



Εικόνα 5. Στα βάθη μεταξύ 10-15m η κάλυψη του πυθμένα από το Αγγειόσπερμο *P. oceanica* είναι μωσαϊκού τύπου, με μεγάλα διάκενα άμμου και διαδρόμους που μαρτυρούν υψηλό υδροδυναμικό καθεστώς.



Εικόνα 6. Τυπικό φωτοδείγμα βλάστησης από το βραχώδες υπόστρωμα του δυτικού τμήματος του Όρμου Βούδια, όπου οι θαλλοί των Φαιοφυκών *Cystoseira* spp. παρουσιάζουν εκτεταμένη επικάλυψη από ζελατινώδεις αποκίες θειοβακτηρίων.

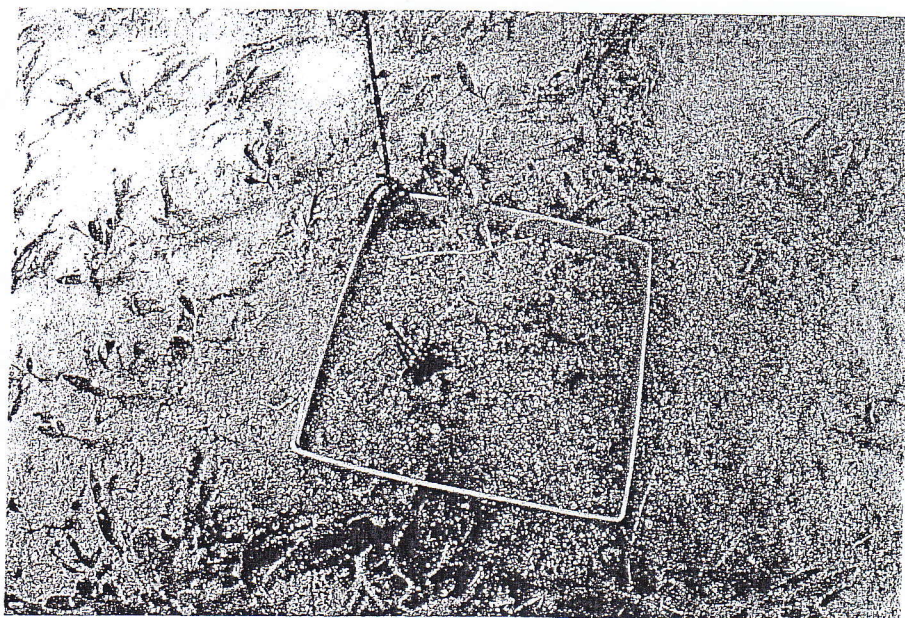
|| +



Εικόνα 7. Τυπικό φωτοδείγμα βλάστησης στο φυσικό βραχώδες υπόστρωμα πλησίον των λιμενικών εγκαταστάσεων στον Όρμο Βούδια: παρατηρείται σημαντική κάλυψη των ειδών *Padina pavonica*, *Acetabularia acetabulum* και *Dasycladus vermicularis*.

