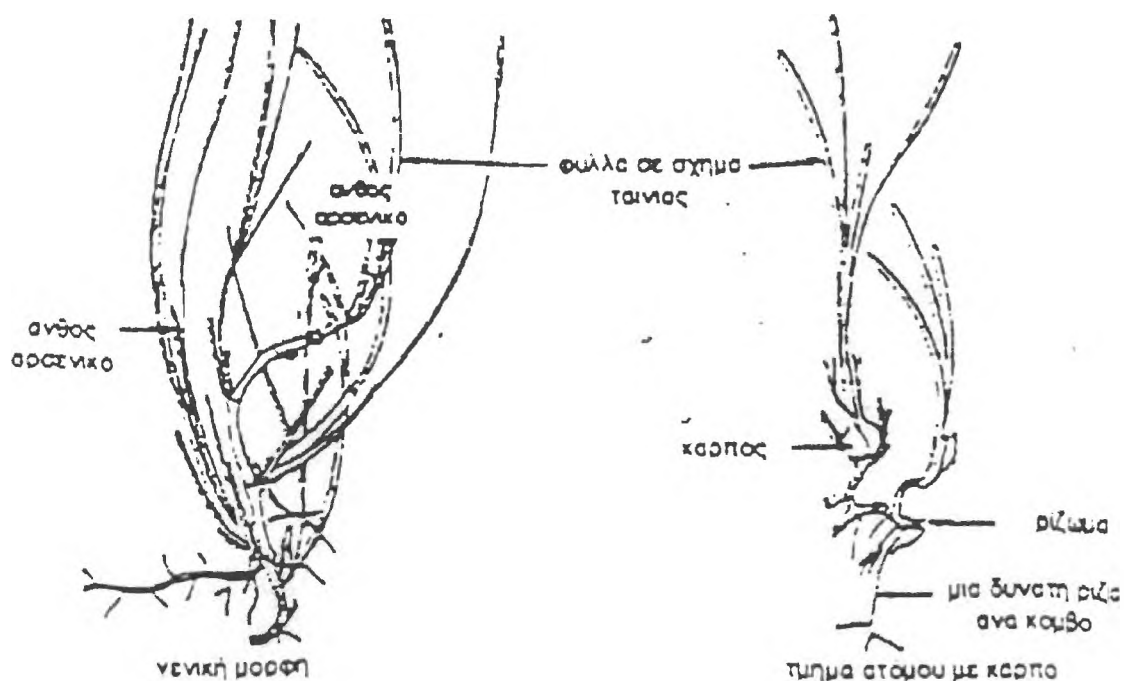
Εικ. 9. *Halophila stipulacea* (Μεγαλοφώνου 1995).

racemosa. Σήμερα όμως, σε Ελληνικούς βιότοπους, όπως π.χ. στη Ρόδο βρέθηκε να τη συνοδεύει το Ελληνικό είδος *C. prolifera*. Αν προσθέσουμε σ' αυτές τις δύο και την *C. taxifolia* του Ατλαντικού, η οποία έχει σήμερα κατακλύσει τη Δυτική Μεσόγειο, θα πρέπει πια να μιλάμε για τρία διαφορετικά είδη *Caulerpa* ως συνοδά είδη στις κοινωνίες των Φανερογάμων (Χαριτωνίδης 1996).

Επίφυτα είναι σπάνια στα λεία φύλλα της *Halophila*, εκτός ελαχίστων εξαιρέσεων, είναι δηλαδή ένας απρόθυμος ξενιστής. Μέχρι σήμερα, εκτός από το αμμώδες υπόστρωμα, τη βρίσκουμε να αναπτύσσεται ικανοποιητικά και σε αμμολασπώδη βυθό, όπως π.χ. Αντίκυρα και Παγασητικός Κόλπος. Πειράματα ανθεκτικότητας τα οποία έγιναν (Μαλέα & Χαριτωνίδης 1990, Μαλέα 1992 από Χαριτωνίδη 1996), έδειξαν ότι είναι ένα πολύ ανθεκτικό είδος στην αποταμίευση μετάλλων. Η άνοδος της στο Βόρειο Αιγαίο μας δείχνει ότι είναι τόσο ευρύθερμο αλλά και ευρύαλο είδος.

Cymodocea nodosa

Ο λειμώνας της *Cymodocea nodosa* αναπτύσσεται σε υπόστρωμα από χονδρόκοκκη άμμο ή πηλό. Η *C. nodosa* (Εικ. 10), γενικά, προτιμά καθαρά νερά και αποφεύγει βιότοπους που αρχίζουν να προσβάλλονται από λύματα. Αρχίζει από μικρό βάθος (30 cm) και μπορεί να φτάσει ως τα 3 - 4 m. Στους βιότοπους του Θερμαϊκού Κόλπου απαντά μέχρι 1 m βάθος, τη συναντάμε όμως και σε μεγαλύτερα βάθη. Τα ριζώματα της *C. nodosa* είναι πασσαλώδη και οριζόντια και προσλαμβάνουν τα θρεπτικά συστατικά από την επιφάνεια του πυθμένα, που είναι πλούσιος σε ανόργανα και οργανικά υλικά. Η κοινωνία αυτή μπορεί να περιλαμβάνει και άλλα Φανερόγαμα, όπως τη *Zostera nana (noltii)* καθώς και φύκη (Χαριτωνίδης 1978, 1996).



Εικ. 10. *Cymodocea nodosa* (Μεγαλοφώνου 1995).

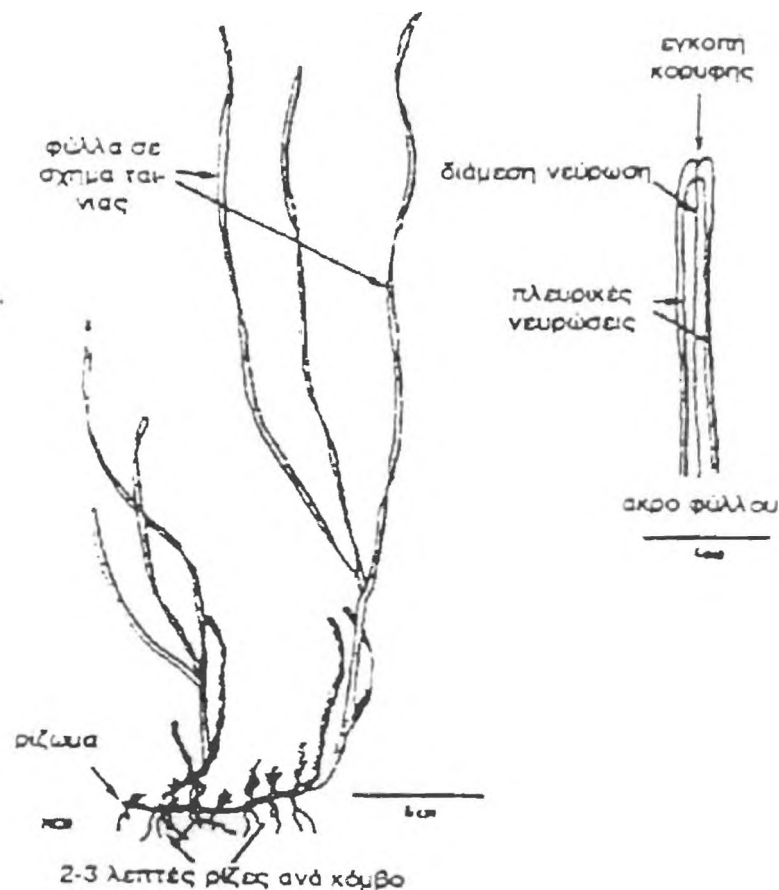
Τα φύκη που συμμετέχουν στην κοινωνία αυτή είναι η *Gracilaria verrucosa*, η *Gr. dura* και η *Chaetomorpha linum*. Επάνω στα ριζώματα της *C. nodosa* είναι δυνατό να προσκολληθούν και άλλα μακροφύκη (π.χ. *Scytosiphon* κ.ά.), ενώ τα υπόλοιπα φύκη που υπάρχουν σ' αυτήν την κοινωνία είναι πάντοτε επίφυτα στα φύλλα της *C. nodosa*. Τα πιο συνήθη επίφυτα που παρατηρούνται στην *C. nodosa* είναι τα *Ectocarpus arctus*, *Polysiphonia deusta*, *Ceramium rubrum*, *C. strictum* και *C. ciliatum*. Μόνο νηματώδη φύκη επιφυτούν στην *Cymodocea* (Χαριτωνίδης 1978, 1996).

Από μελέτη των λειμώνων της *C. nodosa* στο Θερμαϊκό Κόλπο, βρέθηκε ότι κατά την περίοδο της άνοιξης παρατηρούνται πολλά επίφυτα, ιδίως σε υπήνεμους βιότοπους, όπως της Νέας Κρήνης, και ότι οι επιφυτικές αυτές κοινωνίες αναπτύσσονται εδώ από τα 20 cm βάθος. Οι βιότοποι της Επανωμής, με υπόστρωμα από πηλό, παρουσιάζουν μια αρκετά εκτεταμένη κοινωνία της *C. nodosa*. Επειδή υπάρχει κάποιος κυματισμός, πολλά επίφυτα δεν μπορούν να προσκολληθούν στο βλαστό ή στα φύλλα της *C. nodosa*. Την άνοιξη, που δεν παρατηρείται μεγάλη κίνηση του θαλασσινού νερού, διαπιστώνεται αύξηση στον αριθμό των επιφύτων (Χαριτωνίδης 1978, 1996).

