

εξ'ολοκλήρου απο το χλωροφύκος *Caulerpa prolifera*, που αν και ανθεκτικό σε συνθήκες ιζηματογένεσης (Emilio Sánchez-Moyano et al., 2001), αποτελεί τυπικό και αναμενόμενο στοιχείο της βλάστησης σε προφυλαγμένους αμμώδεις πυθμένες, όπως αυτοί του όρμου Αδάμαντα.

Ενδιαφέρον παρουσιάζει η απουσία του φανερόγαμου *Cymodocea nodosa*, το οποίο κατά τα άλλα παρουσιάζει εκτεταμένη κατανομή στον όρμο του Αδάμαντα (προσωπικές παρατηρήσεις), ενώ η ιδιαίτερα αυξημένη παρουσία του εισβολικού χλωροφύκου *Caulerpa racemosa* var. *cylindracea* είναι δύσκολο να συσχετιστεί με την παρουσία της σκάλας του Κάναβα καθώς το είδος εντοπίστηκε και στην ευρύτερη περιοχή του λιμένα του Αδάμαντα.

β) Θέση Αμπουρδεχτάκι:

Ο εοικισμός του σταθερού (τσιμεντένιου) τμήματος της προβλήτας δεν παρουσιάζει κάποιο ιδιαίτερο ενδιαφέρον, καθώς παρουσιάζει τα τυπικά βιοτικά στοιχεία των σκιασμένων τεχνητών υποστρωμάτων. Επιπλέον, δεν φαίνεται να υπόκειται ιδιαίτερα στις πιέσεις της ιζηματογένεσης, γεγονός που μάλλον οφείλεται στον αυξημένο υδροδυναμισμό στον οποίο εκτίθεται λόγω των φυσικών χαρακτηριστικών της θέσης (μικρό βάθος).

Ο πυθμένας ακριβώς κάτω από την πλωτή προβλήτα και σε ακτίνα περίπου 10-15 μέτρων αποτελείται από αδρομερή κυρίως ιζήματα, με μικρότερη συμμετοχή λεπτόκοκκων ιζημάτων. Πρόκειται για επικαθίσεις εμφανώς προερχόμενες από τις αθροισμένες απώλειες κατά τις διαδικασίες των φορτοεκφορτώσεων, το βαρύτερο υλικό των οποίων συσσωρεύεται ακριβώς κάτω από την απόληξη της πλωτής εξέδρας, σχηματίζοντας μία σημειακή λοφοειδή ανύψωση του πυθμένα. Σ' αυτή την περιοχή, η μηχανική διατάραξη από τις απορρίψεις αδρανών υλικών εντοπίζεται άμεσα με την πλήρη απουσία επιβενθικών ή ενδοβενθικών οργανισμών.

Σε απόσταση 15-30 μέτρων περιμετρικά της εγκατάστασης, η εικόνα σταδιακά αλλάζει με αραιή παρουσία βλάστησης, η οποία ωστόσο συνεχίζει να βρίσκεται υπό την επίδραση των μετριότερων διαδικασιών ιζηματογένεσης. Στη μεταβατική αυτή ζώνη, οι επικαθίσεις φαίνεται να καταλήγουν μάλλον δευτερογενώς, ως αποτέλεσμα της επαναιώρησης και διασποράς των λεπτότερων υλικών, επιτρέποντας τη μερική ανάπτυξη θαλάσσιας βλάστησης. Πιο συγκεκριμένα, εδώ απαντούν κάποιες μεμονωμένες συστάδες του φανερόγαμου *Posidonia oceanica* (Ποσειδωνία), τμήματα των οποίων είναι θαμμένα κάτω από επικαθίσεις ιζημάτων, ενώ άλλα παρουσιάζουν σημαντική κάλυψη νηματοειδών επιφύτων (cf *Ectocarpales*). Παράλληλα σημαντική ανάπτυξη εμφανίζει εδώ το γνωστό ως ανθεκτικό σε συνθήκες ιζηματογένεσης (Piazzi et al., 2007) χλωροφύκος *Caulerpa racemosa*.