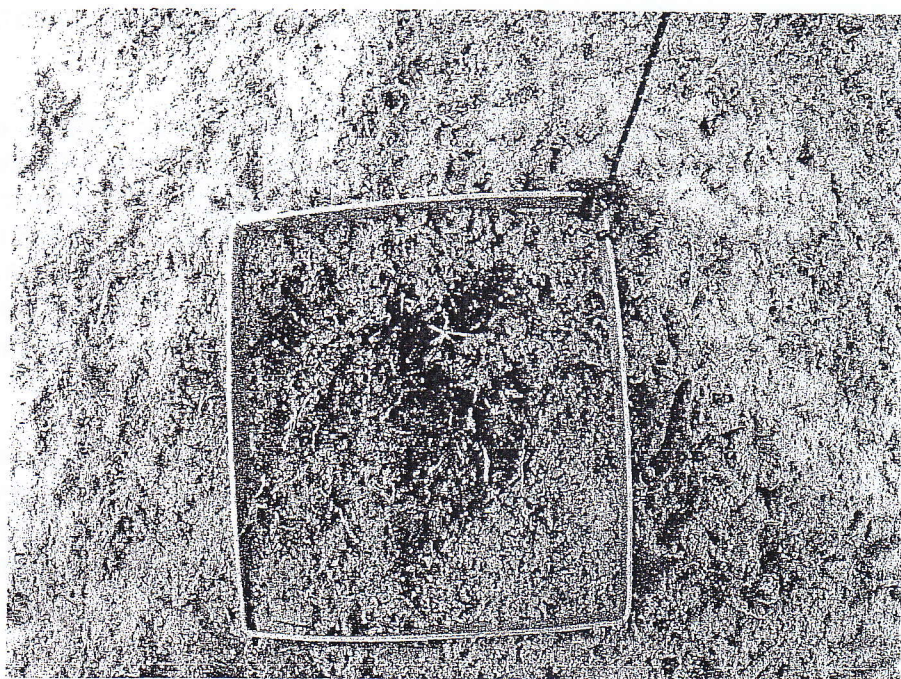


Εικόνα 8. Τυπικό φωτοδείγμα βλάστησης ανατολικά των λιμενικών εγκαταστάσεων στον Όρμο Βούδια, χαρακτηριστικό της αδιατάρακτης όψης των φωτόφιλων Φαιοφυκών *Cystoseira* spp.



Εικόνα 9. Συστάδες του Χλωροφύκου *Caulerpa prolifera* και αποκάλυψη νεκρών και θαμμένων ριζωμάτων *P. oceanica* κάτω από ίζημα πάχους 8 cm (Ορμος Βούδια, βάθος 13m)

11 +



Εικόνα 10. Θαμμένα ριζώματα *P. oceanica* κάτω από λεπτόκοκκα ιζήματα πάχους 5 cm (Ορμος Βούδια, βάθος 12m)

11 +

3. Καταγραφή των ζωοβενθικών βιοκοινωνιών-οικολογική κατάσταση

N. Σύμπουρα, M.A. Rancucci-Παπαδοπούλου, Σ. Ρεϊζοπούλου, N. Στρεφτάρης, N. Κατσιάρας & Γ. Αρβανιτάκης

3.1 Εισαγωγή

Το μακροζωοβένθος της νήσου Μήλου έχει μελετηθεί κατά το παρελθόν ήδη από το 1985 σε μια προσπάθεια καταγραφής και επισκόπησης της βενθικής πανίδας στο κεντρικό Αιγαίο πέλαγος (Κυκλάδες) (Ζενέτου & Σύμπουρα στο: ΕΚΘΕ, 1985). Στην μελέτη αυτή είχε διερευνηθεί ο κόλπος του Αδάμαντα σε μια προσπάθεια σύγκρισης με τον ηφαιστειακό κόλπο της καλντέρας της Σαντορίνης. Είχε αναφερθεί η συγκριτικά υψηλότερη ποικιλότητα και αφθονία της βενθικής πανίδας του κόλπου του Αδάμαντα σε σχέση με τον κόλπο της Σαντορίνης το γεγονός αυτό δε συσχετίστηκε με την ιδιαίτερη ηφαιστειακή γεωμορφολογία του βυθού της καλντέρας (ακραία περιβάλλοντα).

Αργότερα, μια μελέτη επίσης του ΕΚΘΕ (ΕΚΘΕ, 1990) κατέγραψε την κατάσταση της βενθικής πανίδας τριών περιοχών της Μήλου (Αγία Κυριακή, Τρία Πηγάδια και Σαρακίνικο) σε σχέση και με τις πιθανές επιπτώσεις από την απόρριψη αλμολοίπων στο θαλάσσιο περιβάλλον από την εκμετάλλευση των γεωθερμικών ρευστών λόγω της λειτουργίας σταθμού ηλεκτροπαραγωγής της ΔΕΗ στην περιοχή Ζεφυρία. Δεν είχαν εντοπισθεί ανθρωπογενείς επιπτώσεις στο βένθος της ευρύτερης περιοχής (Μπόγδανος και συνεργ. στο ΕΚΘΕ, 1990).