Zostera nana (noltii)

Η *Zostera nana (noltii)* (Εικ. 11) συναντάται κυρίως σε βιότοπους με λασπώδες υπόστρωμα. Η *Zostera*, κατά τον Feldmann (1938), συγκροτεί κοινωνία μαζί με την *Cymodocea*, αλλά ο Pérès (1967) τη διακρίνει σαν ιδιαίτερη φάση στη βιοκοινωνία των μαλακών λασπωδών υποστρωμάτων. Στο φύλλο της *Zostera* δεν παρατηρούνται πολλά επίφυτα, αν και αναπτύσσεται σε ήρεμους και υπήνεμους βιότοπους. Τα επίφυτά της είναι και αυτά μικρά νηματώδη φύκη, όπως τα είδη *Ceramium* που αναπτύσσονται πάνω στα φύλλα της σε σχετικά μεγάλη αφθονία (Χαριτωνίδης 1978, 1996).

Η *Zostera noltii* εμφανίζεται να μεταναστεύει προς τις ακτές και καταλαμβάνει σήμερα μια ευρεία έκταση σε κλειστούς κόλπους. Σε βιότοπους αρκετά εκτεθειμένους και διαφανείς αυτό το γεγονός είναι σπάνιο (Χαριτωνίδης 1989).



Εικ. 11. *Zostera nana* (*noltii*) (Μεγαλοφώνου 1995).

Όπως είδαμε οι θαλάσσιες κοινωνίες των Φανερογάμων καλύπτουν έναν ικανό χώρο των Ελληνικών ακτών. Μια διαδοχή των κοινωνιών, η οποία οφείλεται στον τύπο του υποστρώματος και στην ανθρωπογενή επίδραση, φαίνεται ότι ακολουθεί την τάξη:

Z. noltii → *Cymodocea* → *Posidonia*

Η *Posidonia*, η οποία θεωρείται και η πλέον ευαίσθητη ως κοινωνία, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, μειώνεται συνεχώς. Μόνο σε κλειστούς κόλπους, οι προηγούμενες θέσεις της *Posidonia* σήμερα καταλήφθηκαν από *Zostera noltii* ή *Cymodocea* και η αντικατάσταση αυτή συνεχίζεται, όσο αυξάνεται και η ρύπανση (Χαριτωνίδης 1996).

Επιγραμματικά, τα κυριότερα χαρακτηριστικά γνωρίσματα των θαλάσσιων Φανερογάμων των Ελληνικών θαλασσών συνοψίζονται στον Πίνακα που ακολουθεί (Πίν. 1).

Πίν. 1. Τα θαλάσσια Φανερόγαμα των Ελληνικών θαλασσών και χαρακτηριστικά γνωρίσματά τους (δομικά και περιβαλλοντικά) (Πρ από Παπαχρήστου 1995).

	<i>P. oceanica</i>	<i>Cym. nodosa</i>	<i>Z. noltii</i>	<i>R.maritima</i>	<i>H. stipulacea</i>
Μέγεθος φύλλων (μήκος/πλάτος)	60/2 cm	30/1 cm	20/0.4 cm	80/0.8 cm	10/1.5 cm
Σχήμα φύλλων	Ταινιοειδή 13 - 17 νευρώσεις	Ταινιοειδή 7 - 9 νευρώσεις	Ταινιοειδή 1 - 3 νευρώσεις	Ταινιοειδή	Λογχοειδή ανά ζεύγη
Ρίζα	Πασσαλώδης	Θυссανοειδής	Με μικρά ριζίδια	Ριζίδια	Ρίζες κατά κόμβους
Κορυφή φύλλων	Λεία ταννίνη	Οδοντωτή	Χωρίς ταννίνη	Λεία χωρίς ταννίνη	Φύλλα ανά ζεύγη
Περιβάλλον βάθος	Καθαρά νερά 0.5 - 40 m	Αρχή ρύπων 0.0 - 3 m	Ρυπαινό- μενο 0.0 - 1.5 m	0.0 - 4 m	Καθαρό ως ρυπαινόμενο 4 - 20 m
Θερμογόνος δύναμη	2500 - 2800 Kcal/Kg				
Υπόστρωμα	Λεπτόκοκκη άμμος	Χονδροκόκκη άμμος ή πηλός	Μαλακό λασπώδες		Αμμώδης & αμμολασπώδης βυθός
Επίφυτα	<u>Κρουστώδες:</u> <i>Melobesia farinosa</i> <u>Νηματοειδή φύκη:</u> <i>Ectocarpus</i> <i>Ceramium</i> <i>Polysiphonia</i> <i>Enteromorpha</i> <u>Μενολύτερα φύκη:</u> <i>Laurencia</i> <i>Scytosiphon</i> <i>Hypnea</i>	<i>Ectocarpus</i> <i>Polysiphonia</i> <i>Ceramium</i>	<i>Ceramium</i>		<i>Caulerpa prolifera</i> <i>Caulerpa racemosa</i> <i>Caulerpa taxifolia</i>

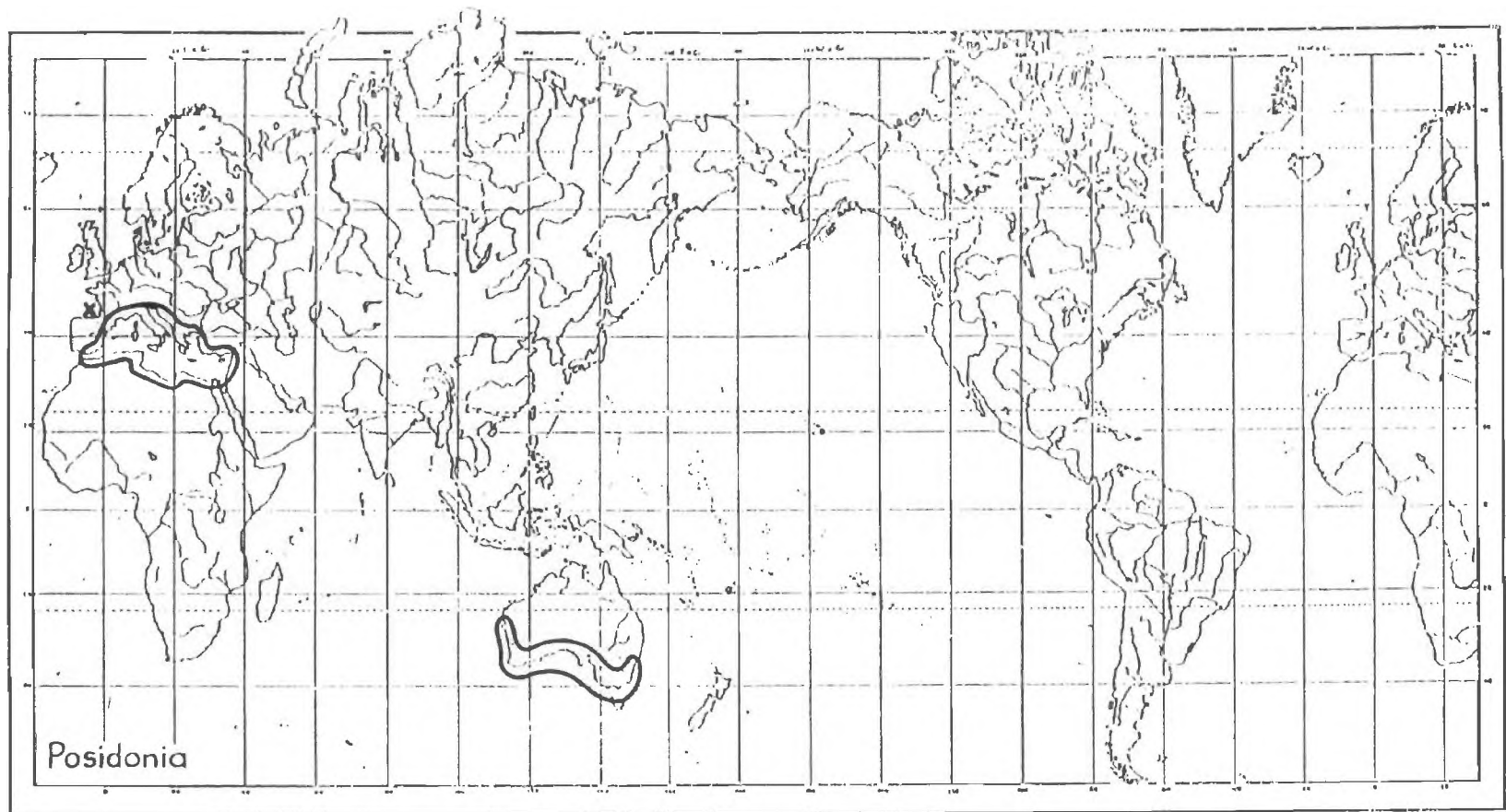
ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Εμφάνιση - εξάπλωση των θαλάσσιων Φανερογάμων

