

**ΕΚΤΙΜΗΣΗ ΕΠΙΠΤΩΣΕΩΝ ΤΗΣ ΑΛΙΕΙΑΣ ΣΤΟ ΘΑΛΑΣΣΙΟ ΟΙΚΟΣΥΣΤΗΜΑ  
ΜΕ ΧΡΗΣΗ ΜΟΝΤΕΛΩΝ**

**Πετυχάκης Γιώργος<sup>1</sup>, Τριανταφύλλου Γιώργος<sup>1</sup>, Smith Chris J.<sup>2</sup>, Σουρλαντζής  
Γιώργος<sup>1</sup>, Πολλάνη Αννίκα<sup>1</sup> και Κ.-Νάντια Παπαδοπούλου<sup>2</sup>**

*1. Ινστιτούτο Ωκεανογραφίας, Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών*

*2. Ινστιτούτο Θαλάσσιων Βιολογικών Πόρων, Ελληνικό Κέντρο Θαλασσιών Ερευνών*

**ΠΕΡΙΛΗΨΗ**

Μια διαφορετική μέχρι σήμερα προσέγγιση στο πρόβλημα των επιπτώσεων της αλιείας στο θαλάσσιο περιβάλλον επιχειρείται με τη χρήση υπολογιστικών μοντέλων. Ως περιοχή εφαρμογής επιλέχθηκε ο κόλπος του Ηρακλείου περιοχή στην οποία έχουν πραγματοποιηθεί πρόσφατα και κατά το παρελθόν παρατηρήσεις και μετρήσεις πεδίου τόσο ως προς την αλιευτική προσπάθεια όσο και ως προς σημαντικό αριθμό φυσικών – βιολογικών παραμέτρων. Μετά τον συντονισμό και έλεγχο του ομοιώματος εξετάστηκαν πέντε διαχειριστικά σενάρια μεταβάλλοντας την αλιευτική προσπάθεια, τη περιοχή επίδρασης τη περίοδο αλιείας καθώς και τη προκαλούμενη θνησιμότητα στους βενθικούς οργανισμούς. Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι η συγκεκριμένη προσέγγιση παρουσιάζει σημαντικά πλεονεκτήματα αφού προσφέρει σημαντικές πληροφορίες ως προς την απόκριση και συμπεριφορά του συστήματος σε περιπτώσεις διαταραχής.

**ABSTRACT**

A different up to date approach to the problem of fishing impact on the marine environment is attempted with the use of simulation models. The area of Heraklion bay was chosen for the application of the model as extensive data set of recent and past observations and measurements on both fishing effort and physical - biological parameters were available for the area. Once the model was tuned and validated five different scenarios were examined including reduced fishing effort, restriction in fished area, shorter fishing period and variable mortality in benthic organisms. Results show that this particular approach has significant advantages as it produces valuable insight on the response and behavior of the system under disturbance situations.