Σε σχέση με τις αποθέσεις ορυκτών καταλοίπων από ορυχεία της Μήλου οι Koussouris et al. (1992) αναφέρουν ότι επηρεάζουν τις φυσικές χημικές και βιολογικές παραμέτρους του περιβάλλοντος. Εντόπισαν αρνητικές επιπτώσεις κυρίως στην χλωρίδα του βυθού λόγω αυξημένης θολερότητας του θαλασσινού νερού από τα λεπτομερή υλικά. Αντίθετα τα ιζήματα του βυθού που αποτελούνται από πλέον χονδρόκοκκα υλικά, αν και ασταθή, λόγω της ετερογένειάς τους δημιουργούν ποικιλία από μικροπεριβάλλοντα και ευνοούν έτσι την ποικιλότητα της πανίδας του βυθού.

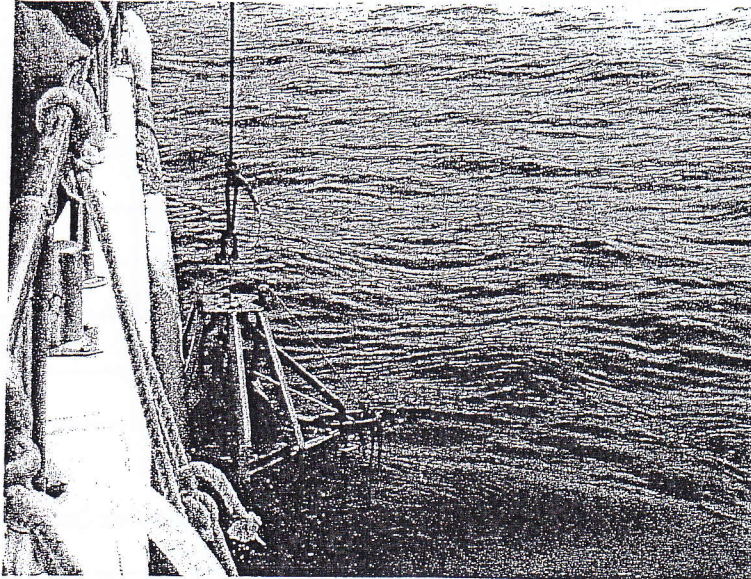
Επίσης οι Ακουμιανάκη & James (2000) μελέτησαν την επίδραση των παράκτιων υδροθερμικών πηγών στη σύνθεση και κατανομή της βενθικής μακροπανίδας του όρμου Παλεοχωρίου, συμπεραίνοντας ότι οι κύριες οικολογικές παράμετροι στην κατανομή της είναι οι υψηλές θερμοκρασίες των ιζημάτων και οι συγκεντρώσεις θειούχων ενώσεων ανάμεσα στους κόκκους,

3.2 Μεθοδολογία

Με βάση την στρατηγική δειγματοληψίας επιλέχθηκαν στην πρώτη περιοχή (Τσιγκράδο) 3 σταθμοί (MT1, MT4, MT7) σε μια απόσταση διαβάθμισης από το σημείο του αγωγού και στην δεύτερη περιοχή (Βούδια) 4 σταθμοί (MB1, MB2, MB4 και MB7) (Εικόνα 26).

Σε κάθε σταθμό συλλέχθηκαν δύο δείγματα βένθους με δειγματολήπτη βυθού τύπου McIntyre επιφάνειας 0.045 m (Εικόνα 25). Τα δείγματα κοσκινίστηκαν επι τόπου στην ακτή με κόσκινο διαμετρήματος 1mm και συντηρήθηκαν σε διάλυμα φορμόλης

40% σε θαλασσινό νερό και χρωστική Rose Bengal.