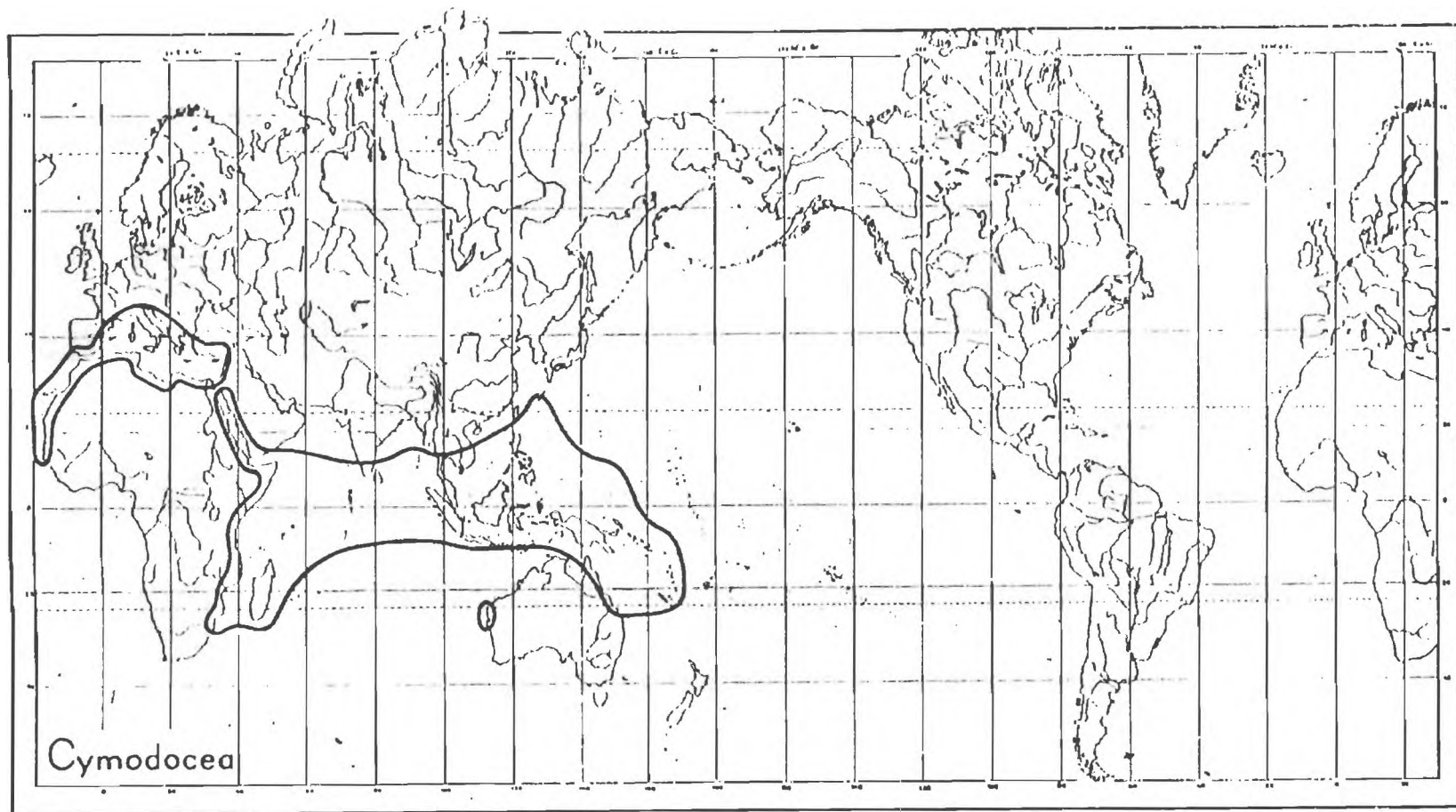
Έχει αποδειχτεί ότι τα θαλάσσια Φανερόγαμα καλύπτουν σχετικά μεγάλες εκτάσεις (Εικ. 12, 13 και 14). Σήμερα, οι κοινωνίες των Φανερογάμων αναπτύσσονται σε θέσεις μεγάλης ποικιλότητας, όσον αφορά τις μεταβαλλόμενες περιβαλλοντικές συνθήκες (Panagiotidis 1979 από Haritonidis 1991, Χαριτωνίδης 1989). Ειδικότερα, η γεωγραφική εξάπλωση της *P. oceanica* καλύπτει όλες τις Μεσογειακές παράκτιες περιοχές, εκτός από τις λιμνοθάλασσες και τα δέλτα ποταμών (τα οποία έχουν πολύ διαφορετική αλατότητα), πλην των ακτών του Ισραήλ και των στενών του Γιβραλτάρ (Παγιάτας 1999).

Η συνεχόμενη αλλαγή στον αριθμό των αποικιών και στην εξάπλωση των θαλάσσιων Φανερογάμων σε διάφορους βιότοπους οφείλεται προφανώς στους διάφορους τύπους υποστρώματος και σε άλλες φυσικές και χημικές διαφορές. Από την έκταση που καλύπτουν οι θαλάσσιες φυτοκοινωνίες φαίνεται ότι κυρίως η *P. oceanica* έχει μειωθεί σημαντικά τα τελευταία χρόνια, ιδιαίτερα σε κλειστές ακτές με έντονη ανθρωπογενή επίδραση. Έχει παρατηρηθεί ότι οι λειμώνες της υποχωρούν κατά μήκος της ακτής, όσο το υπόστρωμα γίνεται περισσότερο λασπώδες (Haritonidis 1991).

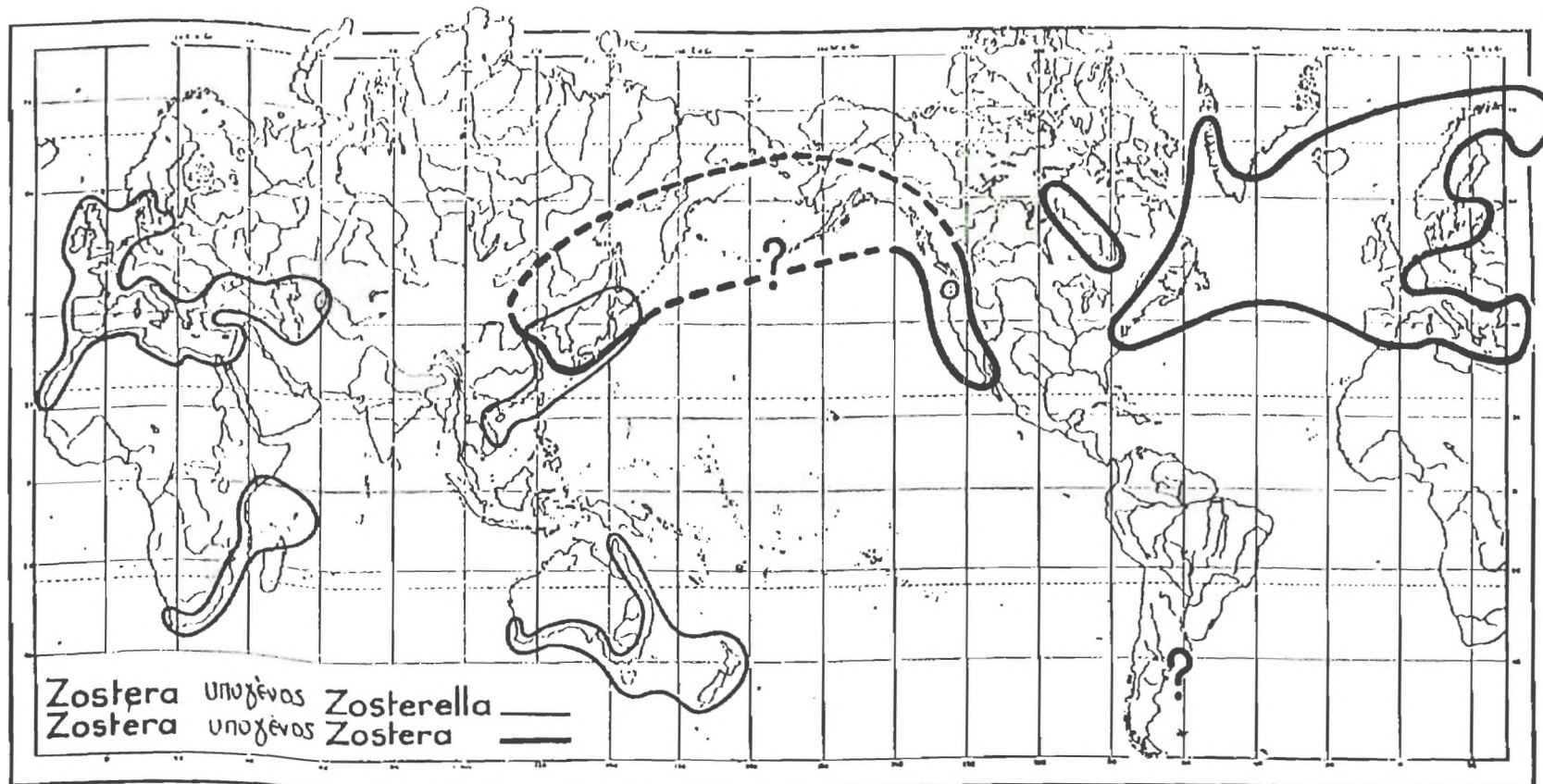
Η *Halophila stipulacea*, με τόπο καταγωγής τον Ινδικό Ωκεανό και την Αυστραλία, που αναφέρεται ως νέος μετανάστης στην Ανατολική Μεσόγειο μετά το άνοιγμα της διώρυγας του Σουέζ, εμφανίζεται να μετακινείται σταθερά προς τα βόρεια, ψάχνοντας τον κατάλληλο βιότοπο για να εγκατασταθεί (Εικ. 15). Πρέπει να σημειωθεί ότι αν και είναι θερμοφιλο είδος, είναι αρκετά ευρύθερμο ώστε να μπορεί να αναπτυχθεί ικανοποιητικά και σε θερμοκρασίες 12 - 13° C. Αντίθετα, τα Μεσογειακά είδη που πέρασαν το Σουέζ δεν προχώρησαν πολύ στην Ερυθρά θάλασσα, γιατί είχαν να αντιμετωπίσουν τη μεγάλη αλατότητα, τη διαφορά στάθμης των υδάτων και τα αντίθετα ρεύματα (Χαριτωνίδης 1989, Haritonidis 1991). Το Φανερόγαμο αυτό, το οποίο για πρώτη φορά αναγνωρίστηκε στους νότιους Ελληνικούς βιότοπους (Giaccone 1968, Lipkin 1975, Haritonidis & Tsekos 1976, Tsekos & Haritonidis 1977, Haritonidis 1978 από Χαριτωνίδη 1989), σήμερα καλύπτει και βιότοπους στην Πελοπόννησο και θέσεις του Σαρωνικού, εκτός από το νησί της Ρόδου και τις νότιες ακτές της Κρήτης, που εμφανίστηκε για πρώτη φορά, ενώ το Μάρτιο του 1994 είχε φτάσει το Αιγαίο Πέλαγος στο ύψος και μέσα στον Παγασητικό Κόλπο. Βλαστοί από το παραπάνω είδος