Με την απομάκρυνση από τις εγκαταστάσεις σε ακτίνα μεγαλύτερη των 30 μέτρων, ωστόσο, οι οικολογικές ισορροπίες αποκαθίστανται, όπως ανακλά η εκτεταμένη και υγιής ως επί το πλείστον παρουσία λιβαδιών Ποσειδωνίας που σχηματίζουν κατά τόπους αναβαθμούς ύψους 1-1,5 μέτρου. Σημαντική βιοποικιλότητα εμφανίζουν είδη που απαντούν ως χαρακτηριστικά επίφυτα των φύλλων και των ριζών του φανερόγαμου (βρυόζωα *Bugula turbinata*, Κρinoειδή *Antedon mediterranea*) όσο και είδη χαρακτηριστικά των διάκενων και της περιφέρειας των λιβαδιών (σπειρογράφοι *Sabella pallanzanii*, πίνες *Pinna nobilis*, κηρίανθοι *Ceranthus membranaceus* κ.ά.). Εκτός από την Ποσειδωνία, στην ευρύτερη περιοχή, αναπτύσσονται και τα θαλάσσια

αγγειόσπερμα *Cymodocea nodosa* και *Halophila stipulacea*. Εκτεταμένη είναι επίσης και η κάλυψη των χλωροφυκών *Caulerpa prolifera* και *C. racemosa*. Τέλος, σημαντική ήταν επίσης η παρουσία των φωτόφιλων φαιοφυκών *Cystoseira* spp., τα οποία υπήρξαν το επικρατούν στοιχείο της βλάστησης στις διάσπαρτες βραχώδεις επιφάνειες ήπιων κλίσεων.

Συμπεράσματα

Οι κύριες επιπτώσεις που εντοπίστηκαν στο βενθικό περιβάλλον των σκάλων φορτοεκφόρτωσης στις θέσεις Κάναβα και Αμπουρδεχτάκι σχετίζονται άμεσα με την αυξημένη ιζηματογένεση που προκύπτει από τις απώλειες αδρανούς υλικού και επικάθησης αυτού στον πυθμένα. Οι επιπτώσεις αφορούν κυρίως: i) το πλήρες θάψιμο των βιοκοινωνιών κάτω από τις σκάλες και σε ακτίνα που δεν ξεπερνάει τα 10-15 μέτρα, και ii) την επικάθηση λεπτόκοκκου υλικού στις βιοκοινωνίες που αναπτύσσονται περιμετρικά των σκάλων σε ακτίνα 15-30 περίπου μέτρων.

Πέραν της ακτίνας των 30 μέτρων ωστόσο, οι επιπτώσεις υποχωρούν πλήρως, και οι βιοκοινωνίες αποκαθίστανται προς την τυπική όψη των αδιατάρακτων Μεσογειακών βιοκοινωνιών σε ολιγοτροφικές περιοχές.

Οι επιπτώσεις αυτές μπορούν να θεωρηθούν ως αρκετά σημειακές. Ωστόσο, κάθε παραπέρα προσπάθεια μείωσης των διαφυγόντων υλικών κρίνεται αναγκαία, καθώς η γειτνίαση με ιδιαίτερα σημαντικούς και προστατευόμενους από την ευρωπαϊκή νομοθεσία (EC 92/43, Habitat Directive) τύπους Οικοτόπων (Υποθαλάσσια Λιβάδια *Posidonia oceanica* και *Cymodocea nodosa*, Φωτόφιλα δάση *Cystoseira* spp), επιβάλλει τη διαφύλαξη αυτών με την ελαχιστοποίηση των ανθρωπογενών επιπτώσεων.