Εικόνα 25: Δειγματοληψία ιζημάτων με δειγματολήπτη τύπου McIntyre

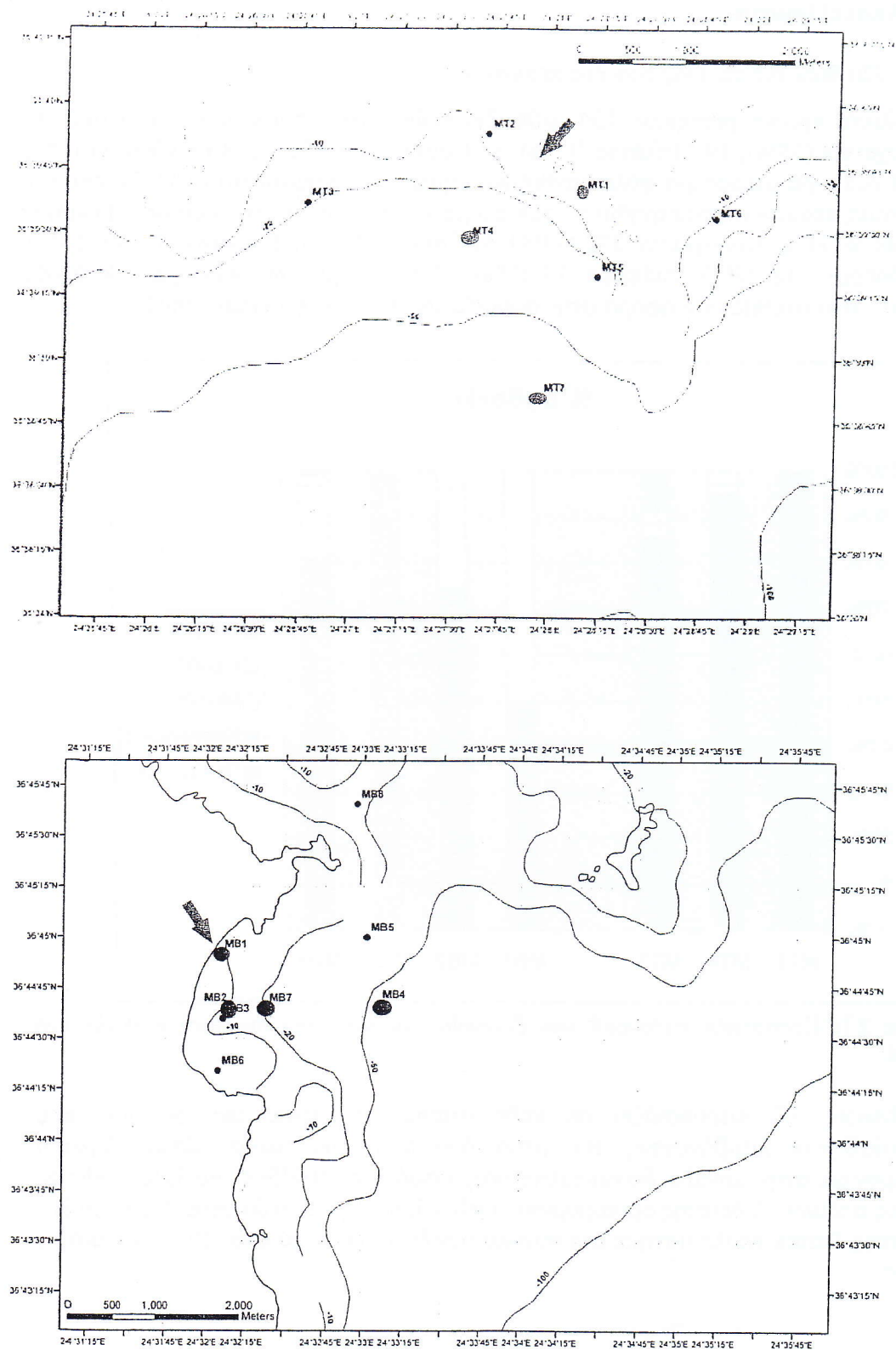
Τα δείγματα μεταφέρθηκαν στο εργαστήριο όπου έγινε η διαλογή των οργανισμών από το ίζημα και ο διαχωρισμός τους στις κύριες βενθικές ομάδες. Κατόπιν τα είδη προσδιορίστηκαν στο επίπεδο του είδους και μόνον όπου αυτό δεν ήταν δυνατόν σε ανώτερο ταξονομικό επίπεδο (γένους ή οικογένειας). Γιά την επεξεργασία των δεδομένων υπολογίστηκε ο μέσος όρος των δύο υποδειγμάτων και κατόπιν έγινε ο υπολογισμός των βιολογικών δεικτών. Καταμετρήθηκαν ο αριθμός των ειδών S καθώς και ο αριθμός των ατόμων ή πυκνότητα ατόμων σε κάθε υποδείγμα. Για την επεξεργασία και ερμηνεία των δεδομένων υπολογίστηκαν ο δείκτης ποικιλότητας H' Shannon-Wiener (Shannon & Weaver, 1963) με βάση τον δυαδικό λογάριθμο και ο δείκτης ομοιομορφίας J (Pielou, 1969). Τέλος για την εκτίμηση της οικολογικής κατάστασης χρησιμοποιήθηκε