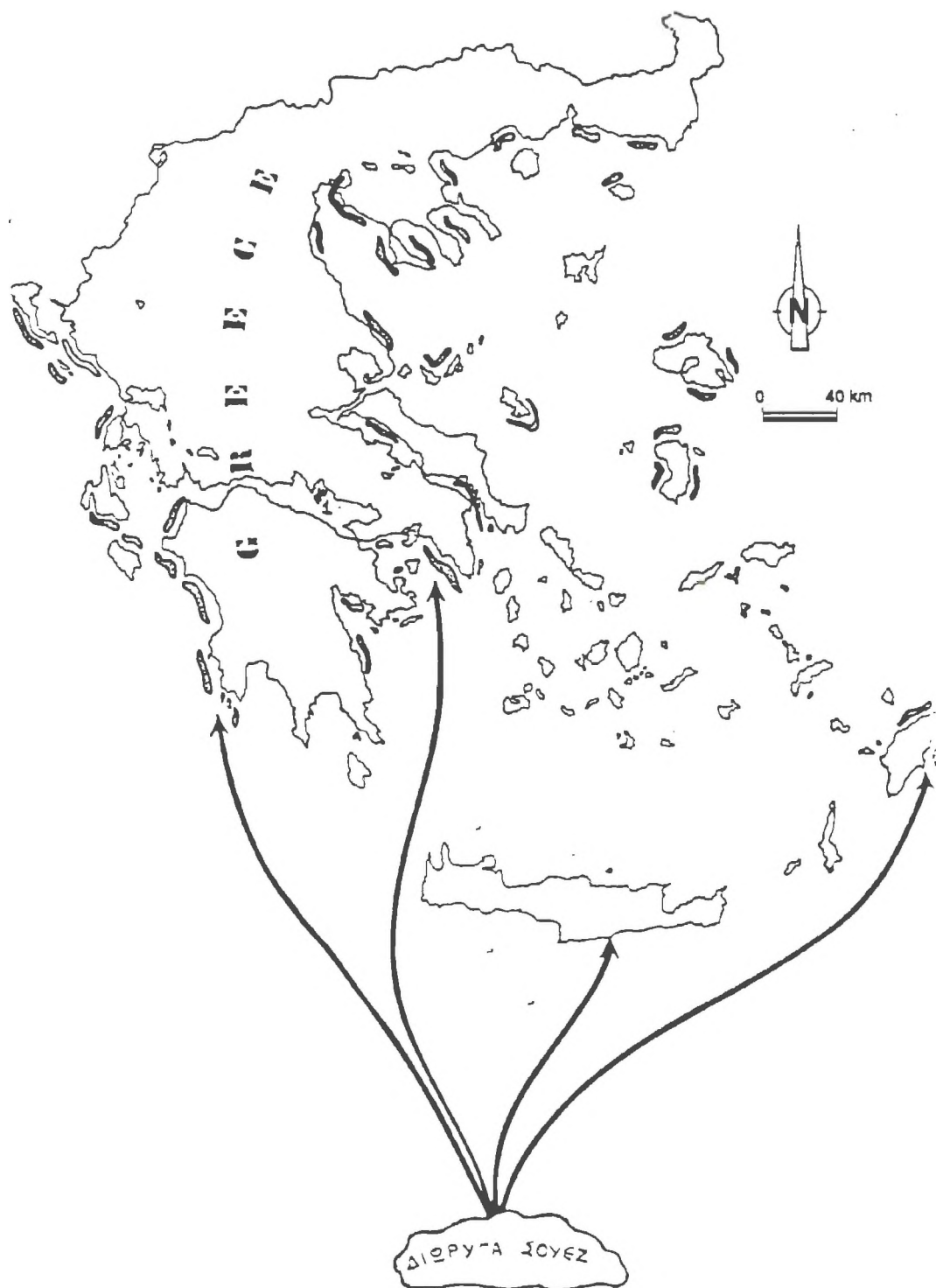
Εικ. 12. Γεωγραφική κατανομή του γένους *Posidonia* (Hartog 1959)



Εικ. 13. Γεωγραφική κατανομή του γένους *Cymodocea* (Hartog 1959)



Εικ. 14. Γεωγραφική κατανομή του γένους *Zostera* (υπογένη *Zostera* και *Zosterella*) Η κατανομή της *Zostera* στη Βερίγγεια θάλασσα και στη θάλασσα του Okhotsk δεν είναι αρκετά γνωστή (διακεκομμένη γραμμή). Το ερωτηματικό κοντά στην Αργεντινή δείχνει την καταγραφή ενός ζοστεροειδούς είδους από τον Setchell (1935) που δεν έχει ταυτοποιηθεί (Hartog 1959)



Εικ. 15. Εξάπλωση των Φανερογάμων στην Ελλάδα. Τα βέλη προσδιορίζουν την εξάπλωση της *Halophila stipulacea* μετά το πέρασμά της μέσα από τη διώρυγα του Σουέζ (Χαριτωνίδης 1989).

παρατηρήθηκαν επιπλέοντες στη θάλασσα των Βόρειων Σποράδων. Από την πλευρά του Ιονίου βρέθηκε να επιπλέει στις ακτές της Νήσου Παξοί, έχοντας πιθανόν μεταφερθεί τόσο ψηλά στις καρίνες των πλοίων, χωρίς όμως να έχει βεβαιωθεί ακόμη η εγκατάστασή του εκεί. Μέχρι σήμερα, δεν έχει αναφερθεί άτομο *H. stipulacea* στη Δυτική Μεσόγειο. Στις Ελληνικές θάλασσες απαντά σε βάθη από 3 - 4 m έως και 25 m (Κόλπος Αντίκυρας, Ρόδος, Παγασητικός (Χαριτωνίδης 1989, 1996).

Η *Cymodocea nodosa* παρατηρείται συνήθως σε απομονωμένους βιότοπους, αλλά μπορεί να ανεχτεί και συνθήκες έντονης κυματικής δράσης και ανέμου.

Τέλος, η *Zostera noltii* εμφανίζεται να μετακινείται πιο κοντά στην ακτή και σήμερα καλύπτει μεγάλες εκτάσεις σε απομονωμένους κόλπους. Αυτό το είδος άλλοτε ήταν από τα σπάνια είδη των εκτεθειμένων και κυματωδών βιοτόπων και χαρακτηρίζεται ως η πιο ανθεκτική από όλα τα Φανερόγαμα (Tsekos & Haritonidis 1974, 1977, Haritonidis & Tsekos 1975, 1976, Νικολαΐδης 1985 από Haritonidis 1991). Η *Zostera* όπως και η *Cymodocea* είναι περισσότερο ανθεκτικές σε μεγάλες τιμές αλατότητας και έτσι τα κορυφαία τμήματά τους μπορούν να επιζήσουν μεγάλα χρονικά διαστήματα έξω από το νερό (Χαριτωνίδης 1978).

Από μελέτες οι οποίες έχουν γίνει ως το 1970, φάνηκε ότι τα Φανερόγαμα τα οποία υπήρχαν στις Ελληνικές ακτές ήταν η *P. oceanica*, η *Cymodocea nodosa* και η *Zostera marina*. Έκπληξη αποτέλεσε η δήλωση σε συνέδριο που έγινε το 1972 στην Αθήνα ότι η μέχρι τότε γνωστή ως *Zostera marina* ήταν ένα άλλο είδος: η *Zostera nana* (*noltii*). Αυτό επιβεβαιώθηκε και αργότερα με λεπτομερείς συστηματικές έρευνες που έγιναν γύρω από αυτά τα 2 είδη. Σήμερα, αμφισβητείται η ύπαρξη της *Z. marina* στις Ελληνικές θάλασσες και δεν είναι σίγουρη και για τις Ιταλικές (Χαριτωνίδης 1996).

Βιολογία - Οικολογία της *Posidonia oceanica*

Οι λειμώνες της *P. oceanica* εμφανίζουν τρεις σημαντικές βιολογικές ιδιομορφίες.

Από αυτές, η πρώτη σχετίζεται με τον ιδιαίτερο τρόπο ανάπτυξης της *P. oceanica*, που αντίθετα με άλλα Φανερόγαμα, έχει ριζώματα που αυξάνονται όχι μόνο οριζόντια αλλά και κάθετα (Εικ. 16). Η ιδιότητα αυτή είναι μεγάλης σημασίας για τους λειμώνες που σχηματίζονται, επειδή στα ριζώματα αυτά μπορούν να παγιδεύονται τελικά όλα τα αιωρούμενα στο νερό ανόργανα και οργανικά υλικά που συγκρατούνται μεταξύ των φύλλων. Όλα τα θρύμματα της επιπανίδας και επιχλωρίδας που ζει πάνω στα φύλλα, και ιδιαίτερα τα ασβεστολιθικά, αποθέτονται σταδιακά μαζί με το



Εικ. 16. Ριζώματα της *P. oceanica* (Χαριτωνίδης 2000).

εγκλωβισμένο ίζημα γύρω από τη βάση των φυτών. Η *P. oceanica*, όμως, εξουδετερώνει το αποτέλεσμα αυτής της απόθεσης υλικών στο υπόστρωμα με μια προς τα πάνω αύξηση των ριζωμάτων και η όλη διεργασία οδηγεί στο σχηματισμό θαλάσσιων αναβαθμίδων, που αναπτύσσονται αργά, αλλά σταθερά, και συγκεκριμένα κατά ένα μέτρο ανά αιώνα περίπου. Οι αναβαθμίδες αυτές αποτελούνται από ένα πλέγμα ριζωμάτων και ριζών, τα μεσοδιαστήματα των οποίων είναι φραγμένα από ένα αδρό ίζημα και η κορυφή των αναβαθμίδων αυτών μπορεί να πλησιάσει την επιφάνεια της θάλασσας μέχρι μια απόσταση που καθορίζεται από την τοπική ένταση της κυματικής δράσης (Κούκουρας & Βουλτσιάδου - Κούκουρα 1993).