Βιβλιογραφία

- Airoidi, L. – 2003. The effects of sedimentation on rocky coastal assemblages. *Oceanog. Mar. Biol. Ann. Rev.*, 41: 161-203.
- Balata, D., L. Piazzzi, E. Cecchi and F. Cinelli. – 2005. Variability of Mediterranean coralligenous assemblages subject to local variation in sediment deposits. *Mar. Env. Res.*, 60: 403-421.
- Emilio Sánchez-Moyano, J., F.J. Estacio, E.M. García-Adiego & J Carlos García-Gómez, 2001. Effect of the vegetative cycle of *Caulerpa prolifera* on the spatio-temporal variation of invertebrate macrofauna. *Aquatic Botany*, 70 (2), pp. 163-174.
- Irving, A.D. and S.D. Connell. – 2002. Interactive effects of sedimentation and microtopography on the abundance of subtidal turf-forming algae. *Phycologia*, 41: 517-522.
- Piazzzi L, Balata D, Foresi L, Cristaudo C, Cinelli F (2007) Sediment as a constituent of Mediterranean benthic communities dominated by *Caulerpa racemosa* var *cylindracea*. *Sci Mar* 71:129-135.

Καταγραφή των ζωοβενθικών βιοκοινωνιών-οικολογική κατάσταση

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

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) (ΕΚΘΕ, 1989). 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 και το γεγονός αυτό συσχετίστηκε με την ιδιαίτερη ηφαιστειακή γεωμορφολογία του βυθού της καλντέρας (ακραία περιβάλλοντα).

Στην παρούσα μελέτη διερευνάται η επίδραση των δραστηριοτήτων φορτοεκφόρτωσης μεταλλευτικών προϊόντων στον κόλπο του Αδάμαντα στις θέσεις Κάναβα και Αρμπουδεχτάκι.

Μεθοδολογία

Επιλέχθηκαν 2 παράκτιοι σταθμοί κοντά στους σταθμούς φορτοεκφόρτωσης Κάναβα (ADA) στο εσωτερικό του κόλπου του Αδάμαντα και στο Αρμπουδεχτάκι (ABU) στην έξοδο του κόλπου. Επίσης έγινε δειγματοληψία και σε τρίτο σταθμό αναφοράς (control) σε παράκτιο σημείο ΒΔ της θέσης Κάναβα. Σε κάθε σταθμό συλλέχθηκαν δύο δείγματα βένθους με δειγματολήπτη βυθού τύπου Smith-McIntyre και επιφάνειας 0.045 m^2 . Τα δείγματα κοσκινίστηκαν επιτόπου με κόσκινο διαμετρήματος $0,5 \text{ mm}$ και συντηρήθηκαν σε διάλυμα φορμόλης 4% σε θαλασσινό νερό και χρωστική Rose Bengal.

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 ταξινόμικό επίπεδο (γένους ή οικογένειας).

Για 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 (Simboursa & Zenetos, 2002) που αναπτύχθηκε πρόσφατα για τις ανάγκες της εφαρμογής της Κοινοτικής Οδηγίας Πλαίσιο για τα Ύδατα (EC, 60/2000).

Αποτελέσματα

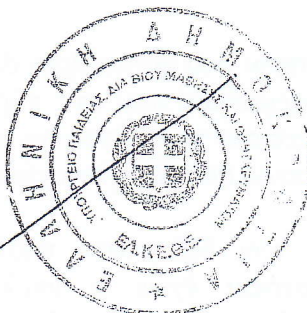
Ο Πίνακας VIII παρουσιάζει σε κάθε σταθμό τις τιμές των δεικτών, που υπολογίστηκαν λαμβάνοντας τον μέσο όρο των δύο υποδειγμάτων, δηλαδή αναφέρονται στην μονάδα δειγματοληπτικής επιφάνειας 0.045m^2 : αριθμός ειδών S, αριθμός ατόμων N, δείκτης ομοιομορφίας Pielou J, δείκτης ποικιλότητας Shannon H'. Ο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