το σύστημα κατηγοριοποίησης Bentix (Simboura & Zenetos, 2002) (Πίνακας 3.1) που αναπτύχθηκε πρόσφατα για τις ανάγκες της εφαρμογής της Κοινοτικής Οδηγίας Πλαίσιο γιά τα Υδατα (EC, 2000). Για τη στατιστική ανάλυση των δειγμάτων εφαρμόστηκε η πολυπαραγοντική ανάλυση (ιεραρχική ταξινόμηση CLUSTER και πολυδιάσταστη διευθέτηση MDS) με τη χρήση του στατιστικού πακέτου Primer v6. Έγινε λογαριθμική μετατροπή των δεδομένων και τεχνική ταξινόμησης "group average". Για τον βιοκοινωνιολογικό χαρακτηρισμό των ειδών χρησιμοποιήθηκε η μονογραφία των Simboura & Nicolaidou, 2001 που περιέχει την οικολογική πληροφορία για τα κυριότερα είδη πολυχαίτων ενώ για τις υπόλοιπες ομάδες χρησιμοποιήθηκαν οι πίνακες που καταρτίστηκαν για τον καθορισμό των συνθηκών αναφοράς για την εφαρμογή της Οδηγίας Πλαίσιο για τα Υδατα (Π.Ο.Υ) στην Ελλάδα (ΕΛΚΕΘΕ-ΕΚΒΥ, 2008). Στον Πίνακα 3.2 δίνονται τα χαρακτηριστικά των σταθμών.