**Λέξεις κλειδιά:** υπολογιστικό μοντέλο, κρητικό πέλαγος, αλιεία, επιπτώσεις

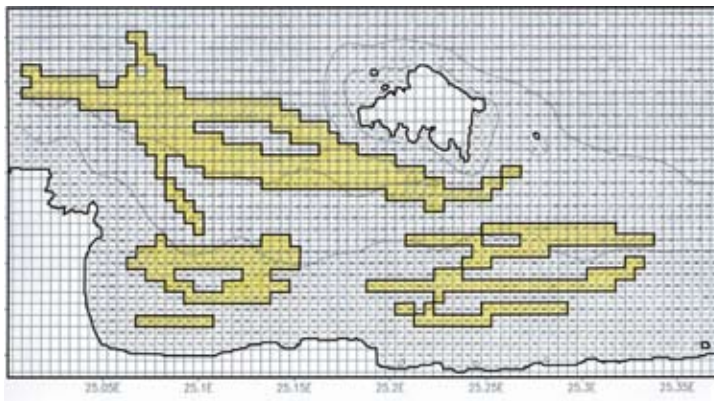
## ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η επαγγελματική αλιεία εκτός από την επίδραση πάνω στους πληθυσμούς των εμπορικών ειδών έχει σημαντική επίδραση στο θαλάσσιο οικοσύστημα ως σύνολο. Μέχρι πριν λίγα χρόνια το ενδιαφέρον των εμπλεκόμενων φορέων εστιάζετο στη μελέτη και διαχείριση των αλιευόμενων ειδών, ενώ αποσπασματικές μελέτες εκτίμησης της επίδρασης σε είδη μη στόχους, αφορούν περιορισμένο αριθμό ειδών. Μια ολιστική προσέγγιση θα πρέπει να υιοθετηθεί αν θέλουμε να αντιστρέψουμε τις συνολικές επιπτώσεις στη δομή και λειτουργία των θαλάσσιων οικοσυστημάτων από την αλιεία (Tudela, 2004). Η σπουδαιότητα της επίδρασης της αλιείας στο θαλάσσιο περιβάλλον τα τελευταία χρόνια αναγνωρίζεται ως σημαντικό θέμα τόσο σε εθνικό όσο και σε ευρωπαϊκό επίπεδο. Αν και οι έρευνες πεδίου είναι σημαντικές, οι μελλοντικές ανάγκες οδηγούν σε μεθόδους πρόβλεψης των αλλαγών στις διεργασίες και στις βιο-κοινωνίες (Duplisa et al., 2002). Χαρακτηριστική είναι η πρόταση της επιτροπής περιβάλλοντος της Ευρωπαϊκής Κοινότητας για σχέδιο δράσης για την αλιεία προκειμένου να προστατευθούν τα αποθέματα ιχθύων, τα είδη που δεν είναι στόχος, τα ενδιαιτήματα και τα οικοσυστήματα. Το σχέδιο προβλέπει τη μείωση της αλιευτικής δραστηριότητας καθώς και την ενίσχυση

των δραστηριοτήτων έρευνας και ελέγχου ενώ συχνά αναφέρεται η ανάγκη για μεθόδους πρόγνωσης και πρόληψης. Δυστυχώς μέχρι σήμερα δεν υπάρχουν εργαλεία ικανά να προβλέψουν τη ανταπόκριση του συστήματος κάτω από διαφορετικά επίπεδα έντασης και κατανομής της αλιευτικής προσπάθειας, με αποτέλεσμα οι διαχειριστικές αρχές να αποφασίζουν βασιζόμενοι σε αμφίβολες υποθέσεις. Στα πλαίσια αυτά επιχειρήθηκε μια ολιστική προσέγγιση η οποία περιλαμβάνει την εκτίμηση των επιπτώσεων μέσα από τη σύνδεση της μέχρι σήμερα γνώσης, όπως αυτή έχει παραχθεί από τις διάφορες επιστημονικές προσπάθειες με μεθόδους προσομοίωσης και πρόβλεψης.

Υλικά και Μέθοδοι

Ως περιοχή εφαρμογής επιλέχθηκε ο κόλπος Ηρακλείου με συντεταγμένες 25.01 – 25.385E και 35.33 – 35.495N, μια και στο συγκεκριμένο χώρο υπάρχουν αρκετά στοιχεία πεδίου τόσο ως προς την αλιευτική προσπάθεια όσο και ως προς τις επιπτώσεις σε κύριες βενθικές ομάδες (Coggan et al., 2001; Smith et al., 2000; Smith et al., 2003). Το ομοίωμα το οποίο χρησιμοποιήθηκε είναι το ίδιο με το σύνθετο οικολογικό μοντέλο για το Κρητικό πέλαγος (Petihakis et al., 2002; Triantafyllou et al., 2003), το οποίο ωστόσο τροποποιήθηκε και εφαρμόστηκε με αυξημένη διακριτοποίηση 0.3 λεπτών (περί-



Εικόνα 1. Χωροθέτηση σταθμού Μ3Α

Πίνακας 1: Αλιευτικά σενάρια

RUN	Σενάριο	Αλιευτική Προσπάθεια	Αλιευτική Περίοδος	Θνησιμότητα	Επιφάνεια Σύρσεων
Τυπ.	Μη Αλιεία	-	-	-	-
1α	Τυπικές Συνθήκες	100%	Οκτ. - Μάιος	100%	100%
1β	Μειωμένη Θνησιμότητα	100%	Οκτ. - Μάιος	50%	100%
1c	Μειωμένη Θνησιμότητα	100%	Οκτ. - Μάιος	30%	100%
2α	Μειωμένη Επιφάνεια	100%	Οκτ. - Μάιος	100%	>100m ισοβαθής
2β	Μειωμένη Θνησιμότητα & Επιφάνεια	100%	Οκτ. - Μάιος	50%	>100m ισοβαθής
3	Μειωμένη Αλιευτική Προσπάθεια	50%	Οκτ. - Μάιος	100%	100%