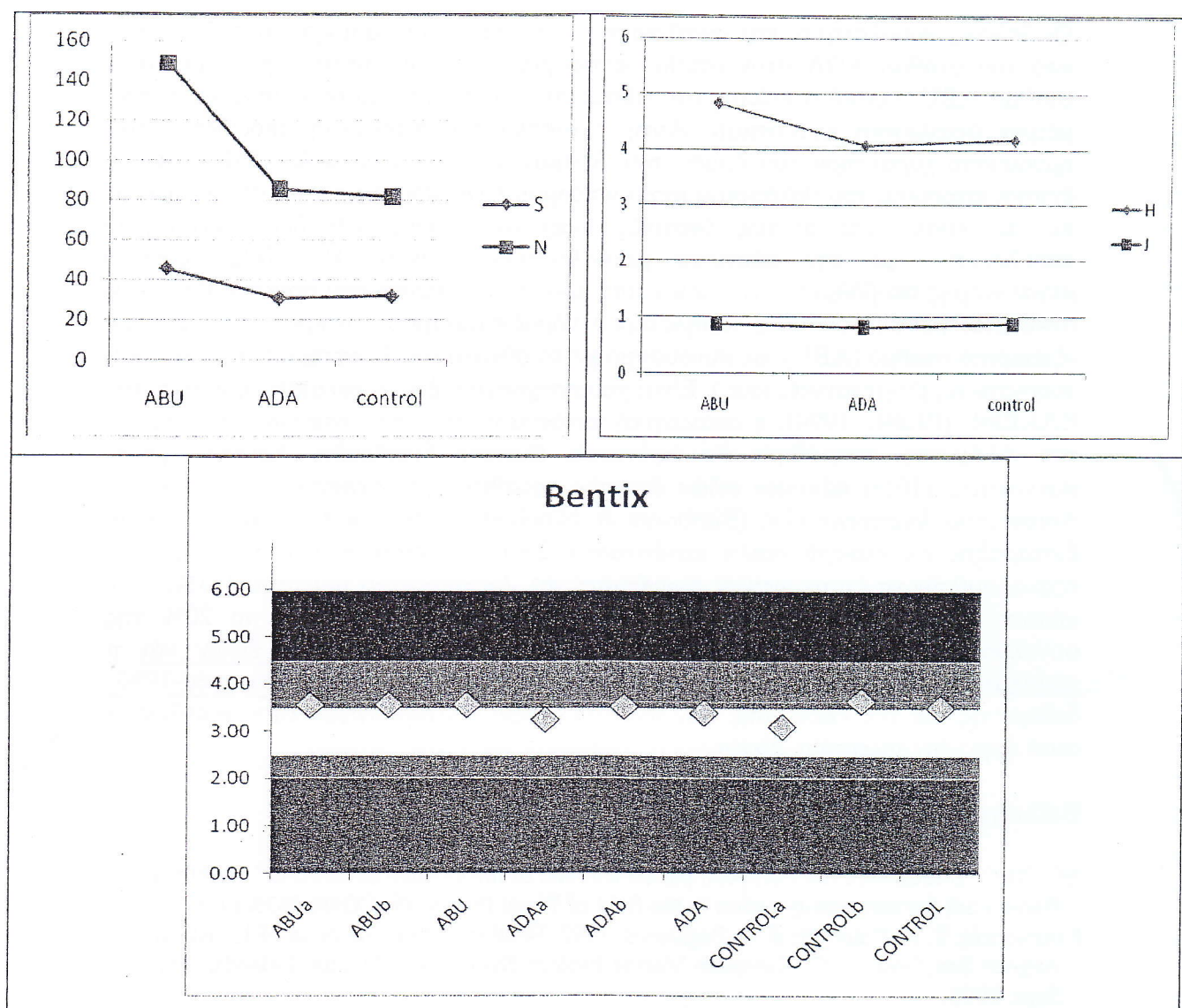
Συνολικά στους σταθμούς βρέθηκαν 123 είδη και καταμετρήθηκαν 633 άτομα βενθικών οργανισμών. Οι υψηλότερες τιμές αριθμού ειδών και ατόμων παρουσιάζεται στον ABU (46 είδη και 149 άτομα), ενώ οι ADA και control είχαν παρόμοιες χαμηλότερες τιμές. Ανάλογη τάση παρουσιάζουν οι δείκτες ποικιλότητας και ομοιομορφίας (H και J), καθώς οι υψηλότερες τιμές καταγράφονται στον ABU (4,82 και 0,88) και οι χαμηλότερες στον ADA (4,07 και 0,82). Η οικολογική κατάσταση φαίνεται να είναι Καλή στον ABU, Μέτρια στον ADA και οριακά Μέτρια προς Καλή στον control. Παρόλα αυτά, οι αριθμητικές τιμές του Bentix έχουν μικρές αποκλίσεις μεταξύ τους (3.55, 3.38 και 3.49 αντίστοιχα).