Πίνακας 3.1: Σχήμα κατηγοριοποίησης οικολογικής ποιότητας και λόγος οικολογικής ποιότητας με βάση τον δείκτη BENTIX και τα μακροασπόνδυλα.

Κλάση Οικολογικής Ποιότητας	Διακύμανση τιμών Δείκτη Bentix	Ορια μεταξύ των κλάσεων	Λόγος Οικολογικής Ποιότητας (EQR)
Υψηλή	$4,5 \leq \text{Bentix} < 6$	6	1
Καλή	$3,5 \leq \text{Bentix} < 4,5$	4,5	0,75
Μέτρια	$2,5 \leq \text{Bentix} < 3,5$	3,5	0,58
Ελλιπής	$2,0 \leq \text{Bentix} < 2,5$	2,5	0,42
Κακή	0	0	0

Πίνακας 3.2. Χαρακτηριστικά των σταθμών δειγματοληψίας ζωοβένθους

	Βάθος	% Λάσπη	% Άμμος	Μακροσκοπική Περιγραφή υποστρώματος
<i>ΤΣΙΓΚΡΑΔΟ</i>				
MT1	2	3.68	96.32	Λευκή άμμος
MT4	37	26.2	73.8	<i>Posidonia</i> , η φυτικά της υπολείμματα, βιογενή θρύμματα
MT7	72	39.73	60.26	Φυτικά υπολείμματα, ελάχιστο υλικό
<i>ΒΟΥΔΙΑ</i>				
MB1	5	6.58	93.41	Χαλίκι, λίγο υλικό
MB2	14	5.39	94.61	χαλίκι
MB4	49	71.19	28.81	Φυτικά υπολείμματα, βιογενή θρύμματα
MB7	35	82.88	17.12	<i>Posidonia</i>

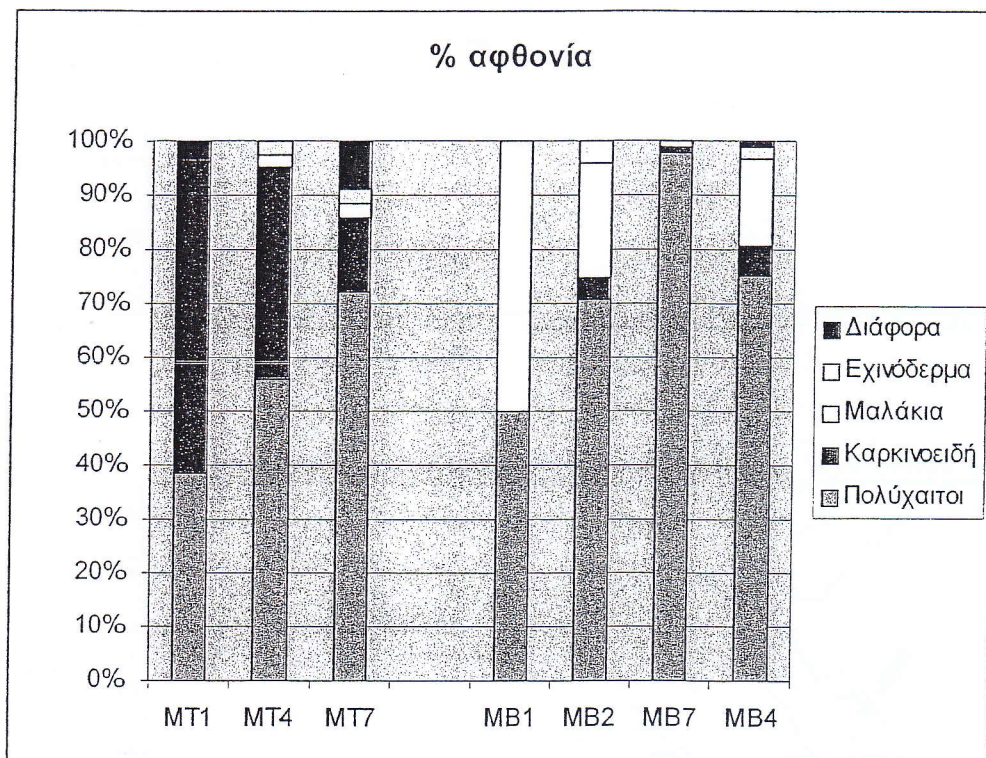


Εικόνα 26. Σταθμοί δειγματοληψίας ζωοβένθους

3.3 Αποτελέσματα

3.3.1 Σύνθεση της πανίδας των δυο περιοχών

Συνολικά προσδιορίστηκαν 154 είδη βενθικών οργανισμών από τα οποία: 89 Πολύχαιτοι (58%), 19 Μαλάκια (12%), 34 Καρκινοειδή (22%), 8 Εχινόδερμα (5%), και 4 διάφορα μικρότερα φύλα (ανθόζωα, νημερτίνοι, νηματώδη) (3%). Σε επίπεδο αφθονίας ατόμων καταμετρήθηκαν 528 άτομα κατανεμημένα στις διάφορες βενθικές ομάδες ως εξής: Πολύχαιτοι: 372 (71%), Μαλάκια: 32 (6%), Καρκινοειδή: 99 (19%), Εχινόδερμα: 12 (2%), Διάφορα 13 (2%). Η κατανομή των διαφόρων βενθικών ομάδων ανά σταθμό όσο αφορά στην αφθονία των ατόμων φαίνεται στην Εικόνα 27.