Μια δεύτερη βιολογική ιδιομορφία των λειμώνων παρατηρείται κατά την καρποφορία (Εικ. 17) της *P. oceanica*, που στις θερμότερες περιοχές της Μεσογείου είναι κανονική. Στις ΒΔ ακτές της Μεσογείου όμως, όπου το κλίμα είναι ψυχρότερο, η καρποφορία είναι σπάνια και συμβαίνει μόνο μετά από ένα ιδιαίτερα θερμό καλοκαίρι. Στις περιοχές αυτές, όπου η *P. oceanica* φαίνεται ότι δεν είναι καλά προσαρμοσμένη στις επικρατούσες συνθήκες του περιβάλλοντος, οι λειμώνες που σχηματίζει μπορούν να επεκτείνονται με βλαστητική αναπαραγωγή (εκβλάστηση και φυσική αποκοπή) (Κούκουρας & Βουλτσιάδου - Κούκουρα 1993).



Εικ. 17. Καρπός της *P. oceanica* (Χαριτωνίδης 2000).

Η τρίτη ιδιομορφία παρατηρείται κατά το τέλος του φθινοπώρου, οπότε πέφτουν τα παλαιότερα φύλλα, που με την κυματική κυρίως δράση εκβράζονται στην ακτή και σχηματίζουν αναβαθμίδες. Η πτώση των φύλλων, που για τα περισσότερα φυτά είναι τελείως φυσιολογική, στη συγκεκριμένη περίπτωση μπορεί να οφείλεται κατά ένα ποσοστό και στα πολλά επίφυτα (κυρίως φύκη που σχηματίζουν κρούστες) (Κούκουρας & Βουλτσιάδου - Κούκουρα 1993).

Σύμφωνα με τον Pérès (1961), ένας λειμώνας ή οικοσύστημα της *P. oceanica* που έχει φτάσει στη μέγιστη ποικιλότητά του, συμπεριλαμβάνει τις εξής οικολογικές ομάδες:

- ☉ την επιχλωρίδα: φύκη (Φαιοφύκη, Ροδοφύκη, Διάτομα), και την επιπανίδα: εδραιωμένα ζώα (Βρυόζωα, Υδρόζωα, Τρηματοφόρα) των φύλλων,

- ☉ την επιχλωρίδα: φύκη (Bryopsidophyceae, Rhodophyceae), και την επιπανίδα: εδραιωμένα ζώα (Βρυόζωα, Υδρόζωα) των ριζωμάτων,

☉ τα ζώα εκείνα που μπορούν να μετακινούνται πάνω στα φύλλα, αλλά δεν έχουν την ικανότητα να κολυμπούν (Γαστερόποδα, Καρκινοειδή, π.χ. Κωπήποδα, Αμφίποδα, Ισόποδα),

☉ τα ζώα που μπορούν να μετακινούνται πάνω στα ριζώματα, αλλά δεν έχουν την ικανότητα να κολυμπούν (Εχινόδερμα, Γαστερόποδα),

☉ τα ζώα εκείνα που μπορούν να κολυμπούν, αλλά μπορούν να παραμένουν και πάνω στα φύλλα (Μέδουσες, Χαιτόγναθοι, Κεφαλόποδα, ορισμένα ψάρια),

☉ τα μικροσκοπικά ζώα του επιφυτικού υποστρώματος, όπως Βλεφαριδοφόρα, Νηματώδη, κ.ά.,

☉ την πανίδα που ζει πάνω και μέσα στο ίζημα (Δακτυλιοκώληκες, Μαλάκια) και

☉ τα μεγάλα ζώα που επισκέπτονται το λειμώνα (Καρκινοειδή, Μαλάκια, ψάρια) (Τσούκα 1998).

Έχει υποστηριχτεί από μελετητές, όπως οι Pérès & Picard (1958, 1964), ο Molinier (1960) και ο Pérès (1961, 1967), η άποψη ότι το σύνολο των οργανισμών που είναι εγκατεστημένοι στους λειμώνες της *P. oceanica* δεν μπορεί να συγκροτούν μια απλή βιοκοινωνική μονάδα ή ένα ενιαίο σύνολο, αλλά συνιστούν δύο διαφορετικούς βιότοπους, έναν ανώτερο και έναν κατώτερο. Από αυτούς, ο ανώτερος αντιστοιχεί στη φωτόφιλη κοινωνία των φύλλων της *P. oceanica*, για την οποία προτάθηκε το όνομα *Posidonietum oceanicae* (Molinier 1958), ενώ ο κατώτερος βιότοπος αντιστοιχεί στη σκιάφιλη κοινωνία, για την οποία προτάθηκε το όνομα *Udotea – Peyssonnelietum* (Molinier 1958). Αργότερα, προτάθηκε και μια τρίτη κοινωνία (Harmelia 1964) και ήταν αυτή που αποτελείται από τους οργανισμούς που ζουν μέσα στα στρώματα τα οποία σχηματίζουν τα ριζώματα και αποτελείται αποκλειστικά από ζώα. Μελέτες, όμως, του Kerneis (1960) στην επιπανίδα και του Boudouresque (1968) στην επιχλωρίδα, οδήγησαν στο συμπέρασμα ότι οι κοινωνίες του φυλλώματος και του ριζώματος δεν είναι εντελώς ανεξάρτητες μεταξύ τους και ότι ο λειμώνας της *P. oceanica* συγκροτείται από μια βιοκοινωνία, η οποία χαρακτηρίζεται από το μοναδικό συνδυασμό φωτόφιλων, σκιάφιλων και ενδοεδαφικών οικολογικών ομάδων (Τσούκα 1998).

Για την οργανισμική συνεύρεση των φύλλων της *P. oceanica* πρέπει να σημειωθούν επίσης τα εξής: η σύνθεσή της μπορεί να ποικίλλει πολύ από λειμώνα σε λειμώνα, ανάλογα με το βάθος και την κυματική δράση. Οι βαθύτεροι λειμώνες είναι τυπικοί και έχουν την πλουσιότερη πανίδα, ιδιαίτερα όσον αφορά τους μετακινούμενους

οργανισμούς. Στους λειμώνες των εκτεθειμένων αβαθών περιοχών αφθονούν τα στενόαλα και κυματόφιλα είδη (Δεκάποδα, Καρκινοειδή κ.λπ.). Η διακύμανση της αφθονίας πολλών κατοίκων της συνεύρεσης κατά τη διάρκεια του 24ώρου είναι μεγάλη, με αναλογία αφθονίας νύχτας/μέρας περίπου από 1/3 μέχρι 1/50. Σύμφωνα με πρόσφατες μελέτες, αυτή η δραστηριοποίηση και ανοδική μετανάστευση των ειδών οφείλεται στην αύξηση του περιεχόμενου στο νερό CO₂, όταν η φωτοσύνθεση σταματάει κατά τη διάρκεια της νύχτας. Οι συνευρέσεις που είναι εγκατεστημένες στα ριζώματα της *P. oceanica*, μέσα στο ίζημα, δεν έχουν μελετηθεί επαρκώς μέχρι σήμερα και επομένως δεν υπάρχουν παρά ελάχιστες σχετικές πληροφορίες (Κούκουρας & Βουλτσιάδου - Κούκουρα 1993).

Τα επίφυτα των φύλλων, που υπολογίζονται γύρω στο 30% της βιομάζας της καλυπτικής επιφάνειας της *P. oceanica* στηρίζουν, σαν τροφή μια σημαντική κοινωνία μακρο- και μικροβοσκών και παρουσιάζουν υψηλή ποικιλότητα ειδών. Ένας μεγάλος αριθμός ειδών φύεται πάνω στις πρώτες αποικίες και, κατά συνέπεια, η κοινωνία των επιφύτων είναι στην πραγματικότητα ένα στρώμα πολλών διαδοχικών επιπέδων, όπου διαφορετικά είδη είναι αναμειγμένα. (Lepoint et al. 1999).

Όσον αφορά τη βιομάζα των επιφύτων της *P. oceanica*, οι παραπάνω ερευνητές διαπίστωσαν ότι σχετίζεται ισχυρά με τη βιομάζα των φύλλων, αναξαρτήτως βάθους, ενώ η σχετική αφθονία της εδραιωμένης πανίδας, μακριά απέχουσα από το να θεωρηθεί αμελητέα από πλευράς βιομάζας, εξαρτάται από το βάθος και φαίνεται να είναι αντίστροφα ανάλογη με τη διαθεσιμότητα του φωτός, το οποίο καθορίζει τον εποικισμό των ταχέως αυξανόμενων φυκών. Σε συνθήκες φωτός όπου τα φωτόφιλα φύκη είναι ικανά να αναπτυχθούν, η επιχλωρίδα είναι κυρίαρχη, ενώ σε συνθήκες φωτός όπου τα κυρίαρχα φυτά είναι τα ανθεκτικά στη σκιά φύκη, η επιπανίδα θα μπορούσε να επικρατεί στην επιφυτική κοινωνία (Lepoint et al. 1999).