που 500m) δημιουργώντας ένα πλέγμα 76 x 34 κουτιών σε σφαιρικό σύστημα συντεταγμένων με 24 επίπεδα στην κατακόρυφο. Χρησιμοποιώντας τις παρατηρήσεις πεδίου το αλιευτικό πεδίο τοποθετήθηκε στο πλέγμα του μοντέλου (Εικόνα 1) ενώ στη συνέχεια εξετάστηκαν πέντε σενάρια όπως παρουσιάζονται στον πίνακα 1. Ως αλιευτική προσπάθεια (100%) ορίστηκε η σύρση 3κουτιών ανά 2ημέρες, ενώ από τις μετρήσεις πεδίου ως θνησιμότητα (100%) η μείωση 55% των ιζηματοφάγων, 98% των αιωρηματοφάγων και 50% των βενθικών βακτηρίων).

#### ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ – ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Η χωρο-χρονική εξέλιξη των σημαντικότερων μεταβλητών σε κάθε σενάριο συγκρίθηκε με τη τυπική διαμόρφωση και η χρονική εξέλιξη των διαφορών σχεδιάστηκε υπολογίζοντας τη μέση ως προς το βάθος τιμή. Ενδιαφέρον παρουσιάζει η απόκριση του πελαγικού συστήματος στις βενθικές διαταραχές με αυξημένες συγκεντρώσεις φυτοπλαγκτού, βακτηρίων, πρωτογενούς και δευτερογενούς παραγωγικότητας κλπ.

Από τα αποτελέσματα των προσομοιώσεων προκύπτει ότι η δυναμική του πελαγικού συστήματος είναι συζευγμένη σε μεγάλο βαθμό με τη δυναμική των αιωρηματοφάγων και λιγότερο με τους ιζηματοφάγους ενώ σημαντική είναι η επίδραση της υδροδυναμικής διάταξης της περιοχής. Επίσης είναι εμφανές ότι το βάθος της περιοχής αλίευσης είναι η παράμετρος η οποία επηρεάζει περισσότερο από κάθε άλλη τις διεργασίες στην υπερκείμενη στήλη. Μολονότι όπως αναφέρθηκε παραπάνω η χρήση μοντέλων σε τέτοιου είδους ερωτήματα βρίσκεται ακόμα στην αρχή, προσφέρουν σημαντικά πλεονεκτήματα αφού προσφέρουν πολύτιμη γνώση για τη δυναμική του συστήματος επιτρέποντας εκτιμήσεις για τυχόν παρεμβάσεις καθώς και λήψη αποφάσεων οι οποίες σε κάθε άλλη περίπτωση θα απαιτούσαν δαπανηρά προγράμματα σε χρόνο και χρήμα.

**ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ**

- Coggan, R.A. et al., 2001. Comparison of rapid methodologies for quantifying environmental impacts of otter trawls.
- Duplisea, E.D., Jennings, S., Warr, J.K. and Dinmore, A.T., 2002. A size-based model of the impacts of bottom trawling on benthic community structure. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 59: 1785-1795.
- Petihakis, G., Triantafyllou, G., Allen, J.I., Hoteit, I. and Dounas, C., 2002. Modelling the Spatial and Temporal Variability of the Cretan Sea Ecosystem. *Journal of Marine Systems*, 36(3-4): 173-196.
- Smith, J.C., Papadopoulou, N.K. and Diliberto, S., 2000. Impact of otter trawling on an eastern Mediterranean commercial trawl fishing ground. *ICES Journal of Marine Science*, 57: 1340-1351.
- Smith, J.C., Rumohr, H., Karakassis, I. and Papadopoulou, K.N., 2003. Analysing the impact of bottom trawls on sedimentary seabeds with sediment profile imagery. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 285-286: 479-496.
- Triantafyllou, G., Petihakis, G. and Allen, J.I., 2003. Assessing the performance of the Cretan Sea ecosystem model with the use of high frequency M3A buoy data set. *Annales Geophysicae*, 21: 365-375.
- Tudela, S., 2004. Ecosystem effects of fishing in the Mediterranean: an analysis of the major threats of fishing gear and practices to biodiversity and marine habitats. No. 74, FAO, Rome.