Εικόνα 27: Ποσοστιαία κατανομή των βενθικών ομάδων στην συνολική αφθονία ανά σταθμό.

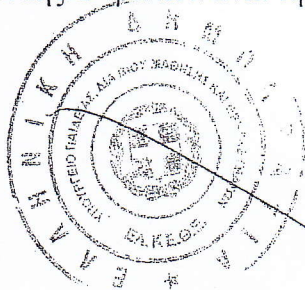
Ο Πίνακας 3.3 παρουσιάζει σε κάθε σταθμό τις τιμές των δεικτών, που υπολογίσθηκαν λαμβάνοντας τον μέσο όρο των δύο υποδειγμάτων, δηλαδή αναφέρονται στην μονάδα δειγματοληπτικής επιφάνειας 0.045m^2 : αριθμός ειδών S, αριθμός ατόμων N, δείκτης ομοιομορφίας Pielou J, δείκτης ποικιλότητας Shannon H'. Ο δείκτης Bentix υπολογίστηκε στο σύνολο των δειγμάτων όπως προβλέπεται από τη μέθοδο.

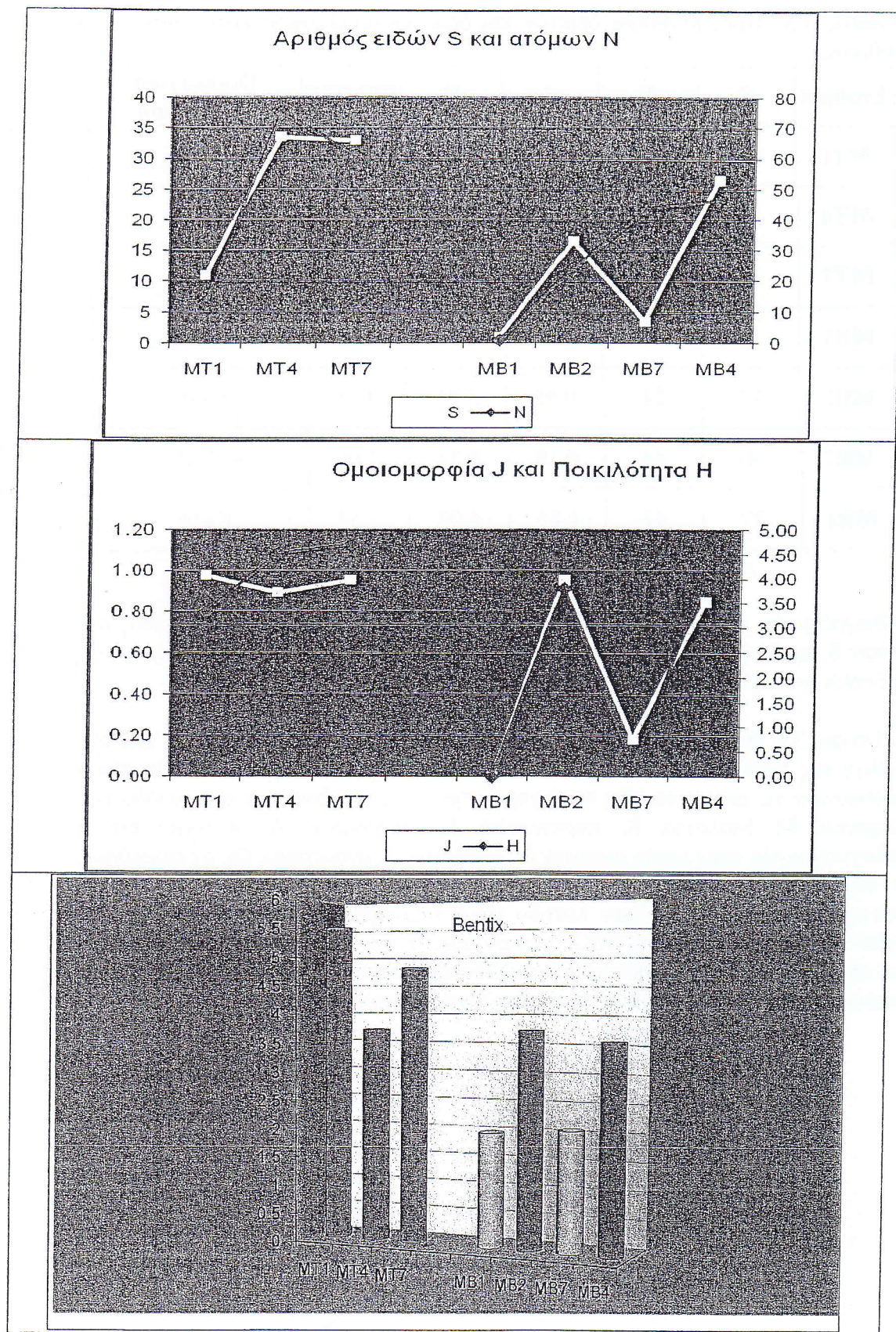
Πίνακας 3.3: Τιμές βενθικών δεικτών και δεικτών οικολογικής κατάστασης στους σταθμούς.