Πιστεύεται, πάντως, ότι υπάρχει σχέση αλληλεπίδρασης ανάμεσα στο Φανερόγαμο και στα επίφυτά του, αφού τα υψηλά φορτία επιφύτων μπορεί να έχουν μια σημαντική επίδραση στην αύξηση των φύλλων του φυτού, όπως είναι η σκίαση ή η ανταλλαγή αερίων και θρεπτικών με τα φύλλα που τα φιλοξενούν. Τα επίφυτα μειώνουν την ελεύθερη επιφάνεια των φύλλων του φυτού, ελαττώνοντας έτσι τη φωτοσυνθετική του ικανότητα. Ωστόσο, για να επιτευχθεί μια ποσοτική εκτίμηση της μείωσης, πρέπει να υπολογιστεί η κάλυψη (Τσούκα 1998, Cebrián et al. 1999).

Τα επίφυτα μπορεί να μειώσουν ως 30% τη φωτοσύνθεση στα ηλικιωμένα φύλλα, αλλά έχουν αμελητέα επίδραση στη φωτοσύνθεση των νεότερων φύλλων.

Επιπρόσθετα, η τάση προς υψηλότερη απορρόφηση φωτός στα επίφυτα με την αυξανόμενη ηλικία των φύλλων σε συνδυασμό με αναφορές για τη σχέση φωτός - παραγωγικότητας στα φύλλα της *P. oceanica*, υποδηλώνουν ότι τα επίφυτα μπορεί να μειώνουν κατά 25% την παραγωγικότητα στα ηλικιωμένα φύλλα της *P. oceanica* κάτω από μη πλήρεις εντάσεις φωτός, ενώ αυτή η μείωση φαίνεται ασήμαντη στα νεώτερα φύλλα (Cebrián et al. 1999).

Σημασία της *Posidonia oceanica* για το οικοσύστημα

Η *P. oceanica* είναι ένα μακρόβιο είδος, του οποίου τα φύλλα μπορούν να φτάσουν μια μέγιστη ηλικία 300 ημερών. Σαν αποτέλεσμα της μεγάλης διάρκειας ζωής τους, τα παλιά φύλλα της *P. Oceanica* στηρίζουν υψηλά φορτία επιφύτων (Cebrián et al. 1999).

Οι λειμώνες της *P. oceanica* παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στο θαλάσσιο οικοσύστημα και στη διατήρηση της οικολογικής ισορροπίας. Συγκεκριμένα:

- ☉ παράγουν και εξάγουν μεγάλες ποσότητες φυτικού υλικού, προσφέροντας έτσι ενέργεια στο τροφικό πλέγμα,
- ☉ συμβάλλουν σημαντικά στην οξυγόνωση του νερού (1 m² λειμώνα *P. oceanica* παράγει από 4 μέχρι 20 lt O₂ ανά 24ωρο),
- ☉ παρέχουν χώρο απόθεσης γόννου και αβγών,
- ☉ αποτελούν εκκολαπτήριο και μόνιμο χώρο κατοικίας, καθώς και καταφύγιο για πολλούς οργανισμούς,
- ☉ ελαττώνουν την ενέργεια των ρευμάτων και της κυματικής δράσης και
- ☉ παίζουν σημαντικό ρόλο στη συγκράτηση της άμμου του πυθμένα και στη διατήρηση αμμωδών παραλιών, επειδή προφυλάσσουν από φαινόμενα διάβρωσης (απώλεια παραλιών, συσσώρευση άμμου σε μώλους και λιμάνια) (Τσούκα 1998).

Η κοινωνία της *P. oceanica*, χάρη στη δομή της, στο χλωριδικό και πανιδικό της πλούτο και τη συνεισφορά τους στην παραγωγή οξυγόνου και το σχηματισμό ιζημάτων, μπορεί να θεωρηθεί ανάλογη των μεσογειακών δασών (Molinier & Picard 1954 από Τσούκα 1998).

Οικονομική σημασία της *Posidonia oceanica*

Η νεκρή βιομάζα που συσσωρεύεται στις ακτές από τα φύλλα της *P. oceanica* είναι κυρίως κυτταρίνη - ξυλίνη. Η κυτταρίνη αυτή, σύμφωνα και με μετρήσεις που έχουν γίνει, περιέχει ένα ικανοποιητικό θερμιδικό δυναμικό, δηλαδή είναι μια πηγή θερμικής ενέργειας, η οποία μέχρι σήμερα παραμένει ανεκμετάλλευτη. Βέβαια, τα ξηρά φύλλα της *P. oceanica* έχουν χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς τόσο για τη διατροφή ζώων, στη γεωργία σαν λίπασμα, καθώς και ως μονωτικό υλικό. Επίσης, έχει χρησιμοποιηθεί κατά καιρούς ως υλικό συσκευασίας ευαίσθητων αντικειμένων. Τα τελευταία χρόνια εξετάζεται και η περίπτωση της καύσης της *P. oceanica* μαζί με τα αστικά απορρίματα. Η ενέργεια που προέρχεται από την καύση της *P. oceanica* είναι σημαντική, από τη στιγμή που η περιεκτικότητά της σε κυτταρίνη - ξυλίνη είναι πολύ μεγάλη (Χαριτωνίδης 1996α).

Έχει γίνει, για παράδειγμα, υπολογισμός για την ετήσια παραγωγή των banquettes που αθροίζονται στις ακτές της Κύπρου. Για να συλλεχθεί το υλικό της *P. oceanica* για αυτό το σκοπό, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ειδικά μηχανήματα, χωρίς παρέμβαση στο βυθό, που θα μπορούσε να διαταράξει την τυπική οικολογική ισορροπία. Το κόστος αποκομιδής είναι ελάχιστο, γιατί το υλικό μπορεί να χρησιμοποιηθεί κατευθείαν, αφού προηγηθεί ένα κοσκίνισμα κατά τη φόρτωσή του στα φορτηγά, ούτως ώστε να απαχθεί η άμμος. Η μεγάλη Πρωτογενής Παραγωγικότητα του υλικού και το θερμιδικό του δυναμικό είναι ένας καλός δείκτης για την εκμετάλλευσή του (Χαριτωνίδης 1996α, Παπαχρήστου 1995).

Η παραγόμενη από το σταθμό καύσης αστικών απορριμάτων και *P. oceanica* ενέργεια μπορεί να διατεθεί είτε ως πρωτογενής θερμική ενέργεια, μέσω δικτύου τηλεθέρμανσης, είτε ως δευτερογενής ηλεκτρική ενέργεια, μέσω του δικτύου διανομής της Δ.Ε.Η. Η θερμική ενέργεια μπορεί να διατεθεί είτε για βιομηχανικές διαδικασίες παραγωγής είτε για θέρμανση χώρων και νερού για χρήση σε κατοικίες ή ξενοδοχειακά και άλλα συγκροτήματα (Παπαχρήστου 1995).

Οι λόγοι οι οποίοι συνηγορούν στην αξιοποίηση του υλικού της *P. oceanica* για συνεπεξεργασία καύσης του με τα αστικά απορρίματα είναι κυρίως περιβαλλοντικοί και οικονομικοί. Η πρωταρχική έρευνα σε αυτήν την κατεύθυνση έδειξε ότι:

- ⊙ η καύση του υλικού *P. oceanica* με τα αστικά απορρίματα αυξάνει το χρόνο ζωής του προβλεπόμενου χώρου διάθεσης των αστικών απορριμάτων μιας πόλης και μειώνει το χώρο αυτό, αρκεί να εξασφαλιστούν και να ελαχιστοποιηθούν οι προκαλούμενες περιβαλλοντικές επιπτώσεις,

Ⓢ η καύση του υλικού *P. oceanica* με τα αστικά απορρίματα είναι τεχνικά δυνατή, με παράλληλη εξασφάλιση της τήρησης αυστηρών προδιαγραφών για τη ρύπανση του περιβάλλοντος,

Ⓢ η εγκατάσταση ταυτόχρονης ηλεκτροπαραγωγής και τηλεθέρμανσης έχει μονοσήμαντα πλεονεκτήματα έναντι της απλής ηλεκτροπαραγωγής, με το ίδιο περίπου τελικό κόστος,

Ⓢ οι τελικές επιλογές πρέπει να εντάσσονται σε ένα συνολικό σχεδιασμό της διαχείρισης των απορριμάτων της περιοχής και

Ⓢ η ακριβής οικονομική αξιολόγηση πρέπει να γίνει πάνω σε συγκεκριμένη βάση, αφού τεθούν από τους αρμόδιους φορείς λεπτομερείς προδιαγραφές με ακριβή στοιχεία για την ποιότητα και ποσότητα του υλικού *P. oceanica* και των αστικών απορριμάτων κάθε περιοχής και, στη συνέχεια, για την ποιότητα και ποσότητα του υλικού *P. oceanica*, συγκεκριμένες απαιτήσεις εγγυήσεων για την ποιότητα των εκπεμπόμενων καυσαερίων, τη διάρκεια ζωής και το βαθμό απόδοσης της εγκατάστασης (Γαπαχρήστου 1995).