Τα διαγράμματα της εικόνας 6 δείχνουν γραφικά τη συγκριτική διακύμανση των δεικτών S (αριθμού ειδών), N (αριθμού ατόμων), H' (ποικιλότητας), J (ομοιομορφίας) και Bentix στους σταθμούς μελέτης.

Πίνακας VIII. Μέσες τιμές βενθικών δεικτών και δεικτών οικολογικής κατάστασης στους σταθμούς.

Σταθμοί	S	N	J	H	BENTIX	Οικολογική κατάσταση
ABU	46	149	0.88	4.82	3.55	Καλή
ADA	31	86	0.82	4.07	3.38	Μέτρια
control	32	82	0.87	4.17	3.49	Καλή/Μέτρια





Εικόνα 6: Διακύμανση δεικτών και οικολογική κατάσταση με βάση το δείκτη Bentix ανά υποδείγμα και κατά μέσο όρο στους σταθμούς δειγματοληψίας.

Συμπεράσματα

Από τα αποτελέσματα εφαρμογής των δεικτών φαίνεται ότι:

Ο σταθμός ABU διαφέρει αρκετά ως προς τον πλούτο των ειδών και την γενική αφθονία από τους άλλους δύο σταθμούς και αυτό οφείλεται στην διαφορά του υποστρώματος. Όπως φαίνεται από τα χαρακτηριστικά είδη των σταθμών, ο σταθμός ABU χαρακτηρίζεται από μεικτό ιζήμα άμμου με περισσότερο ποσοστό λάσπης από τους άλλους σταθμούς και ως εκ τούτου φιλοξενεί περισσότερους οργανισμούς και με μεγαλύτερη ποικιλότητα, καθώς τα μεικτά ιζήματα προσφέρουν μεγαλύτερη ετερογένεια. Στους σταθμούς ADA και control προς το μυχό του όρμου του Αδάμαντα, παρουσιάζονται τυπικές βιοκοινωνίες SFBC (της λεπτής καλά ταξινομημένης άμμου) και SGCF (της αδρής άμμου σε ρεύματα βυθού) όπως φαίνεται και από την έντονη παρουσία του ημιχορδωτού *Brachiostomma lanceolatum* (Peres & Picard, 1967).