Σταθμοί	S	N	J	H	BENTIX	Οικολογική κατάσταση
MT1	11	13	0.98	3.33	5.54	Υψηλή
MT4	34	75	0.89	4.52	3.73	Καλή
MT7	33	61	0.95	4.69	4.82	Υψηλή
MB1	1	1	0	0	2.00	Ελλιπής
MB2	17	24	0.95	3.80	3.75	Καλή
MB7	4	44	0.18	0.24	2.09	Ελλιπής
MB4	27	47	0.85	4.00	3.59	Καλή

Τα διαγράμματα της Εικόνας 28 δείχνουν γραφικά τη συγκριτική διακύμανση των δεικτών S (αριθμού ειδών), N (αριθμού ατόμων), H' (ποικιλότητας), J (ομοιομορφίας) και Benthix στους σταθμούς μελέτης.

Ο Πίνακας 3.4 παρουσιάζει τα αφθονότερα είδη (με πυκνότητα μέχρι 3% επί του συνόλου της πανίδας) με τα ποσοστά τους ανά σταθμό. Επίσης δίνονται οι τύποι βιοκοινωνιών τις οποίες τα είδη αυτά χαρακτηρίζουν, η ταξινομική τους ομάδα (Π: πολύχαιτοι, Μ: Μαλάκια, Κ: καρκινοειδή, Ε: εχινόδερμα, Δ: διάφορα) και η οικολογική ομάδα στην οποία ανήκουν (1: ευαίθητα, 2: ανθεκτικά). Οι συντομεύσεις των τύπων βιοκοινωνιών είναι κατά Peres & Picard, 1964: VTC= παράκτιων χερσογενών ιλύων. SFBC= των λεπτών καλά ταξινομημένων άμμων. SFHN=των λεπτών επιφανειακών άμμων. SGCF=αδρών άμμων και των λεπτόκοκκων χαλικιών κάτω από την επίδραση ρευμάτων βυθού. DE= των παράκτιων βιογενών θρυμμάτων με ποσοστά λίσσης. Ρ=βιοκοινωνία της *Posidonia oceanica*.





Εικόνα 28: Διακύμανση δεικτών και οικολογική κατάσταση με βάση το δείκτη Bentix στους σταθμούς δειγματοληψίας. Μπλε: Υψηλή, Πράσινο: Καλή, Πορτοκαλί: Ελλιπής.