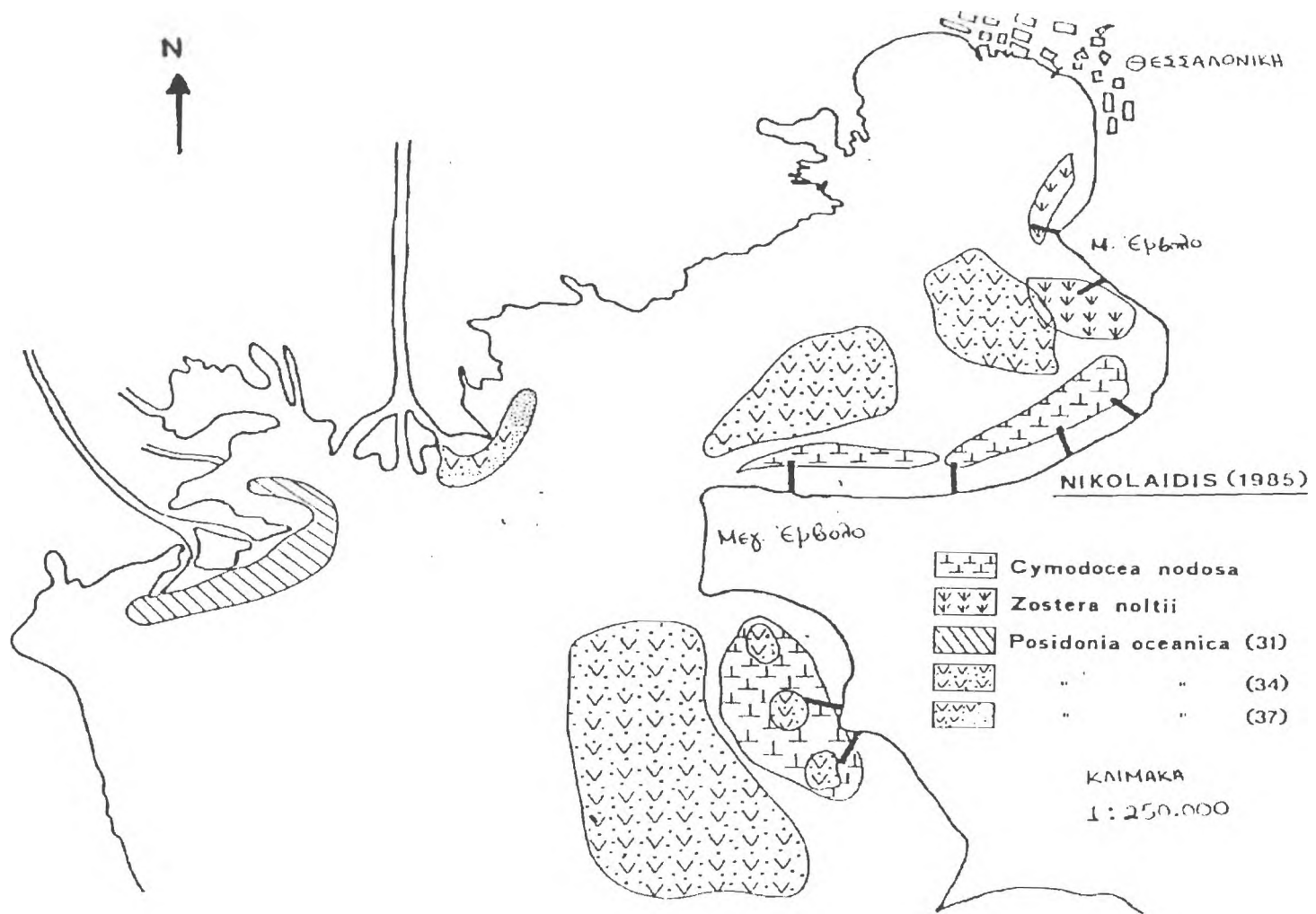
Με την επέμβαση αυτή επιτυγχάνονται δύο παράμετροι:

Ⓢ το υλικό απάγεται από τις ακτές και δεν συσσωρεύεται εκεί και

Ⓢ η ενέργεια η οποία παράγεται μαζί με τα υπόλοιπα σκύβαλα θα βοηθήσει πολύ στην επιτυχία αυτής της προσπάθειας. Εξάλλου, δεν μας διαφεύγει το γεγονός ότι πρόκειται για μια ήπιας μορφής ενέργεια, ανανεώσιμη και φιλική προς το περιβάλλον (Χαριτωνίδης 1996a).

Σχέση της *Posidonia oceanica* με τη ρύπανση

Η *P. oceanica* σχηματίζει μικρά ή μεγάλα θαλάσσια λιβάδια, τα οποία είναι ένας κατάλληλος βιολογικός δείκτης. Επειδή η *P. oceanica* είναι ένα ευαίσθητο είδος στη ρύπανση, κάθε διατάραξη του περιβάλλοντος έχει ως συνέπεια τον αντίκτυπο της στο οικοσύστημά της. Δυστυχώς, η *P. oceanica* και τα χαρακτηριστικά της λιβάδια τελευταία υποφέρουν από μια σημαντική απώλεια βιομάζας, το οποίο είναι ένα τυπικό φαινόμενο των κλειστών κόλπων που παρουσιάζουν έντονο πρόβλημα ρύπανσης (π.χ. Θερμαϊκός Κόλπος, Σαρωνικός Κόλπος, κ.λπ.). Ειδικά για το Θερμαϊκό Κόλπο, φαίνεται ότι η ευαισθησία των φύλλων της στην αυξανόμενη ρύπανση του Κόλπου καταλήγει στη συνεχόμενη ελαχιστοποίηση και μείωση. Από την άλλη πλευρά, η *Zostera poltii*, ως πιο ανθεκτικό είδος, έχει καταφέρει όχι μόνο να επιβιώσει, αλλά και να επεκταθεί θεαματικά έναντι της *P. oceanica* (Εικ. 18). Η ποιοτική και ποσοτική



Εικ. 18. Η κατάσταση των θαλάσσιων Φανεραγαμίων στον κόλπο του Θερμαϊκού το 1985 (Νικολαΐδης 1985)

μείωση των λιβαδιών της *P. oceanica* είναι περισσότερο εμφανής στα μικρά βάθη (περίπου ως 4 m), φαινόμενο σπανιότερο σε μεγαλύτερα βάθη όπου το είδος αυτό μπορεί να φθάσει (25 - 30 m). Η απώλεια των λιβαδιών της *P. oceanica* συνοδεύεται από μεταβολές της ζωτικότητας των φυλλωδών βλαστών της. Τέλος, η σύνθεση της επιφυτικής χλωρίδας της *P. oceanica* υπόκειται σε σημαντική ποιοτική μεταβολή (Χαριτωνίδης 1989, Χαριτωνίδης 1996a).

Σε περιοχές της Μεσογείου στις οποίες υπάρχει έντονη η ανθρώπινη δραστηριότητα είναι εμφανής η μείωση των λιβαδιών, η οποία έχει φτάσει και το 20% της συνολικής επιφάνειάς τους. Η Δυτική Μεσόγειος, στην οποία η βιομηχανική και ανθρώπινη δραστηριότητα είναι πιο έντονη, τα προβλήματα είναι οξύτερα. Έτσι, σε βιομηχανικές περιοχές της Μεσογείου, όπως η Βαρκελώνη, το Αλικάντε, η Μασσαλία και η Νίκαια, έχει ήδη επέλθει δραματική μείωση και υποχώρηση των λειμώνων της *P. oceanica*, ενώ στην Ανατολική Μεσόγειο τα προβλήματα άρχισαν να εμφανίζονται τα τελευταία χρόνια, αυτό όμως δεν πρέπει να μας καθησυχάζει (Χαριτωνίδης 1989, Παγιάτας 1999).

Οι λειμώνες της *P. oceanica* απειλούνται επίσης από τη μειωμένη διαύγεια του νερού, που μπορεί να οφείλεται στην κυματική δράση ή στον ευτροφισμό και την ανάπτυξη του πλαγκτού, και έχει ως συνέπεια την ελάττωση της ποσότητας της ακτινοβολίας που φτάνει σε αυτούς. Η θερμοκρασία (θερμική ρύπανση) μπορεί επίσης να αποτελέσει απειλή για την *P. oceanica*, όπως επίσης και η μειωμένη αλατότητα του νερού (εκβολές ποταμών, αστικά λύματα) και να οδηγήσει σε υποχώρηση των λειμώνων (Τσούκα 1998).

Ήδη, στην Ελλάδα, από ερευνητικές εργασίες που γίνονται τα τελευταία χρόνια και από το κοινοτικό πρόγραμμα Natura 2000, το οποίο βρίσκεται σε εξέλιξη, έγινε φανερό ότι και εδώ τα προβλήματα άρχισαν να γίνονται οξύτερα, ιδιαίτερα μάλιστα μέσα στους κλειστούς Ελληνικούς κόλπους (π.χ. Θερμαϊκός, Σαρωνικός και Παγασητικός). Σήμερα, αρχίζουν να εμφανίζονται προβλήματα στην έκταση και στη ζωτικότητα των λιβαδιών και σε άλλα σημεία, εκτός των κόλπων, τα οποία όμως γεινιάζουν με πηγές ρύπων και γενικότερα με περιοχές όπου το περιβάλλον διαταράσσεται (Χαριτωνίδης 1989).

ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Συνοψίζοντας τα παραπάνω, φαίνεται ότι τα θαλάσσια Φανερόγαμα είναι ευρέως εξαπλωμένα κατά μήκος των Ελληνικών ακτών. Οι αλλαγές που έγιναν στην κατανομή τους, οι οποίες πρόσφατα μόνο παρατηρήθηκαν, είναι πιθανό να οφείλονται τόσο σε φυσικές πιέσεις όσο και σε ανθρωπογενείς πιέσεις στο περιβάλλον. Από τα διαθέσιμα βιβλιογραφικά δεδομένα προκύπτει ότι η έκταση στην οποία τα λιβάδια των θαλάσσιων Φανερογάμων έχουν επηρεαστεί από ανθρωπογενή πίεση είναι μεγαλύτερη σε απομονωμένους κόλπους.

Η προαναφερόμενη μείωση των λιβαδιών έχει διαταράξει την οικολογική ισορροπία και την παραγωγικότητα, γιατί:

- ⊙ μειώνονται τα τροφικά αποθέματα για τους ζωικούς οργανισμούς,
- ⊙ δε βρίσκουν εύκολα καταφύγιο, δυσκολεύονται να αποθέσουν τα αβγά τους, ιδιαίτερα τα Μαλάκια και τα μαλακόστρακα,
- ⊙ μειώνεται η απελευθέρωση O_2 στο νερό και
- ⊙ είναι ευκολότερη η κίνηση των ιζημάτων και ως εκ τούτου η διάβρωσή τους.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ

Από την ανασκόπηση των ιδιαίτερων χαρακτηριστικών αλλά και των διαφορετικών, αλλά εξίσου σημαντικών, ρόλων που έχουν τα θαλάσσια Φανερόγαμα και ιδιαίτερα η *P. oceanica* στο θαλάσσιο περιβάλλον, πιστεύουμε ότι οι λειμώνες τους και τα ιδιαίτερα ενδιαιτήματα που συγκροτούν πρέπει να ενταχθούν στο πλαίσιο μιας σοβαρής προσπάθειας διατήρησης και προστασίας τους.