Οι δείκτες ποικιλότητας και οικολογικής κατάστασης διαβαθμίζονται αυξανόμενοι από τον σταθμό ADA στον σταθμό αναφοράς και έχουν υψηλότερες τιμές στον σταθμό ABU. Γενικά ο κόλπος του Αδάμαντα χαρακτηρίζεται σε οριακά καλή προς μέτρια οικολογική κατάσταση. Αυτή η οικολογική κατάσταση αποδίδεται στον ημίκλειστο χαρακτήρα του όρμου του Αδάμαντα, όπως αντανακλά εξάλλου και η έντονη παρουσία του θαλάσσιου αγγειοσπέρμου *Cymodocea nodosa*, σε συνδυασμό με τις γενικότερες πιέσεις (αστικές κλπ) στον όρμο και δεν συσχετίζεται αποκλειστικά με την φόρτωση μεταλλευτικών υλικών. Η ένδειξη σχετικά μεγαλύτερης υποβάθμισης της ποιότητας προς το εσωτερικό του όρμου φαίνεται να συνδέεται με τις συνθήκες χαμηλότερου υδροδυναμισμού, συγκριτικά με τον πιο εξωτερικό σταθμό (ABU), σε συνδυασμό με το σύνολο των δραστηριοτήτων (αστικές, τουριστικές, βιομηχανικές κλπ.). Είναι χαρακτηριστικό ότι σε παλαιότερη μελέτη του ΕΛΚΕΘΕ (ΕΚΘΕ, 1990), η οικολογική κατάσταση σε δίκτυο σταθμών στον κόλπο του Αδάμαντα εκτιμήθηκε ότι υφίσταται ελαφριά διατάραξη. Αρκετά υψηλές πυκνότητες (10%) κάποιων ειδών δεικτών αστάθειας πχ. *Nematonereis unicornis*, *Notomastus latericeus* κλπ. (Simboura & Nicolaidou, 2001) καθόρισαν τον βαθμό διατάραξης ως ελαφρύ (καλή κατάσταση). Σήμερα, ορισμένα από τα είδη αυτά εξακολουθούν να έχουν υψηλές πυκνότητες, πχ. *Nematonereis unicornis* (13%), ενώ κάποια άλλα όπως πχ. το *Protodorvillea kefersteini* υπερβαίνουν το 20% της συνολικής πυκνότητας στον σταθμό ADA. Γενικά η αφθονία ειδών και η ποικιλότητα ήταν σαφώς υψηλότερες στο παρελθόν (ιστορικά στοιχεία-1990) δεδομένης και της επέκτασης των ανθρωπογενών δραστηριοτήτων στον ημίκλειστο αυτό όρμο την τελευταία 20ετία.

Βιβλιογραφία

- EC, 2000. Directive of the European parliament and of the Council 2000/60/EC establishing a framework for community action in the field of Water Policy. PE-CONS 3639/1/00.
- Koussouris, T. A. Diapoulis & C. Bogdanos. 1992. Benthic differentiation in Milos island, Aegean Sea, Greece. 27th European Marine Biology Symposium, Dublin (Ireland), 7-11 Sept. 1992.
- Peres, J. M. & Picard J. 1964. Nouveau manuel de bionomie benthique de la mer Méditerranée. Rec. Trav. St. Marine Endoume, 31 (47): 5-137.
- Pielou, E.C., 1969. The measurement of diversity in different types of biological collections. *J. Theor. Biol.* 13: 131-144.
- Shannon, C.E. & W. Weaver, 1963. *The mathematical theory of communication*. University of Illinois Press, Urbana, IL, USA 117 p.
- Simboura, N. & A. Nicolaidou, 2001. The Polychaetes (Annelida, Polychaeta) of Greece: checklist, distribution and ecological characteristics. *Monographs on Marine Sciences*, Series no 4. NCMR, 115pp.
- Simboura, N. & Zenetos A. 2002. Benthic indicators to use in ecological quality classification of Mediterranean soft bottom marine ecosystems, including a new Biotic index. *Mediterranean Marine Science*, 3/2, 77-111.
- ΕΚΘΕ, 1989. Έρευνα του βυθού και του θαλασσίου περιβάλλοντος. Υπ. Δρ. Χ. Αναγνώστου. Υπόεργο: Επισκόπηση της βενθικής πανίδας στο Κεντρικό Αιγαίο Πέλαγος (Κυκλάδες-Σαρωνικός). Α. Ζενέτου, & Ν. Σύμπουρα "Κλειστοί κόλποι: Μήλος-Σαντορίνη". Υπ. Δρ. Α. Ζενέτου.
- ΕΚΘΕ, 1990. Ωκεανογραφική Μελέτη της νήσου Μήλου. Τεχνική Έκθεση. Υπ. Δρ. Α. Διαπούλης. Μπόγδανος και συνεργ., 1990. "Μακροζωοβένθος μαλακού υποστρώματος" σελ. 2-36.