Για όλους τους ανωτέρω λόγους, πιστεύουμε ότι πρωταρχικοί σκοποί στις μελέτες γύρω από αυτό το τόσο σημαντικό θέμα για τη ζωή του θαλάσσιου οικοσυστήματος της *P. oceanica* θα πρέπει να είναι:

- η καταγραφή - χαρτογράφηση των λιβαδιών,
- οι μετρήσεις περιβαλλοντικών παραμέτρων στο οικοσύστημα (φυσικών - χημικών - γεωλογικών),
- η εκτίμηση της ζωτικότητας, της βιοποικιλότητας και της Πρωτογενούς Παραγωγικότητας των λιβαδιών και
- η εκτίμηση της θερμικής ενέργειας η οποία μπορεί να παραχθεί από τους σωρούς των ξερών φύλλων και ριζωμάτων στις ακτές (banquettes).

Ήδη, το Κοινοτικό Πρόγραμμα Natura 2000 έχει ως σκοπό να επιλέξει και να προστατεύσει, εκτός των άλλων, και τα λιβάδια της *P. oceanica*. Αυτά στη συνέχεια θα τεθούν υπό καθεστώς ελέγχου και προστασίας για να διασωθούν. Αυτό θα γίνει κάτω από τον έλεγχο της Ε.Ο.Κ., με την έκδοση κατάλληλης ντιρεκτίβας. Θα γίνει, δηλαδή, κάτι ανάλογο με τη σύμβαση Ramsar.

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

Κλείδα προσδιορισμού των ειδών

1. Φύλλα που δεν έχουν σχήμα ταινίας (κορδέλλας).
 - 1.1. Φύλλα ανά ζεύγη ή ψευδοκάθετα, ωσειδή, επιμήκη ή γραμμικά (συχνά διαφοροποιημένα στο μίσχο και στο πλατύ μέρος του φύλλου). Ρίζωμα λεπτό.....*Halophila stipulacea*
2. Φύλλα που έχουν σχήμα ταινίας (κορδέλλας).
 - 2.1. Φύλλα με πολυάριθμα κύτταρα με ταννίνη. Ρίζωμα μονοποδικό, πορώδες με κοντούς πλάγιους κλάδους. Θήκες φυλλοειδείς που παραμένουν μετά την πτώση των φύλλων.
 - 2.1.1. Ρίζωμα πολύ πυκνό, διακλαδισμένο. Στη βάση κάθε δεματίου φύλλων υπάρχει ένα σύνολο από νώδη λέπια όπως του άχυρου. Η κορυφή των φύλλων δεν είναι οδοντωτή.....*Posidonia oceanica*
 - 2.1.2. Ρίζωμα λεπτό, με ένα κοντό βλαστό ανορθωμένο σε κάθε κόμβο. Φύλλα απλωτά, λίγο ή πολύ σαν κορδέλλες, με πλάτος 2 - 4 mm, με 7 - 17 νευρώσεις και άκρα οδοντωτά.....*Cymodocea nodosa*
 - 2.2. Φύλλα χωρίς κύτταρα με ταννίνη. Ρίζωμα μονοποδικό, ποώδες με ένα κοντό βλαστό σε κάθε κόμβο. Τα μέρη του ριζώματος μεταξύ των κόμβων είναι επιμήκη, με ένα, δύο ή περισσότερες μακριές και λεπτές ρίζες σε κάθε κόμβο. Τα φυλλοειδή μέρη είναι λεπτά, διαφανή με πλήρεις πλευρές (ελαφρά οδοντωτές). Οι φυλλοειδείς μίσχοι ανανεώνονται κάθε χρόνο. Μερικές φορές ύπαρξη ενός βασικού τμήματος λεπιοειδούς *Zostera*
 - 2.2.1. Φύλλα πλατιά (πάνω από 2 mm), στρογγυλεμένα στην κορυφή, με 3 - 7 νευρώσεις. Ριζώματα με ρίζες ομαδοποιημένες ανά 5 - 12 ..
.....*Zostera marina*
 - 2.2.2. Φύλλα στενά (με 2 ή 3 mm πλάτος), τοξοειδή στην κορυφή, με 1 - 2 νευρώσεις. Ριζώματα με ρίζες ομαδοποιημένες ανά 2 - 3..
.....*Zostera noltii*

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- CEBRIAN, J., S. ENRIQUEZ, M. FORTES, N. AGAWIN, J.E. VERMAAT & C.M. DUARTE, 1999.** Epiphyte Accrual on *Posidonia oceanica* (L.) Delile Leaves: Implications for Light Absorption. *Botanica Marina*, 42, 123 - 128.
- HARITONIDIS, S., 1991.** Evolution and present situation of the meadows of marine Phanerogams in Greek seas. *Botanika Chronika*, 10, 309 - 313.
- HARITONIDIS, S. & A. DIAPOULIS, 1990.** Evolution of Greek Phanerogam meadows over the last 20 years. *Posidonia Newsletter*, 3 (2), 5 - 10.
- HARITONIDIS, S., A. DIAPOULIS & G. NIKOLAIDIS, 1990.** First results on the localization of the herbiers of marine Phanerogams in the Gulf of Thermaikos. *Posidonia Newsletter*, 3 (2), 1990, 11 - 18.
- ΚΟΥΚΟΥΡΑΣ, Θ., 1984.** Πανεπιστημιακές παραδόσεις θαλάσσιας βιολογίας. Θεσσαλονίκη, 147 σελ.
- ΚΟΥΚΟΥΡΑΣ, Θ. & Ε. ΒΟΥΛΤΣΙΑΔΟΥ – ΚΟΥΚΟΥΡΑ, 1993.** Ασκήσεις θαλάσσιας βιολογίας. Θεσσαλονίκη, 117 σελ.
- ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ, Μ., 1999.** Χαρτογράφηση της παράκτιας ζώνης του camping ΕΟΤ, Επανωμή Θεσσαλονίκης. Διπλωματική εργασία, Α.Π.Θ., 60 σελ.
- ΛΑΖΑΡΙΔΟΥ, Θ. & Μ. ΣΕΦΕΡΛΗΣ, 1999.** Τα μακροφύκη του Αιγαίου και του Ιονίου στο διαδίκτυο. *Αμφίβιον*, 28, 2-3.
- LEPOINT, G., S. HAVELANGE, S. GOBERT & J.- M. BOUQUEGNEAU, 1999.** Fauna vs. flora contribution to the leaf epiphytes biomass in a *Posidonia oceanica* seagrass bed (Revellata Bay, Corsica). *Hydrobiologia*, 394, 63 - 67.
- ΜΕΓΑΛΟΦΩΝΟΥ, Π., 1995.** Σημειώσεις θαλάσσιας βιολογίας. Μεσολόγγι, 105 σελ.
- ΠΑΓΙΑΤΑΣ, Γ., 1999.** *Posidonia oceanica* Ένα ξεχωριστό μεσογειακό δάσος.... Το Πάντα, 28, 18 -19.
- ΠΑΠΑΧΡΗΣΤΟΥ, Ε., 1995.** Ενεργειακή αξιοποίηση των απορριμάτων. Δυνατότητες συνεπεξεργασίας του υλικού *Posidonia oceanica* με τα αστικά απορρίματα. Ευρωπαϊκό πρόγραμμα Synergy, Πάφος Κύπρου, 12 σελ.
- ΤΣΟΥΚΑ, Β., 1998.** Συμβολή στη μελέτη του θαλάσσιου Φανερόγαμου *Posidonia oceanica* (L.) Delile στον Τυρρηνικό Κόλπο (Αφύτος) και στο Θερμαϊκό Κόλπο (Επανωμή). Διπλωματική εργασία, Α.Π.Θ., 49σελ.

- ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ, Σ., 1978.** Συμβολή στην έρευνα των πληθυσμών των βενθικών μακροφυκών (Χλωροφυκών, Φαιοφυκών & Ροδοφυκών) του Θερμαϊκού Κόλπου. Διδακτορική διατριβή, Α.Π.Θ., 175 σελ.
- ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ, Σ., 1989.** Η εξέλιξη των κοινωσιών των θαλάσσιων Φανερογάμων των Ελληνικών ακτών τα τελευταία 20 χρόνια. Παράρτημα Πρώτου Τόμου Επετηρίδας Τμήματος Βιολογίας, Α.Π.Θ., 99 - 104.
- ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ, Σ., 1996a.** Μελέτη του θαλάσσιου οικοσυστήματος της *Posidonia oceanica* (L.) Del. Στις ακτές της Κύπρου. 1. Βιολογία - Οικολογία - Διαχείριση. Πρόταση Ερευνητικής Ομάδας του Α.Π. Θεσσαλονίκης υπό του Σάββα Χαριτωνίδη, Αναπλ. Καθηγητή Τμήματος Βιολογίας. Θεσσαλονίκη, 22 σελ.
- ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ, Σ., 1996b.** *Posidonia oceanica* (L.) Del.: Ένα θαλάσσιο φανερόγαμο με μεγάλο ενεργειακό περιεχόμενο (θερμική ενέργεια), 6 σελ.
- ΧΑΡΙΤΩΝΙΔΗΣ, Σ., 1996c.** Φυκολογία (Μακροφύκη - Θ. Φανερόγαμο). Θεσσαλονίκη, 143 σελ.